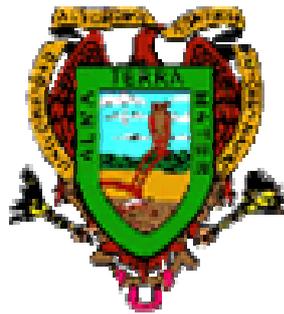


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



EFFECTOS DE PLÁSTICOS FOTOSELECTIVOS EN LA
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE MELÓN (var. Top Mark).

Por:

JACOBO DAVID ORTIZ VELÁZQUEZ

TESIS PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE;

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buena vista, Saltillo, Coahuila, México
Enero 2007.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

EFFECTOS DE PLÁSTICOS FOTOSELECTIVOS EN LA PRODUCCIÓN DE
PLÁNTULAS DE MELÓN (var. Top Mark).

Tesis presentada por:

JACOBO DAVID ORTIZ VELÁZQUEZ

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO DICTAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE;

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

Presidente del jurado

Sinodal

Dr. JOSÉ HERNÁNDEZ DÁVILA

ING. ELYN BACÓPULOS TÉLLEZ

Sinodal

Sinodal

Dr. HOMERO RAMÍREZ R.

Dr. VALENTÍN ROBLEDO TORRES

Coordinador de la División de Agronomía

M. C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA

Buena vista, Saltillo, Coahuila, México
Enero 2007.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

*SR. CARMELITANO ORTIZ RAMÍREZ
SRA. ODILIA VELÁZQUEZ ROBLERO*

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

A MIS HERMANOS (A)

SARAI, CONRADO, NEREO Y ELISEO.

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

A MIS SOBRINOS (AS) Y CUÑADAS

*VIRJIANA, KENYA, KEYLA, LESLY, DAVID, YAELITO, TANITO, ALEX, CLAUDIO, A
LA QUE VIENE EN CAMINO.*

Con mucho cariño comparto con ustedes este esfuerzo y logro.

*EN FIN A TODA MI FAMILIA POR SUS APOYOS QUE ME BRINDARON DURANTE MI
ESTANCIA EN LA UNIVERSIDAD.*

AGRADECIMIENTOS

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

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

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

AL ING. ELYN BACÓPULOS TÉLLEZ, por su amistad y su colaboración en la realización de este trabajo.

AL DR. HOMERO RAMÍREZ R. Y AL DR. VALENTÍN ROBLEDO TORRES, por sus colaboración incondicional en la realización de este trabajo.

A mis maestros que también gracias a sus enseñanzas logré esta meta.

A mis compañeros de trabajo *Deysi, Berta, Lupita, Cleiver, Dover y Martín*, por sus colaboración en el trabajo de campo y en el laboratorio.

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

A mis compañeros de la generación CII de la especialidad de horticultura por su amistad y aquellos momentos inolvidables que compartieron conmigo; les deseo lo mejor.

ÍNDICE GENERAL

	Pág
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	viii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Hipótesis	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Importancia económica	3
Origen e historia	4
Requerimientos climáticos	4
Objetivos del trasplante	4
Producción de plántulas	5
Cultivos protegidos	6
Macrotúneles	6
Cubiertas	7
Propiedades ópticas de los plásticos utilizados en la agricultura	7
Fisiología vegetal y medio ambiente	8
Temperatura	8
Transpiración	8
Características de radiación	8
Calidad de la luz	9
La luz como factor morfogenético	10
Influencia espectral en la fisiología de la planta	12
Energía luminosa o visible	14

Características de algunos colores de plásticos -----	15
La biomasa vegetal -----	16
Trabajos realizados con plásticos fotoselectivos -----	17
MATERIALES Y MÉTODOS -----	20
Ubicación del experimento -----	20
Clima -----	20
Establecimiento del experimento -----	20
Materiales -----	21
MÉTODO -----	22
Análisis estadístico -----	22
VARIABLES EVALUADAS -----	22
Días a emergencia -----	22
Peso fresco del vástago -----	23
Peso fresco de la raíz -----	23
Peso seco del vástago -----	23
Peso seco de la raíz -----	23
Biomasa fresca total -----	23
Biomasa seca total -----	24
Área foliar -----	24
Altura de la plántula -----	24
Diámetro del tallo -----	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	25
Biomasa fresca total -----	25
Biomasa seca total -----	26
Biomasa fresca del vástago -----	28
Biomasa seca del vástago -----	29
Biomasa fresca de la raíz -----	30
Biomasa seca de la raíz -----	32
Área foliar -----	33
Diámetro de tallo -----	34
Altura de planta -----	35

CONCLUSIONES	-----	37
BIBLIOGRAFÍA	-----	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág
Cuadro 1. La importancia del melón a nivel mundial -----	3
Cuadro 2. Variables climáticas óptimas para el cultivo de melón -----	4
Cuadro 3. Calidad y efectos de la radiación solar -----	13
Cuadro 4. Influencia de la luz en la fisiología de las plantas -----	14
Cuadro 5. Análisis de varianza en la producción total de biomasa fresca de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	26
Cuadro. 6 Comparación de medias en la producción total de biomasa fresca (g) de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	26
Cuadro. 7 Análisis de varianza en la producción total de biomasa seca de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	27
Cuadro. 8 Comparación de medias en la producción total de biomasa seca de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	28
Cuadro. 9 Análisis de varianza en la distribución de biomasa fresca en el vástago de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	29
Cuadro. 10 Comparación de medias en la distribución de biomasa fresca en el vástago de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	29
Cuadro. 11 Análisis de varianza en la distribución de biomasa seca del vástago de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	30
Cuadro. 12 Comparación de medias en la distribución de biomasa seca	

del vástago de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	30
Cuadro. 13 Análisis de varianza en la distribución de biomasa fresca de la raíz de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	31
Cuadro. 14 Comparación de medias en la distribución de biomasa fresca en la raíz de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	31
Cuadro. 15 Análisis de varianza en la distribución de biomasa seca de la raíz de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	32
Cuadro. 16 Comparación de medias en la distribución de biomasa seca en la raíz de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	33
Cuadro. 17 Análisis de varianza del área foliar de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	34
Cuadro. 18 Comparación de medias en la acumulación de área foliar en plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006 -----	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.		Pág
Figura 1.	Diámetro de tallo de plántulas de melón por efecto de cubiertas plásticas -----	35
Figura 2.	Altura de planta al momento del trasplante, en plántulas de Melón por efecto de la cubierta plástica fotoselectiva -----	36

INTRODUCCIÓN

Actualmente la agricultura se practica en una amplia variedad de ambientes modificados, conocidos como agroecosistemas. Los invernaderos, con cultivos en sistemas hidropónicos o sustratos inertes y control ambiental, son el mejor ejemplo de los ecosistemas artificiales creados para desarrollar la agricultura.

Así, en el futuro el agricultor deberá estar cada día mejor preparado en conocimientos y en infraestructura para desarrollar una agricultura más eficiente y menos contaminante, los invernaderos y las nuevas tecnologías agrícolas, entre ellas los modernos sistemas de riego por goteo y micro aspersion, están contribuyendo a ello, situación que exige una mayor capacitación de los productores.

La horticultura representa un factor muy importante en la economía del país, ya que ofrece al mercado interno y externo una producción significativa dentro de la producción global de alimentos, y se ha incrementado en los últimos años, principalmente para exportación teniendo una creciente demanda.

El cultivo de melón un fruto hortaliza, ha experimentado en los últimos años un desarrollo extraordinario en todo el mundo, pasando de ser un producto de consumo minoritario a otro de amplia aceptación. Hecho que se fundamenta en el crecimiento de las superficies cultivadas y sobre todo en la mejora general del cultivo.

Tiene como importancia económica básicamente a la utilización de gran cantidad de mano de obra en la región donde se cultive, principalmente en la cosecha del producto, ya que los cortes se realizan cada dos o tres días y aún

diariamente durante la época cálida, posteriormente le sigue el acarreo, clasificación y empaque.

La inclusión de diversos materiales de plástico en las actividades agrícolas es una opción que en alguna de sus modalidades ha permitido en diversas regiones del mundo elevar la producción en base a incrementos de ésta por unidad de superficie, reducción de riesgos por factores climáticos y mejor aprovechamiento del agua.

En la búsqueda de mayores rendimientos, así como la eficientación de los recursos disponibles, con películas fotoselectivas se aprovecha el efecto favorable que ciertas regiones de longitud de onda del espectro electromagnético (ciertos colores) promueven en la planta, en actividades vitales de la planta como son efectos de la fotosíntesis. Las propiedades ópticas tales como la reflectancia y la transmitancia de las películas fotoselectivas pueden verse afectadas por diversos factores como son, la condensación del agua, la presencia de materiales extrañas y también por los procesos fotooxidativos, introducidos por envejecimiento (Flores, 1996).

OBJETIVOS

- Evaluación de cubiertas de diferentes colores en el cultivo de melón, variedad Top Mark.
- Determinación de la cubierta que tenga el mayor efecto en la germinación y otros aspectos importantes para la producción de plántulas de este cultivo.

HIPOTESIS

- Las cubiertas de colores influyen en la distribución de biomasa en plántulas de melón variedad Top Mark.
- Existe diferencia en los colores de plástico, con respecto a la buena producción de plántulas de melón, variedad Top Mark.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia económica del melón

El melón, cuya parte comestible es un fruto maduro, tiene al igual que la sandía, gran demanda en época calurosa. Dentro de la familia de las cucurbitáceas, ocupa el cuarto lugar en importancia por la superficie sembrada que ocupa (Cuadro 1). También cobra importancia por la gran demanda de mano de obra que genera, respecto a la superficie sembrada en México.

El melón tiene una gran demanda en el mercado nacional e internacional con exportaciones hacia países como Canadá y Estados Unidos. Es una de las hortalizas de mayor importancia económica en México, específicamente en el Estado de Coahuila, principalmente en la región de la Laguna y Paila con grandes superficies dedicados a este cultivo.

Cuadro 1. La importancia del melón a nivel mundial.

Cultivo promedio	Área cosechada (ha)	Rendimiento (kg/ha)
Calabaza de todas	1, 014, 000	5, 865
Melón	427, 000	13, 038
Pepino y pepinillo	522, 000	14, 934
Sandía	1, 918, 000	11, 787

Fuente: SEP, 1983

Origen e historia.

Se afirma que el melón es originario de Asia, principalmente de Irán e India. En el siglo XV se cultivaba en Islandia (1494), en América Central en 1516 y en Estados Unidos hacia el año 1609.

Requerimientos climáticos del melón

Para su germinación se necesitan temperaturas comprendidas entre 12 y 23°C, aunque su mejor germinación se consigue entre los 18 y 20°C (García, 1994). Durante el periodo de desarrollo, las temperaturas cercanas a los 18° y 30°C le son muy benéficos siempre y cuando la mínima no desciende de 15°C, ni la máxima sobrepase a los 30°C, pero la temperatura ideal para la maduración es de 18°C, consiguiendo mayor calidad del azúcar cuando sobrepasa este valor (Hernández, 1992). Sin embargo Valadez (1994) menciona valores diferentes a los de arriba citados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variables climáticas óptimas para el cultivo de melón (Valadez, 1994)

Fase de desarrollo	T ⁰ mínima	T ⁰ máxima	HR mínima	HR máximo
Germinación	28.0	32.0	65.0	75.0
Desarrollo vegetativo	20.0	23.0	60.0	70.0
Floración	20.0	23.0	60.0	70.0
Fructificación	25.0	30.0	55.0	65.0

Objetivos del trasplante

En México, se sembraron en el 2005 aproximadamente 500, 000 ha de hortalizas. Muchos productores han cambiado la siembra directa por el

trasplante, por que dan poblaciones más homogéneas, cosechas tempranas y maduración uniforme de las plantas, para esto hay que seleccionar la semilla adecuada, el medio de crecimiento y la calidad del agua (Hassell, citado por Juárez, 2000).

Los trasplantes permiten al productor reducir costos y aumentar utilidades por que se logran más temprano las cosechas, se producen más cosechas por año; se reduce la siembra directa, aumenta la tasa de germinación y se ahorra dinero al usar semillas híbridas (Miller, citado por Juárez, 2000).

Juárez (2000), cita las ventajas más importantes que existen entre la propagación de trasplante y siembra directa:

- Uso intensivo de las áreas de producción.
- Producción escalonada de acuerdo con las fechas de siembra.
- Reducción de los trabajos de cultivos.
- Empleo más eficiente de semillas.
- Mejor aprovechamiento de los insumos.
- Optimización de la germinación y el crecimiento de las plantas.
- Producción de plantas sin limitaciones de clima.

Producción de plántulas

Claridades Agropecuarias (2000), cita que la producción de plántula es una actividad importante para el posicionamiento del melón en ventanas óptimas del mercado, que permiten tener beneficios inmediatos en el precio de venta, en la producción de plántulas en invernaderos, con lo que se puede adelantar el ciclo del cultivo, al tener reguladas las condiciones de luz, humedad y temperatura reduciendo entre 30 y 35 días la producción de campo, lo que permite que se pueda establecer un segundo cultivo.

Si consideramos que la duración del cultivo desde la siembra hasta la cosecha es de 90 días en la mayoría de los casos, se estaría realizando la cosecha en 60 días como máximo, lo que permitiría ingresar antes las exportaciones al mercado estadounidense.

Cultivos protegidos

Estructuras construidas por el hombre con la finalidad de evitar las restricciones que el medio impone al desarrollo de las plantas cultivadas. Así, mediante el empleo de dichas estructuras se reducen al mínimo las condiciones restrictivas del clima sobre los vegetales. Al respecto, en las últimas décadas se han desarrollado varios tipos de elementos protectores que plantean diferentes alternativas para recrear condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de los cultivos, de acuerdo a los requerimientos climáticos de cada especie y en concordancia con los factores climáticos de cada región.

Así, las modificaciones ambientales, logradas con cada tipo de estructura, permiten ofrecer un medio más favorable para que las plantas expresen su potencial productivo sin las restricciones ambientales a que están sometidas cuando se desarrollan a campo abierto.

Macrotúneles

Este tipo de estructuras son las ideales para semilleros o almácigos de especies hortícolas y ornamentales, como abrigo en la propagación vegetativa de especies de interés comercial y para la producción de hortalizas y plantas ornamentales. Tienen como ventaja su fácil construcción y como principal desventaja, con respecto a los invernaderos de mayor tamaño, es que retienen menos calor durante la noche, debido a su poco volumen. Otra desventaja es su elevada temperatura durante el día por carecer de ventilación cenital.

Cubiertas

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

Propiedades ópticas de los plásticos utilizados en la agricultura

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, intensificando y filtrando determinadas longitudes de ondas.

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.

Un material ideal como cubierta debe dejar pasar las radiaciones comprendidas entre 300 y 3000 nm y ser opaco a las radiaciones de mayor longitud de onda, que corresponden a la radiación infrarroja emitida por el suelo y las plantas; para estas radiaciones, la atmósfera es transparente en días propicios a las heladas.

En consecuencia, los plásticos para invernaderos deben tener buena transmitancia global de luz visible, poder de difusión de luz para eliminar o reducir la proyección de sombras y antiadherencia al polvo.

Fisiología vegetal y medio ambiente

La luz favorece la fotosíntesis, fenómeno responsable del aumento de masa vegetal, actuando negativamente sobre el crecimiento de los tallos favoreciendo en cambio el desarrollo de las hojas. Los vegetales elaboran durante el día los materiales orgánicos y los acumulan en forma de reserva. La falta de luz en las plantas da lugar a un crecimiento desordenado de los tallos, alargándose los entrenudos quedando sin resistencia.

Temperatura

Todas las funciones vitales de las plantas necesitan de unas temperaturas críticas, y por encima o por debajo de ellas, no se realizan o se ven dificultades. Cada especie vegetal, en cada momento crítico de su ciclo biológico, necesita de una temperatura óptima para su desarrollo normal. La temperatura influye en la transpiración, respiración, fotosíntesis, germinación, crecimiento, floración, fructificación y otras funciones vitales. Cada especie vegetal tiene una temperatura óptima de desarrollo que, para la mayoría, está comprendida entre los 20 a 30⁰C; igual ocurre en la germinación, brotación, etc.

Transpiración

Si la temperatura es alta dentro de una estructura y si no hay aporte de humedad en el ambiente, las plantas pueden llegar a deshidratarse, sin recuperación posible, sobre todo cuando los vegetales son jóvenes.

Características de Radiación

La radiación es el proceso físico por medio del cual se transmite energía en forma de ondas electromagnéticas en línea recta y una velocidad de 300, 000

km/segundo; esta transmisión se realiza sin intervención de una materia intermedia ponderable como portadora de energía.

La radiación que llega al límite superior de la atmósfera está formada por rayos de distinta longitud de onda, principalmente:

- Rayos ultravioletas. No son visibles y su longitud de onda es muy pequeña, menor de 0.3 micrones.
- Rayos luminosos. Son los únicos visibles y su longitud de onda varia entre 0.36 a 0.76 micrones.
- Rayos térmicos (infrarrojos). No son visibles y su longitud de onda es mayor de 0.76 micrones.

Calidad de la luz

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

Es importante además de la calidad (longitud de onda), la cantidad (intensidad) del flujo de la radiación, ya que la transferencia del vapor de agua en la transpiración, el consumo de CO₂ y el transporte de nutrientes están directamente correlacionados con la cantidad de radiación neta (Torres, 1984).

Las plantas “funcionan” o “trabajan” con energía solar. Todas las plantas captan la energía del sol y la transforman en sustancias que directa o indirectamente, alimentan a la mayoría de las otras formas de vida de la tierra. Debido a esto el destino de una semilla germinada, o de una futura planta depende no solamente de la intensidad de la luz, si no también de la calidad de la luz que recibe la plántula, y de esta calidad dependen el tamaño de la planta adulta, la cantidad de hojas, el principio de la floración, de la fructificación y de la

senescencia, siendo de esta manera la luz, la que determina todos los aspectos de la vida vegetal según el proceso de “fotomorfogénesis” (Zarka, 1992).

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

La luz como factor morfogenético

La fotomorfogénesis puede definirse como la influencia de la luz sobre el desarrollo de la estructura de las plantas, por lo que ésta requiere de cierta habilidad para percibir la luz ambiental necesaria para su sobrevivencia. La luz es de especial importancia para Agrometeorología tanto por la cantidad como por la calidad de luz recibida por los cultivos, o sea la intensidad de la radiación y el rango de longitud de onda.

La radiación solar es heterogénea en cuanto a longitudes de onda, pudiendo separarse en radiación ultravioleta (UV), radiación visible (LUZ) y radiación infrarroja (IR). Serrano (1990) menciona que las radiaciones UV actúan desfavorablemente sobre la forma de las plantas, dando lugar a hojas frondosas y plantas rechonchas, mientras que las radiaciones IR tienen poca influencia sobre el crecimiento, en cambio la acción térmica que producen estas radiaciones si tienen influencia, en tanto que los mejores resultados de

crecimiento y formación de la planta se obtienen con las longitudes de onda que más se acerquen a la composición espectral que necesita la fotosíntesis más 50, 000 lux (unidades de iluminación que es igual a la cantidad de luz que recibe normalmente un metro cuadrado de superficie de una esfera de un metro de radio cuando se coloca en su centro un foco luminoso cuya intensidad sea de una bujía).

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

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

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

El fitocromo está implicado en muchas respuestas fisiológicas de la planta como son la germinación de las semillas y la floración. Existen evidencias de que la

planta posee un pigmento receptor de luz azul llamado criptocromo, aunque no ha sido identificado química ni físicamente, aunque algunas investigaciones reportan que los efectos de la luz azul en el desarrollo de las plantas incluyen la formación de antocianinas, el fototropismo y elongaciones del hipocotilo (Decoteau y Friend, 1991).

Influencia espectral en la fisiología de la planta

Cada especie vegetal requiere de una cantidad específica luminosa para desarrollar la fotosíntesis y expresar su potencial productivo. Si les falta luz, las plantas tienden a alargarse y crecen con tallos y ramas débiles. Por el contrario, si una planta tiene más iluminación de la requerida, crecerá lentamente, presentará tallos duros, hojas arrocetadas. Dentro de un macrotúnel una cantidad excesiva de luz traerá como consecuencia temperaturas altas y baja humedad relativa, aumentando la transpiración de las plantas y el consumo de agua (Martínez, 1995).

Daponte y Verschaeren (1994) mencionan que es bien conocido que la luz solar consiste en radiaciones electromagnéticas de amplia variedad de frecuencias y energía cuántica. Solo una porción muy pequeña es visible para el ojo humano, encontrándose en el rango de los 380 a 720 nm. Este rango es responsable de muchas respuestas fisiológicas de la planta.

En Torres (1984) se encontró información de los trabajos realizados, donde fueron utilizados cubiertas de plástico de diferentes colores (amarillo y rojo); y aunque él concluye que estos colores son buenos para la fisiología de la planta, en realidad se ha quitado dicho color o banda. Los datos del siguiente cuadro están basados en observaciones hechas por el autor citado.

Cuadro 3. Calidad y efectos de la radiación solar

Banda o color en el espectro	Longitud de onda en nm	Sensibilidad espectral del ojo humano	Influencia en la fisiología de la planta
Amarilla	de:550 570 a: 590	67% 98% 81%	<ul style="list-style-type: none"> • Asimilación de CO₂ • Incremento en vigor, tamaño y calidad de fruto. • Baja absorción por los pigmentos • Regular efecto en germinación, enraizamiento, crecimiento de tallos, tamaño de hojas
Rojo	de: 630 a: 760	44% 8%	<ul style="list-style-type: none"> • Buen efecto en fotosíntesis • Germinación de semillas y asimilación de CO₂ • Baja absorción por la clorofila y gran influencia en fotosíntesis y fotomorfogénesis • Bueno para enraizamiento y tamaño de hojas • Óptimo para germinación, fotosíntesis y crecimiento de tallos.

Por último los datos reportados por Bueno (1984) están basados en estudios hechos a dos películas de PVC fotoselectivo, azul y rojo desarrolladas para cubierta de invernadero, ambos reducen la transmisión de las radiaciones verde-amarilla e incrementan las azules y rojas, en las que encontraron que la película azul controla mejor las temperaturas reduciendo de uno a dos grados la temperatura en el interior con respecto a la máxima externa y los mismos que incrementa por la noche con respecto a la mínima exterior registrada, recomendando las películas azules para semilleros, cultivos de hoja y tubérculos, mientras que las rojas para cultivos precoces como sandía, berenjena, tomate, pimiento, fresón y flores.

Bidwell (1990) dice que la calidad de la luz tiene diferentes efectos en procesos como germinación, crecimiento de tallo, tamaño de hojas, fotosíntesis y enraizamientos, pero los colores como el amarillo y verde no son tan buenos para los procesos citados.

Cuadro 4. Influencia de la luz en la fisiología de las plantas.

Fisiología de las plantas		Germinación	Crecimiento de tallos	Tamaño de hojas	Fotosíntesis	Enra
Clase de luz						
UV	Lejano	X	X	X	X	
	Próximo	Efecto restrictivo			R	
Visible	Violeta	O	B	O	O	O
	Azul oscuro					
	Azul					
	Verde	R	R	R	B	R
	Amarillo	O	O	B	O	B
	Anaranjado					
Rojo						
Infra-rojo	Próximo	Necesario para calentar				
	Lejano	Necesario para conservar el calor				

Enra = enraizamiento, X= Malo, O= Optimo, B= Bueno, R= Regular.

Energía luminosa o visible.

La luz es la energía radiante, luminosa o visible; comprendida entre los 390 a los 760 nanómetros de longitud de onda del espectro electromagnético, es responsable de la luminosidad que capta el ojo humano. Al incidir sobre los objetos, la luz es reflejada afectando nuestra vista, lo que hace posible el fenómeno de la visión. Este tipo de energía ocupa una pequeña porción del total de la energía emitida por el sol, siendo de diferentes colores de acuerdo con su longitud de onda.

Características de algunos colores de plásticos.

Los materiales transparentes a la luz tienen una frecuencia de vibración menor a la de la luz visible y sus átomos no pueden ser afectados por las ondas de este tipo de luz, por lo tanto dejan pasar diferentes longitudes de onda. Este es el caso del vidrio, el agua y los materiales transparentes. Las ondas infrarrojas, cuyas frecuencias son menores que las de la luz visible, hacen vibrar no solo los electrones, sino toda la estructura del material, aumentando la temperatura del cuerpo afectado. Esto ocurre con todos los cuerpos opacos y negros, la luz solar los calienta cuando incide sobre ellos porque captan la mayor parte de ella, la convierten en calor y reflejan poca energía (Hewitt, 1995).

El polietileno transparente tiene un poder absorbente del 5 al 30%, en los espesores utilizados en agricultura; el poder de reflexión es de 10 al 14 %, el poder de difusión es bajo; según esto la transparencia del polietileno está comprendida entre el 70 y 85%, es decir dentro del recinto cubierto por el material plástico se percibe un 15 a 30% menos de luz que en el exterior (Ledesma, 1994). En el plástico transparente las fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche son pronunciadas; en el día el efecto de invernadero está a su nivel máximo, siendo transmitido el 80% de la radiación al suelo. En la noche la permeabilidad del plástico a la radiación de longitud de onda infrarroja es alta, lo cual significa que la pérdida de energía térmica de radiación terrestre sea considerable (Ibarra y Rodríguez, 1991).

La disponibilidad de los colores de la luz, de menor longitud de ondas ocurre en este orden; el color violeta (390-420 nm), el azul (420-492 nm), el verde (492-535 nm), el amarillo (535-586 nm), el naranja (586-647 nm) y el rojo (647-760 nm). La mezcla de estos colores da origen a la luz blanca y cuando se presentan por separado en secuencia forman el arco iris (Torres, 1984; Hewitt, 1995; Fuentes, 1996).

El color rojo transmite una longitud de onda desde 825 a 800 nm en respuesta a la fotosíntesis, germinación y desarrollo vegetativo de plántulas (Orzolek *et al.*, 1995)

El plástico blanco, no permite el paso de luz, debido a la reflexión de la capa blanca. Por el color del film, refleja el mayor porcentaje de la radiación incidente, lo cual permite que la temperatura por lo general sea más fresca (Solplas, 2002).

Las radiaciones azules y rojas son más favorables para el desarrollo horizontal de las plantas (tallos menos largos, mayor peso de hojas, mayor peso de raíces, etc.). Además se consigue reducir la temperatura en uno o dos °C en las horas de máxima luminosidad (Serrano, 1990). También, Bidwell (1990) reportó que la calidad de la luz en las bandas violeta, azul oscuro y azul son óptimas para germinación, el tamaño de las hojas y para el enraizamiento; en cambio, la luz en las bandas verde y amarilla es regular para estos mismos procesos. El color anaranjado es óptimo para germinación.

La biomasa vegetal

Biomasa, abreviatura de masa biológica, es un término genérico que hace referencia a la cantidad de materia viva producida por plantas, animales, hongos o bacterias, en un área determinada. Se suele utilizar para hacer referencia al combustible energético que se obtiene directa o indirectamente de estos recursos biológicos.

La fuente original de la energía presente en la biomasa es el sol. Los cloroplastos (pequeñas "factorías" presentes en las plantas) usan la energía solar (en forma de energía luminosa, o fotones), el CO₂ presente en el aire, y el agua del suelo para fabricar carbohidratos (azúcar, celulosa, etc.). La energía original proveniente del sol, se almacena ahora en todos estos componentes.

Los procesos fisiológicos de las plantas están afectadas por la radiación comprendida entre las longitudes de onda de 300 nm- 100 μ m, que incluyen la radiación ultravioleta (UV), fotosintéticamente activa (PAR) e infrarroja (IR) (Jones G., 1992). Monteith, citado por Francisco Camacho, 2005), demostraron que la producción de materia seca está relacionada con la cantidad de radiación interceptada por los cultivos. Las plantas absorben, transmiten y reflejan la radiación en diferentes proporciones para las distintas longitudes de onda. Así, para la radiación PAR (400 – 700 nm) el espectro de absorción de la hoja es del 90% de la radiación incidente, mientras que en la región del infrarrojo cercano (700 – 3 000 nm) transmite la casi totalidad de la radiación, para reducir el calor almacenado producido por las longitudes de onda que no se utilizan en la fotosíntesis.

Existen evidencias de que la producción de materia seca, particularmente durante la fase vegetativa del crecimiento de la planta, es una función lineal de la cantidad de radiación interceptada, por ello la transmisividad del material de cubierta es una propiedad importante.

Trabajos realizados con plásticos fotoselectivos

Hoyos (1996) con el cultivo de pepino cultivado durante 45 días en invernadero con diversas cubiertas de películas fotoselectivas encontró que en peso fresco del tallo, raíz y hoja el plástico rojo y testigo fueron los mejores; en peso seco del tallo, hoja y raíz, también el plástico rojo y testigo fueron los mejores; en longitud del tallo el mejor fue el plástico rojo; en diámetro del tallo el mejor fue el testigo, seguido por la cubierta roja.

Hernández *et al.*, (1993) encontró que los trasplantes de mejor calidad del cultivo de Brócoli, por su crecimiento horizontal, fueron obtenidos al cubrir el microtúnel con policloruro de vinilo de color blanco y violeta, seguidos por los

trasplantes producidos en microtúnel cubierto con polietileno de color amarillo y anaranjado.

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

Robledo *et al.* (2004) de sus resultados se muestra que la cubierta de color amarillo y celeste son los colores que más favorecen el desarrollo del peso fresco y seco de la parte aérea de plántulas de lechuga, pero el peso fresco y seco de raíz se favoreció con los colores amarillo, rojo y blanco, esto permite concluir que estos tipos de colores de cubierta promovieron una mayor acumulación de materia fresca y seca, probablemente como resultado de una actividad fotosintética superior.

Domínguez (2005) de sus resultados obtenidos es posible concluir que las cubiertas de color transparente influyen favorablemente en el aumento de biomasa logrando plántulas de mayor calidad en tomate de cáscara y con resultados similares al amarillo y blanco; las cubiertas de color amarillo inducen un crecimiento del tallo y parte aérea y altos pesos frescos y secos, originando plantas de alta calidad, sin embargo el color rojo indujo altos pesos frescos de raíz y el transparente presentó altos pesos secos de raíz y materia seca total, la 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 fotosíntesis y resistencia durante el trasplante. También las cubiertas de color blanco y amarillo influyeron favorablemente en el cultivo de lechuga en el aumento de biomasa.

Sánchez (2005) encontró que en la producción de plántulas de lechuga en microtúneles con cubiertas fotoselectivas hubo mejores resultados con los tratamientos amarillos y blancos.

Torres (1984), al trabajar con tomate con plásticos fotoselectivos, dedujo que la cubierta amarilla permitió a las plantas 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 influidos positivamente.

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

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

Este trabajo se realizó bajo condiciones de macrotúneles cubiertos con diferentes colores de plástico en el periodo de Marzo-Abril del 2006 en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que está localizada al sur de Saltillo, Coahuila, México; a 25° 22' Latitud Norte y 101° 00' Longitud Oeste a 1742 msnm.

Clima

El clima es Bsokw(e), que significa seco, con verano cálido y con lluvias en verano con temperaturas extremas. La temperatura media anual es de 19.8°C con una oscilación de 10.4°C. La precipitación total anual media es de 298.5mm. El mes más lluvioso es Junio y el más seco es Marzo

Establecimiento del experimento

Para llevarse a cabo dicho trabajo, primeramente se establecieron cuatro macrotúneles en el departamento de Horticultura de la UAAAN, de las siguientes medidas (12 mts de largo por 4 mts de ancho y 2 mts de alto con una ventila lateral de 1m de ancho), para esto se utilizaron tubos galvanizados de ½", los cuales fueron cubiertos con plásticos fotoselectivos de diferentes colores, usando como testigo al trasparente de calibre 600 y otros colores de calibre 300 (amarillo, rojo y blanco). "T1 = trasparente, T2 = amarillo, T3 = rojo, T4 = blanco" (4 tratamientos con 4 repeticiones) por lo tanto se tuvieron 16 repeticiones. Para las repeticiones se utilizaron charolas de 60 cavidades con

sustrato de Peat-moss + Perlita, y una semilla de melón (var. Top Mark) por cada cavidad.

Se lavaron muy bien las charolas con detergente y cloro con el objetivo de desinfectarlos, luego se mezcló el sustrato (Peat-moss+Perlita), se llenaron las charolas con dicha mezcla y se procedió a realizar la siembra (melón, var. Top Mark), cabe mencionar que el sustrato empleado se le aplicó agua para tenerlo húmedo y así tener más acceso a una buena germinación; se colocaron cuatro charolas por cada macrotúnel y se sacó un promedio de días desde la siembra hasta la emergencia de las primeras plántulas y así hasta tener el 60% de plántulas emergidas (dds) para empezar a tomar datos para nuestras variables (días a emergencia, biomasa fresca del vástago y raíz, biomasa seca del vástago y raíz, área foliar), se tomaron plántulas representativas y se realizaron 4 evaluaciones; (altura de planta y diámetro de tallo) nada más fue una evaluación, está fue al final, cuando las plantas estaban listas para el trasplante.

Al siguiente día de la siembra se empezaron a regar las charolas y esto fue todos los días para mantenerlo siempre con la humedad requerida para una buena producción de plántulas, se empleó una regadera de aproximadamente 4-5 litros de capacidad.

Para las muestras se tomó una planta representativa por repetición y tratamiento, se separó el vástago de la raíz en el cuello de la planta, la raíz se limpió muy bien y se usó una balanza analítica (gr), un medidor de área foliar modelo Li 3000A (cm²), bolsitas de papel y estufa a 70⁰C.

Materiales

- 4 macrotúneles de 12 m de largo por 4 m de ancho y 2 m de alto; con ventila lateral de 1 m de ancho.
- Tubo galvanizado de ½ pulgada.

- Polietileno de color rojo, amarillo, blanco de calibre 300 y transparente de calibre 600.
- Sustrato de peat-moss más perlita.
- Semillas de melón (variedad Top Mark).
- Medidor de área foliar, modelo Li 3000A.
- Vernier.
- Termómetro.
- Regla métrica.
- Estufa.
- Charolas de 60 cavidades.
- Regaderas.
- Balanza analítica.
- Bolsas de papel.

MÉTODO

Análisis estadístico

A los resultados que se obtuvieron se les practicó el análisis de varianza, esto para determinar si hay diferencias significativas entre los tratamientos, la comparación de medias de Tukey se realizó con el paquete computacional de la FAUANL, versión 2.5 (Olivares, 1995).

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques completamente al azar con 4 repeticiones y 4 tratamientos teniendo un total de 16 unidades experimentales.

VARIABLES EVALUADAS

Días a emergencia.

Se estuvieron contando las plántulas a partir de la primera ya emergida, así hasta tener el 80% de plántulas emergidas por repetición y tratamiento. Con respecto a la fecha en donde se logró lo anterior mencionado más la fecha de siembra se procedió a calcular los días a emergencia.

Peso fresco del vástago

Se escogieron plántulas al azar y representativas, una por repetición y tratamiento, luego se procedió a separar la parte aérea de la raíz; y se pesó en una balanza analítica. Cabe mencionar que estas lecturas se realizaron a cada 5 días después de la primera, hasta tener 4 evaluaciones, las muestras se iniciaron a los 18 dds.

Peso fresco de la raíz

De las plántulas muestreadas para la variable anterior, se limpiaron muy bien las raíces y se pesaron en la balanza analítica.

Peso seco del vástago

El vástago de la plántula se procedió a secarlo dentro de un papel en la estufa a 70⁰ C, por un tiempo de 5 días, al momento de la realización de la siguiente evaluación; volviéndolo a pesar en la balanza analítica.

Peso seco de la raíz

Igualmente lo que se realizó con el vástago; se secó 5 días en estufa a 70⁰C y se pesó en la balanza analítica (cuatro evaluaciones).

Biomasa fresca total

Una vez obtenido el peso fresco del vástago y de la raíz, se sumaron y se obtuvo la biomasa total de cada plántula.

Biomasa seca total

En igual forma se sumaron datos del peso seco del vástago y raíz de la misma plántula.

Área foliar

A las plántulas muestreadas para determinar peso fresco del vástago, también se le midió el área foliar con un medidor portátil de área foliar modelo Li 3000A.

Altura de la plántula

Después de obtener las cuatro evaluaciones se midió la altura de la plántula desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja más alta en diez plántulas, con ayuda de una regla se tomó un promedio por repetición.

Diámetro del tallo

También se tomaron diámetros de diez plántulas con la ayuda de un vernier y se obtuvo un valor promedio por repetición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa fresca total

En los análisis de varianzas realizados a la producción total de biomasa fresca, se indica que existen diferencias significativas con $P \leq 0.01$ en cuanto a la intervención de los diferentes colores de cubierta en las cuatro evaluaciones realizadas (Cuadro 5). En la comparación de medias para esta variable (Cuadro 6) la producción de biomasa en plántulas de melón disminuyó con el uso de cubiertas fotoselectivas. La reducción mayor ocurre con el plástico color amarillo con 48 % menos a la biomasa obtenida con el plástico transparente, al momento que las plántulas estuvieron listas para el trasplante. El mejor tratamiento fue la cubierta que se utilizó como testigo (transparente) seguido por la cubierta color rojo. Cabe mencionar que en la última evaluación realizada esta última cubierta, se comportó estadísticamente igual a la cubierta transparente, por lo tanto se puede concluir que la cubierta color rojo puede ser una alternativa para la producción de biomasa fresca total en plántulas de melón.

Estos resultados es posible se deban al efecto de mayor temperatura que se tiene con el plástico transparente y como lo citó Bidwell (1990) por efectos de la calidad de la luz en procesos como crecimiento de tallo, tamaño de hojas, enraizamientos, etc. ya que como sabemos el melón es un cultivo que necesita temperaturas altas no solo para su germinación, si no también para su desarrollo, crecimiento y producción. También, porque el color rojo transmite una longitud de onda desde 825 a 800nm en respuesta a la fotosíntesis, germinación y buen desarrollo vegetativo de plántulas (Orzolek *et al.*, 1995)

Los datos que se obtuvieron en esta variable coincidieron con los de Domínguez (2005), que de sus resultados obtenidos concluyó que las cubiertas de color transparente influyen favorablemente en el aumento de biomasa logrando plántulas de mayor calidad en tomate de cáscara. También, concuerdan con los resultados reportados por Hoyos (1996) quien al trabajar con pepino encontró que con el plástico transparente y rojo se acumula mayor biomasa fresca en plántulas de esta hortaliza.

Cuadro 5. Análisis de varianza en la producción total de biomasa fresca de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.2616**	0.5356**	0.6927**	0.8098**
Error	12	0.0049	0.0163	0.0344	0.0199
CV, %		13.48	15.81	16.93	9.57

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

Cuadro 6. Comparación de medias en la producción total de biomasa fresca (g) de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Transparente	0.8477 A	1.3284 A	1.6209 A	1.9214 A
Amarillo	0.3405 C	0.4822 C	0.6883 C	0.9238 C
Rojo	0.5910 B	0.7710 B	1.2261 AB	1.7456 A
Blanco	0.2930 C	0.6551 BC	0.8492 BC	1.2990 B

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

Biomasa seca total

En el análisis de varianza realizado para esta variable, se indica que existen diferencias significativas con $P \leq 0.01$ con la intervención de los diferentes colores de cubierta en las cuatro evaluaciones realizadas (Cuadro 7). En la

comparación de medias (Cuadro 8) se encontró que la producción total de biomasa seca disminuyó con el uso de cubiertas fotoselectivas. Cuando las plantas estuvieron listas para el trasplante la reducción promedio fue de 45 %. El mejor tratamiento fue la cubierta trasparente que fue significativamente diferente a las otras tres cubiertas. La cubierta color rojo es donde se obtienen valores más cercanos a los obtenidos en la cubierta trasparente.

Al igual que para la producción de biomasa fresca total, estos resultados es posible se deban al efecto de mayor temperatura que se tiene con el plástico trasparente y como lo citó Bidwell (1990) por efectos de la calidad de la luz en procesos como crecimiento de tallo, tamaño de hojas, enraizamientos, etc. ya que como sabemos el melón es un cultivo que necesita temperaturas altas no solo para su germinación, si no también para su desarrollo, crecimiento y producción. También, porque el color rojo transmite una longitud de onda desde 825 a 800nm en respuesta a la fotosíntesis, germinación y buen desarrollo vegetativo de plántulas (Orzolek *et al.*, 1995)

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Domínguez (2005), por Willians (1965) y por Monteith (1977) citado por Camacho (2005) y con Hoyos (1996), ya que ellos demostraron que la producción de materia seca está relacionada con la cantidad de radiación interceptada por los cultivos y la cubierta trasparente es la que deja pasar mayor intensidad de radiación y diferentes longitudes de onda.

Cuadro 7. Análisis de varianza en la producción total de biomasa seca de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.0194**	0.0313**	0.0468**	0.1101**
Error	12	0.0003	0.0009	0.0015	0.0015
CV, %		20.86	19.49	17.27	12.50

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

Cuadro 8. Comparación de medias en la producción total de biomasa seca de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Trasparente	0.1797 A	0.2835 A	0.3598 A	0.5251 A
Amarillo	0.0348 C	0.0924 B	0.1396 C	0.1664 C
Rojo	0.0948 B	0.1577 B	0.2649 B	0.3623 B
Blanco	0.0306 C	0.0990 B	0.1352 C	0.1960 C

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

Biomasa fresca del vástago

En los análisis de varianza realizados para esta variable, indica que existen diferencias significativas con $P \leq 0.01$ en cuanto a la intervención de los diferentes colores de cubierta durante las cuatro evaluaciones realizadas (Cuadro 9). En la comparación de medias para esta variable el mejor tratamiento fue el testigo (cubierta transparente), en las cuatro evaluaciones realizadas aunque, en las dos últimas evaluaciones, este tratamiento y el de la cubierta color rojo fueron estadísticamente iguales; por lo tanto es necesario recalcar que esta cubierta entre más días se da a la plántula para su trasplante se obtiene mayor cantidad de biomasa fresca en el vástago (Cuadro 10).

Estos resultados pueden ser el efecto de las radiaciones azules y rojas que pasan a través de los plásticos transparente y rojo que son más favorables para el desarrollo horizontal de las plantas como es mayor peso de hojas.

Los datos obtenidos en esta variable coinciden con los de Hoyos (1996) en el cultivo de pepino, que encontró que en peso fresco del tallo y de la hoja el plástico rojo y transparente fueron los mejores.

Cuadro 9. Análisis de varianza en la distribución de biomasa fresca en el vástago de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.1678**	0.2308**	0.2860**	0.3846**
Error	12	0.0041	0.0184	0.0364	0.0174
CV, %		18.37	24.60	24.61	13.61

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

Cuadro 10. Comparación de medias en la distribución de biomasa fresca en el vástago de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Trasparente	0.6257 A	0.8901 A	1.0932 A	1.3166 A
Amarillo	0.2097 C	0.3278 B	0.5119 B	0.6445 B
Rojo	0.3783 B	0.5275 B	0.8937 AB	1.1334 A
Blanco	0.1786 C	0.4629 B	0.6019 B	0.7811 B

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

Biomasa seca del vástago

En el análisis de varianza utilizado para esta variable, se encontró que existen diferencias significativas con $P \leq 0.01$ en cuanto a los diferentes colores de cubierta y en las diferentes evaluaciones (Cuadro 11). En la comparación de medias también (Cuadro 12) el mejor tratamiento fue la cubierta transparente que fue estadísticamente diferente a los tratamientos donde se usaron las cubiertas fotoselectivas. De éstas, la cubierta color rojo es la de mejor comportamiento.

Estos resultados pueden ser el efecto de las radiaciones azules y rojas que pasan a través de los plásticos transparente y rojo que son más favorables para el desarrollo horizontal de las plantas como es mayor peso de hojas.

Con los datos obtenidos se encontraron coincidencias con los de Hoyos (1996) que en el cultivo de pepino reportó mayor biomasa seca del vástago (peso seco del tallo y hoja) con el plástico transparente y rojo.

Cuadro 11. Análisis de varianza en la distribución de biomasa seca del vástago de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.0036**	0.0124**	0.0204**	0.0317**
Error	12	0.0001	0.0004	0.0009	0.0013
CV, %		22.36	28.95	26.69	23.92

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

Cuadro 12. Comparación de medias en la distribución de biomasa seca del vástago de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Transparente	0.0818 A	0.1548 A	0.2120 A	0.2767 A
Amarillo	0.0192 C	0.0341 B	0.0605 C	0.0767 C
Rojo	0.0387 B	0.0629 B	0.1288 B	0.1586 B
Blanco	0.0171 C	0.0417 B	0.0626 BC	0.1018 BC

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

Biomasa fresca de la raíz

En el análisis de varianza utilizado para esta variable se encontró que existen diferencias significativas con $P \leq 0.01$ en cuanto a los colores de cubierta en las cuatro evaluaciones (Cuadro 13). En cuanto a la comparación de medias, se encontró que la mejor cubierta fue el transparente para todas las evaluaciones, pero también cabe mencionar que en la primera y en la última evaluación se comportó estadísticamente igual la cubierta color rojo (Cuadro 14).

Estos resultados es posible se deban al efecto de mayor temperatura que se tiene con el plástico transparente y como lo citó Bidwell (1990) por efectos de la calidad de la luz en procesos como crecimiento de tallo, tamaño de hojas, enraizamientos, etc.

Con los datos obtenidos se encontró coincidencias con los de Hoyos (1996) que en el cultivo de pepino cultivado durante 45 días en invernadero con diversas cubiertas de películas fotoselectivas; reportó que en biomasa fresca de la raíz, los mejores fueron el plástico rojo y testigo. También coinciden con los de Robledo *et al.* (2004) reportando que en biomasa fresca de la raíz le favoreció el color rojo en plántulas de lechuga. También Domínguez, (2005) de sus resultados obtenidos se deduce coincidencia en cuanto a que el color rojo indujo alta biomasa fresca en raíz en el cultivo de tomate de cáscara.

Cuadro 13. Análisis de varianza en la distribución de biomasa fresca de la raíz de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.0122**	0.0637**	0.0922**	0.0967**
Error	12	0.0009	0.0007	0.0020	0.0012
CV, %		18.03	10.04	14.04	6.98

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

Cuadro 14. Comparación de medias en la distribución de biomasa fresca en la raíz de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Transparente	0.2220 A	0.4384 A	0.5277 A	0.6048 A
Amarillo	0.1308 B	0.1545 C	0.1764 C	0.2793 C
Rojo	0.2127 A	0.2435 B	0.3324 B	0.6123 A
Blanco	0.1144 B	0.1922 BC	0.2473 BC	0.5179 B

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

Biomasa seca de la raíz

En el análisis de varianza utilizado para esta variable se encontró que existe diferencias significativas con $P \leq 0.01$ con respecto a los diferentes colores de cubierta y en las cuatro evaluaciones (Cuadro 15). En la comparación de medias para esta variable, se encontró que el mejor tratamiento fue la cubierta transparente en todas las evaluaciones realizadas, cabe destacar que la cubierta color rojo también fue mejor en la evaluación tercera, siendo significativamente igual a la cubierta transparente (Cuadro 16).

También es posible que estos datos se deban al efecto de mayor temperatura que se tiene con el plástico transparente y como lo citó Bidwell (1990) por efectos de la calidad de la luz en procesos como crecimiento de tallo, tamaño de hojas, enraizamientos, etc.

También con los datos obtenidos en esta variable se encontró coincidencias con los de Hoyos (1996) en el cultivo de pepino, encontrando que en la biomasa seca de la raíz, el plástico testigo y rojo fueron los mejores. Estos datos también coinciden con los de Robledo *et al*, (2004) que encontró que el peso seco de la raíz le favoreció la cubierta color rojo, esto fue en el cultivo de lechuga. Coincidiendo igual con Domínguez (2005) con tomate de cáscara, reportando que la cubierta transparente presentó mayor biomasa seca de la raíz.

Cuadro 15. Análisis de varianza en la distribución de biomasa seca de la raíz de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.0063**	0.0046**	0.0060**	0.0253**
Error	12	0.0002	0.0002	0.0003	0.0002
CV, %		27.49	18.34	15.56	8.20

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

Cuadro 16. Comparación de medias en la distribución de biomasa seca en la raíz de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Trasparente	0.0979 A	0.1287 A	0.1478 A	0.2483 A
Amarillo	0.0156 C	0.0583 C	0.0790 B	0.0897 C
Rojo	0.0561 B	0.0948 B	0.1362 A	0.2037 B
Blanco	0.0135 C	0.0574 C	0.0726 B	0.0941 C

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

Área foliar

En el análisis de varianza utilizado para esta variable se encontró que existen diferencias significativas en cuanto a los colores de cubierta en la primera, tercera y cuarta evaluación con $P \leq 0.01$ y en la segunda evaluación con $P \leq 0.05$ (Cuadro 17). En la comparación de medias (Cuadro 18), se encontró que los mejores tratamientos fueron, la cubierta color rojo y transparente, cabe mencionar que en los datos obtenidos se observa que numéricamente la cubierta color rojo aumenta grandemente a cada evaluación y la cubierta transparente es un poco más lenta en base a su crecimiento.

Estos datos se deben al tipo de transmisión de las radiaciones ya que como lo cita Bueno (1984) quien estudio a dos películas de PVC fotoselectivo, azul y rojo desarrolladas para cubierta de invernadero, ambos reducen la transmisión de las radiaciones verde-amarilla e incrementan las azules y rojas. También, porque el color rojo transmite una longitud de onda desde 825 a 800 nm en respuesta a la fotosíntesis, germinación y buen desarrollo vegetativo de plántulas (Orzolek *et al.*, 1995)

Con los datos obtenidos en esta variable, se encontró coincidencias con lo que establece (J. Bueno Abeila, en R, "Fertilización" n^o 93) que dice; la radiación

roja nos da un óptimo crecimiento de tallos y fotosíntesis y muy buen tamaño de hojas (Cuadro 4).

Cuadro 17. Análisis de varianza del área foliar de plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	51.186**	31.776*	30.378**	58.471**
Error	12	2.581	6.327	4.046	3.316
CV, %		22.96	21.54	12.97	9.13

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

Cuadro 18. Comparación de medias en la acumulación de área foliar en plantas de melón, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Trasparente	11.45 A	14.04 A	16.65 A	21.28 AB
Amarillo	4.28 B	7.74 B	12.26 B	15.68 C
Rojo	8.33 A	13.32 A	18.65 A	24.54 A
Blanco	3.92 B	11.60 AB	14.47 AB	18.28 BC

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

Diámetro de tallo

Para esta variable también se encontró diferencias significativas; siendo el mejor tratamiento la cubierta transparente con 3.4 mm y el que le sigue es la cubierta color rojo con 2.75 mm (Figura 1).

Es posible que estos resultados se deban al efecto de mayor temperatura que se tiene con el plástico transparente. Coincidiendo con los resultados encontrados por Hoyos (1996) que trabajó con pepino y encontró que en diámetro del tallo el mejor fue la cubierta transparente, seguido por la cubierta roja.

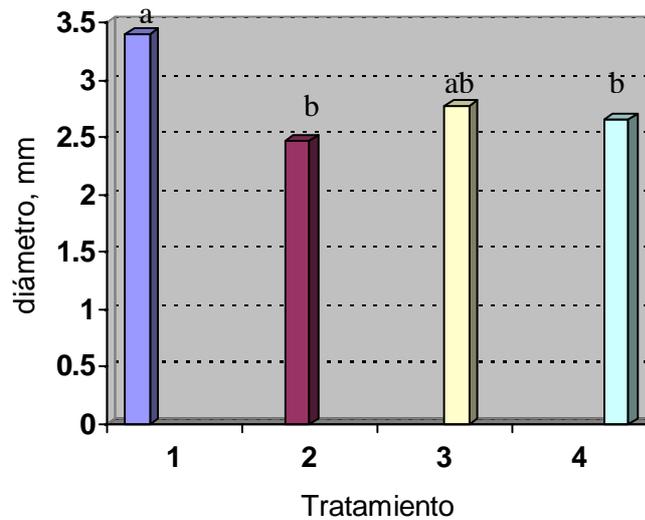


Figura 1. Diámetro de tallo de plántulas de melón por efecto de cubiertas plásticas foselectivas. 1 = trasparente, 2 = amarillo, 3 = rojo, 4 = blanco.

Altura de planta

En esta variable no se encontraron diferencias significativas, pero numéricamente el mejor fue la cubierta transparente con un 6.09 cm y le sigue la cubierta color amarillo con un 5.88 cm (Figura 4).

También es posible que estos resultados se deban al efecto de mayor temperatura que se tiene con el plástico transparente y como lo cita Bidwell (1990) que por efectos de la calidad de la luz en procesos como crecimiento de tallo, tamaño de hojas, enraizamientos, etc. ya que el melón es un cultivo que necesita temperaturas altas para su desarrollo y crecimiento.

Coincidiendo con Domínguez (2005) que trabajó con tomate de cáscara, en el cual reportó que las cubiertas de color amarillo inducen un crecimiento del tallo y parte aérea.

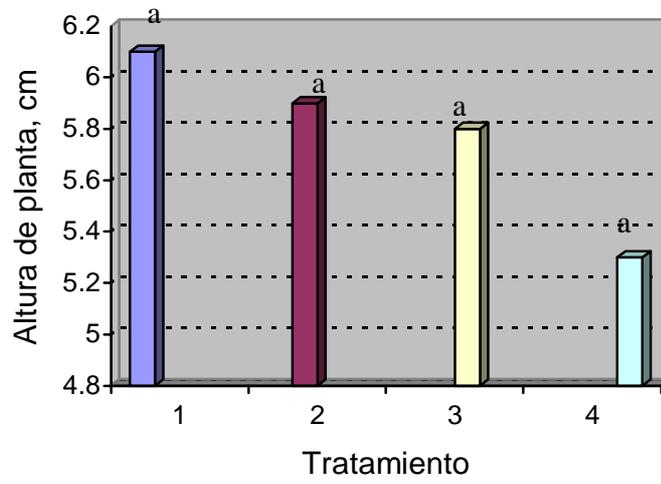


Figura 2. Altura de planta al momento del trasplante, en plántulas de melón por efecto de la cubierta plástica fotoselectiva. 1 = transparente, 2 = amarillo, 3 = rojo, 4 = blanco.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye que con el uso de cubiertas fotoselectivas, en general, se disminuye la producción de biomasa en las plántulas de melón var. Top Mark.

En base a algunos resultados, como por ejemplo a la producción de área foliar, la cubierta color rojo parece ser un tratamiento prometedor para ser usado en la producción de trasplantes de melón.

Se recomienda continuar con este tipo de trabajos ya que parece ser que las plántulas de melón responden bien a la alteración de la radiación incidente tanto en cantidad como en calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Bidwell, R. G. S. 1990. Plant Physiology. Ed. MacMillan Publishing Co., Inc. New York. 643 p.
- Bueno A., J. 1984, Filmes de pvc usos agricolas, Revista de plásticos Modernos. Núm. 333. Marzo (1984). España.
- Claridades Agropecuarias. 2000. "El melón", ejemplo de tecnología aplicada. Aserca, Sagar. Agosto, México D. F.
- Daponte F., T. L. and P. Verschaeren. 1994. New Photosensitive films for use in horti and agriculture. 13th International Congress of CIAPA (Comite International del plastiques en Agriculture), 8-11 March, 1994. Verona, Italia.
- Daza O., C. A. 1994. Respuesta de plántulas de coliflor *Brassica oleracea* var. botrytis bajo cubiertas plásticas de colores en microtúneles. Tesis de licenciatura.
- Decoteau D., R. and H. Friend. 1991. Plant responses to wavelength selective mulches and ropw covers: a discussion of light effects on plants. 23rd National Agricultural Plastics Congress. American Society for plasticulture. Edited by James E. Brown. Sept. 29-Oct. 3, 1991. Mobile. Alabama.
- Domínguez R., A. 2005. Uso de cubiertas fotoselectivas para la producción de plántulas de hortalizas. Tesis de maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.
- Flores V., J. 1996. Caracterización agronómica de películas fotoselectivas para acolchado en el cultivo de chile Anaheim con fertirrigación.
- García V., M. A. C. 1994. Desarrollo y rendimiento del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) híbrido "Laguna" con diferentes tratamientos acolchados fotodegradables. Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

- Hernández B., M. A. 1992. Análisis de las variedades técnicas y de mercado a considerar en la exportación de melón de la Lagunera. Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Hernández D., J., V. R. Torres, A. B. Mendoza, J. F. Velásquez. 1993. producción de trasplantes de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.) con cubiertas fotoselectivas. UAAAN. Buena Vista, Saltillo, Coah. México.
- Hewitt, P. G. 1995. Física conceptual. Addison-wesley iberoamericana.
- 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. y A. Rodríguez P. 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Primera edición. Editorial LIMUSA, S. A de CV. México, D. F. p 19-22.
- Jones, G. H. 1992. Plants and microclimate. A quantitative approach to environmental plant physiology. Second edition. Cambridge University Press, 428 p.
- Juárez de la C., D. 2000. "Influencia de la solución Nutritiva en la Producción de plántulas de melón (*Cucumis melo*)". Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buena Vista, Saltillo, Coahuila. México.
- Ledezma V., M. A. 1994. Efectos de cubiertas plásticas de colores en la producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- Martínez M., F. 1995. Manual básico de diseño, construcción y operación de invernaderos y viveros. Oasis, consultoría. Morelos, México.
- 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 U.A.A.AN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

- Orzolek, M. D. 1995. Is there a difference in red mulch? Proc. Natl. Agr. Plastic Congr. 26:120-126.
- Robledo T., V., J. H. Dávila, A. B. Mendoza, H. R. Rodríguez, F. R. Gomina. 2004. El uso de plásticos de colores sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*). UAAAN. Buena Vista, Saltillo, Coah. México.
- Sánchez V., F. 2005. Estudio en plántulas de lechuga desarrolladas en microtúneles con cubiertas plásticas fotoselectivas. Tesis de licenciatura UAAAN. Buena vista, Saltillo, Coahuila.
- SEP, México 1983. Manual para la Educación Agropecuaria. Suelos y Fertilizantes. Segunda Reimpresión. Editorial TRILLAS. México.
- Serrano C., Z. 1990. Técnicas de invernadero. PAO Suministros gráficos, S. A. Sevilla, España.
- Solplas, 2002. Características del Films.
<http://www.solplast.com/sp/acolchados.htm>.
- Torres R., E. 1984. Agrometeorología. Editorial DIANA, S. A. México.
- Valadez L. A. 1994. Producción de hortalizas. Ed. LIMUSA, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. Cuarta reimpresión. México.
- Zarka, Y. 1992. Películas fotoselectivas y fluorescentes en plasticultura. CEPLA, Comité Español de plásticos en Agricultura. 1992. XII Congreso Internacional de plásticos en Agricultura. 3-8 de Mayo, 1992. Granada, España.