

USO DE CUBIERTAS FOTOSELECTIVAS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE HORTALIZAS

ANTERO DOMÍNGUEZ RAMÍREZ

T E S I S

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

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
PROGRAMA DE GRADUADOS**

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**USO DE CUBIERTAS FOTOSELECTIVAS PARA LA
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE HORTALIZAS**

TESIS POR

ANTERO DOMÍNGUEZ RAMÍREZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada
como requisito parcial, para optar al grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal

Dr. Valentín Robledo Torres

Asesor

Dr. José Hernández Dávila

Asesor

Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Asesor

MC. Francisca Ramírez Godina

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Diciembre de 2005

AGRADECIMIENTOS

A Dios por iluminar mi sendero y darme la fortaleza necesaria para alcanzar las metas trazadas.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por abrirme nuevamente sus puertas y brindarme la oportunidad de seguir superándome profesionalmente.

Con todo respeto al Dr. Valentín Robledo Torres por la confianza puesta en mi y brindarme su amistad que guardo con gran orgullo, así como su colaboración y apoyo en la realización de este trabajo.

A mis asesores Dr. José Hernández Dávila, Dr. Adalberto Benavides, M.C. Francisca Ramírez, por su valiosa e incondicional colaboración y apoyo.

A la laboratorista Leticia Portos por su desinteresada participación en el proceso de la investigación, no tengo palabras para agradecerle.

A mis compañeros Daniel, Jesús Joaquín, Saret, Jesús, Roció, Álvaro, por su amistad y mutuo apoyo en los momentos difíciles, muchas gracias; que Dios los guíe.

A todas aquellas personas que me brindaron su amistad y apoyo, que aunque no los mencioné, los estimo.

DEDICATORIA

A mi esposa María del Socorro por compartir conmigo los momentos difíciles, por su comprensión y paciencia, por el amor que me brinda.

A mis hijos Karen y Jonathan por quienes he de superar todos los obstáculos y son motivo de orgullo y superación personal.

A mis padres Antero y Bertha a quienes les debo la vida, y de quienes he aprendido el amor al trabajo, la responsabilidad y dedicación.

Quiero compartir esta satisfacción con mis hermanos quienes saben que siempre contarán con todo mi apoyo para lo que sea necesario.

A mis amigos y compadres Antonio Carlos, Víctor Parga y Manuel Rodríguez, por sus palabras de aliento brindadas y apoyo incondicional.

En especial a un gran amigo Ing. Heriberto Ríos.

COMPENDIO

**USO DE CUBIERTAS FOTOSELECTIVAS PARA LA
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE HORTALIZAS**

POR

ANTERO DOMÍNGUEZ RAMÍREZ

MAESTRÍA

HORTICULTURA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre 2005

Dr. Valentín Robledo Torres. - Asesor -

Palabras clave: Cubiertas plásticas, *Lactuca sativa* L, *Physalis ixocarpa* Brot.

Se evaluaron ocho cubiertas plásticas fotoselectivas aplicadas en microtúneles, con el objetivo de comparar variables agronómicas y anatómicas en tres genotipos de lechuga y dos genotipos de tomate de cáscara.

La investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en marzo del 2004. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fueron ocho colores de cubierta y el factor B (parcela chica) cinco genotipos.

En las plántulas de lechuga se estimaron las variables, peso fresco aéreo (PFA), peso seco aéreo (PSA), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR), altura de planta (AP) y número de hojas (NH); presentando diferencias altamente significativas para todas las variables.

En el caso de tomate de cáscara las variables estimadas fueron altura de planta, número de hojas, peso fresco de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de tallo, peso seco de raíz, materia seca total, número de estomas abaxiales, número de estomas adaxiales, número de vasos del xilema y área total de vasos del xilema, encontrando diferencias altamente significativas en todas las variables, excepto en peso fresco de tallo y número de estomas abaxiales, que resultaron significativas.

En ambos casos los resultados nos indican que al menos una cubierta fotoselectiva es estadísticamente diferente del resto.

De los resultados obtenidos es posible concluir que las cubiertas de color amarillo y blanco influyen favorablemente en el aumento de biomasa logrando plántulas de mayor calidad en lechuga y tomate de cáscara; añadiendo en este último caso la cubierta transparente con resultados similares.

ABSTRACT

**SEEDLINGS PRODUCTION OF VEGETABLES UNDER
PHOTOSELECTIVE COVERS**

BY

ANTERO DOMÍNGUEZ RAMÍREZ

MAESTRIA

HORTICULTURA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

Buenavista, Saltillo, Coahuila. December 2005

Dr. Valentín Robledo Torres. - Adviser -

Key words: Covered plastic, *Lactuca sativa* L, *Physalis ixocarpa* Brot.

Eight plastic photoselective covers were evaluated and applied on microtunnels, to compare agronomic and anatomic variables on three lettuce genotypes and on two in husk tomatoe.

Investigation was made at the Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro on March 2004. A random experimental block design was used, arranging it in divided plots, where factor A (big plot) were eight colors of cover and, factor B (small plot) were five genotypes.

In lettuce seedlings aerial fresh weight (AFW), aerial dry weight (ADW), aerial dry weight (ADW), fresh root weight (FRW), dry root weight (DRW), plant height (PH) and leaf number (LN), variables were estimated, presenting highly significant differences for all variables.

In tomatoe, estimated variables are plant height, leaf number, fresh stem weight, fresh root weight, dry stem weight, dry root weight, total dry matter, abaxial stomatal number, adaxial stomatal number, xylem vase number and total xylem vases area, having highly significant differences in all variables, except on fresh stem weight and abaxial stomatal number, which were significant.

In both cases, results indicate that at least one photoselective cover is statistically different from the rest.

From results obtained, is possible to conclude that yellow and white covers influence favorable on the biomass increase, having higher quality lettuce seedlings and husk tomatoe, adding in this last case, a transparent cover with similar results.

The growth retardant was sprayed on trees early in the spring when shoot growth reached 5 cm in length. The concentration dosages of P-Ca were 0 (control), 125, 175 and 250 mg/L. The results have shown that P-Ca at any concentration reduces shoot and internodal final length. The leaf number per shoot was also reduced in all P-Ca treated trees. The growth retardant at 175 and 250 mg/L increased total yield per tree reflected with a higher fruit set and fruit weight. Harvested fruits from these treatments showed an increase in soluble solids and firmness.

The endogenous hormone status was analyzed on apple trees treated with Prohexadione-Ca at 250 mg/L. The levels of gibberellins and auxins in shoot tips was decreased soon after the P-Ca application; whereas the cytokinin content increased. In these P-Ca tissues, it was possible to identify gibberellins A₉, A₂₀, A₅₁ and A₅₃; zeatin and IAA. In control samples, zeatin, IAA and gibberellins A₁, A₄, A₇, A₉, A₅₁ and A₅₃ were identified. Prohexadione-Ca did not modify the endogenous hormone profile in immature seeds.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	4
Hipótesis	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Alteración de Procesos fisiológicos por el uso de cubiertas plásticas..	6
Fotosíntesis.....	7
Fotoperiodismo.....	7
Fotoformogénesis.....	8
Importancia de los estomas en las plantas.....	8
Actividad estomática.....	9
Difusión de la luz.....	10
Microtúnel.....	11
Producción en Invernaderos.....	12
Características deseables en un material de cubierta	12
Transmisión de la Radiación por cubiertas plásticas.....	13
Luminosidad por cubiertas plásticas.....	15
La Importancia de la Producción de Plántula.....	16
Producción de plántulas de tomate de cáscara bajo cubiertas plásticas fotoselectivas.....	20
Comportamiento agronómico de plántulas de lechuga desarrolladas en microtuneles con cubiertas fotoselectivas.....	41
CONCLUSIONES	57
LITERATURA CITADA	58

INTRODUCCIÓN

Los semilleros hortícolas en su doble faceta de germinadores de semillas y viveristas de plántulas, son un eslabón trascendental de la cadena productiva de los cultivos intensivos (Gázquez, 1996). La producción de plántulas de hortalizas es, quizás, uno de los campos en los que la mecanización de operaciones y el empleo de técnicas de control climático y operacional han alcanzado mayor nivel. El elevado valor de la semilla y la necesidad de obtener un producto uniforme a plazo conocido, y con un comportamiento en cuanto a cultivo predecible, aproxima esta área a los procesos análogos de la industria. Todo ello se fundamenta en el conocimiento preciso del comportamiento del conjunto del elemento de producción (Caballero y Cid, 1995)

La producción mundial de plántulas ha ido creciendo y ha evolucionado notablemente en la medida que también ha avanzado la tecnología en los productos y equipos y en el conocimiento del comportamiento de las plantas.

En los últimos años se dio énfasis particular al uso eficiente del tiempo, del espacio y del personal a través de la mecanización. Los esfuerzos de la investigación actual están orientados a mejorar la calidad y uniformidad del producto y a evitar pérdidas en la producción. Los productores han rebasado la etapa de conocer los factores que determinan la producción vegetal; ahora

están aprendiendo las nuevas tecnologías para modificar dichos factores y obtener plantas de calidad con las especificaciones deseadas.

Los invernaderos para la producción de plántulas de hortalizas, son utilizados por los horticultores dedicados a los productos de exportación. En los últimos 30 años, la producción de plántulas de hortalizas ha mostrado un notable avance, pasando del uso de los sistemas de producción en almácigos al empleo de los invernaderos bien cimentados y estructurados, hasta llegar al uso de invernaderos tecnificados.

Uno de los mayores retos a los que se enfrenta el productor de plántulas es la obtención de un producto sano y de excelente calidad para el trasplante, por lo que es necesario conocer cuales son los problemas que pueden estar presentes durante su proceso de producción.

El uso de los plásticos en la agricultura ha permitido mejorar el ambiente de producción, favoreciendo el incremento y calidad del producto en diferentes especies hortícolas. Los plásticos han revolucionado las técnicas de producción agrícola y es común su uso en forma de películas para acolchado, microtúneles, túneles e invernaderos.

En México el uso de invernaderos ha adquirido auge en la producción de hortalizas en gran escala. Los avances en el trasplante, tales como el uso de sustratos especiales, programas de fertilización para plántulas, charolas de múltiples cavidades, híbridos de alto valor y el uso de invernaderos han

contribuido al crecimiento de la industria, al incrementar la seguridad de los cultivos (Wien, 1997; Orzolek and Lamont, 1999).

Desde hace unos años han aparecido en el mercado diferentes tipos de plásticos para invernadero desarrollados para acondicionar la radiación que incide sobre el material vegetal, unas veces al intensificar y otras al filtrar determinadas longitudes de onda. Las empresas que se dedican a la producción de nuevos materiales están trabajando con numerosos aditivos para cubiertas.

El cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es de suma importancia en nuestro país y se siembra en casi todos los estados de la República Mexicana, en el año del 2005 se sembraron 62 480 ha, con un rendimiento promedio de $13.554 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, ocupando el cuarto lugar en superficie sembrada por especie dentro de las hortalizas, (Siea, Sagarpa, 2005). A pesar de la gran importancia del cultivo, el rendimiento promedio en general es bajo en relación con el potencial productivo del cultivo, que es alrededor de $40 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, (Peña y Santiaguillo 2000).

La lechuga es una planta anual que pertenece a la familia Asteraceae y corresponde a la especie *Lactuca sativa*, presenta una gran diversidad genética ya que existen diferentes tipos de especies caracterizados por sus diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de la planta.

A nivel nacional los estados con mayor superficie sembrada en el 2004 fueron Guanajuato, Puebla, Zacatecas y Baja California Norte, con 3 610, 2 688, 2 069, y 802.5 has. respectivamente, de los Estados anteriores, Guanajuato presenta un rendimiento medio de 14.797 ton·ha⁻¹, mientras que en Aguascalientes se producen 30.871 ton·ha⁻¹, lo anterior muestra una fuerte variación, que en parte es consecuencia del nivel de tecnología utilizado en la producción del cultivo (Siea.Sagarpa, 2005)

OBJETIVO

Estudiar el efecto de la luz transmitida por diferentes cubiertas fotoselectivas por su influencia sobre las variables agronómicas y anatómicas en la producción de plántulas de tomate de cáscara y lechuga.

HIPOTESIS

La luz transmitida a través de diferentes cubiertas fotoselectivas influye en las variables agronómicas y anatómicas de las plántulas de tomate de cáscara y lechuga.

REVISIÓN DE LITERATURA

El tomate verde de cáscara o tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) es originario de México; es una baya verde o amarillenta de dos a cuatro centímetros de diámetro y consistencia muy firme, con numerosas semillas comprimidas. Este vegetal se recolecta verde, pero después puede adquirir un color púrpura o amarillo. Está cubierto de una fina cáscara no comestible de color pardo que se retira para lavarlo.

Se utiliza en la preparación de diversos guisos típicamente mexicanos. Es un ingrediente indispensable para las salsas que acompañan a toda clase de antojitos, como las enchiladas verdes, el chicharrón en salsa, el mole verde o el entomatado (guiso de carne en salsa de tomate espesa).

El tomatillo también es conocido como tomate de cáscara, tomate de fresadilla, tomate milpero, tomate verde, tomatillo, miltomate (México, Guatemala), o simplemente tomate.

Las lechugas se clasifican en diferentes especies dentro de las cuales se encuentran la de hoja suelta, conocidas como escarolas ya que sus hojas son numerosas y de borde irregularmente recortado (crespo), se cultiva para consumo en ensalada y también para forraje y las lechugas de cabeza que

presentan hojas lisas, orbiculares y de textura suave o mantecosa con hojas internas que forman un cogollo amarillento al envolver a las más nuevas formando una cabeza; se caracteriza por presentar hojas suaves y muy tiernas.

Alteración de Procesos Fisiológicos por el uso de Cubiertas Plásticas

Bidwell (1990) menciona que la calidad de la luz tiene diferentes efectos en procesos como germinación, crecimiento de tallo, tamaño de hoja, fotosíntesis y enraizamiento. Así 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 para los procesos citados. Salisbury y Ross (1994) de alguna manera corroboraron lo anterior al citar que los colores verde y amarillo son absorbidos en pequeñas cantidades por las clorofilas a y b.

Las modificaciones microambientales inducidas por el plástico se refieren a cambios en la cantidad y distribución de la humedad del suelo y disposición de la radiación activa para la fotosíntesis. (Sanders *et al.*, 1986; Quero *et al.*, 1993).

Sánchez (2005) encontró que la producción de plántula de lechuga en micro túneles con cubiertas foto selectivas los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos amarillo y blanco asimismo en el color verde las plantas producidas mostraron síntomas de etiolado, manifestando los resultados mas bajos en las variables evaluadas.

Serrano (1990), comenta que las plantas que se desarrollan dentro del microtúnel, llevan a cabo una serie de procesos fisiológicos debido a la intervención del fenómeno lumínico, los cuales son mencionados a continuación.

Fotosíntesis

La influencia de la luz sobre el fenómeno de la fotosíntesis depende de la intensidad luminosa y de la duración del día; también de la sensibilidad lumínica y de la especie cultivada. La luz muy intensa, puede destruir la clorofila de las plantas.

Los cuatro factores que intervienen en la fotosíntesis son: luminosidad, humedad, temperatura y contenido de anhídrido carbónico, los cuales están ligados íntimamente. De nada sirve optimizar uno, e incluso tres factores, si el cuarto es deficiente; el aprovechamiento final estará en función del factor deficitario en la relación con los demás, de éste. Si la luminosidad en el microtúnel es máxima, hay que aumentar la temperatura, la humedad y el contenido de anhídrido carbónico; si la iluminación es poco intensa, hay que disminuir la temperatura y el anhídrido carbónico.

Fotoperiodismo

Los cultivos de día largo tropiezan con graves inconvenientes cuando se les cultiva en microtúnel durante el invierno, aparte de otros problemas de índole climático. Las plantas de día corto no presentan problemas de floración cuando se cultivan en microtúnel. Las plantas neutras no presentan ningún

inconveniente de floración respecto a la longitud del día, cultivándose en cualquier época del año.

Fotomorfogénesis

Es la influencia de la composición espectral de la luz en el desarrollo de las plantas. Las radiaciones ultravioletas actúan desfavorablemente sobre la forma de las plantas, dando lugar a hojas frondosas y plantas frondosas. Las radiaciones infrarrojas tienen poca influencia en el crecimiento, en cambio, la acción térmica que producen estas radiaciones sí que tienen influencia. Con una iluminación de luz roja, se provoca un alargamiento desmesurado de los tallos y la formación de hojas pequeñas. Los mejores resultados de crecimiento y formación de la planta se obtienen con los espectros que más se acercan en la composición espectral que necesita la fotosíntesis.

Importancia de los Estomas en las Plantas

Las hojas de las plantas en la superficie adaxial y abaxial están cubiertas de una capa de epidermis, la cual contiene numerosos poros conocidos como estomas. Por lo menos el 92 por ciento del agua absorbida por las plantas se pierde a través de ellos, en forma de vapor a través de la transpiración o, mientras que solo el 3 o 4 por ciento del agua es utilizada en su metabolismo (Ketellarpar, 1963).

Gómez (1990) menciona tres procesos importantes de la planta: transpiración, respiración y fotosíntesis que son influenciados por el comportamiento y densidad de estomas. En la regulación del contenido de humedad en las plantas bajo temporal los estomas juegan un papel primordial,

por lo tanto, la determinación de la densidad estomática y el mecanismo de cierre y apertura, son de las características importantes en la resistencia a sequía.

La densidad y tamaño del estoma varía de acuerdo a la especie, variedad, posición y crecimiento de la hoja, intensidad de luz, altura de planta y ambiente del cultivo (Kuruvadi, 1989).

Kuruvadi et al. (1987) Indica que la variación en la tasa de transpiración depende de la frecuencia de estomas, tamaño (longitud y ancho) del ostíolo y comportamiento estomatal, por lo tanto, deben identificarse variedades con menor densidad y tamaño de estoma e incorporar posteriormente estas características en los genotipos para reducir así la tasa de transpiración y superar con ello el estrés de agua bajo temporal.

Actividad Estomática

Las plantas dependen de K^+ para regular la apertura y cierre de los estomas (poros) a través de los cuales las hojas realizan el intercambio de CO_2 , y oxígeno con el medio. El funcionamiento adecuado de los estomas es esencial para la fotosíntesis y para el transporte de agua y nutrientes dentro de ella. Cuando el K^+ se mueve entre las células guarda alrededor de los estomas, las células acumulan agua y se hinchan, favoreciendo que los poros se abran y los gases circulen libremente hacia fuera y hacia adentro. Cuando la cantidad de agua es pequeña, el K^+ es expulsado fuera de la célula guarda y los poros

se cierran fuertemente. Si la cantidad de K^+ es inadecuada la respuesta de los estomas no será la adecuada (Paul, 2001).

Difusión de Luz

Esta propiedad es muy importante ya que contribuye a que las plantas utilicen uniformemente, en todo su contorno, el máximo de luz transmitida. El plástico ideal es aquel que tiene la cualidad de efectuar una buena difusión de la luz transmitida, reduciendo la proyección de sombras y permitiendo que las plantas reciban luz en toda su superficie y no solamente por la zona de incidencia (Orden *et al.*, 1997) El agregado de aditivos para mejorar la calidad del plástico puede disminuir la transmisión de la radiación, pero también puede aumentar la difusión de luz en el invernadero (Alpi y Tognioni, 1991)

Una alternativa al control de enfermedades transmitidas por los insectos dentro del invernadero es el empleo de cubiertas de plástico fotoselectivas que bloquean ciertas longitudes de onda dentro del espectro UV (280 - 390 nm). En tomate cultivado bajo estas condiciones, se ha protegido contra las invasiones de la mosca blanca *Bemisia tabaci* y como consecuencia de ello contra el virus TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus o “virus de la cuchara”) del cual es vector esta mosca, este cultivo se encuentra igualmente protegidos contra el minador de hojas *Lyriomyza trifolii*. En las cubiertas para invernaderos de semilleros son muy recomendables los filmes fotoselectivos (De la Torre, 1999). Aunque también interfieren con la actividad de polinización de los abejorros en tomate (González, 1999)

Microtúnel

Los microtúneles, junto con el acolchado son las dos técnicas más tradicionales de forzado de cultivos. Las láminas de plástico flexible de polietileno o copolímero EVA principalmente, por su ligereza y flexibilidad se adaptan perfectamente a estructuras semicirculares y sencillas que producen el efecto invernadero deseado en los cultivos de bajo porte. La insolación incrementa la temperatura y la humedad bajo estas pequeñas estructuras mejorando el microclima (Papaseit, *et al.* 1997).

El forzado mediante 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 lamina de plástico (Robledo y Martín, 1981).

La protección de cultivos con microtúneles de plástico produce efectos ventajosos para los cultivos por la protección que les da durante las horas más frías del día. La eficiencia de esta aplicación radica en el pequeño efecto invernadero que produce el microtúnel.

Ibarra (1997), menciona que los invernaderos y túneles cubiertos con plásticos se utilizan principalmente como semilleros en la producción de hortalizas y para la producción semiforzada y forzada de la misma, proporcionando beneficios tales como incrementar la producción y ahorrar agua.

La Producción en Invernaderos

Con la utilización del invernadero el sistema de producción es muy dinámico y el potencial de rendimiento es elevado, lo cual exige entender los procesos fisiológicos y optimizar los factores ambientales, por lo que se requiere de un proceso técnico calificado (Benencia *et al.*, 1997). Actualmente la tecnología en la elaboración de materiales para cubiertas de invernadero a base de polímeros y otros materiales, ha tenido grandes avances. En la actualidad se están fabricando materiales fotoselectivos que modifican el espectro de luz que pasa a través de las cubiertas para incrementar la actividad fotosintética del cultivo. Ibarra (1997).

Características Deseables en un Material de Cubierta

Los aspectos a considerar para elegir un material de invernadero, son sus propiedades fotométricas, es decir, el modo en que se comportan con las radiaciones, y sus propiedades térmicas, o sea su capacidad de aislamiento. En relación con las radiaciones hay tres factores de importancia, la transmisión, la reflexión y la absorción que definen cómo responde cada material a las radiaciones que recibe.

Las radiaciones que inciden sobre la cubierta de un invernadero son de varios tipos: ultravioleta, visible, fotosintética, infrarroja corta, infrarroja larga o calorífica. Los cuatro primeros tipos forman parte de la radiación solar, y el último es la radiación térmica que emite un cuerpo caliente, como por ejemplo el

suelo del invernadero después de absorber calor durante el día, la propia estructura metálica y las plantas (Florián, 2002).

Respecto a las propiedades térmicas hay dos factores interesantes que suelen asociarse a los materiales, por un lado el coeficiente global de pérdidas de calor, representado por K , y que expresa las pérdidas debidas a radiación IR larga y también las de conducción y convección. Cuanto menor sea este coeficiente, mayor será el poder de acumulación de calor del material. Según sean estas propiedades; los materiales se acercarán más o menos a las características óptimas para su empleo en horticultura.

Transmisión de la Radiación por Cubiertas Plásticas

La cubierta influye tanto en el balance energético del invernadero como en la actividad fotosintética del cultivo. El material de cobertura provoca una reducción en la intensidad de la radiación y una modificación en la distribución espectral (Goldberg *et al.*, 1996) Esta reducción depende principalmente del material utilizado como cobertura y también de los materiales utilizados en la estructura. El material de recubrimiento tiene que favorecer la entrada de la radiación solar incidente y al mismo tiempo limitar, especialmente en horas nocturnas, la pérdida de la energía térmica acumulada. Por ello es importante establecer para cada material la transparencia a la radiación fotosintéticamente activa y al infrarrojo, así como poder inferir su comportamiento a lo largo del tiempo, al ser expuesto a las condiciones ambientales características del lugar y al manejo del cultivo (Alpi y Tognioni, 1991)

El material de cubierta del invernadero modifica la cantidad y calidad de la radiación e influye sobre el balance de energía; por lo tanto, influye en el microclima que se genera en el interior y con ello en la respuesta de los cultivos. Los procesos fisiológicos de las plantas son influenciados por la longitud de onda comprendida entre 300 - 1000 nm, rango que incluye a la radiación ultravioleta (UV), fotosintéticamente activa (PAR), e infrarroja (IR). Las plantas absorben, transmiten y reflejan la radiación en diferentes proporciones para las distintas longitudes de onda. En el caso de la radiación PAR (400 - 700 nm) el espectro de absorción de la hoja es del 90 por ciento de la radiación incidente, en tanto para el infrarrojo cercano (700 - 300 nm) transmite casi la totalidad de la radiación, para reducir el calor almacenado producido por las longitudes de onda que no se utilizan en la fotosíntesis. No obstante, en el infrarrojo lejano las hojas tienen la habilidad para absorber importantes cantidades y por lo tanto para emitir las facilitando la eliminación del exceso de calor.

La producción de materia seca de los cultivos esta directamente relacionada con la cantidad de la radiación interceptada por estos. De ahí, que la transmisibilidad del material de cubierta es una propiedad importante.

Luminosidad por Cubiertas Plásticas

La luz es fundamental para la fotosíntesis; por lo tanto, cumple un papel determinante en el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas. Las plantas dependen de la energía solar para su complejo proceso fotosintético y

los plásticos deben tener las propiedades para permitir que les llegue la cantidad y calidad de luz que favorece la fotosíntesis. En consecuencia, los plásticos para invernaderos deben tener buena transmisión global de luz visible, poder de difusión de luz para eliminar o reducir la proyección de sombras y antiadherencia al polvo. La administración de la luz mediante la tecnología del plástico contribuye de manera muy positiva en la sanidad vegetal, ya que con la aplicación de filtros fotoselectivos puede modificarse tanto la cantidad, como el rango de la luz solar, la calidad o la duración de la misma, provocando ambientes en los que se reduce de modo sustantivo la presencia de insectos y por ende la incidencia de virosis. La fotoselectividad es empleada también en el control de patógenos bloqueando las longitudes de onda de radiaciones que favorecen la germinación de las esporas.

La cubierta ideal debe, bloquear la radiación UV, pero ser permeable a la radiación solar del resto de la banda hasta 3000 nm retener la energía calorífica generada por las radiaciones IR que emanan del suelo y de las plantas, eliminar los problemas que se derivan de la condensación; tener alta resistencia al rasgado y al envejecimiento, brindar buena transmisión global de la luz visible, permitir buena difusión para homogeneizar la distribución de la luz, contar con propiedades fotoselectivas para bloquear la incidencia de algunos hongos, disponer de una capa de antiadherencia al polvo y que sea de larga duración entre otras características.

La Importancia de la Producción de Plántula

La importancia de los semilleros como industria auxiliar y eslabón inicial de la cadena de producción hortícola intensiva, hace imprescindible un mejor conocimiento de los factores que regulan el crecimiento de las plántulas en comunidades extremadamente densas que nos permitan utilizar técnicas de acondicionamiento, aclimatación o endurecimiento que sean, no solo eficaces en la regulación del crecimiento, sino que presenten efectos claros y predecibles cuando estas plántulas se instalen en el lugar definitivo de producción.

El principal objetivo de cualquier semillero es el de producir plántulas de calidad. En la legislación vigente, se da una importancia casi exclusiva al aspecto sanitario de la planta siempre que tenga un tamaño y un vigor adecuado; es decir que solo se atiende al aspecto externo de la planta lo que se llama calidad percibida. Para definir la calidad de una manera mas objetiva, además del aspecto externo habría que tener muy en cuenta la respuesta que estas plántulas ofrecen tras ser transplantadas. De esta forma habría que decidir que atributos de la planta son los más favorables para obtener una mayor producción, de la mejor calidad posible y en un momento adecuado para conseguir los mejores precios en el mercado. Esta puede realizarse asignando valores a los órganos que la constituyen: raíz, tallo y hojas; relacionando finalmente parámetros fácilmente medibles en el semillero con la respuesta que esta planta tiene en cultivo una vez transplantada (Hoyos 1996).

En la década de los 70's comienza la producción de transplantes en Sinaloa, bajo el modelo "Speedling" Extendiéndose al resto de México (Urrutia, 2002). En el país, solamente se reportan 113 hectáreas de invernadero destinadas a la producción de plántulas (Ayala, 2002). Sin embargo para la producción de hortalizas, en el 2002 se indica una superficie de 1 205 hectáreas de invernaderos, más 365 hectáreas en construcción y se prevé que para el 2005 estén operando 3 000 hectáreas (Urrutia, 2002). Por la magnitud de la inversión, en todas ellas se utilizan plántulas desarrolladas en semilleros profesionales.

En México, se sembraron en el 2005 aproximadamente 500 000 hectáreas de hortalizas de trasplante. Al juzgar por la superficie de invernaderos para semillero, se deduce que la mayor parte de esta superficie aún se planta con plántulas desarrolladas en almácigos y se trasplantan a raíz desnuda, considerando esta situación podemos deducir el potencial de la necesidad de plántula de alta calidad. Por lo que en este sentido hay mucho que hacer, la tecnología existe, solo es cuestión de hacerla llegar a los productores y que estos se organicen para que pueda ser rentable y tenga gran impacto, ya que la producción de plántulas en semilleros profesionales tiene numerosas ventajas.

Las ventajas más notables que ofrece la producción de plántulas en invernadero son las siguientes (Styer and Koranski, 1997; Loustalot, 2000; Del Castillo, 2000):

- Se germinan las semillas en un ambiente protegido y controlado.

- Se selecciona el sustrato de cultivo o se prepara con materiales disponibles.
- El desarrollo y crecimiento es controlable.
- Las plántulas se trasplantan con cepellón lo cual reduce el stress que ocurre en trasplantes a raíz desnuda.
- Se incrementa la sanidad, la contaminación viral en el periodo de producción es mínima y las podredumbres en postrasplante se reducen.
- La prevención de enfermedades es de bajo costo.
- Gran numero de plántulas en pequeñas áreas de producción.
- Se puede programar la producción de acuerdo al ciclo y las necesidades.
- Uniformidad en el desarrollo y tamaño.
- Ahorro sustancial de agua, insumos y mano de obra.
- Posibilidad de utilizar variedades muy costosas pero con alto potencial de rendimiento.
- El transplante es más ágil y puede ser mecanizado, además en postrasplante el crecimiento es más rápido y uniforme.
- Mayor uniformidad en la floración y precocidad y por consecuencia mayor rendimiento por unidad de superficie.
- Mejor uso de la semilla y del espacio.
- Dependiendo del grado de tecnificación el proceso de siembra es prácticamente automatizado.
- Uso intensivo del terreno ya que con la producción de plántulas en invernadero se puede obtener más de una cosecha.

Aún con todas las ventajas anteriores la producción de plántulas en cepellones tienen las desventajas siguientes:

- Inversión inicial alta.
- El productor requiere cambiar de método de producción y de mentalidad.
- Mas dificultades al producir sus plántulas por si mismo respecto a comprarlas o pagar los servicios de un semillero profesional.
- Costo elevado para el equipamiento y espacio de los invernaderos.
- Es necesario un entrenamiento especial para los trabajadores y productores de plántulas.
- Para ser competitivos en el mercado, se requiere especializarse en las técnicas para la producción de plántulas.
- Mayor costo por plántula.

**PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE DE CÁSCARA BAJO
CUBIERTAS PLÁSTICAS FOTOSELECTIVAS
SEEDLINGS PRODUCTION OF HUSK TOMATO UNDER PHOTOSELECTIVE
PLASTIC COVERED**

**A. Domínguez Ramírez, V. Robledo Torres^{*}, J. Hernández Dávila, A.
Benavides Mendoza, F. Ramírez Godina.**

(ADR) Alumno de la Maestría en Ciencias en Horticultura
(VRT) (JHD) (ABM) Departamento de Horticultura,
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Dom. Conocido,
Buenavista.C. P. 25315. Saltillo Coahuila, México
Correo electrónico vrobotor@uaaan.mx.

(FRG) Departamento de Fitomejoramiento,
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Dom. Conocido,
Buenavista. C. P. 25315. Saltillo Coahuila, México.

^{*}Responsable de las correcciones necesarias

RESUMEN

El tomate de cáscara es una de las hortalizas de mayor importancia económica en el país; en el año 2004 se sembraron 62480 ha.

El uso de plásticos en la agricultura y la utilización de plántulas de calidad en el trasplante ofrecen una alternativa para incrementar los niveles de productividad. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta de plántulas de tomate de cáscara al uso de microtúneles con diferentes colores de cubierta. La investigación fue realizada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en marzo del 2004. Los tratamientos fueron establecidos bajo un

diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fueron ocho colores de cubierta y el factor B (parcela chica) dos genotipos. Se estudiaron las variables, altura de planta, número de hojas, peso fresco de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de tallo, peso seco de raíz, materia seca total, número de estomas abaxiales, número de estomas adaxiales, número de vasos del xilema y área total de vasos del xilema. En el factor A se encontraron diferencias altamente significativas en todas las variables estudiadas, excepto peso fresco de tallo y número de estomas abaxiales, que resultaron significativas, lo cual indica que al menos un color de cubierta influye significativamente sobre las variables estudiadas. En el factor B no se encontraron diferencias significativas lo que indica que no son influidas por el genotipo a excepción de altura de planta y peso fresco de raíz. De lo anterior se concluye que las cubiertas de color amarillo, blanco y transparente influyeron favorablemente en la acumulación de biomasa en plántulas.

Palabras clave: *Physalis ixocarpa* Brot, cubiertas plásticas, genotipos, materia seca, estomas, xilema

ABSTRACT

The husk tomato is one of the vegetables of more economic importance in Mexico; in 2004, were showed 62480 ha.

The use of plastics in the agriculture and the use of seedlings of quality in the transplant offer an alternative to increase the levels of productivity. The objective of the present work was to study the answer of seedlings of husk tomato established under photo-selective plastic film covers. The investigation was carried out in the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, in march 2004. The treatments were established using a completely block split plot design, where the factor A were eight cover colors and sub-plot or factor B two genotypes. The variables studied were: plant height, leaves number, fresh stem weight, fresh root weight, dry stem weight, dry root weight, dry matter total, adaxial stomata number, abaxial stomata number, vessels xylem number and total area of xylem vessels. The results showed highly significant differences in all the studied variables, except fresh stem weight and abaxial stomata number, those were significant, that indicates that at least a cover color influences significantly on the studied variables. In the factor B was not significant differences what indicates that they are not influenced by the genotype to exception of : plant height and fresh root weight. On the basis of the results, it was concluded that the use those covered with yellow, white, and transparent influenced favorably in the accumulation of biomass in seedlings.

Key words: *Physalis ixocarpa* Brot, covered plastic, genotypes, dry matter, stomata, xilem

INTRODUCCIÓN

Los plásticos han revolucionado las técnicas de producción agrícola y es común su uso en forma de películas para acolchado, microtúneles, túneles e invernaderos. En México, el uso de invernaderos ha adquirido auge en la producción de hortalizas en gran escala. Los avances en el transplante, tales como el uso de sustratos especiales, programas de fertilización para plántulas, charolas de múltiples cavidades, híbridos de alto valor y el uso de invernaderos han contribuido al crecimiento de la industria, al incrementar la seguridad de los cultivos, (Wien, 1997, Orzolek & Lamont, 1999).

La agricultura en ambiente controlado ha ganado importancia en la horticultura no solamente en la producción de cultivos de hortalizas y ornamentales sino también en la producción de plántulas derivada de semilla o a través del cultivo de tejido.

Todos los materiales empleados en la cobertura de invernaderos tienen altas transmitancias a la radiación solar; del orden de 85 al 90 % de la radiación incidente es transmitida al interior, pero hay factores que modifican la radiación solar transmitida, el estado del cielo es uno de ellos. En días despejados hay luz directa del sol y luz difusa del cielo, y en los días nublados hay únicamente radiación difusa del cielo.

Las hojas de las plantas absorben más luz en las bandas del espectro de color azul (400 a 500 nm) y rojo (600 a 700 nm). Se deduce de ello que se

debería seleccionar materiales de cubierta que mejoraran la transmisión de estos dos tipos de luz, pero sin perjudicar a la fotosíntesis.

Kuruvadi *et al.* (1993) Indican que la variación en la tasa de transpiración depende de la frecuencia de estomas, tamaño (longitud y ancho) del ostíolo y comportamiento estomatal, por lo tanto, deben identificarse variedades con menor densidad y tamaño de estomas para reducir así la tasa de transpiración y superar con ello el estrés de agua bajo temporal.

El cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es de suma importancia en nuestro país y se siembra en casi todos los estados, en el año 2004 se sembraron 62,480 ha, con un rendimiento promedio de 13,554 t ha⁻¹, dentro de las hortalizas ocupa el cuarto lugar en superficie sembrada (Siea, Sagarpa, 2005). A pesar de la gran importancia del cultivo, el rendimiento promedio es bajo en relación con el potencial productivo del cultivo, que es alrededor de 44.7 ton/ha., (Estrada *et al.* 1994).

Torres (1983) al trabajar con tomate establecido bajo cubiertas plásticas de color anaranjado, amarillo, verde, azul y transparente, encontró que con las cubiertas de colores la emergencia del tomate se adelanto en siete días con respecto a la cubierta transparente. La cubierta amarilla permitió a las plantas de tomate mayor asimilación de CO₂ que se tradujo en mayor vigor, tamaño y calidad de frutos. Además, otras características como altura de planta, número de entrenudos y longitud de los mismos también fueron influidas positivamente.

La temperatura ambiente bajo las cubiertas disminuyó su valor durante todo el periodo de evaluación en comparación con la cubierta transparente, en la primera decena de noviembre la disminución fue 1, 2, 3 y 4 °C bajo las cubiertas azul, verde, amarillo y anaranjado, respectivamente.

Robledo et al. (2002) usaron películas plásticas de colores en el cultivo de lechuga y al medir el número de hojas por planta encontraron que las cubiertas de color blanco, amarillo y rojo presentaron mayor número que el testigo. En cambio, con las cubiertas color verde y naranja el número de hojas fue menor que en el testigo.

Benavides et al. 2002 indican que existen grandes diferencias en el comportamiento espectral de los diferentes materiales plásticos, que también se ve modificado por los colores de los mismos. Ibarra et. al. (2000), indican que el uso de cubiertas puede incrementar las temperaturas a valores extremos que pueden dañar a algunos cultivos. E indican que los pimientos son de las especies más sensibles a temperaturas extremas. Existen amplios trabajos de investigación enfocados al efecto de los colores de acolchados plásticos sobre el rendimiento y calidad de frutos, pero es muy escasa la información del efecto de colores de cubiertas plásticas sobre la producción de plántulas o la influencia de estas cubiertas sobre características agronómicas o anatómicas en hortalizas. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue estudiar el comportamiento de las variables agronómicas y anatómicas de las plántulas de tomate de cáscara producidas bajo cubiertas plásticas de colores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano del 2004, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

La siembra fue realizada el 12 de marzo del 2004, bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fue el color de la cubierta plástica del microtúnel (a1=celeste, a2=rojo, a3=verde, a4=violeta, a5=amarillo, a6=transparente, a7=azul y a8=blanco), como factor B (parcela chica) se tuvieron los genotipos de tomatillo (b1=Súper cerro gordo y b2=Verde supremo).

Los microtúneles de forma semicircular, que constituyeron cada tratamiento fueron construidos de 1.2 m de ancho por 2.4 m de largo y 85 cm de alto (radio del semicírculo). En la parte central de cada microtúnel se colocó un contenedor de madera de 10 cm de altura, recubierto con polietileno de color negro, en el cual se colocaron cuatro charolas (sembradas, dos por genotipo) de poliestireno blanco de 200 cavidades. El sustrato utilizado para la siembra del cultivo fue constituido por turba y perlita en una proporción de 1:1

Previamente a la siembra las charolas germinadoras fueron lavadas con agua y jabón y una solución con cloro en una proporción de un milímetro de cloro por cada litro de agua, posteriormente las charolas fueron llenadas con el sustrato previamente humedecido y la siembra fue realizada a una profundidad de aproximadamente 8 mm, de manera manual.

Se aplicaron dos riegos (por microaspersión) diariamente, a las ocho de la mañana y tres de la tarde, para evitar el sacado del sustrato de la charola y evitar maltratar las hojas de cultivo con el golpe de agua. Para la nutrición del cultivo, en el agua de riego se aplicaron fertilizantes altamente hidrosolubles (nitrato de amonio, sulfato de calcio, fosfato monoamónico, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, quelato de hierro, bórax y zinc).

En 20 plántulas desarrolladas bajo cada color de cubierta se estimaron las variables agronómicas, altura planta (AP), número de hojas (NH), peso fresco de tallo (PFT), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de tallo (PST), peso seco de raíz (PSR), y materia seca total (MST). Las variables anatómicas, número de estomas adaxiales (NEH) y número de estomas abaxiales (NEE) fueron estimadas en tres hojas y cinco campos microscópicos, mientras que el número de vasos del xilema (NVX) y área total de vasos del xilema (ATVX) fueron estimados en cinco cortes de tallo y tres campos microscópicos, para la estimación del área total de los vasos de xilema se agruparon en tres tamaños y se midieron cinco de cada tamaño (con un micrómetro) y el valor medio de cada tamaño se multiplicó por el número de vasos de cada tamaño y posteriormente se sumaron las áreas. Para la estimación de la variable anterior se midió el ancho del vaso en forma de cruz y se aplicó la fórmula usada para estimar el área de la elipse.

La transmisividad y reflectividad de las películas plásticas, de la radiación solar total incidente (R_{sw}) y de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) se

evaluaron con un piranómetro de silicón (modelo LI-1200; 0.4-1.1 μm de longitud de onda; (LI-COR, Inc) y un sensor quantum (modelo QS-120; 0.4-0.7 μm de longitud de onda; Apogee Instruments) respectivamente. Las mediciones se realizaron bajo condiciones de cielo despejado, de las 15:00 a las 16:00 h, considerando que la absorptividad de los plásticos durante el tiempo de las mediciones fue negligible.

RESULTADOS

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

Los análisis de varianza realizado a las variables agronómicas (Tabla 2), en plántulas de tomate de cáscara muestran que para el factor A o colores de cubiertas plásticas hubo diferencias significativas o altamente significativas para todas las variables, lo anterior demuestra que el color de las cubiertas plásticas utilizadas influyó de manera estadística sobre cada una de las variables estudiadas, por lo menos a un color de cubierta.

En el factor B o genotipos se encontró que las variables que las variables NH, PFT, PST, PSR y MST no difieren entre genotipos, y estos solo difieren de manera estadísticamente significativa en las variables PFR y AP.

El analizar la interacción de AxB se encontró diferencias altamente significativas para las variables PFT y PFR lo que significa que estas variables son altamente influenciadas al cambiar los genotipos de un color de cubierta a otro, para las variables NH, PST y MST mostraron diferencias significativas.

El análisis de varianza (Tabla 3) para las variables anatómicas NEH, NEE, NVX y ATVX, muestra que para el factor A o colores de cubierta plástica las variables NEH, NUX y ATVX existen diferencias altamente significativas lo que nos indica que al igual que las variables agronómicas el color de las cubiertas plásticas modifican el comportamiento radiométrico del interior del microtúnel alterando la anatomía de la planta de manera altamente significativa. El número de estomas adaxiales aunque fue alterado por el efecto de la modificación de la radiación visible fue en menor medida que las variables antes citadas.

Los resultados de la interacción AxB indica que los diferentes genotipos de tomate de cáscara responden de la misma manera a cambios en las características espectrales de la luz.

La comparación de medias (Tabla 4) indica que las cubiertas de color amarillo inducen un crecimiento del tallo y parte aérea y altos pesos frescos y

secos, originando plantas de alta calidad, sin embargo el color rojo indujo altos pesos frescos de raíz, y el transparente presento altos pesos secos de raíz y materia seca total, es probable que la temperatura media de 29.3 °C en el microtúnel y las diferentes longitudes de onda que fueron transmitidas con cubierta transparente haya favorecido la acumulación de materia seca total. Con el uso de la cubierta de color verde se tuvo una temperatura de 29.3 °C sin embargo este color de cubierta aunque indujo una de las mayores alturas de plántula, estas presentaron los menores pesos secos de raíz y tallo y materia seca total, originando por lo tanto plántulas de baja calidad para trasplante por lo cual este tipo de cubiertas no es recomendable para producción de plántulas de tomate de cáscara. El color de cubierta amarilla es la que origina las plántulas de mayor calidad en cuanto a características de altura y materia seca total, indicando una alta cantidad de acumulación de fotosíntatos y resistencia durante el trasplante. Lo anterior coincide con lo señalado por Samaniego *et al.* (2002) quienes indican que las diferencias espectrales causadas por las coberturas plásticas inducen cambios drásticos en el cultivo, alterando los parámetros de desarrollo como son: peso de planta, diámetro de tallo, área foliar y la acumulación de biomasa en plántulas de chile y tomate, como resultado de una alteración en la radiación visible y temperatura.

El valor medio de estomas adaxiales fue más alto en el microtúnel con cubierta de color transparente, sin embargo el numero de estomas abaxiales fue mayor en el microtúnel de cubierta roja en el cual se tuvo una temperatura de 26.5 °C, aunque el microtúnel con cubierta tuvo una temperatura de 26.6

°C el número de estomas adaxiales fue muy inferior. En el caso de las variables NVX y ATVX la cubierta de color blanco indujo los mayores valores en este caso la temperatura media fue de 22.6 °C, mientras que bajo la cubierta de color azul se tuvo la misma temperatura sin embargo los valores de NVX y ATVX fueron inferiores.

DISCUSIÓN

Los resultados de la interacción de AxB respecto al análisis de las variables agronómicas indican que con el uso de cubiertas de colores es posible incrementar la acumulación de materia seca desde etapas tempranas de desarrollo y no todos los genotipos responden igual al a un determinado color de cubierta, concluyendo que el color de cubierta si afecta la acumulación de fotosintatos y esta es diferente de acuerdo al genotipo usado.

Los análisis de varianza realizados en las variables anatómicas indica que los colores de las cubiertas modifican el comportamiento de dichas variables, como consecuencia de la modificación de las características radiométricas de la luz, que es un elemento esencial para la fotosíntesis, aunque también se modifica la temperatura ambiente modificando el comportamiento fisiológico y anatómico de la planta. Aunque se sabe que el incremento en la temperatura dentro de ciertos rangos acelera procesos fisiológicos que podrían suponer incrementos en la absorción de agua y sales minerales y crecimiento y desarrollo, los resultados obtenidos indican que la luz fue un factor mas importante en la acumulación de materia seca y características anatómicas, el

numero de vasos de xilema y área total del xilema, a través del cual se conduce el agua y sales minerales necesaria para los diferentes procesos fisiológicos.

LITERATURA CITADA

Anónimo. Siea. Sagarpa (2005) Anuario estadístico de producción agrícola
www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html

Benavides- Mendoza, A., León Ramírez, A.G., Facio Castro, M. E., Zamarripa Leyva, J., Robledo Torres, V., Ramírez Rodríguez, H., Hernández Dávila, J., Arias, G (2002). Estudio Espectroradiómetro de diferentes materiales plásticos para acolchonado. *Agrofaz*. 2(1): 36- 44.

Estrada-Trejo V, Peña-L A, Contreras-Magaña E (1994) Evaluación de 28 familias de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Broto.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 1(2):135-139.

Ibarra-Jiménez L, Fernández-Brondo JM, Rodríguez-Herrera SA, Reyes-LópezA, Días-Pérez JC, Hernández-Mendoza L, Farías –Larios J (2000) Influencia del acolchado y microtúnel en el microclima y rendimiento de pimiento morrón y melón. *Rev. Fitotec. Mex.* 23(1): 1-16.

Kuruvadi S, Madueño-Molina A, López-Benítez A, Borrego-Escalante (1993) Caracterización del aparato estomacal en cártamo bajo condiciones de invernadero. *Agraria Rev. Cient.* 9(2):108-115.

Orzolek M.D, Lamont WS (1999) The Penn State Center for Plasticulture. In: Proc Nat. Agric. Plastic Congress American Society for Plasticulture. May 19-22, 1999. Tallahassee, Florida pp. 24-26.

Robledo T., V.; J. Hernández D.; A. Benavides M.; H. Ramírez R. & F. Ramírez G. (2002). El uso de cubiertas plásticas de colores sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista Agrofaz.* 2 (1): 45 – 50.

Samaniego, C.E., Quezada-M. M.R. De la Rosa- I. M. Murguía-L. J. Benavides M.A. & Ibarra-J. L., (2002). Producción de plántulas de tomate & pimiento con cubiertas de polietileno reflejantes para disminuir la temperatura en invernadero. *Agrociencia*, 36: 305-18

Torres R., E. (1983). Invernaderos familiares: Producción intensiva de alimentos bajo cubiertas plásticas. *En: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar.* Univ. Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. pp. 1 - 10.

Wien H.C (1997) Transplanting In: *The Physiology of vegetable crops.* H.C. Wien (Ed.) Editorial CAB International. pp. 37-69.

LISTADO DE LOS TÍTULOS DE TABLAS

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

Table 1. Transmitted and reflected index of the incident solar radiation total and photosynthetic active radiation of the photo-selective plastic covers.

Tabla 2. Análisis de varianza realizado a variables agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total; C.V.= coeficiente de variación; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; NS=no significativo)

Table 2. Variance analysis carried out to agronomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers (AP=plant height; NH=leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR= fresh root weight; PST dry stem weight; PSR= dry root weight and MST= dry matter total; C.V. =coefficient of variation; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; no significant)

Tabla 3. Análisis de varianza realizado a variables anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (NEH= numero de estomas adaxiales); NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema; C.V.= coeficiente de variación; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; NS=no significativo).

Table 3. Variance analysis carried out to anatomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers. (NEH= adaxial stomata number; NEE= abaxial stomata number; NVX= vessels xylem number; ATVX= total area of xylem vessels; C.V. =coefficient of variation; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; no significant).

Tabla 4. Comparación entre los valores medios de características agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 4. Comparison among values means of seedlings characteristic agronomic in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (AP=plant height; NH=leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR=fresh root weight; PST dry stem weight; PSR=dry root weight and MST=dry matter total). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

Tabla 5. Comparación entre los valores medios de características anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas . (NEH=numero de estomas adaxiales; NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 5. Comparison among values means of seedlings characteristic anatomics in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (NEH=adaxial stomata number; NEE=abaxial stomata number; NVX=vessels xylem number; ATVX=total area of xylem vessels). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

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

Table 1. Transmitted and reflected index of the incident solar radiation total and photosynthetic active radiation of the photo-selective plastic covers.

Color de cubierta	Radiación solar total incidente		Radiación fotosintéticamente activa	
	Trasmisividad (%)	Reflectividad (%)	Trasmisividad (%)	Reflectividad (%)
Transparente	0.940	0.060	0.864	0.136
Blanco	0.509	0.491	0.376	0.624
Amarillo	0.637	0.363	0.392	0.608
Azul claro	0.583	0.417	0.352	0.648
Azul oscuro	0.306	0.694	0.101	0.899
Verde	0.422	0.578	0.129	0.871
Violeta	0.677	0.323	0.504	0.496
Rojo	0.667	0.333	0.255	0.745

Tabla 2. Análisis de varianza realizado a variables agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total; C.V.= coeficiente de variación; *p=<0.05; **p=<0.01; NS=no significativo)

Table 2. Variance analysis carried out to agronomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers (AP=plant height; NH=

leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR= fresh root weight; PST dry stem weight; PSR= dry root weight and MST= dry matter total; C.V. =coefficient of variation; *p=<0.05; **p=<0.01; no significant)

Fuente de Variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS						
		AP	NH	PFT	PFR	PST	PSR	MST
				71.598				
Repeticiones	3	63.093*	1.097*	NS	2.449NS	0.270*	0.011 NS	0.356*
Factor A	7	66.623**	6.631**	81.904*	30.781**	0.565**	0.080**	1.024**
Error A	21	16.372	0.236	34.459	2.727	0.088	0.006	0.106
Factor B	1	13.260**	0.078NS	0.505NS	5.388*	0.017NS	0.0002NS	0.019NS
Interacción	7	2.388NS	0.334*	14.763**	13.882**	0.027*	0.003NS	0.048*
Error B	24	1.314	0.122	2.604	0.959	0.016	0.003	0.019
Total	63							
C.V. (%)		9.08	12.14	21.34	30.73	21.07	27.30	17.55

Tabla 3. Análisis de varianza realizado a variables anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (NEH= numero de estomas adaxiales); NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema; C.V.= coeficiente de variación; *p=<0.05; **p=<0.01; NS=no significativo).

Table 3. Variance analysis carried out to anatomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers. (NEH=adaxial stomata number; NEE=abaxial stomata number; NVX=vessels xylem number; TVX=total area of xylem vessels; C.V. =coefficient of variation; *p=<0.05; **p=<0.01; no significant).

Fuente de Variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS			
		NEH	NEE	NVX	ATVX
Repeticiones	2	18.215*	13.279 NS	41.262 NS	31.674 NS
Factor A	7	28.431**	101.590*	204.26**	874350**
Error A	14	2.895	27.02	44.884	198.437
Factor B	1	0.720 NS	0.038 NS	336.344 NS	2.803 NS
Interacción	7	3.461 NS	8.175 NS	57.211 NS	83.194 NS
Error B	16	4.346	20.358	79.704	288.498
Total	47				
C.V.(%)		30.71	26.99	21.73	35.29

Tabla 4. Comparación entre los valores medios de características agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 4. Comparison among values means of seedlings characteristic agronomic in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (AP=plant height; NH= leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR= fresh root weight; PST dry stem weight; PSR= dry root weight and MST= dry matter total). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

Factor A color de cubierta	Valores medios						
	AP	NH	PFT	PFR	PST	PSR	MST
1. Celeste	15.248ab	2.612bc	5.150ab	5.800ab	0.431bcd	0.121cd	0.575cd
2. Rojo	12.260abc	2.837b	3.925b	6.172a	0.691abc	0.245b	0.936abc
3. Verde	15.448ab	1.992c	4.475ab	0.456d	0.250d	0.046d	0.295d
4. Violeta	11.990abc	2.337bc	5.825ab	1.475cd	0.277cd	0.122cd	0.400d
5. Amarillo	16.525a	2.637bc	12.925a	2.437cd	0.840ab	0.197bc	1.037ab
6. Transparente	8.281c	2.975b	9.700ab	3.450c	0.996a	0.375a	1.371a
7. Azul	9.968bc	2.587bc	6.100ab	1.912cd	0.557bcd	0.183bc	0.741bcd
8. Blanco	11.294abc	5.000a	11.700ab	3.500bc	0.722ab	0.241b	0.963abc

Tabla 5. Comparación entre los valores medios de características anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (NEH=numero de estomas adaxiales; NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 5. Comparison among values means of seedlings characteristic anatomics in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (NEH=adaxial stomata number; NEE=abaxial stomata number; NVX=vessels xylem number; ATVX=total area of xylem vessels). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

Factor A color de cubierta	Valores medios			
	NEH	NEE	NVX	ATVX
1. Celeste	5,604c	17,687abc	35,528b	4572,390abc
2. Rojo	9,354ab	23,020a	41,621ab	4434,350bc
3. Verde	5,034c	11,115c	33,831b	3855,170c
4. Violeta	5,261c	14,485abc	35,473b	3864,450c
5. Amarillo	5,916c	13,187bc	44,693ab	4745,010abc
6. Transparente	10,822a	21,895ab	47,721a	6368,800ab
7. Azul	5,458c	15,270abc	40,638ab	3715,950c
8. Blanco	7,833bc	17,051abc	49,195a	6946,930a

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE LECHUGA
DESARROLLADAS EN MICROTÚNELES CON CUBIERTAS
FOTOSELECTIVAS**

AGRONOMIC BEHAVIOR OF DEVELOPMENT LETTUCE SEEDLINGS IN
MICRO- TUNNELS WITH FOTOSELECTIVE COVERS

Valentín Robledo Torres¹, Francisca Ramírez Godina², José Hernández Dávila¹,
Antero Domínguez Ramírez³, Norma Leticia Portos Gaona²

RESUMEN

La lechuga es una de las hortalizas que tiene importancia económica y social debido a la derrama económica que genera en jornales y comercialización, sin embargo como muchas otras hortalizas, presenta rendimientos muy variables en las diferentes regiones de México, debido a factores climáticos y a la falta de tecnología adecuada para la producción de cultivos.

El uso de los plásticos en la agricultura ha permitido mejorar el ambiente de producción, favoreciendo el incremento y calidad de los rendimientos 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. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta de plántulas de lechuga desarrolladas en microtúneles de diferentes colores de cubierta.

Este trabajo se realizó en el Campo Agrícola experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el ciclo primavera-verano del 2004. El trabajo fue establecido en un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fueron ocho colores de cubierta del microtúnel y el factor B (parcela chica) fueron tres genotipos de lechuga. En las plántulas de lechuga desarrolladas bajo cada color de cubierta se estimaron las variables, peso fresco aéreo (PFA), peso seco aéreo (PSA), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR), altura (AP) y número de hojas (NH). El análisis de varianza presento diferencias altamente significativas para las variables antes indicadas deduciendo que al menos un color de cubierta del microtúnel tiene una influencia estadísticamente diferente del resto, sin importar el genotipo.

En el factor B o genotipos se observaron diferencias altamente significativas en todas las variables bajo estudio, excepto para la variable peso fresco aéreo, esto indica que el genotipo si influye sobre los valores medios de las variables indicadas, pero el peso fresco de la parte aérea de la plántula no fue influida por el genotipo.

De los resultados obtenidos es posible concluir que las cubiertas de color amarillo y blanco influyeron favorablemente en el aumento de biomasa de plántulas de lechuga superando a las cubiertas de color transparente el genotipo Kagraner Summer tiene mayor capacidad de acumulación de materia

seca en etapas tempranas, originando plántulas de mayor calidad para trasplante.

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., genotipos, cubiertas plásticas, materia seca.

¹ Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

² Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

³ Estudiante del Postgrado en Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

ABSTRACT

The lettuce is one of the vegetables with more economic and social importance due to economic value that the labor and commercialization generate, however as many other vegetables, it presents very variable yields in the different regions of Mexico, due to climatic factors and the lack of appropriate technology for the production of crops.

The uses of plastics in the agriculture allow improving the production environment, contributed to the increase and quality of the production in different horticultural species. This is the case of the lettuce, where the technology has allowed duplicating the yields of some Mexico regions with regard to other. Therefore the objectives of present work were to study the response lettuce of seedlings lettuce developed in micro-tunnels of different cover colors.

This work was carried out in the experimental Agricultural Field of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, in spring-summer 2004. The work was established under an experimental design of random blocks with arrangement in split plot, where the factor A (big plot) were eight colors of covers and the factor B (small plot) were three lettuce genotypes. In the developed seedlings in each cover color, were estimated the next characteristics; fresh weight of stem (PFA), dry weigh of stem (PSA), fresh weigh of root (PFR), dry weigh of root (PSR), height (AP) and leaves number (NH) in lettuce seedlings. The variance analysis showed highly significant differences, for the characteristics studied, it is concluded that at least a color of micro-tunnel cover has a statistically different influence from the rest, without caring for the genotype.

In factor B or genotypes, highly significant differences were observed in all the variables studied, except for the variable fresh weight of stem, this indicates that the genotype influences in the averages values of the analyzed characteristics, but the fresh weight of stem was not influenced by the genotype.

It is possible to conclude that those yellow covers influenced favorably the increase of biomass of lettuce seedlings overcoming the transparence cover and the Kagraner Summer genotype has bigger capacity in the accumulation of dry matter in early stages, originating best quality seedling for transplant.

Key words: *Lactuca sativa* L., genotypes, covered plastic, dry matter.

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es uno de los cultivos hortícolas más importantes a nivel mundial. La Producción mundial de lechuga en el 2002 fue de 18,75 millones de toneladas y fue China el principal productor del mundo con 8 millones de toneladas, Estados Unidos de Norteamérica, ocupó el segundo lugar con 4.35 millones de toneladas.

A nivel nacional los estados con mayor superficie sembrada en el 2004 fueron Guanajuato, Puebla, Zacatecas y Baja California Norte, con 3,610, 2,688, 2,069 y 802.5 has. respectivamente, de los Estados anteriores, Guanajuato presenta un rendimiento medio de 14.797 ton/ha, mientras que en Aguascalientes se producen 30.871 ton/ha, lo anterior muestra una fuerte variación, que en parte es consecuencia del nivel de tecnología utilizado en la producción del cultivo (Siea. Sagarpa, 2005)

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. Por lo tanto los objetivos de presente trabajo fue estudiar la respuesta de plántulas de lechuga desarrolladas en microtúneles de diferentes colores de cubierta.

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, sin embargo aún existe poca información respecto al uso de cubiertas en la producción de plántulas de calidad para el trasplante.

Robledo y Martín (1981) mencionan que el forzado mediante 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. Por su parte Papaseit, *et al.* (1997) agregan que los microtúneles, junto con el acolchado son las dos técnicas más tradicionales de forzado de cultivos. 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 mas adecuadas para el desarrollo de los cultivos obteniéndose mayor cantidad y calidad de productos (Ibarra 1997).

La radiación solar es el factor climático más importante para las plantas en general, por que suministra la energía necesaria para el desarrollo de sus actividades fisiológicas. De la radiación que incide en las cubiertas plásticas, una parte es absorbida, otra es reflejada y otra se transmite. Aylsworth (1997), indica que en investigaciones realizadas se ha demostrado que el color de

plástico determina su comportamiento a la radiación y su efecto sobre el microclima cercano a la planta.

Una de las principales funciones de las hojas de las plantas es interceptar la radiación solar necesaria para poder llevar a cabo la fotosíntesis. Por tanto, los cultivos deben desarrollarse de tal forma que su área foliar les permita una máxima absorción de la radiación solar para así lograr el máximo desarrollo fisiológico (Jones, 1992).

Daza, C. A. (1994) encontró que los mejores resultados al producir plántulas de coliflor (*Brassica oleracea*) var. *Brotrytis*, en microtúneles con cubiertas plásticas de colores, fueron obtenidas al utilizar cubiertas de PVC blanco y PVC violeta. En cambio Muñoz, V. A. (1994) trabajando en la producción de plántulas de tomate bajo cubiertas plásticas de colores, concluyo que estas, acortan el periodo para el transplante y encontró que el PVC blanco es mejor para la producción de plántula de tomate.

Torres (1983) al trabajar con tomate establecido bajo cubiertas plásticas de colores, encontró que la cubierta amarilla permitió a las plantas de tomate mayor asimilación de CO₂, 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.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano del 2004, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

La siembra fue realizada el 12 de marzo del 2004, bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fue el color de la cubierta del microtúnel (a1= Transparente, a2= Amarillo, a3=Rojo, a4=morado, a5=Celeste, a6=Blanco, a7=Azul y a8=Verde), como factor B (parcela chica) se tuvieron los genotipos de lechuga (b1=Kagraner summer, b2=Salinas y b3=Great lakes).

Los microtúneles de forma semicircular, que constituyeron cada tratamiento fueron construidos de 1.2 m de ancho por 2.4 m de largo y 85 cm de alto (radio del semicírculo). En la parte central de cada microtúnel se colocó un contenedor de madera de 10 cm de altura, recubierto con polietileno de color negro, en el cual se colocaron tres charolas (sembradas, una por genotipo) de poliestireno blanco de 200 cavidades. El sustrato utilizado para la siembra del cultivo fue constituido por turba y perlita en una proporción de 1:1.

Previamente a la siembra las charolas germinadoras fueron lavadas con agua y jabón y una solución con cloro en una proporción de un mililitro de cloro por cada litro de agua, posteriormente las charolas fueron llenadas con el sustrato previamente humedecido y la siembra fue realizada a una profundidad de aproximadamente 8 mm, de manera manual.

Los riegos al cultivo fueron diariamente a las ocho de la mañana y tres de la tarde, por microaspersión para evitar sacar el sustrato y maltratar las hojas de cultivo con el golpe del agua. Para la nutrición del cultivo en el agua de riego se aplicaron fertilizantes altamente hidrosolubles (nitrato de amonio, sulfato de calcio, fosfato monoamónico, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, quelato de fierro, bórax y zinc).

En las plántulas desarrolladas bajo cada color de cubierta se estimaron las variables, peso fresco de la parte aérea (PFA), peso seco de la parte aérea (PSA), peso fresco de raíz (PSR), peso seco de raíz (PSR), altura de planta (AP), y numero de hojas (NH). Con los valores medios de las variables antes indicadas, se realizaron análisis de varianza y comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza realizado a las variables peso fresco aéreo (PFA), peso seco aéreo (PSA), peso fresco de la raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR), altura (AP) y numero de hojas (NH) en plántulas de lechuga, muestra que para el factor A, hubo diferencias altamente significativas para las variables antes indicadas demostrando que el color de las cubiertas plásticas si influyó de manera significativa sobre cada una de las variables bajo estudio. Las diferencias altamente significativas en el factor A, indican que al menos un color de cubierta tiene una influencia estadísticamente diferente del resto, sin importar el genotipo.

En el factor B o genotipos se observaron diferencias altamente significativas en todas las variables bajo estudio, excepto para la variable peso fresco aéreo, esto indica que el genotipo si influye sobre los valores medios de las variables indicadas, pero el peso fresco de la parte aérea de la plántula no fue influida por el genotipo. Las diferencias altamente significativas entre genotipos para las variables bajo estudio, indican que existen diferencias en cuanto a la capacidad de acumulación de fotosintatos y movilización hacia diferentes órganos de la plántula como raíz, hojas o tallos.

No se encontró diferencia significativa en la interacción de AxB, excepto para la variable NH, lo anterior indica que, en la mayoría de las variables el color de la cubierta afecta igual independientemente del genotipo, sin embargo como en la variable numero de hojas se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la interacción AxB, esto indica que la variable numero de hojas es modificado significativamente al cambiar de un color de cubierta plástica a otro, Ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de varianza realizado a variables de plántulas de lechuga, desarrolladas bajo diferentes colores de cubierta de microtúneles.

Fuente de Variación	Grados Libertad	CUADRADOS MEDIOS					
		PFA	PSA	PFR	PSR	NH	AP
Repetición	3	792.66*	7.26*	17.67NS	0.12NS	8.72NS	125.65*
Factor A	7	2199.35**	13.80**	96.35**	0.28**	26.64**	301.88**
Error A	21	201.04	1.52	8.87	0.05	3.00	26.43
Factor B	2	209.83NS	10.35**	19.78**	0.28**	129.86**	20.71**
Interacción	14	126.19NS	0.95NS	1.70NS	0.02NS	4.89*	5.20NS
Error B	48	72.96	0.62	1.88	0.01	2.06	3.05
Total	95						
C.V. (%)		26.22	27.46	24.23	27.62	19.62	9.38

• y ** = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente de probabilidad de error.

La comparación de medias del Cuadro 2, muestra que la cubierta de color amarillo y celeste son los colores que mas favorecen el desarrollo del peso fresco y seco de la parte aérea de plántulas de lechuga, pero el peso fresco y seco de raíz se favoreció con los colores amarillo, rojo y blanco, esto permite concluir que este tipo de colores de cubierta promovieron una mayor acumulación de materia fresca y seca, probablemente como resultado de una actividad fotosintética superior. Lo anterior permite concluir que es mas recomendable, usar colores de cubierta diferentes al color transparente que es el tradicionalmente utilizado en cubiertas de invernaderos, para producción de plántulas.

El tratamiento con cubierta transparente presento los valores mas bajos en las variables estudiadas y fue estadísticamente igual al tratamiento con cubierta verde, excepto en altura de planta, donde el color verde presento la mayor altura. Los datos obtenidos indican que si se quiere producir plántulas de

lechuga de calidad, las cubiertas transparentes o verdes no son buena opción. La cubierta transparente permite la transmisión de porcentajes de luz superiores al 80 % incrementando la temperatura de manera importante en el interior de la estructura, induciendo un alto gasto energético y por lo tanto poca acumulación de fotosintatos y en el caso de las cubiertas de color verde, probablemente transmiten radiación en el rango del color verde, dando como resultado una baja eficiencia fotosintética. Las plántulas desarrolladas bajo la cubierta plástica de color verde fueron altas, pero muy delgadas y frágiles con baja acumulación de materia seca, como consecuencia de una baja acumulación de fotosintatos, resultante de la fotosíntesis poco eficiente.

Cuadro 2. Valores medios de las variables estudiadas en plántulas de lechuga desarrollados en microtúneles con diferentes colores de cubierta plástica.

Factor A Color de Cubierta	V a l o r e s m e d i o s					
	PFA(gr)	PSA (gr)	PFR(gr)	PSR(gr)	NH	AP(cm)
1. Transparente	16.129 c	2.554 abc	5.172 bc	0.427 ab	6.117 b	10.069 c
2. Amarilla	53.335 a	4.429 a	11.352 a	0.605 a	9.458 a	24.139 a
3. Rojo	24.069 bc	3.616 ab	4.492 bc	0.499 a	7.608 ab	14.649 bc
4. Morado	39.053 abc	2.827 abc	5.802 bc	0.364 ab	7.192 ab	19.164 ab
5. Celeste	46.205 ab	2.711 abc	5.311 bc	0.334 ab	7.842 ab	22.491 ab
6. Blanco	38.734 abc	3.773 ab	6.715 ab	0.463 ab	9.133 a	18.699 ab
7. azul	21.177 c	2.102 bc	5.377 bc	0.367 ab	5.650 b	15.579 bc
8. Verde	21.919 c	0.990 c	1.092 c	0.082 b	5.567 b	24.185 a

Valores con la misma letra en cada columna, son iguales entre si (Tukey al 0.01)

En el Cuadro 3, se muestra que en PFA no hubo diferencias significativas entre genotipos, pero en PSA, PFR, PSR y NH el genotipo Kagraner Summer presento la mayor acumulación de peso fresco y seco, en los diferentes colores de cubierta, mostrando una mayor eficiencia fotosintética, aunque en altura de planta exhibió el menor valor.

El genotipo Kagraner Summer nuevamente se comporto con mayores valores en la variable numero de hojas lo cual indica que es un genotipo de rápido crecimiento inicial que da ventajas en la etapa temprana en cuanto a variables tan importantes como es el peso seco radicular numero de hojas y peso seco aéreo, contribuyendo a tener una planta mas vigorosa en etapas tempranas, superando en altura de plántula al genotipo Great Lakes en mas del 60 %, característica que puede ser ventajosa en plántulas para la producción de lechugas de trasplante.

Cuadro 3. Valores medios de las variables estudiadas en plántulas de tres genotipos de lechuga desarrollados en microtúneles con diferentes colores de cubierta plástica.

Factor B Genotipos	V a l o r e s m e d i o s					
	PFA(gr)	PSA (gr)	PFR(gr)	PSR(gr)	NH	AP(cm)
Kagraner Summer	29.880	3.434 a	6.568 a	0.500 a	9.641 a	18.016 c
Salinas	34.975	2.297 b	5.142 b	0.341 b	6.309 b	19.515 a
Great Lakes	32.878	2.895 ab	5.282 b	0.336 b	6.012 b	18.260 ab

Valores con la misma letra en cada columna, son iguales entre sí (Tukey al 0.01)

CONCLUSIONES

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. Las plántulas desarrolladas bajo cubierta de color verde presentaron mayor altura pero estas fueron frágiles y con hojas muy delgadas, o plántulas de mala calidad para trasplante.

El genotipo Kagraner Summer tiene mayor capacidad de acumulación de materia seca en etapas tempranas, originando plántulas de mayor calidad para trasplante.

LITERATURA CITADA

Aylsworth D. J. 1997. Novedades sobres plásticos. Productores de hortalizas. p. 26-28.

Daza C. A. 1994. Respuesta de plántulas de coliflor *Brassica oleracea* var. botrytis Bajo cubiertas plásticas de colores en microtúneles. Tesis de licenciatura.

Ibarra J. L. 1997. Acolchado de suelos. Curso Nacional de Plásticos en la agricultura. UAAAN. (CIQA). 3-7 de Noviembre de 1997.

Jones G. H. 1992. Plants and microclimate. A quantitative approach to environmental plant physiology. Second edition. Cambridge University Press, 428 p.

Monteith J. L. and M. H. Unsworth. 1990. Principles of environmental physics, second edition, Chapman and Hall, Inc. 291 p.

Muñiz V. A. 1994. Producción de planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo cubiertas plásticas de colores. Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Papaseit P., J. Badiola y E. Armaguel 1997. Los plásticos y la agricultura editorial de hortalizas.

Roblero P. F. y L. Martín, V, L. 1981. Aplicaciones de los plásticos en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Siea.Sagarpa. 2005. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.
www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.htm

Torres R. E. 1983. Invernaderos familiares: Producción intensiva de alimentos bajo cubiertas plásticas. En: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar. Univ. Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Pp 1-10.

CONCLUSIONES

Con el uso de cubiertas plásticas fotoselectivas es posible incrementar la acumulación de materia seca desde etapas tempranas de desarrollo.

La luz transmitida a través de las cubiertas plásticas fotoselectivas si modifica las variables agronómicas y anatómicas estudiadas.

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.

Las cubiertas de color amarillo, blanco y transparente influyeron favorablemente para el caso de tomate de cáscara.

Las plántulas desarrolladas bajo la cubierta de color verde presentaron mayor altura, pero fueron frágiles y con hojas muy delgadas, siendo plántulas de mala calidad para en trasplante.

LITERATURA CITADA

- Alpi, A. y F.Tognioni, 1991. Cultivo en invernadero. Actual orientación científica y técnica. 3era. Ed. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 343 p.
- Ayala T., F. 2002. En la producción de hortalizas. Hortalizas Frutas y Flores. Agro Síntesis S.A. de C.V. (Eds.) p. 13-18
- Benencia, R., P.Durand, C. Souza, C. Feito, E. Margiota y C. Cattaneo, 1997. Área Hortícola Bonaerense, Buenos Aires, Argentina. La Colmena. p. 81-92.
- Bidwell, R. G. S. 1990. Fisiología Vegetal. Ed. AGT, S.A. México.
- Caballero, R.M. y Cid B., M.C. 1995. Producción de miniplantas de temporada: un complemento a la producción de semilleros hortícolas. En: Jornadas sobre Semillas y Semilleros Hortícolas. Almería 29 al 31 de Mayo de 1995. Junta de Andalucía. p. 157-178.
- Del Castillo, S.E. 2000. Producción de plántulas. Compendio de conferencias sobre invernaderos. p. 79-82.
- De la Torre M., F. 1999. Los semilleros hortícolas. Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Instituto La Rural, Almería Escobar Impresores S.L. El Ejido, Almería, España.
- Florián, P. M, Bimbo B. 2002. Invernadero. AgroRed noviembre 2002, año III No. (30) p. 22-26.
- Gázquez, S. L. 1996. Prologo. En: II Jornadas sobre semillas y semilleros hortícolas. Congresos y Jornadas 35/96 Almería, 29 al 31 de Mayo de 1995.
- Gómez L. B. 1990 Estudio de aptitud combinatoria y heterosis para diferentes características agronómicas en trigo (*Triticum aestivum* L.) temporal. (1990). Tesis de Maestría UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila.
- González V. J. 1999. El cultivo del tomate en La Cañada y vega Almería. Vol. 1/3. p. 255-292. En: Francisco Camacho F. Instituto La Rural, Almería, España.

- Hoyos, E. P. 1996. Parámetros de calidad en plántulas hortícolas. En: II Jornada sobre semillas y semilleros hortícolas Ed. Dirección General de la Producción Agraria 35/96. Congresos y Jornadas. Almería 29-31 mayo, 1995.
- Ibarra J. L. 1997. Acolchado de suelos. Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura. UAAAN (CIQA) 3-7 de Noviembre de 1997.
- Katellarpar, H. J. 1963. Stomatal physiology. *Ann. Rev. Plant physiology.* 14:249-270.
- Kuruvadi, S., G. A. Castillo, S. G. Almaguer y O. J. Molina. 1987. Frecuencia y tamaño de estomas en ambientes de riego y temporal en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Agraria. *Revista científica de la UAAAN* (en impresión).
- Kuruvadi, S. 1989. Stomatal frequency in bread wheat under irrigated and rainfed conditions. *Rachis. Icarda, Siria.* 8 (2): 22-23.
- Loustalot, L. Ma. E. 2000 Producción de plántulas con alta tecnología. *Compendio de conferencias sobre invernaderos.* p. 71-77
- Orden, S., M. Goldberg, R. Quartino, L. Mascarini, A. Landini, H. Mallaville y L. Botin, 2000. Estudio comparativo entre ensayos de exposición natural y envejecimiento acelerado de films de polietilenos para invernaderos. *Agricultura Técnica (Chile)* p. 295- 304.
- Orzolek M.D & Lamont W.S 1999. The Penn State Center for Plasticulture. In: *Proc Nat. Agric. Plastic Congress American Society for Plasticulture.* May 19-22, 1999. Tallahassee, Florida. p. 24-26.
- Papaseit, P, J. Badiola y E. Armaguel 1997. *Los plásticos y la agricultura* 1a Edición. Editorial SPE. 3. Reus, Barcelona, España.
- Paul, R. H. 2001. www.aquaplant.cl/aguadulce/plantas/InfoPlantas/Mantencion/Potasio/rol.htm
- Peña L.A. y Santiaguillo J. F. 2000.. Híbridos planta a planta en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) Resúmenes del III Congreso Agronómico. 3 a 5 de abril del 2000. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 20.
- Quero, E.; G. E. Terán; A. Benavides; F. Hernández y M. S. Valle. 1993. Fertigación carbónica y lumínica en cultivos vegetales. *Memorias del 1er Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías Agrícolas, Manzanillo, Colima.* p. 459.

- Robledo, P, F y L. Martín, V, L. 1981. Aplicaciones de los plásticos en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Salisbury, B. F. y C. W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. 1ª edición. Virgilio González V. (traductor). Grupo Editorial Iberoamericano, S. A. de C. V. México. p. 759.
- Sánchez V. F. 2005. Estudio en plántulas de lechuga desarrolladas en microtúneles con cubiertas plásticas foselectivas. Tesis de licenciatura UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Sanders, D. C., T. R. Konsler, 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. p. 302-314.
- Siea. Sagarpa 2005. Anuario estadístico de producción agrícola www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html.
- Styer, R.C. and Koranski, D.S. 1997. Plug and transplant production. A Grower's guide. Ball Publishing, Illinois, USA. p. 374.
- Urrutia, A. 2002, Perspectivas de la industria en México. 3º Congreso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero. AMPHI-México, Diciembre 5 del 2002.
- Wien, H. C. 1997. Transplanting. in: The physiology of vegetable crops. Wien (Ed). 37-68. CAB International, Oxon, UK.

**PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE DE CÁSCARA BAJO
CUBIERTAS PLÁSTICAS FOTOSELECTIVAS
SEEDLINGS PRODUCTION OF HUSK TOMATO UNDER PHOTOSELECTIVE
PLASTIC COVERED**

**A. Domínguez Ramírez, V. Robledo Torres^{*}, J. Hernández Dávila, A.
Benavides Mendoza, F. Ramírez Godina.**

(ADR) Alumno de la Maestría en Ciencias en Horticultura
(VRT) (JHD) (ABM) Departamento de Horticultura,
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Dom. Conocido,
Buenavista.C. P. 25315. Saltillo Coahuila, México
Correo electrónico vrobtor@uaaan.mx.

(FRG) Departamento de Fitomejoramiento,
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Dom. Conocido,
Buenavista. C. P. 25315. Saltillo Coahuila, México.

*Responsable de las correcciones necesarias

RESUMEN

El tomate de cáscara es una de las hortalizas de mayor importancia económica en el país; en el año 2004 se sembraron 62480 ha.

El uso de plásticos en la agricultura y la utilización de plántulas de calidad en el trasplante ofrecen una alternativa para incrementar los niveles de productividad. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta de plántulas de tomate de cáscara al uso de microtúneles con diferentes colores de cubierta. La investigación fue realizada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en marzo del 2004. Los tratamientos fueron establecidos bajo un

diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fueron ocho colores de cubierta y el factor B (parcela chica) dos genotipos. Se estudiaron las variables, altura de planta, número de hojas, peso fresco de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de tallo, peso seco de raíz, materia seca total, número de estomas abaxiales, número de estomas adaxiales, número de vasos del xilema y área total de vasos del xilema. En el factor A se encontraron diferencias altamente significativas en todas las variables estudiadas, excepto peso fresco de tallo y número de estomas abaxiales, que resultaron significativas, lo cual indica que al menos un color de cubierta influye significativamente sobre las variables estudiadas. En el factor B no se encontraron diferencias significativas lo que indica que no son influidas por el genotipo a excepción de altura de planta y peso fresco de raíz. De lo anterior se concluye que las cubiertas de color amarillo, blanco y transparente influyeron favorablemente en la acumulación de biomasa en plántulas.

Palabras clave: *Physalis ixocarpa* Brot, cubiertas plásticas, genotipos, materia seca, estomas, xilema

ABSTRACT

The husk tomato is one of the vegetables of more economic importance in Mexico; in 2004, were showed 62480 ha.

The use of plastics in the agriculture and the use of seedlings of quality in the transplant offer an alternative to increase the levels of productivity. The objective of the present work was to study the answer of seedlings of husk tomato established under photo-selective plastic film covers. The investigation was carried out in the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, in march 2004. The treatments were established using a completely block split plot design, where the factor A were eight cover colors and sub-plot or factor B two genotypes. The variables studied were: plant height, leaves number, fresh stem weight, fresh root weight, dry stem weight, dry root weight, dry matter total, adaxial stomata number, abaxial stomata number, vessels xylem number and total area of xylem vessels. The results showed highly significant differences in all the studied variables, except fresh stem weight and abaxial stomata number, those were significant, that indicates that at least a cover color influences significantly on the studied variables. In the factor B was not significant differences what indicates that they are not influenced by the genotype to exception of : plant height and fresh root weight. On the basis of the results, it was concluded that the use those covered with yellow, white, and transparent influenced favorably in the accumulation of biomass in seedlings.

Key words: *Physalis ixocarpa* Brot, covered plastic, genotypes, dry matter, stomata, xilem

INTRODUCCIÓN

Los plásticos han revolucionado las técnicas de producción agrícola y es común su uso en forma de películas para acolchado, microtúneles, túneles e invernaderos. En México, el uso de invernaderos ha adquirido auge en la producción de hortalizas en gran escala. Los avances en el transplante, tales como el uso de sustratos especiales, programas de fertilización para plántulas, charolas de múltiples cavidades, híbridos de alto valor y el uso de invernaderos han contribuido al crecimiento de la industria, al incrementar la seguridad de los cultivos, (Wien, 1997, Orzolek & Lamont, 1999).

La agricultura en ambiente controlado ha ganado importancia en la horticultura no solamente en la producción de cultivos de hortalizas y ornamentales sino también en la producción de plántulas derivada de semilla o a través del cultivo de tejido.

Todos los materiales empleados en la cobertura de invernaderos tienen altas transmitancias a la radiación solar; del orden de 85 al 90 % de la radiación incidente es transmitida al interior, pero hay, factores que modifican la radiación solar transmitida, el estado del cielo es uno de ellos. En días despejados hay luz directa del sol y luz difusa del cielo, y en los días nublados hay únicamente radiación difusa del cielo.

Las hojas de las plantas absorben más luz en las bandas del espectro de color azul (400 a 500 nm) y rojo (600 a 700 nm). Se deduce de ello que se

debería seleccionar materiales de cubierta que mejoraran la transmisión de estos dos tipos de luz, pero sin perjudicar a la fotosíntesis.

Kuruvadi *et al.* (1993) Indican que la variación en la tasa de transpiración depende de la frecuencia de estomas, tamaño (longitud y ancho) del ostíolo y comportamiento estomatal, por lo tanto, deben identificarse variedades con menor densidad y tamaño de estomas para reducir así la tasa de transpiración y superar con ello el estrés de agua bajo temporal.

El cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es de suma importancia en nuestro país y se siembra en casi todos los estados, en el año 2004 se sembraron 62,480 ha, con un rendimiento promedio de 13,554 t ha⁻¹, dentro de las hortalizas ocupa el cuarto lugar en superficie sembrada (Siea, Sagarpa, 2005). A pesar de la gran importancia del cultivo, el rendimiento promedio es bajo en relación con el potencial productivo del cultivo, que es alrededor de 44.7 ton/ha., (Estrada *et al.* 1994).

Torres (1983) al trabajar con tomate establecido bajo cubiertas plásticas de color anaranjado, amarillo, verde, azul y transparente, encontró que con las cubiertas de colores la emergencia del tomate se adelanto en siete días con respecto a la cubierta transparente. La cubierta amarilla permitió a las plantas de tomate mayor asimilación de CO₂ que se tradujo en mayor vigor, tamaño y calidad de frutos. Además, otras características como altura de planta, número de entrenudos y longitud de los mismos también fueron influidas positivamente.

La temperatura ambiente bajo las cubiertas disminuyó su valor durante todo el periodo de evaluación en comparación con la cubierta transparente, en la primera decena de noviembre la disminución fue 1, 2, 3 y 4 °C bajo las cubiertas azul, verde, amarillo y anaranjado, respectivamente.

Robledo *et al.* (2002) usaron películas plásticas de colores en el cultivo de lechuga y al medir el número de hojas por planta encontraron que las cubiertas de color blanco, amarillo y rojo presentaron mayor número que el testigo. En cambio, con las cubiertas color verde y naranja el número de hojas fue menor que en el testigo.

Benavides *et al.* 2002 indican que existen grandes diferencias en el comportamiento espectral de los diferentes materiales plásticos, que también se ve modificado por los colores de los mismos. Ibarra *et. al.* (2000), indican que el uso de cubiertas puede incrementar las temperaturas a valores extremos que pueden dañar a algunos cultivos. E indican que los pimientos son de las especies más sensibles a temperaturas extremas. Existen amplios trabajos de investigación enfocados al efecto de los colores de acolchados plásticos sobre el rendimiento y calidad de frutos, pero es muy escasa la información del efecto de colores de cubiertas plásticas sobre la producción de plántulas o la influencia de estas cubiertas sobre características agronómicas o anatómicas en hortalizas. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue estudiar el comportamiento de las variables agronómicas y anatómicas de las plántulas de tomate de cáscara producidas bajo cubiertas plásticas de colores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano del 2004, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

La siembra fue realizada el 12 de marzo del 2004, bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fue el color de la cubierta plástica del microtúnel (a1=celeste, a2=rojo, a3=verde, a4=violeta, a5=amarillo, a6=transparente, a7=azul y a8=blanco), como factor B (parcela chica) se tuvieron los genotipos de tomatillo (b1=Súper cerro gordo y b2=Verde supremo).

Los microtúneles de forma semicircular, que constituyeron cada tratamiento fueron construidos de 1.2 m de ancho por 2.4 m de largo y 85 cm de alto (radio del semicírculo). En la parte central de cada microtúnel se colocó un contenedor de madera de 10 cm de altura, recubierto con polietileno de color negro, en el cual se colocaron cuatro charolas (sembradas, dos por genotipo) de poliestireno blanco de 200 cavidades. El sustrato utilizado para la siembra del cultivo fue constituido por turba y perlita en una proporción de 1:1

Previamente a la siembra las charolas germinadoras fueron lavadas con agua y jabón y una solución con cloro en una proporción de un milímetro de cloro por cada litro de agua, posteriormente las charolas fueron llenadas con el sustrato previamente humedecido y la siembra fue realizada a una profundidad de aproximadamente 8 mm, de manera manual.

Se aplicaron dos riegos (por microaspersión) diariamente, a las ocho de la mañana y tres de la tarde, para evitar el sacado del sustrato de la charola y evitar maltratar las hojas de cultivo con el golpe de agua. Para la nutrición del cultivo, en el agua de riego se aplicaron fertilizantes altamente hidrosolubles (nitrato de amonio, sulfato de calcio, fosfato monoamónico, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, quelato de hierro, bórax y zinc).

En 20 plántulas desarrolladas bajo cada color de cubierta se estimaron las variables agronómicas, altura planta (AP), número de hojas (NH), peso fresco de tallo (PFT), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de tallo (PST), peso seco de raíz (PSR), y materia seca total (MST). Las variables anatómicas, número de estomas adaxiales (NEH) y número de estomas abaxiales (NEE) fueron estimadas en tres hojas y cinco campos microscópicos, mientras que el número de vasos del xilema (NVX) y área total de vasos del xilema (ATVX) fueron estimados en cinco cortes de tallo y tres campos microscópicos, para la estimación del área total de los vasos de xilema se agruparon en tres tamaños y se midieron cinco de cada tamaño (con un micrómetro) y el valor medio de cada tamaño se multiplicó por el número de vasos de cada tamaño y posteriormente se sumaron las áreas. Para la estimación de la variable anterior se midió el ancho del vaso en forma de cruz y se aplicó la fórmula usada para estimar el área de la elipse.

La transmisividad y reflectividad de las películas plásticas, de la radiación solar total incidente (R_{sw}) y de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) se

evaluaron con un piranómetro de silicón (modelo LI-1200; 0.4-1.1 μm de longitud de onda; (LI-COR, Inc) y un sensor quantum (modelo QS-120; 0.4-0.7 μm de longitud de onda; Apogee Instruments) respectivamente. Las mediciones se realizaron bajo condiciones de cielo despejado, de las 15:00 a las 16:00 h, considerando que la absorptividad de los plásticos durante el tiempo de las mediciones fue negligible.

RESULTADOS

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

Los análisis de varianza realizado a las variables agronómicas (Tabla 2), en plántulas de tomate de cáscara muestran que para el factor A o colores de cubiertas plásticas hubo diferencias significativas o altamente significativas para todas las variables, lo anterior demuestra que el color de las cubiertas plásticas utilizadas influyó de manera estadística sobre cada una de las variables estudiadas, por lo menos a un color de cubierta.

En el factor B o genotipos se encontró que las variables que las variables NH, PFT, PST, PSR y MST no difieren entre genotipos, y estos solo difieren de manera estadísticamente significativa en las variables PFR y AP.

El analizar la interacción de AxB se encontró diferencias altamente significativas para las variables PFT y PFR lo que significa que estas variables son altamente influenciadas al cambiar los genotipos de un color de cubierta a otro, para las variables NH, PST y MST mostraron diferencias significativas.

El análisis de varianza (Tabla 3) para las variables anatómicas NEH, NEE, NVX y ATVX, muestra que para el factor A o colores de cubierta plástica las variables NEH, NUX y ATVX existen diferencias altamente significativas lo que nos indica que al igual que las variables agronómicas el color de las cubiertas plásticas modifican el comportamiento radiométrico del interior del microtúnel alterando la anatomía de la planta de manera altamente significativa. El número de estomas adaxiales aunque fue alterado por el efecto de la modificación de la radiación visible fue en menor medida que las variables antes citadas.

Los resultados de la interacción AxB indica que los diferentes genotipos de tomate de cáscara responden de la misma manera a cambios en las características espectrales de la luz.

La comparación de medias (Tabla 4) indica que las cubiertas de color amarillo inducen un crecimiento del tallo y parte aérea y altos pesos frescos y

secos, originando plantas de alta calidad, sin embargo el color rojo indujo altos pesos frescos de raíz, y el transparente presento altos pesos secos de raíz y materia seca total, es probable que la temperatura media de 29.3 °C en el microtúnel y las diferentes longitudes de onda que fueron transmitidas con cubierta transparente haya favorecido la acumulación de materia seca total. Con el uso de la cubierta de color verde se tuvo una temperatura de 29.3 °C sin embargo este color de cubierta aunque indujo una de las mayores alturas de plántula, estas presentaron los menores pesos secos de raíz y tallo y materia seca total, originando por lo tanto plántulas de baja calidad para trasplante por lo cual este tipo de cubiertas no es recomendable para producción de plántulas de tomate de cáscara. El color de cubierta amarilla es la que origina las plántulas de mayor calidad en cuanto a características de altura y materia seca total, indicando una alta cantidad de acumulación de fotosíntatos y resistencia durante el trasplante. Lo anterior coincide con lo señalado por Samaniego *et al.* (2002) quienes indican que las diferencias espectrales causadas por las coberturas plásticas inducen cambios drásticos en el cultivo, alterando los parámetros de desarrollo como son: peso de planta, diámetro de tallo, área foliar y la acumulación de biomasa en plántulas de chile y tomate, como resultado de una alteración en la radiación visible y temperatura.

El valor medio de estomas adaxiales fue más alto en el microtúnel con cubierta de color transparente, sin embargo el numero de estomas abaxiales fue mayor en el microtúnel de cubierta roja en el cual se tuvo una temperatura de 26.5 °C, aunque el microtúnel con cubierta tuvo una temperatura de 26.6

°C el número de estomas adaxiales fue muy inferior. En el caso de las variables NVX y ATVX la cubierta de color blanco indujo los mayores valores en este caso la temperatura media fue de 22.6 °C, mientras que bajo la cubierta de color azul se tuvo la misma temperatura sin embargo los valores de NVX y ATVX fueron inferiores.

DISCUSIÓN

Los resultados de la interacción de AxB respecto al análisis de las variables agronómicas indican que con el uso de cubiertas de colores es posible incrementar la acumulación de materia seca desde etapas tempranas de desarrollo y no todos los genotipos responden igual al a un determinado color de cubierta, concluyendo que el color de cubierta si afecta la acumulación de fotosintatos y esta es diferente de acuerdo al genotipo usado.

Los análisis de varianza realizados en las variables anatómicas indica que los colores de las cubiertas modifican el comportamiento de dichas variables, como consecuencia de la modificación de las características radiométricas de la luz, que es un elemento esencial para la fotosíntesis, aunque también se modifica la temperatura ambiente modificando el comportamiento fisiológico y anatómico de la planta. Aunque se sabe que el incremento en la temperatura dentro de ciertos rangos acelera procesos fisiológicos que podrían suponer incrementos en la absorción de agua y sales minerales y crecimiento y desarrollo, los resultados obtenidos indican que la luz fue un factor mas importante en la acumulación de materia seca y características anatómicas, el

numero de vasos de xilema y área total del xilema, a través del cual se conduce el agua y sales minerales necesaria para los diferentes procesos fisiológicos.

LITERATURA CITADA

Anónimo. Siea. Sagarpa (2005) Anuario estadístico de producción agrícola
www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html

Benavides- Mendoza, A., León Ramírez, A.G., Facio Castro, M. E., Zamarripa Leyva, J., Robledo Torres, V., Ramírez Rodríguez, H., Hernández Dávila, J., Arias, G (2002). Estudio Espectroradiómetro de diferentes materiales plásticos para acolchonado. *Agrofaz*. 2(1): 36- 44.

Estrada-Trejo V, Peña-L A, Contreras-Magaña E (1994) Evaluación de 28 familias de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Broto.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 1(2):135-139.

Ibarra-Jiménez L, Fernández-Brondo JM, Rodríguez-Herrera SA, Reyes-LópezA, Días-Pérez JC, Hernández-Mendoza L, Farías –Larios J (2000) Influencia del acolchado y microtúnel en el microclima y rendimiento de pimiento morrón y melón. *Rev. Fitotec. Mex*. 23(1): 1-16.

- Kuruvadi S, Madueño-Molina A, López-Benítez A, Borrego-Escalante (1993) Caracterización del aparato estomacal en cártamo bajo condiciones de invernadero. *Agraria Rev. Cient.* 9(2):108-115.
- Orzolek M.D, Lamont WS (1999) The Penn State Center for Plasticulture. In: Proc Nat. Agric. Plastic Congress American Society for Plasticulture. May 19-22, 1999. Tallahassee, Florida pp. 24-26.
- Robledo T., V.; J. Hernández D.; A. Benavides M.; H. Ramírez R. & F. Ramírez G. (2002). El uso de cubiertas plásticas de colores sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista Agrofaz.* 2 (1): 45 – 50.
- Samaniego, C.E., Quezada-M. M.R. De la Rosa- I. M. Murguía-L. J. Benavides M.A. & Ibarra-J. L., (2002). Producción de plántulas de tomate & pimiento con cubiertas de polietileno reflejantes para disminuir la temperatura en invernadero. *Agrociencia*, 36: 305-18
- Torres R., E. (1983). Invernaderos familiares: Producción intensiva de alimentos bajo cubiertas plásticas. *En: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar.* Univ. Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. pp. 1 - 10.
- Wien H.C (1997) Transplanting In: *The Physiology of vegetable crops.* H.C. Wien (Ed.) Editorial CAB International. pp. 37-69.

LISTADO DE LOS TÍTULOS DE TABLAS

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

Table 1. Transmitted and reflected index of the incident solar radiation total and photosynthetic active radiation of the photo-selective plastic covers.

Tabla 2. Análisis de varianza realizado a variables agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total; C.V.= coeficiente de variación; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; NS=no significativo)

Table 2. Variance analysis carried out to agronomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers (AP=plant height; NH=leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR= fresh root weight; PST dry stem weight; PSR= dry root weight and MST= dry matter total; C.V. =coefficient of variation; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; no significant)

Tabla 3. Análisis de varianza realizado a variables anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (NEH= numero de estomas adaxiales); NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema; C.V.= coeficiente de variación; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; NS=no significativo).

Table 3. Variance analysis carried out to anatomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers. (NEH= adaxial stomata number; NEE= abaxial stomata number; NVX= vessels xylem number; ATVX= total area of xylem vessels; C.V. =coefficient of variation; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; no significant).

Tabla 4. Comparación entre los valores medios de características agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 4. Comparison among values means of seedlings characteristic agronomic in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (AP=plant height; NH=leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR=fresh root weight; PST dry stem weight; PSR=dry root weight and MST=dry matter total). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

Tabla 5. Comparación entre los valores medios de características anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas . (NEH=numero de estomas adaxiales; NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 5. Comparison among values means of seedlings characteristic anatomics in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (NEH=adaxial stomata number; NEE=abaxial stomata number; NVX=vessels xylem number; ATVX=total area of xylem vessels). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

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

Table 1. Transmitted and reflected index of the incident solar radiation total and photosynthetic active radiation of the photo-selective plastic covers.

Color de cubierta	Radiación solar total incidente		Radiación fotosintéticamente activa	
	Trasmisividad (%)	Reflectividad (%)	Trasmisividad (%)	Reflectividad (%)
Transparente	0.940	0.060	0.864	0.136
Blanco	0.509	0.491	0.376	0.624
Amarillo	0.637	0.363	0.392	0.608
Azul claro	0.583	0.417	0.352	0.648
Azul oscuro	0.306	0.694	0.101	0.899
Verde	0.422	0.578	0.129	0.871
Violeta	0.677	0.323	0.504	0.496
Rojo	0.667	0.333	0.255	0.745

Tabla 2. Análisis de varianza realizado a variables agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total; C.V.= coeficiente de variación; *p=<0.05; **p=<0.01; NS=no significativo)

Table 2. Variance analysis carried out to agronomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers (AP=plant height; NH=

leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR= fresh root weight; PST dry stem weight; PSR= dry root weight and MST= dry matter total; C.V. =coefficient of variation; *p=<0.05; **p=<0.01; no significant)

Fuente de Variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS						
		AP	NH	PFT	PFR	PST	PSR	MST
				71.598				
Repeticiones	3	63.093*	1.097*	NS	2.449NS	0.270*	0.011 NS	0.356*
Factor A	7	66.623**	6.631**	81.904*	30.781**	0.565**	0.080**	1.024**
Error A	21	16.372	0.236	34.459	2.727	0.088	0.006	0.106
Factor B	1	13.260**	0.078NS	0.505NS	5.388*	0.017NS	0.0002NS	0.019NS
Interacción	7	2.388NS	0.334*	14.763**	13.882**	0.027*	0.003NS	0.048*
Error B	24	1.314	0.122	2.604	0.959	0.016	0.003	0.019
Total	63							
C.V. (%)		9.08	12.14	21.34	30.73	21.07	27.30	17.55

Tabla 3. Análisis de varianza realizado a variables anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (NEH= numero de estomas adaxiales); NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema; C.V.= coeficiente de variación; *p=<0.05; **p=<0.01; NS=no significativo).

Table 3. Variance analysis carried out to anatomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers. (NEH=adaxial stomata number; NEE=abaxial stomata number; NVX=vessels xylem number; TVX=total area of xylem vessels; C.V. =coefficient of variation; *p=<0.05; **p=<0.01; no significant).

Fuente de Variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS			
		NEH	NEE	NVX	ATVX
Repeticiones	2	18.215*	13.279 NS	41.262 NS	31.674 NS
Factor A	7	28.431**	101.590*	204.26**	874350**
Error A	14	2.895	27.02	44.884	198.437
Factor B	1	0.720 NS	0.038 NS	336.344 NS	2.803 NS
Interacción	7	3.461 NS	8.175 NS	57.211 NS	83.194 NS
Error B	16	4.346	20.358	79.704	288.498
Total	47				
C.V.(%)		30.71	26.99	21.73	35.29

Tabla 4. Comparación entre los valores medios de características agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 4. Comparison among values means of seedlings characteristic agronomic in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (AP=plant height; NH= leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR= fresh root weight; PST dry stem weight; PSR= dry root weight and MST= dry matter total). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

Factor A color de cubierta	Valores medios						
	AP	NH	PFT	PFR	PST	PSR	MST
1. Celeste	15.248ab	2.612bc	5.150ab	5.800ab	0.431bcd	0.121cd	0.575cd
2. Rojo	12.260abc	2.837b	3.925b	6.172a	0.691abc	0.245b	0.936abc
3. Verde	15.448ab	1.992c	4.475ab	0.456d	0.250d	0.046d	0.295d
4. Violeta	11.990abc	2.337bc	5.825ab	1.475cd	0.277cd	0.122cd	0.400d
5. Amarillo	16.525a	2.637bc	12.925a	2.437cd	0.840ab	0.197bc	1.037ab
6. Transparente	8.281c	2.975b	9.700ab	3.450c	0.996a	0.375a	1.371a
7. Azul	9.968bc	2.587bc	6.100ab	1.912cd	0.557bcd	0.183bc	0.741bcd
8. Blanco	11.294abc	5.000a	11.700ab	3.500bc	0.722ab	0.241b	0.963abc

Tabla 5. Comparación entre los valores medios de características anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (NEH=numero de estomas adaxiales; NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 5. Comparison among values means of seedlings characteristic anatomics in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (NEH=adaxial stomata number; NEE=abaxial stomata number; NVX=vessels xylem number; ATVX=total area of xylem vessels). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

Factor A color de cubierta	Valores medios			
	NEH	NEE	NVX	ATVX
1. Celeste	5,604c	17,687abc	35,528b	4572,390abc
2. Rojo	9,354ab	23,020a	41,621ab	4434,350bc
3. Verde	5,034c	11,115c	33,831b	3855,170c
4. Violeta	5,261c	14,485abc	35,473b	3864,450c
5. Amarillo	5,916c	13,187bc	44,693ab	4745,010abc
6. Transparente	10,822a	21,895ab	47,721a	6368,800ab
7. Azul	5,458c	15,270abc	40,638ab	3715,950c
8. Blanco	7,833bc	17,051abc	49,195a	6946,930a

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE LECHUGA
DESARROLLADAS EN MICROTÚNELES CON CUBIERTAS
FOTOSELECTIVAS**

**AGRONOMIC BEHAVIOR OF DEVELOPMENT LETTUCE SEEDLINGS IN
MICRO- TUNNELS WITH FOTOSELECTIVE COVERS**

Valentín Robledo Torres¹, Francisca Ramírez Godina², José Hernández Dávila¹,
Antero Domínguez Ramírez³, Norma Leticia Portos Gaona²

RESUMEN

La lechuga es una de las hortalizas que tiene importancia económica y social debido a la derrama económica que genera en jornales y comercialización, sin embargo como muchas otras hortalizas, presenta rendimientos muy variables en las diferentes regiones de México, debido a factores climáticos y a la falta de tecnología adecuada para la producción de cultivos.

El uso de los plásticos en la agricultura ha permitido mejorar el ambiente de producción, favoreciendo el incremento y calidad de los rendimientos 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. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta de plántulas de lechuga desarrolladas en microtúneles de diferentes colores de cubierta.

Este trabajo se realizó en el Campo Agrícola experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el ciclo primavera-verano del 2004. El trabajo fue establecido en un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fueron ocho colores de cubierta del microtúnel y el factor B (parcela chica) fueron tres genotipos de lechuga. En las plántulas de lechuga desarrolladas bajo cada color de cubierta se estimaron las variables, peso fresco aéreo (PFA), peso seco aéreo (PSA), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR), altura (AP) y número de hojas (NH). El análisis de varianza presento diferencias altamente significativas para las variables antes indicadas deduciendo que al menos un color de cubierta del microtúnel tiene una influencia estadísticamente diferente del resto, sin importar el genotipo.

En el factor B o genotipos se observaron diferencias altamente significativas en todas las variables bajo estudio, excepto para la variable peso fresco aéreo, esto indica que el genotipo si influye sobre los valores medios de las variables indicadas, pero el peso fresco de la parte aérea de la plántula no fue influida por el genotipo.

De los resultados obtenidos es posible concluir que las cubiertas de color amarillo y blanco influyeron favorablemente en el aumento de biomasa de plántulas de lechuga superando a las cubiertas de color transparente el genotipo Kagraner Summer tiene mayor capacidad de acumulación de materia

seca en etapas tempranas, originando plántulas de mayor calidad para trasplante.

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., genotipos, cubiertas plásticas, materia seca.

¹ Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

² Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

³ Estudiante del Postgrado en Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

ABSTRACT

The lettuce is one of the vegetables with more economic and social importance due to economic value that the labor and commercialization generate, however as many other vegetables, it presents very variable yields in the different regions of Mexico, due to climatic factors and the lack of appropriate technology for the production of crops.

The uses of plastics in the agriculture allow improving the production environment, contributed to the increase and quality of the production in different horticultural species. This is the case of the lettuce, where the technology has allowed duplicating the yields of some Mexico regions with regard to other. Therefore the objectives of present work were to study the response lettuce of seedlings lettuce developed in micro-tunnels of different cover colors.

This work was carried out in the experimental Agricultural Field of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, in spring-summer 2004. The work was established under an experimental design of random blocks with arrangement in split plot, where the factor A (big plot) were eight colors of covers and the factor B (small plot) were three lettuce genotypes. In the developed seedlings in each cover color, were estimated the next characteristics; fresh weight of stem (PFA), dry weigh of stem (PSA), fresh weigh of root (PFR), dry weigh of root (PSR), height (AP) and leaves number (NH) in lettuce seedlings. The variance analysis showed highly significant differences, for the characteristics studied, it is concluded that at least a color of micro-tunnel cover has a statistically different influence from the rest, without caring for the genotype.

In factor B or genotypes, highly significant differences were observed in all the variables studied, except for the variable fresh weight of stem, this indicates that the genotype influences in the averages values of the analyzed characteristics, but the fresh weight of stem was not influenced by the genotype.

It is possible to conclude that those yellow covers influenced favorably the increase of biomass of lettuce seedlings overcoming the transparence cover and the Kagraner Summer genotype has bigger capacity in the accumulation of dry matter in early stages, originating best quality seedling for transplant.

Key words: *Lactuca sativa* L., genotypes, covered plastic, dry matter.

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es uno de los cultivos hortícolas más importantes a nivel mundial. La Producción mundial de lechuga en el 2002 fue de 18,75 millones de toneladas y fue China el principal productor del mundo con 8 millones de toneladas, Estados Unidos de Norteamérica, ocupó el segundo lugar con 4.35 millones de toneladas.

A nivel nacional los estados con mayor superficie sembrada en el 2004 fueron Guanajuato, Puebla, Zacatecas y Baja California Norte, con 3,610, 2,688, 2,069 y 802.5 has. respectivamente, de los Estados anteriores, Guanajuato presenta un rendimiento medio de 14.797 ton/ha, mientras que en Aguascalientes se producen 30.871 ton/ha, lo anterior muestra una fuerte variación, que en parte es consecuencia del nivel de tecnología utilizado en la producción del cultivo (Siea. Sagarpa, 2005)

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. Por lo tanto los objetivos de presente trabajo fue estudiar la respuesta de plántulas de lechuga desarrolladas en microtúneles de diferentes colores de cubierta.

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, sin embargo aún existe poca información respecto al uso de cubiertas en la producción de plántulas de calidad para el trasplante.

Robledo y Martín (1981) mencionan que el forzado mediante 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. Por su parte Papaseit, *et al.* (1997) agregan que los microtúneles, junto con el acolchado son las dos técnicas más tradicionales de forzado de cultivos. 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 mas adecuadas para el desarrollo de los cultivos obteniéndose mayor cantidad y calidad de productos (Ibarra 1997).

La radiación solar es el factor climático más importante para las plantas en general, por que suministra la energía necesaria para el desarrollo de sus actividades fisiológicas. De la radiación que incide en las cubiertas plásticas, una parte es absorbida, otra es reflejada y otra se transmite. Aylsworth (1997), indica que en investigaciones realizadas se ha demostrado que el color de

plástico determina su comportamiento a la radiación y su efecto sobre el microclima cercano a la planta.

Una de las principales funciones de las hojas de las plantas es interceptar la radiación solar necesaria para poder llevar a cabo la fotosíntesis. Por tanto, los cultivos deben desarrollarse de tal forma que su área foliar les permita una máxima absorción de la radiación solar para así lograr el máximo desarrollo fisiológico (Jones, 1992).

Daza, C. A. (1994) encontró que los mejores resultados al producir plántulas de coliflor (*Brassica oleracea*) var. *Brotrytis*, en microtúneles con cubiertas plásticas de colores, fueron obtenidas al utilizar cubiertas de PVC blanco y PVC violeta. En cambio Muñoz, V. A. (1994) trabajando en la producción de plántulas de tomate bajo cubiertas plásticas de colores, concluyó que estas, acortan el periodo para el transplante y encontró que el PVC blanco es mejor para la producción de plántula de tomate.

Torres (1983) al trabajar con tomate establecido bajo cubiertas plásticas de colores, encontró que la cubierta amarilla permitió a las plantas de tomate mayor asimilación de CO₂, 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.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano del 2004, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

La siembra fue realizada el 12 de marzo del 2004, bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fue el color de la cubierta del microtúnel (a1= Transparente, a2= Amarillo, a3=Rojo, a4=morado, a5=Celeste, a6=Blanco, a7=Azul y a8=Verde), como factor B (parcela chica) se tuvieron los genotipos de lechuga (b1=Kagraner summer, b2=Salinas y b3=Great lakes).

Los microtúneles de forma semicircular, que constituyeron cada tratamiento fueron construidos de 1.2 m de ancho por 2.4 m de largo y 85 cm de alto (radio del semicírculo). En la parte central de cada microtúnel se colocó un contenedor de madera de 10 cm de altura, recubierto con polietileno de color negro, en el cual se colocaron tres charolas (sembradas, una por genotipo) de poliestireno blanco de 200 cavidades. El sustrato utilizado para la siembra del cultivo fue constituido por turba y perlita en una proporción de 1:1.

Previamente a la siembra las charolas germinadoras fueron lavadas con agua y jabón y una solución con cloro en una proporción de un mililitro de cloro por cada litro de agua, posteriormente las charolas fueron llenadas con el sustrato previamente humedecido y la siembra fue realizada a una profundidad de aproximadamente 8 mm, de manera manual.

Los riegos al cultivo fueron diariamente a las ocho de la mañana y tres de la tarde, por microaspersión para evitar sacar el sustrato y maltratar las hojas de cultivo con el golpe del agua. Para la nutrición del cultivo en el agua de riego se aplicaron fertilizantes altamente hidrosolubles (nitrato de amonio, sulfato de calcio, fosfato monoamónico, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, quelato de fierro, bórax y zinc).

En las plántulas desarrolladas bajo cada color de cubierta se estimaron las variables, peso fresco de la parte aérea (PFA), peso seco de la parte aérea (PSA), peso fresco de raíz (PSR), peso seco de raíz (PSR), altura de planta (AP), y numero de hojas (NH). Con los valores medios de las variables antes indicadas, se realizaron análisis de varianza y comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza realizado a las variables peso fresco aéreo (PFA), peso seco aéreo (PSA), peso fresco de la raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR), altura (AP) y numero de hojas (NH) en plántulas de lechuga, muestra que para el factor A, hubo diferencias altamente significativas para las variables antes indicadas demostrando que el color de las cubiertas plásticas si influyó de manera significativa sobre cada una de las variables bajo estudio. Las diferencias altamente significativas en el factor A, indican que al menos un color de cubierta tiene una influencia estadísticamente diferente del resto, sin importar el genotipo.

En el factor B o genotipos se observaron diferencias altamente significativas en todas las variables bajo estudio, excepto para la variable peso fresco aéreo, esto indica que el genotipo si influye sobre los valores medios de las variables indicadas, pero el peso fresco de la parte aérea de la plántula no fue influida por el genotipo. Las diferencias altamente significativas entre genotipos para las variables bajo estudio, indican que existen diferencias en cuanto a la capacidad de acumulación de fotosintatos y movilización hacia diferentes órganos de la plántula como raíz, hojas o tallos.

No se encontró diferencia significativa en la interacción de AxB, excepto para la variable NH, lo anterior indica que, en la mayoría de las variables el color de la cubierta afecta igual independientemente del genotipo, sin embargo como en la variable numero de hojas se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la interacción AxB, esto indica que la variable numero de hojas es modificado significativamente al cambiar de un color de cubierta plástica a otro, Ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de varianza realizado a variables de plántulas de lechuga, desarrolladas bajo diferentes colores de cubierta de microtúneles.

Fuente de Variación	Grados Libertad	CUADRADOS MEDIOS					
		PFA	PSA	PFR	PSR	NH	AP
Repetición	3	792.66*	7.26*	17.67NS	0.12NS	8.72NS	125.65*
Factor A	7	2199.35**	13.80**	96.35**	0.28**	26.64**	301.88**
Error A	21	201.04	1.52	8.87	0.05	3.00	26.43
Factor B	2	209.83NS	10.35**	19.78**	0.28**	129.86**	20.71**
Interacción	14	126.19NS	0.95NS	1.70NS	0.02NS	4.89*	5.20NS
Error B	48	72.96	0.62	1.88	0.01	2.06	3.05
Total	95						
C.V. (%)		26.22	27.46	24.23	27.62	19.62	9.38

• y ** = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente de probabilidad de error.

La comparación de medias del Cuadro 2, muestra que la cubierta de color amarillo y celeste son los colores que mas favorecen el desarrollo del peso fresco y seco de la parte aérea de plántulas de lechuga, pero el peso fresco y seco de raíz se favoreció con los colores amarillo, rojo y blanco, esto permite concluir que este tipo de colores de cubierta promovieron una mayor acumulación de materia fresca y seca, probablemente como resultado de una actividad fotosintética superior. Lo anterior permite concluir que es mas recomendable, usar colores de cubierta diferentes al color transparente que es el tradicionalmente utilizado en cubiertas de invernaderos, para producción de plántulas.

El tratamiento con cubierta transparente presento los valores mas bajos en las variables estudiadas y fue estadísticamente igual al tratamiento con cubierta verde, excepto en altura de planta, donde el color verde presento la mayor altura. Los datos obtenidos indican que si se quiere producir plántulas de

lechuga de calidad, las cubiertas transparentes o verdes no son buena opción. La cubierta transparente permite la transmisión de porcentajes de luz superiores al 80 % incrementando la temperatura de manera importante en el interior de la estructura, induciendo un alto gasto energético y por lo tanto poca acumulación de fotosintatos y en el caso de las cubiertas de color verde, probablemente transmiten radiación en el rango del color verde, dando como resultado una baja eficiencia fotosintética. Las plántulas desarrolladas bajo la cubierta plástica de color verde fueron altas, pero muy delgadas y frágiles con baja acumulación de materia seca, como consecuencia de una baja acumulación de fotosintatos, resultante de la fotosíntesis poco eficiente.

Cuadro 2. Valores medios de las variables estudiadas en plántulas de lechuga desarrollados en microtúneles con diferentes colores de cubierta plástica.

Factor A Color de Cubierta	V a l o r e s m e d i o s					
	PFA(gr)	PSA (gr)	PFR(gr)	PSR(gr)	NH	AP(cm)
1. Transparente	16.129 c	2.554 abc	5.172 bc	0.427 ab	6.117 b	10.069 c
2. Amarilla	53.335 a	4.429 a	11.352 a	0.605 a	9.458 a	24.139 a
3. Rojo	24.069 bc	3.616 ab	4.492 bc	0.499 a	7.608 ab	14.649 bc
4. Morado	39.053 abc	2.827 abc	5.802 bc	0.364 ab	7.192 ab	19.164 ab
5. Celeste	46.205 ab	2.711 abc	5.311 bc	0.334 ab	7.842 ab	22.491 ab
6. Blanco	38.734 abc	3.773 ab	6.715 ab	0.463 ab	9.133 a	18.699 ab
7. azul	21.177 c	2.102 bc	5.377 bc	0.367 ab	5.650 b	15.579 bc
8. Verde	21.919 c	0.990 c	1.092 c	0.082 b	5.567 b	24.185 a

Valores con la misma letra en cada columna, son iguales entre si (Tukey al 0.01)

En el Cuadro 3, se muestra que en PFA no hubo diferencias significativas entre genotipos, pero en PSA, PFR, PSR y NH el genotipo Kagraner Summer presento la mayor acumulación de peso fresco y seco, en los diferentes colores de cubierta, mostrando una mayor eficiencia fotosintética, aunque en altura de planta exhibió el menor valor.

El genotipo Kagraner Summer nuevamente se comporto con mayores valores en la variable numero de hojas lo cual indica que es un genotipo de rápido crecimiento inicial que da ventajas en la etapa temprana en cuanto a variables tan importantes como es el peso seco radicular numero de hojas y peso seco aéreo, contribuyendo a tener una planta mas vigorosa en etapas tempranas, superando en altura de plántula al genotipo Great Lakes en mas del 60 %, característica que puede ser ventajosa en plántulas para la producción de lechugas de trasplante.

Cuadro 3. Valores medios de las variables estudiadas en plántulas de tres genotipos de lechuga desarrollados en microtúneles con diferentes colores de cubierta plástica.

Factor B Genotipos	V a l o r e s m e d i o s					
	PFA(gr)	PSA (gr)	PFR(gr)	PSR(gr)	NH	AP(cm)
Kagraner Summer	29.880	3.434 a	6.568 a	0.500 a	9.641 a	18.016 c
Salinas	34.975	2.297 b	5.142 b	0.341 b	6.309 b	19.515 a
Great Lakes	32.878	2.895 ab	5.282 b	0.336 b	6.012 b	18.260 ab

Valores con la misma letra en cada columna, son iguales entre sí (Tukey al 0.01)

CONCLUSIONES

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. Las plántulas desarrolladas bajo cubierta de color verde presentaron mayor altura pero estas fueron frágiles y con hojas muy delgadas, o plántulas de mala calidad para trasplante.

El genotipo Kagraner Summer tiene mayor capacidad de acumulación de materia seca en etapas tempranas, originando plántulas de mayor calidad para trasplante.

LITERATURA CITADA

- Aylsworth D. J. 1997. Novedades sobres plásticos. Productores de hortalizas. p. 26-28.
- Daza C. A. 1994. Respuesta de plántulas de coliflor *Brassica oleracea* var. botrytis Bajo cubiertas plásticas de colores en microtúneles. Tesis de licenciatura.
- Ibarra J. L. 1997. Acolchado de suelos. Curso Nacional de Plásticos en la agricultura. UAAAN. (CIQA). 3-7 de Noviembre de 1997.
- Jones G. H. 1992. Plants and microclimate. A quantitative approach to environmental plant physiology. Second edition. Cambridge University Press, 428 p.
- Monteith J. L. and M. H. Unsworth. 1990. Principles of environmental physics, second edition, Chapman and Hall, Inc. 291 p.
- Muñiz V. A. 1994. Producción de planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo cubiertas plásticas de colores. Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Papaseit P., J. Badiola y E. Armaguel 1997. Los plásticos y la agricultura editorial de hortalizas.

Roblero P. F. y L. Martín, V, L. 1981. Aplicaciones de los plásticos en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Siea.Sagarpa. 2005. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.
www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.htm

Torres R. E. 1983. Invernaderos familiares: Producción intensiva de alimentos bajo cubiertas plásticas. En: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar. Univ. Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Pp 1-10.

**PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE DE CÁSCARA BAJO
CUBIERTAS PLÁSTICAS FOTOSELECTIVAS
SEEDLINGS PRODUCTION OF HUSK TOMATO UNDER PHOTOSELECTIVE
PLASTIC COVERED**

**A. Domínguez Ramírez, V. Robledo Torres^{*}, J. Hernández Dávila, A.
Benavides Mendoza, F. Ramírez Godina.**

(ADR) Alumno de la Maestría en Ciencias en Horticultura
(VRT) (JHD) (ABM) Departamento de Horticultura,
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Dom. Conocido,
Buenavista.C. P. 25315. Saltillo Coahuila, México
Correo electrónico vrobtor@uaaan.mx.

(FRG) Departamento de Fitomejoramiento,
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Dom. Conocido,
Buenavista. C. P. 25315. Saltillo Coahuila, México.

*Responsable de las correcciones necesarias

RESUMEN

El tomate de cáscara es una de las hortalizas de mayor importancia económica en el país; en el año 2004 se sembraron 62480 ha.

El uso de plásticos en la agricultura y la utilización de plántulas de calidad en el trasplante ofrecen una alternativa para incrementar los niveles de productividad. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta de plántulas de tomate de cáscara al uso de microtúneles con diferentes colores de cubierta. La investigación fue realizada en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en marzo del 2004. Los tratamientos fueron establecidos bajo un

diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fueron ocho colores de cubierta y el factor B (parcela chica) dos genotipos. Se estudiaron las variables, altura de planta, número de hojas, peso fresco de tallo, peso fresco de raíz, peso seco de tallo, peso seco de raíz, materia seca total, número de estomas abaxiales, número de estomas adaxiales, número de vasos del xilema y área total de vasos del xilema. En el factor A se encontraron diferencias altamente significativas en todas las variables estudiadas, excepto peso fresco de tallo y número de estomas abaxiales, que resultaron significativas, lo cual indica que al menos un color de cubierta influye significativamente sobre las variables estudiadas. En el factor B no se encontraron diferencias significativas lo que indica que no son influidas por el genotipo a excepción de altura de planta y peso fresco de raíz. De lo anterior se concluye que las cubiertas de color amarillo, blanco y transparente influyeron favorablemente en la acumulación de biomasa en plántulas.

Palabras clave: *Physalis ixocarpa* Brot, cubiertas plásticas, genotipos, materia seca, estomas, xilema

ABSTRACT

The husk tomato is one of the vegetables of more economic importance in Mexico; in 2004, were showed 62480 ha.

The use of plastics in the agriculture and the use of seedlings of quality in the transplant offer an alternative to increase the levels of productivity. The objective of the present work was to study the answer of seedlings of husk tomato established under photo-selective plastic film covers. The investigation was carried out in the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, in march 2004. The treatments were established using a completely block split plot design, where the factor A were eight cover colors and sub-plot or factor B two genotypes. The variables studied were: plant height, leaves number, fresh stem weight, fresh root weight, dry stem weight, dry root weight, dry matter total, adaxial stomata number, abaxial stomata number, vessels xylem number and total area of xylem vessels. The results showed highly significant differences in all the studied variables, except fresh stem weight and abaxial stomata number, those were significant, that indicates that at least a cover color influences significantly on the studied variables. In the factor B was not significant differences what indicates that they are not influenced by the genotype to exception of : plant height and fresh root weight. On the basis of the results, it was concluded that the use those covered with yellow, white, and transparent influenced favorably in the accumulation of biomass in seedlings.

Key words: *Physalis ixocarpa* Brot, covered plastic, genotypes, dry matter, stomata, xilem

INTRODUCCIÓN

Los plásticos han revolucionado las técnicas de producción agrícola y es común su uso en forma de películas para acolchado, microtúneles, túneles e invernaderos. En México, el uso de invernaderos ha adquirido auge en la producción de hortalizas en gran escala. Los avances en el transplante, tales como el uso de sustratos especiales, programas de fertilización para plántulas, charolas de múltiples cavidades, híbridos de alto valor y el uso de invernaderos han contribuido al crecimiento de la industria, al incrementar la seguridad de los cultivos, (Wien, 1997, Orzolek & Lamont, 1999).

La agricultura en ambiente controlado ha ganado importancia en la horticultura no solamente en la producción de cultivos de hortalizas y ornamentales sino también en la producción de plántulas derivada de semilla o a través del cultivo de tejido.

Todos los materiales empleados en la cobertura de invernaderos tienen altas transmitancias a la radiación solar; del orden de 85 al 90 % de la radiación incidente es transmitida al interior, pero hay, factores que modifican la radiación solar transmitida, el estado del cielo es uno de ellos. En días despejados hay luz directa del sol y luz difusa del cielo, y en los días nublados hay únicamente radiación difusa del cielo.

Las hojas de las plantas absorben más luz en las bandas del espectro de color azul (400 a 500 nm) y rojo (600 a 700 nm). Se deduce de ello que se

debería seleccionar materiales de cubierta que mejoraran la transmisión de estos dos tipos de luz, pero sin perjudicar a la fotosíntesis.

Kuruvadi *et al.* (1993) Indican que la variación en la tasa de transpiración depende de la frecuencia de estomas, tamaño (longitud y ancho) del ostíolo y comportamiento estomatal, por lo tanto, deben identificarse variedades con menor densidad y tamaño de estomas para reducir así la tasa de transpiración y superar con ello el estrés de agua bajo temporal.

El cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es de suma importancia en nuestro país y se siembra en casi todos los estados, en el año 2004 se sembraron 62,480 ha, con un rendimiento promedio de 13,554 t ha⁻¹, dentro de las hortalizas ocupa el cuarto lugar en superficie sembrada (Siea, Sagarpa, 2005). A pesar de la gran importancia del cultivo, el rendimiento promedio es bajo en relación con el potencial productivo del cultivo, que es alrededor de 44.7 ton/ha., (Estrada *et al.* 1994).

Torres (1983) al trabajar con tomate establecido bajo cubiertas plásticas de color anaranjado, amarillo, verde, azul y transparente, encontró que con las cubiertas de colores la emergencia del tomate se adelanto en siete días con respecto a la cubierta transparente. La cubierta amarilla permitió a las plantas de tomate mayor asimilación de CO₂ que se tradujo en mayor vigor, tamaño y calidad de frutos. Además, otras características como altura de planta, número de entrenudos y longitud de los mismos también fueron influidas positivamente.

La temperatura ambiente bajo las cubiertas disminuyó su valor durante todo el periodo de evaluación en comparación con la cubierta transparente, en la primera decena de noviembre la disminución fue 1, 2, 3 y 4 °C bajo las cubiertas azul, verde, amarillo y anaranjado, respectivamente.

Robledo *et al.* (2002) usaron películas plásticas de colores en el cultivo de lechuga y al medir el número de hojas por planta encontraron que las cubiertas de color blanco, amarillo y rojo presentaron mayor número que el testigo. En cambio, con las cubiertas color verde y naranja el número de hojas fue menor que en el testigo.

Benavides *et al.* 2002 indican que existen grandes diferencias en el comportamiento espectral de los diferentes materiales plásticos, que también se ve modificado por los colores de los mismos. Ibarra *et. al.* (2000), indican que el uso de cubiertas puede incrementar las temperaturas a valores extremos que pueden dañar a algunos cultivos. E indican que los pimientos son de las especies más sensibles a temperaturas extremas. Existen amplios trabajos de investigación enfocados al efecto de los colores de acolchados plásticos sobre el rendimiento y calidad de frutos, pero es muy escasa la información del efecto de colores de cubiertas plásticas sobre la producción de plántulas o la influencia de estas cubiertas sobre características agronómicas o anatómicas en hortalizas. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue estudiar el comportamiento de las variables agronómicas y anatómicas de las plántulas de tomate de cáscara producidas bajo cubiertas plásticas de colores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano del 2004, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

La siembra fue realizada el 12 de marzo del 2004, bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fue el color de la cubierta plástica del microtúnel (a1=celeste, a2=rojo, a3=verde, a4=violeta, a5=amarillo, a6=transparente, a7=azul y a8=blanco), como factor B (parcela chica) se tuvieron los genotipos de tomatillo (b1=Súper cerro gordo y b2=Verde supremo).

Los microtúneles de forma semicircular, que constituyeron cada tratamiento fueron construidos de 1.2 m de ancho por 2.4 m de largo y 85 cm de alto (radio del semicírculo). En la parte central de cada microtúnel se colocó un contenedor de madera de 10 cm de altura, recubierto con polietileno de color negro, en el cual se colocaron cuatro charolas (sembradas, dos por genotipo) de poliestireno blanco de 200 cavidades. El sustrato utilizado para la siembra del cultivo fue constituido por turba y perlita en una proporción de 1:1

Previamente a la siembra las charolas germinadoras fueron lavadas con agua y jabón y una solución con cloro en una proporción de un milímetro de cloro por cada litro de agua, posteriormente las charolas fueron llenadas con el sustrato previamente humedecido y la siembra fue realizada a una profundidad de aproximadamente 8 mm, de manera manual.

Se aplicaron dos riegos (por microaspersión) diariamente, a las ocho de la mañana y tres de la tarde, para evitar el sacado del sustrato de la charola y evitar maltratar las hojas de cultivo con el golpe de agua. Para la nutrición del cultivo, en el agua de riego se aplicaron fertilizantes altamente hidrosolubles (nitrato de amonio, sulfato de calcio, fosfato monoamónico, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, quelato de hierro, bórax y zinc).

En 20 plántulas desarrolladas bajo cada color de cubierta se estimaron las variables agronómicas, altura planta (AP), número de hojas (NH), peso fresco de tallo (PFT), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de tallo (PST), peso seco de raíz (PSR), y materia seca total (MST). Las variables anatómicas, número de estomas adaxiales (NEH) y número de estomas abaxiales (NEE) fueron estimadas en tres hojas y cinco campos microscópicos, mientras que el número de vasos del xilema (NVX) y área total de vasos del xilema (ATVX) fueron estimados en cinco cortes de tallo y tres campos microscópicos, para la estimación del área total de los vasos de xilema se agruparon en tres tamaños y se midieron cinco de cada tamaño (con un micrómetro) y el valor medio de cada tamaño se multiplicó por el número de vasos de cada tamaño y posteriormente se sumaron las áreas. Para la estimación de la variable anterior se midió el ancho del vaso en forma de cruz y se aplicó la fórmula usada para estimar el área de la elipse.

La transmisividad y reflectividad de las películas plásticas, de la radiación solar total incidente (R_{sw}) y de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) se

evaluaron con un piranómetro de silicón (modelo LI-1200; 0.4-1.1 μm de longitud de onda; (LI-COR, Inc) y un sensor quantum (modelo QS-120; 0.4-0.7 μm de longitud de onda; Apogee Instruments) respectivamente. Las mediciones se realizaron bajo condiciones de cielo despejado, de las 15:00 a las 16:00 h, considerando que la absorptividad de los plásticos durante el tiempo de las mediciones fue negligible.

RESULTADOS

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

Los análisis de varianza realizado a las variables agronómicas (Tabla 2), en plántulas de tomate de cáscara muestran que para el factor A o colores de cubiertas plásticas hubo diferencias significativas o altamente significativas para todas las variables, lo anterior demuestra que el color de las cubiertas plásticas utilizadas influyó de manera estadística sobre cada una de las variables estudiadas, por lo menos a un color de cubierta.

En el factor B o genotipos se encontró que las variables que las variables NH, PFT, PST, PSR y MST no difieren entre genotipos, y estos solo difieren de manera estadísticamente significativa en las variables PFR y AP.

El analizar la interacción de AxB se encontró diferencias altamente significativas para las variables PFT y PFR lo que significa que estas variables son altamente influenciadas al cambiar los genotipos de un color de cubierta a otro, para las variables NH, PST y MST mostraron diferencias significativas.

El análisis de varianza (Tabla 3) para las variables anatómicas NEH, NEE, NVX y ATVX, muestra que para el factor A o colores de cubierta plástica las variables NEH, NUX y ATVX existen diferencias altamente significativas lo que nos indica que al igual que las variables agronómicas el color de las cubiertas plásticas modifican el comportamiento radiométrico del interior del microtúnel alterando la anatomía de la planta de manera altamente significativa. El número de estomas adaxiales aunque fue alterado por el efecto de la modificación de la radiación visible fue en menor medida que las variables antes citadas.

Los resultados de la interacción AxB indica que los diferentes genotipos de tomate de cáscara responden de la misma manera a cambios en las características espectrales de la luz.

La comparación de medias (Tabla 4) indica que las cubiertas de color amarillo inducen un crecimiento del tallo y parte aérea y altos pesos frescos y

secos, originando plantas de alta calidad, sin embargo el color rojo indujo altos pesos frescos de raíz, y el transparente presento altos pesos secos de raíz y materia seca total, es probable que la temperatura media de 29.3 °C en el microtúnel y las diferentes longitudes de onda que fueron transmitidas con cubierta transparente haya favorecido la acumulación de materia seca total. Con el uso de la cubierta de color verde se tuvo una temperatura de 29.3 °C sin embargo este color de cubierta aunque indujo una de las mayores alturas de plántula, estas presentaron los menores pesos secos de raíz y tallo y materia seca total, originando por lo tanto plántulas de baja calidad para trasplante por lo cual este tipo de cubiertas no es recomendable para producción de plántulas de tomate de cáscara. El color de cubierta amarilla es la que origina las plántulas de mayor calidad en cuanto a características de altura y materia seca total, indicando una alta cantidad de acumulación de fotosíntatos y resistencia durante el trasplante. Lo anterior coincide con lo señalado por Samaniego *et al.* (2002) quienes indican que las diferencias espectrales causadas por las coberturas plásticas inducen cambios drásticos en el cultivo, alterando los parámetros de desarrollo como son: peso de planta, diámetro de tallo, área foliar y la acumulación de biomasa en plántulas de chile y tomate, como resultado de una alteración en la radiación visible y temperatura.

El valor medio de estomas adaxiales fue más alto en el microtúnel con cubierta de color transparente, sin embargo el numero de estomas abaxiales fue mayor en el microtúnel de cubierta roja en el cual se tuvo una temperatura de 26.5 °C, aunque el microtúnel con cubierta tuvo una temperatura de 26.6

°C el número de estomas adaxiales fue muy inferior. En el caso de las variables NVX y ATVX la cubierta de color blanco indujo los mayores valores en este caso la temperatura media fue de 22.6 °C, mientras que bajo la cubierta de color azul se tuvo la misma temperatura sin embargo los valores de NVX y ATVX fueron inferiores.

DISCUSIÓN

Los resultados de la interacción de AxB respecto al análisis de las variables agronómicas indican que con el uso de cubiertas de colores es posible incrementar la acumulación de materia seca desde etapas tempranas de desarrollo y no todos los genotipos responden igual al a un determinado color de cubierta, concluyendo que el color de cubierta si afecta la acumulación de fotosintatos y esta es diferente de acuerdo al genotipo usado.

Los análisis de varianza realizados en las variables anatómicas indica que los colores de las cubiertas modifican el comportamiento de dichas variables, como consecuencia de la modificación de las características radiométricas de la luz, que es un elemento esencial para la fotosíntesis, aunque también se modifica la temperatura ambiente modificando el comportamiento fisiológico y anatómico de la planta. Aunque se sabe que el incremento en la temperatura dentro de ciertos rangos acelera procesos fisiológicos que podrían suponer incrementos en la absorción de agua y sales minerales y crecimiento y desarrollo, los resultados obtenidos indican que la luz fue un factor mas importante en la acumulación de materia seca y características anatómicas, el

numero de vasos de xilema y área total del xilema, a través del cual se conduce el agua y sales minerales necesaria para los diferentes procesos fisiológicos.

LITERATURA CITADA

Anónimo. Siea. Sagarpa (2005) Anuario estadístico de producción agrícola
www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.html

Benavides- Mendoza, A., León Ramírez, A.G., Facio Castro, M. E., Zamarripa Leyva, J., Robledo Torres, V., Ramírez Rodríguez, H., Hernández Dávila, J., Arias, G (2002). Estudio Espectroradiómetro de diferentes materiales plásticos para acolchonado. *Agrofaz*. 2(1): 36- 44.

Estrada-Trejo V, Peña-L A, Contreras-Magaña E (1994) Evaluación de 28 familias de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Broto.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 1(2):135-139.

Ibarra-Jiménez L, Fernández-Brondo JM, Rodríguez-Herrera SA, Reyes-LópezA, Días-Pérez JC, Hernández-Mendoza L, Farías –Larios J (2000) Influencia del acolchado y microtúnel en el microclima y rendimiento de pimiento morrón y melón. *Rev. Fitotec. Mex*. 23(1): 1-16.

- Kuruvadi S, Madueño-Molina A, López-Benítez A, Borrego-Escalante (1993) Caracterización del aparato estomacal en cártamo bajo condiciones de invernadero. *Agraria Rev. Cient.* 9(2):108-115.
- Orzolek M.D, Lamont WS (1999) The Penn State Center for Plasticulture. In: Proc Nat. Agric. Plastic Congress American Society for Plasticulture. May 19-22, 1999. Tallahassee, Florida pp. 24-26.
- Robledo T., V.; J. Hernández D.; A. Benavides M.; H. Ramírez R. & F. Ramírez G. (2002). El uso de cubiertas plásticas de colores sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista Agrofaz.* 2 (1): 45 – 50.
- Samaniego, C.E., Quezada-M. M.R. De la Rosa- I. M. Murguía-L. J. Benavides M.A. & Ibarra-J. L., (2002). Producción de plántulas de tomate & pimiento con cubiertas de polietileno reflejantes para disminuir la temperatura en invernadero. *Agrociencia*, 36: 305-18
- Torres R., E. (1983). Invernaderos familiares: Producción intensiva de alimentos bajo cubiertas plásticas. *En: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar.* Univ. Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. pp. 1 - 10.
- Wien H.C (1997) Transplanting In: *The Physiology of vegetable crops.* H.C. Wien (Ed.) Editorial CAB International. pp. 37-69.

LISTADO DE LOS TÍTULOS DE TABLAS

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

Table 1. Transmitted and reflected index of the incident solar radiation total and photosynthetic active radiation of the photo-selective plastic covers.

Tabla 2. Análisis de varianza realizado a variables agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total; C.V.= coeficiente de variación; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; NS=no significativo)

Table 2. Variance analysis carried out to agronomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers (AP=plant height; NH=leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR= fresh root weight; PST dry stem weight; PSR= dry root weight and MST= dry matter total; C.V. =coefficient of variation; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; no significant)

Tabla 3. Análisis de varianza realizado a variables anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (NEH= numero de estomas adaxiales); NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema; C.V.= coeficiente de variación; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; NS=no significativo).

Table 3. Variance analysis carried out to anatomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers. (NEH= adaxial stomata number; NEE= abaxial stomata number; NVX= vessels xylem number; ATVX= total area of xylem vessels; C.V. =coefficient of variation; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; no significant).

Tabla 4. Comparación entre los valores medios de características agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 4. Comparison among values means of seedlings characteristic agronomic in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (AP=plant height; NH=leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR=fresh root weight; PST dry stem weight; PSR=dry root weight and MST=dry matter total). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

Tabla 5. Comparación entre los valores medios de características anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas . (NEH=numero de estomas adaxiales; NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 5. Comparison among values means of seedlings characteristic anatomics in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (NEH=adaxial stomata number; NEE=abaxial stomata number; NVX=vessels xylem number; ATVX=total area of xylem vessels). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

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

Table 1. Transmitted and reflected index of the incident solar radiation total and photosynthetic active radiation of the photo-selective plastic covers.

Color de cubierta	Radiación solar total incidente		Radiación fotosintéticamente activa	
	Trasmisividad (%)	Reflectividad (%)	Trasmisividad (%)	Reflectividad (%)
Transparente	0.940	0.060	0.864	0.136
Blanco	0.509	0.491	0.376	0.624
Amarillo	0.637	0.363	0.392	0.608
Azul claro	0.583	0.417	0.352	0.648
Azul oscuro	0.306	0.694	0.101	0.899
Verde	0.422	0.578	0.129	0.871
Violeta	0.677	0.323	0.504	0.496
Rojo	0.667	0.333	0.255	0.745

Tabla 2. Análisis de varianza realizado a variables agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total; C.V.= coeficiente de variación; *p=<0.05; **p=<0.01; NS=no significativo)

Table 2. Variance analysis carried out to agronomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers (AP=plant height; NH=

leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR= fresh root weight; PST dry stem weight; PSR= dry root weight and MST= dry matter total; C.V. =coefficient of variation; *p=<0.05; **p=<0.01; no significant)

Fuente de Variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS						
		AP	NH	PFT	PFR	PST	PSR	MST
				71.598				
Repeticiones	3	63.093*	1.097*	NS	2.449NS	0.270*	0.011 NS	0.356*
Factor A	7	66.623**	6.631**	81.904*	30.781**	0.565**	0.080**	1.024**
Error A	21	16.372	0.236	34.459	2.727	0.088	0.006	0.106
Factor B	1	13.260**	0.078NS	0.505NS	5.388*	0.017NS	0.0002NS	0.019NS
Interacción	7	2.388NS	0.334*	14.763**	13.882**	0.027*	0.003NS	0.048*
Error B	24	1.314	0.122	2.604	0.959	0.016	0.003	0.019
Total	63							
C.V. (%)		9.08	12.14	21.34	30.73	21.07	27.30	17.55

Tabla 3. Análisis de varianza realizado a variables anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (NEH= numero de estomas adaxiales); NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema; C.V.= coeficiente de variación; *p=<0.05; **p=<0.01; NS=no significativo).

Table 3. Variance analysis carried out to anatomic variables of husk tomato seedlings developed under photo-selective plastic covers. (NEH=adaxial stomata number; NEE=abaxial stomata number; NVX=vessels xylem number; TVX=total area of xylem vessels; C.V. =coefficient of variation; *p=<0.05; **p=<0.01; no significant).

Fuente de Variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS			
		NEH	NEE	NVX	ATVX
Repeticiones	2	18.215*	13.279 NS	41.262 NS	31.674 NS
Factor A	7	28.431**	101.590*	204.26**	874350**
Error A	14	2.895	27.02	44.884	198.437
Factor B	1	0.720 NS	0.038 NS	336.344 NS	2.803 NS
Interacción	7	3.461 NS	8.175 NS	57.211 NS	83.194 NS
Error B	16	4.346	20.358	79.704	288.498
Total	47				
C.V.(%)		30.71	26.99	21.73	35.29

Tabla 4. Comparación entre los valores medios de características agronómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (AP=altura planta; NH=numero de hojas; PFT=peso fresco de tallo; PFR=peso fresco de raíz; PST=peso seco de tallo; PSR=peso seco de raíz, y MST=materia seca total). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 4. Comparison among values means of seedlings characteristic agronomic in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (AP=plant height; NH= leaves number; PFT=fresh stem weight; PFR= fresh root weight; PST dry stem weight; PSR= dry root weight and MST= dry matter total). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

Factor A color de cubierta	Valores medios						
	AP	NH	PFT	PFR	PST	PSR	MST
1. Celeste	15.248ab	2.612bc	5.150ab	5.800ab	0.431bcd	0.121cd	0.575cd
2. Rojo	12.260abc	2.837b	3.925b	6.172a	0.691abc	0.245b	0.936abc
3. Verde	15.448ab	1.992c	4.475ab	0.456d	0.250d	0.046d	0.295d
4. Violeta	11.990abc	2.337bc	5.825ab	1.475cd	0.277cd	0.122cd	0.400d
5. Amarillo	16.525a	2.637bc	12.925a	2.437cd	0.840ab	0.197bc	1.037ab
6. Transparente	8.281c	2.975b	9.700ab	3.450c	0.996a	0.375a	1.371a
7. Azul	9.968bc	2.587bc	6.100ab	1.912cd	0.557bcd	0.183bc	0.741bcd
8. Blanco	11.294abc	5.000a	11.700ab	3.500bc	0.722ab	0.241b	0.963abc

Tabla 5. Comparación entre los valores medios de características anatómicas de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas. (NEH=numero de estomas adaxiales; NEE=numero de estomas abaxiales; NVX=numero de vasos del xilema; ATVX=área total de vasos del xilema). Las diferencias entre las medias para la misma variable están dadas por DMS: $p < 0.05$.

Table 5. Comparison among values means of seedlings characteristic anatomics in husk tomato developed under photo-selective plastic covers. (NEH=adaxial stomata number; NEE=abaxial stomata number; NVX=vessels xylem number; ATVX=total area of xylem vessels). For means comparison (DMS test) in the same column used ($p < 0.01$).

Factor A color de cubierta	Valores medios			
	NEH	NEE	NVX	ATVX
1. Celeste	5,604c	17,687abc	35,528b	4572,390abc
2. Rojo	9,354ab	23,020a	41,621ab	4434,350bc
3. Verde	5,034c	11,115c	33,831b	3855,170c
4. Violeta	5,261c	14,485abc	35,473b	3864,450c
5. Amarillo	5,916c	13,187bc	44,693ab	4745,010abc
6. Transparente	10,822a	21,895ab	47,721a	6368,800ab
7. Azul	5,458c	15,270abc	40,638ab	3715,950c
8. Blanco	7,833bc	17,051abc	49,195a	6946,930a

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PLÁNTULAS DE LECHUGA
DESARROLLADAS EN MICROTÚNELES CON CUBIERTAS
FOTOSELECTIVAS**

**AGRONOMIC BEHAVIOR OF DEVELOPMENT LETTUCE SEEDLINGS IN
MICRO- TUNNELS WITH FOTOSELECTIVE COVERS**

Valentín Robledo Torres¹, Francisca Ramírez Godina², José Hernández Dávila¹,
Antero Domínguez Ramírez³, Norma Leticia Portos Gaona²

RESUMEN

La lechuga es una de las hortalizas que tiene importancia económica y social debido a la derrama económica que genera en jornales y comercialización, sin embargo como muchas otras hortalizas, presenta rendimientos muy variables en las diferentes regiones de México, debido a factores climáticos y a la falta de tecnología adecuada para la producción de cultivos.

El uso de los plásticos en la agricultura ha permitido mejorar el ambiente de producción, favoreciendo el incremento y calidad de los rendimientos 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. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue estudiar la respuesta de plántulas de lechuga desarrolladas en microtúneles de diferentes colores de cubierta.

Este trabajo se realizó en el Campo Agrícola experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el ciclo primavera-verano del 2004. El trabajo fue establecido en un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fueron ocho colores de cubierta del microtúnel y el factor B (parcela chica) fueron tres genotipos de lechuga. En las plántulas de lechuga desarrolladas bajo cada color de cubierta se estimaron las variables, peso fresco aéreo (PFA), peso seco aéreo (PSA), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR), altura (AP) y número de hojas (NH). El análisis de varianza presento diferencias altamente significativas para las variables antes indicadas deduciendo que al menos un color de cubierta del microtúnel tiene una influencia estadísticamente diferente del resto, sin importar el genotipo.

En el factor B o genotipos se observaron diferencias altamente significativas en todas las variables bajo estudio, excepto para la variable peso fresco aéreo, esto indica que el genotipo si influye sobre los valores medios de las variables indicadas, pero el peso fresco de la parte aérea de la plántula no fue influida por el genotipo.

De los resultados obtenidos es posible concluir que las cubiertas de color amarillo y blanco influyeron favorablemente en el aumento de biomasa de plántulas de lechuga superando a las cubiertas de color transparente el genotipo Kagraner Summer tiene mayor capacidad de acumulación de materia

seca en etapas tempranas, originando plántulas de mayor calidad para trasplante.

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., genotipos, cubiertas plásticas, materia seca.

¹ Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

² Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

³ Estudiante del Postgrado en Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

ABSTRACT

The lettuce is one of the vegetables with more economic and social importance due to economic value that the labor and commercialization generate, however as many other vegetables, it presents very variable yields in the different regions of Mexico, due to climatic factors and the lack of appropriate technology for the production of crops.

The uses of plastics in the agriculture allow improving the production environment, contributed to the increase and quality of the production in different horticultural species. This is the case of the lettuce, where the technology has allowed duplicating the yields of some Mexico regions with regard to other. Therefore the objectives of present work were to study the response lettuce of seedlings lettuce developed in micro-tunnels of different cover colors.

This work was carried out in the experimental Agricultural Field of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, in spring-summer 2004. The work was established under an experimental design of random blocks with arrangement in split plot, where the factor A (big plot) were eight colors of covers and the factor B (small plot) were three lettuce genotypes. In the developed seedlings in each cover color, were estimated the next characteristics; fresh weight of stem (PFA), dry weigh of stem (PSA), fresh weigh of root (PFR), dry weigh of root (PSR), height (AP) and leaves number (NH) in lettuce seedlings. The variance analysis showed highly significant differences, for the characteristics studied, it is concluded that at least a color of micro-tunnel cover has a statistically different influence from the rest, without caring for the genotype.

In factor B or genotypes, highly significant differences were observed in all the variables studied, except for the variable fresh weight of stem, this indicates that the genotype influences in the averages values of the analyzed characteristics, but the fresh weight of stem was not influenced by the genotype.

It is possible to conclude that those yellow covers influenced favorably the increase of biomass of lettuce seedlings overcoming the transparence cover and the Kagraner Summer genotype has bigger capacity in the accumulation of dry matter in early stages, originating best quality seedling for transplant.

Key words: *Lactuca sativa* L., genotypes, covered plastic, dry matter.

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es uno de los cultivos hortícolas más importantes a nivel mundial. La Producción mundial de lechuga en el 2002 fue de 18,75 millones de toneladas y fue China el principal productor del mundo con 8 millones de toneladas, Estados Unidos de Norteamérica, ocupó el segundo lugar con 4.35 millones de toneladas.

A nivel nacional los estados con mayor superficie sembrada en el 2004 fueron Guanajuato, Puebla, Zacatecas y Baja California Norte, con 3,610, 2,688, 2,069 y 802.5 has. respectivamente, de los Estados anteriores, Guanajuato presenta un rendimiento medio de 14.797 ton/ha, mientras que en Aguascalientes se producen 30.871 ton/ha, lo anterior muestra una fuerte variación, que en parte es consecuencia del nivel de tecnología utilizado en la producción del cultivo (Siea. Sagarpa, 2005)

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. Por lo tanto los objetivos de presente trabajo fue estudiar la respuesta de plántulas de lechuga desarrolladas en microtúneles de diferentes colores de cubierta.

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, sin embargo aún existe poca información respecto al uso de cubiertas en la producción de plántulas de calidad para el trasplante.

Robledo y Martín (1981) mencionan que el forzado mediante 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. Por su parte Papaseit, *et al.* (1997) agregan que los microtúneles, junto con el acolchado son las dos técnicas más tradicionales de forzado de cultivos. 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 mas adecuadas para el desarrollo de los cultivos obteniéndose mayor cantidad y calidad de productos (Ibarra 1997).

La radiación solar es el factor climático más importante para las plantas en general, por que suministra la energía necesaria para el desarrollo de sus actividades fisiológicas. De la radiación que incide en las cubiertas plásticas, una parte es absorbida, otra es reflejada y otra se transmite. Aylsworth (1997), indica que en investigaciones realizadas se ha demostrado que el color de

plástico determina su comportamiento a la radiación y su efecto sobre el microclima cercano a la planta.

Una de las principales funciones de las hojas de las plantas es interceptar la radiación solar necesaria para poder llevar a cabo la fotosíntesis. Por tanto, los cultivos deben desarrollarse de tal forma que su área foliar les permita una máxima absorción de la radiación solar para así lograr el máximo desarrollo fisiológico (Jones, 1992).

Daza, C. A. (1994) encontró que los mejores resultados al producir plántulas de coliflor (*Brassica oleracea*) var. *Brotrytis*, en microtúneles con cubiertas plásticas de colores, fueron obtenidas al utilizar cubiertas de PVC blanco y PVC violeta. En cambio Muñoz, V. A. (1994) trabajando en la producción de plántulas de tomate bajo cubiertas plásticas de colores, concluyó que estas, acortan el periodo para el transplante y encontró que el PVC blanco es mejor para la producción de plántula de tomate.

Torres (1983) al trabajar con tomate establecido bajo cubiertas plásticas de colores, encontró que la cubierta amarilla permitió a las plantas de tomate mayor asimilación de CO₂, 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.

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano del 2004, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

La siembra fue realizada el 12 de marzo del 2004, bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A (parcela grande) fue el color de la cubierta del microtúnel (a1= Transparente, a2= Amarillo, a3=Rojo, a4=morado, a5=Celeste, a6=Blanco, a7=Azul y a8=Verde), como factor B (parcela chica) se tuvieron los genotipos de lechuga (b1=Kagraner summer, b2=Salinas y b3=Great lakes).

Los microtúneles de forma semicircular, que constituyeron cada tratamiento fueron construidos de 1.2 m de ancho por 2.4 m de largo y 85 cm de alto (radio del semicírculo). En la parte central de cada microtúnel se colocó un contenedor de madera de 10 cm de altura, recubierto con polietileno de color negro, en el cual se colocaron tres charolas (sembradas, una por genotipo) de poliestireno blanco de 200 cavidades. El sustrato utilizado para la siembra del cultivo fue constituido por turba y perlita en una proporción de 1:1.

Previamente a la siembra las charolas germinadoras fueron lavadas con agua y jabón y una solución con cloro en una proporción de un mililitro de cloro por cada litro de agua, posteriormente las charolas fueron llenadas con el sustrato previamente humedecido y la siembra fue realizada a una profundidad de aproximadamente 8 mm, de manera manual.

Los riegos al cultivo fueron diariamente a las ocho de la mañana y tres de la tarde, por microaspersión para evitar sacar el sustrato y maltratar las hojas de cultivo con el golpe del agua. Para la nutrición del cultivo en el agua de riego se aplicaron fertilizantes altamente hidrosolubles (nitrato de amonio, sulfato de calcio, fosfato monoamónico, nitrato de potasio, sulfato de magnesio, quelato de fierro, bórax y zinc).

En las plántulas desarrolladas bajo cada color de cubierta se estimaron las variables, peso fresco de la parte aérea (PFA), peso seco de la parte aérea (PSA), peso fresco de raíz (PSR), peso seco de raíz (PSR), altura de planta (AP), y numero de hojas (NH). Con los valores medios de las variables antes indicadas, se realizaron análisis de varianza y comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza realizado a las variables peso fresco aéreo (PFA), peso seco aéreo (PSA), peso fresco de la raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR), altura (AP) y numero de hojas (NH) en plántulas de lechuga, muestra que para el factor A, hubo diferencias altamente significativas para las variables antes indicadas demostrando que el color de las cubiertas plásticas si influyó de manera significativa sobre cada una de las variables bajo estudio. Las diferencias altamente significativas en el factor A, indican que al menos un color de cubierta tiene una influencia estadísticamente diferente del resto, sin importar el genotipo.

En el factor B o genotipos se observaron diferencias altamente significativas en todas las variables bajo estudio, excepto para la variable peso fresco aéreo, esto indica que el genotipo si influye sobre los valores medios de las variables indicadas, pero el peso fresco de la parte aérea de la plántula no fue influida por el genotipo. Las diferencias altamente significativas entre genotipos para las variables bajo estudio, indican que existen diferencias en cuanto a la capacidad de acumulación de fotosintatos y movilización hacia diferentes órganos de la plántula como raíz, hojas o tallos.

No se encontró diferencia significativa en la interacción de AxB, excepto para la variable NH, lo anterior indica que, en la mayoría de las variables el color de la cubierta afecta igual independientemente del genotipo, sin embargo como en la variable numero de hojas se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la interacción AxB, esto indica que la variable numero de hojas es modificado significativamente al cambiar de un color de cubierta plástica a otro, Ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de varianza realizado a variables de plántulas de lechuga, desarrolladas bajo diferentes colores de cubierta de microtúneles.

Fuente de Variación	Grados Libertad	CUADRADOS MEDIOS					
		PFA	PSA	PFR	PSR	NH	AP
Repetición	3	792.66*	7.26*	17.67NS	0.12NS	8.72NS	125.65*
Factor A	7	2199.35**	13.80**	96.35**	0.28**	26.64**	301.88**
Error A	21	201.04	1.52	8.87	0.05	3.00	26.43
Factor B	2	209.83NS	10.35**	19.78**	0.28**	129.86**	20.71**
Interacción	14	126.19NS	0.95NS	1.70NS	0.02NS	4.89*	5.20NS
Error B	48	72.96	0.62	1.88	0.01	2.06	3.05
Total	95						
C.V. (%)		26.22	27.46	24.23	27.62	19.62	9.38

• y ** = Significativo al 0.05 y 0.01 respectivamente de probabilidad de error.

La comparación de medias del Cuadro 2, muestra que la cubierta de color amarillo y celeste son los colores que mas favorecen el desarrollo del peso fresco y seco de la parte aérea de plántulas de lechuga, pero el peso fresco y seco de raíz se favoreció con los colores amarillo, rojo y blanco, esto permite concluir que este tipo de colores de cubierta promovieron una mayor acumulación de materia fresca y seca, probablemente como resultado de una actividad fotosintética superior. Lo anterior permite concluir que es mas recomendable, usar colores de cubierta diferentes al color transparente que es el tradicionalmente utilizado en cubiertas de invernaderos, para producción de plántulas.

El tratamiento con cubierta transparente presento los valores mas bajos en las variables estudiadas y fue estadísticamente igual al tratamiento con cubierta verde, excepto en altura de planta, donde el color verde presento la mayor altura. Los datos obtenidos indican que si se quiere producir plántulas de

lechuga de calidad, las cubiertas transparentes o verdes no son buena opción. La cubierta transparente permite la transmisión de porcentajes de luz superiores al 80 % incrementando la temperatura de manera importante en el interior de la estructura, induciendo un alto gasto energético y por lo tanto poca acumulación de fotosintatos y en el caso de las cubiertas de color verde, probablemente transmiten radiación en el rango del color verde, dando como resultado una baja eficiencia fotosintética. Las plántulas desarrolladas bajo la cubierta plástica de color verde fueron altas, pero muy delgadas y frágiles con baja acumulación de materia seca, como consecuencia de una baja acumulación de fotosintatos, resultante de la fotosíntesis poco eficiente.

Cuadro 2. Valores medios de las variables estudiadas en plántulas de lechuga desarrollados en microtúneles con diferentes colores de cubierta plástica.

Factor A Color de Cubierta	V a l o r e s m e d i o s					
	PFA(gr)	PSA (gr)	PFR(gr)	PSR(gr)	NH	AP(cm)
1. Transparente	16.129 c	2.554 abc	5.172 bc	0.427 ab	6.117 b	10.069 c
2. Amarilla	53.335 a	4.429 a	11.352 a	0.605 a	9.458 a	24.139 a
3. Rojo	24.069 bc	3.616 ab	4.492 bc	0.499 a	7.608 ab	14.649 bc
4. Morado	39.053 abc	2.827 abc	5.802 bc	0.364 ab	7.192 ab	19.164 ab
5. Celeste	46.205 ab	2.711 abc	5.311 bc	0.334 ab	7.842 ab	22.491 ab
6. Blanco	38.734 abc	3.773 ab	6.715 ab	0.463 ab	9.133 a	18.699 ab
7. azul	21.177 c	2.102 bc	5.377 bc	0.367 ab	5.650 b	15.579 bc
8. Verde	21.919 c	0.990 c	1.092 c	0.082 b	5.567 b	24.185 a

Valores con la misma letra en cada columna, son iguales entre si (Tukey al 0.01)

En el Cuadro 3, se muestra que en PFA no hubo diferencias significativas entre genotipos, pero en PSA, PFR, PSR y NH el genotipo Kagraner Summer presento la mayor acumulación de peso fresco y seco, en los diferentes colores de cubierta, mostrando una mayor eficiencia fotosintética, aunque en altura de planta exhibió el menor valor.

El genotipo Kagraner Summer nuevamente se comporto con mayores valores en la variable numero de hojas lo cual indica que es un genotipo de rápido crecimiento inicial que da ventajas en la etapa temprana en cuanto a variables tan importantes como es el peso seco radicular numero de hojas y peso seco aéreo, contribuyendo a tener una planta mas vigorosa en etapas tempranas, superando en altura de plántula al genotipo Great Lakes en mas del 60 %, característica que puede ser ventajosa en plántulas para la producción de lechugas de trasplante.

Cuadro 3. Valores medios de las variables estudiadas en plántulas de tres genotipos de lechuga desarrollados en microtúneles con diferentes colores de cubierta plástica.

Factor B Genotipos	V a l o r e s m e d i o s					
	PFA(gr)	PSA (gr)	PFR(gr)	PSR(gr)	NH	AP(cm)
Kagraner Summer	29.880	3.434 a	6.568 a	0.500 a	9.641 a	18.016 c
Salinas	34.975	2.297 b	5.142 b	0.341 b	6.309 b	19.515 a
Great Lakes	32.878	2.895 ab	5.282 b	0.336 b	6.012 b	18.260 ab

Valores con la misma letra en cada columna, son iguales entre sí (Tukey al 0.01)

CONCLUSIONES

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. Las plántulas desarrolladas bajo cubierta de color verde presentaron mayor altura pero estas fueron frágiles y con hojas muy delgadas, o plántulas de mala calidad para trasplante.

El genotipo Kagraner Summer tiene mayor capacidad de acumulación de materia seca en etapas tempranas, originando plántulas de mayor calidad para trasplante.

LITERATURA CITADA

- Aylsworth D. J. 1997. Novedades sobres plásticos. Productores de hortalizas. p. 26-28.
- Daza C. A. 1994. Respuesta de plántulas de coliflor *Brassica oleracea* var. botrytis Bajo cubiertas plásticas de colores en microtúneles. Tesis de licenciatura.
- Ibarra J. L. 1997. Acolchado de suelos. Curso Nacional de Plásticos en la agricultura. UAAAN. (CIQA). 3-7 de Noviembre de 1997.
- Jones G. H. 1992. Plants and microclimate. A quantitative approach to environmental plant physiology. Second edition. Cambridge University Press, 428 p.
- Monteith J. L. and M. H. Unsworth. 1990. Principles of environmental physics, second edition, Chapman and Hall, Inc. 291 p.
- Muñiz V. A. 1994. Producción de planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo cubiertas plásticas de colores. Tesis de licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Papaseit P., J. Badiola y E. Armaguel 1997. Los plásticos y la agricultura editorial de hortalizas.

Roblero P. F. y L. Martín, V, L. 1981. Aplicaciones de los plásticos en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Siea.Sagarpa. 2005. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.
www.siea.sagarpa.gob.mx/ar_comagri.htm

Torres R. E. 1983. Invernaderos familiares: Producción intensiva de alimentos bajo cubiertas plásticas. En: Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar. Univ. Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Pp 1-10.