

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



**PRODUCCIÓN DE TRES TIPOS DE CHILES BAJO MALLAS
PLÁSTICAS FOTOSELECTIVAS**

Por:

Dagoberto Flores Marín

TESIS

Presentada como Requisito

Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

PRODUCCIÓN DE TRES TIPOS DE CHILES BAJO MALLAS
PLÁSTICAS FOTOSELECTIVAS

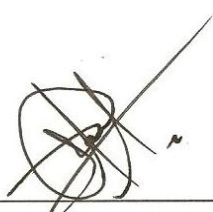
POR:

Dagoberto Flores Marín

TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:



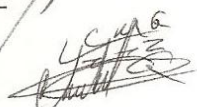
Dr. Valentín Robledo Torres
PRESIDENTE DEL JUARADO



M.C. Alberto Sandoval Rangel
SINODAL



Dr. Homero Ramírez Rodríguez
SINODAL



M.C. Cesar Márquez Quiroz
SINODAL



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía



BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DICIEMBRE 2010

AGRADECIMIENTOS

A la universidad Autónoma Agraria “Antonio narro” por los momentos vividos en ésta institución, cuatros años de trayectoria estudiantil adquiriendo conocimientos y experiencias, para lograr la superación profesional.

Al Dr. Valentín Robledo Torres por la asesoría brindada en la realización de éste trabajo de investigación, así como su amistad y conocimientos brindados, mil gracias.

Al Departamento de Horticultura y la academia de maestros que contribuyeron en mi formación profesional.

Un agradecimiento especial al MC. César Márquez Quiroz y la Ing. Auri Marili Gutiérrez Vázquez, por la ayudada brindada durante el desarrollo del trabajo en campo y por la contribución a la realización de éste trabajo de investigación.

A mis compañeros de la generación CIX y CX de Ingeniero Agrónomo en Horticultura por haberme dejado ser parte su formación, así como a todos mis amigos rockeros de etílika, y a todos mis amigos de la universidad.

DEDICATORIAS

A mis Padres:

Jesús Celso Flores Milán y María Marciana Marín Basurto

Por haber puesto su confianza, fe y esperanza en mí, para lograr mi formación profesional y por su inalcanzable lucha y dedicación para sacar adelante a cada uno de sus hijos.

A mis Hermanos:

María Flores Marín

Gregorio Flores Marín

Lorenzo Flores Marín

Por el poco tiempo que he estado con un ustedes, les dedico el siguiente éxito motivándolos a seguir adelante para lograr sus propósitos.

A mi amigo de toda la vida, Vladimir Herrera Clemente, y a su familia. Les dedico éste éxito de mi vida.

A toda mi familia y amigos de mi comunidad que he dejado atrás, para emprender vuelo en busca del éxito, esperando algún volver.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
RESUMEN	IX
INTRODUCCIÓN	XI
REVISIÓN DE LITERATURA	1
Importancia del Cultivo de Chile	1
Antecedentes del Cultivo de Chile	3
El Consumo de Chile en México	4
Clasificación Botánica	6
La Descripción de SARH-INIA (1982) del Chile Poblano	8
Hojas	8
Flores	9
Principales Cultivares de Chile Ancho en México	10
Chile Mulato	10
Chile Ramos	10
Ancho Criollo	10
Generalidades Sobre el Chile Chilaca	11
Fruto	12
Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Chile	13
Clima	13
Suelo	13
Luz	13
pH	13
Temperatura	14
Temperatura del Suelo	14
Humedad	14
Nutrición	14
Materiales Plásticos Utilizados en la Agricultura	15
Macrotúneles	17

Efecto del Macrotúnel Sobre la Temperatura	20
Efecto del Macrotúnel Sobre Variables Climáticas.....	21
Humedad	21
Viento.....	22
Ventajas del Macrotúnel	23
Propiedades Ópticas de los Plásticos Utilizados en la Agricultura.....	23
Transparencia	23
Sensibilidad Espectral de la Planta.....	24
Trabajos Realizados con Cubiertas Foselectivas	29
MATERIALES Y MÉTODOS	34
Localización Geográfica del Área Experimental	34
Características del Área Experimental	34
Clima.....	34
Vegetación	35
Diseño Experimental.....	35
Establecimiento del Experimento.....	35
Descripción de Macrotúneles	36
Colocación de las Cubiertas	36
Colocación de los Tutores	37
Materiales Utilizados en Este trabajo.....	37
Practicas Realizadas para el Establecimiento del Cultivo.....	38
Acolchado	38
Trasplante	38
Riegos.....	38
Fertilización.....	38
Labores Culturales.....	39
Tutoreo.....	39
Control Fitosanitario.....	39
Deshierbes.....	40
Cosecha.....	40
Variables Estudiadas	40

Altura de Planta (ALT).....	40
Diámetro de Tallo (DmT).....	41
Número de Frutos por Planta (NFT)	41
Peso Total de Frutos por Planta (PT).....	41
Longitud de Fruto (LF)	42
Diámetro Ecuatorial (DmEc)	42
Hendidura de Fruto (HE).....	42
Peso Fresco de Hoja (PFH).....	42
Peso seco de hoja (PSH).....	42
Peso fresco de tallo (PFT)	43
Peso seco de tallo (PST)	43
Peso fresco de raíz (PFR)	43
Peso seco de raíz (PSR)	43
Análisis de Datos	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
Altura de Planta	44
Diámetro de Tallo	44
Número de Frutos por Planta.....	45
Peso total de Fruto por Planta	46
Peso Promedio de Fruto	46
Longitud de Fruto.....	47
Diámetro Ecuatorial de Fruto	48
Hendidura de Fruto	48
Peso Fresco de Tallo	51
Peso Seco de Tallo	51
Peso Fresco de Hoja	52
Peso Seco de Hoja	52
Peso Fresco de Raíz	53
Peso Seco de Raíz	53
CONCLUSIONES	55
LITERATURA CITADA	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Panorama de la producción de Chile a nivel nacional.	1
Figura 2. Volumen de producción a nivel nacional.	2

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales Estados productores de Chile y volumen de la producción en el año 2007.	3
Cuadro 2. Consumo per cápita de chile en México.....	5
Cuadro 3. Clasificación taxonómica.....	6
Cuadro 4. Temperaturas críticas para <i>Capsicum annuum</i> L.....	15
Cuadro 5. Cantidad de nutrientes extraídos por el cultivo de chile ancho y rendimiento esperado (Wattsagro, 1999).....	15
Cuadro 6. Elementos necesarios en las etapas fenológicas en el cultivo de chile (Wattsagro, 1999).	16
Cuadro 7. Índice de transmisividad y reflectividad de la radiación solar total incidente y radiación fotosintéticamente activa de las cubiertas plásticas fotoselectivas (UAAAN, 2005).....	30
Cuadro 8. Cantidad de fertilizantes a diluir en 600 l de agua para tener una solución al 100%.	39
Cuadro 9. Cuadrados medios del ANVA aplicado a variables estudiadas en el cultivo de chilaca, chile mulato y chile poblano bajo mallas fotoselectivas. UAAAN 2009.....	49
Cuadro 10. Comparación de medias (DMS) entre tratamientos realizadas a las variables evaluadas en el cultivo de chile bajo mallas fotoselectivas. UAAAN 2009.....	50
Cuadro 11. Cuadrados medios del ANVA aplicado a variables estudiadas en el	

cultivo de chilaca, chile mulato y poblano bajo mallas fotoselectivas, UAAAN 2009.....	54
Cuadro 12.Comparación de medias entre tratamientos, de las variables evaluadas en el cultivo de chile bajo mallas fotoselectivas. UAAAN 2009.	54

RESUMEN

PRODUCCIÓN DE TRES TIPOS DE CHILES BAJO MALLAS PLÁSTICAS FOTOSELECTIVAS

Palabras clave: *Capsicum annuum* L, cubierta foselectiva, cultivo protegido
rendimiento de fruto.

El siguiente trabajo se realizó en el ciclo Primavera-Verano de 2009 en las instalaciones del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Los tratamientos en estudio fueron tres macrotúneles cubiertos por mallas foselectivas (1. color azul; 2. Negro; 3. Blanco) y un testigo. Los macrotúneles fueron de 12 m de largo por 4 m de ancho y altura de 2.3 m, un tratamiento testigo (T4) sin cobertura de 12 m de largo por 4 m de ancho.

El material vegetal utilizado fue: chilaca, chile mulato y chile ancho. El trasplante de las plántulas se realizó el día 23 de Abril de 2009 en forma manual, las plántulas de los tres tipos de chile fueron establecidas en surcos con acolchado plástico de color plateado con una separación de 30 cm entre plantas y una separación de 90 cm entre surcos. El riego fue realizado mediante el uso de cinta de riego con goteros cada 20 cm, y la nutrición fue aplicada cada semana.

Los tratamientos fueron establecidos bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y arreglo en parcelas divididas, considerando a la parcela grande los tratamientos (mallas fotoselectivas) y la parcela chica tipos de chile. Las variables estudiadas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, número de frutos por planta, peso total de frutos por planta, peso promedio de fruto por planta, longitud de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, hendidura o cajete de fruto, peso fresco de tallo, peso seco de tallo, peso fresco de hoja, peso seco de hoja, peso fresco de raíz, peso seco de raíz.

El análisis de varianza (ANVA) indicó que el uso de mallas de colores afectó significativamente el rendimiento de fruto y sus componentes. Se incremento el número de frutos bajo la malla de color blanco en 48.86 % en comparación con en el testigo. El valor más alto en cuanto a peso total de fruto se encontró bajo la malla blanca superando en 93.69 % al peso total de fruto registrado en el tratamiento sin cubierta. Por otra parte bajo la malla blanca las plántulas acumularon mayor cantidad de materia seca. Se documentó que el uso de mallas, sin importar el color permiten lograr mayor rendimiento de fruto, que a campo abierto, sin embargo con el uso de malla negra se logran mayores rendimientos, en comparación con otros colores de malla.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de chiles ha presentado un crecimiento constante en los últimos treinta años. En 2006 China participó con el 51 por ciento en la producción mundial de chile. México se ubicó en el segundo lugar con un volumen de producción de 1,853,610 toneladas, que representa el siete por ciento de la cifra global, nivel que ha sido igualado por Turquía (FAO, 2006).

Los principales estados productores de chile fresco en nuestro país son: Sinaloa (24%), Chihuahua (22%), Zacatecas (13%) y San Luis Potosí (7%). Tamaulipas ocupa el 5° lugar en producción de chile verde, tanto por el volumen de producción como por el valor de la producción. Los rendimientos más altos en la producción de chile verde se logran en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Sinaloa y Colima, debido al uso de alta tecnología de producción como: avanzados sistemas de riego y producción en invernaderos, así como el uso de cultivares mejorados e híbridos (SIACON, 2007).

México al igual que otros países del mundo, ha tenido un gran aumento demográfico, ocasionando entre otros efectos que los productores agrícolas dispongan de menos tierra cultivable; la superficie cultivable *per cápita* se ha reducido de 0.6 a menos de 0.4 ha en menos de medio siglo. Esto ha propiciado que el alimento sea insuficiente; ante la necesidad de desarrollar

tecnología que permita producir más alimentos se ha desarrollado la industria de los plásticos que han promovido el desarrollo de la horticultura protegida, sin embargo en la actualidad es necesario estudiar el efecto de diferentes cubiertas o colores de éstas sobre los cultivos.

En base a lo anterior, y puesto que la implementación de nuevas tecnologías para incrementar el rendimiento de los cultivos, trae consigo inversiones y costos muy elevados en estructuras de invernaderos, con el presente trabajo se busca el objetivo de estudiar dos tipos de chile (ancho y chilaca) bajo Macrotúneles con mallas fotoselectivas.

Objetivos

- Estimar el rendimiento de tres tipos de chile desarrollados bajo túneles con mallas fotoselectivas.
- Determinar el color de malla más adecuado para lograr altos rendimientos de chile poblano, mulato y chilaca.

Hipótesis

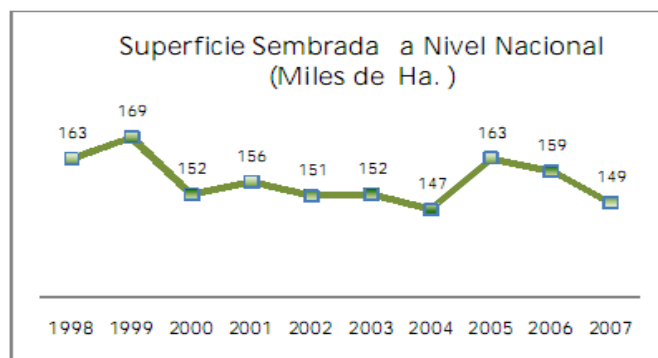
- Al menos un tipo de malla fotoselectiva inducirá rendimientos de chile poblano y chilaca, estadísticamente superiores al resto de los tratamientos.
- Las mallas fotoselectivas tendrán efectos diferentes en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de chile poblano y chilaca.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del Cultivo de Chile

De acuerdo con estadísticas de la FAO en 2006, China participó con el 51 por ciento en la producción mundial de chile. México se ubicó en el segundo lugar con un volumen de producción de 1,853,610 toneladas, que representa el siete por ciento de la cifra global, nivel que ha sido igualado por Turquía.

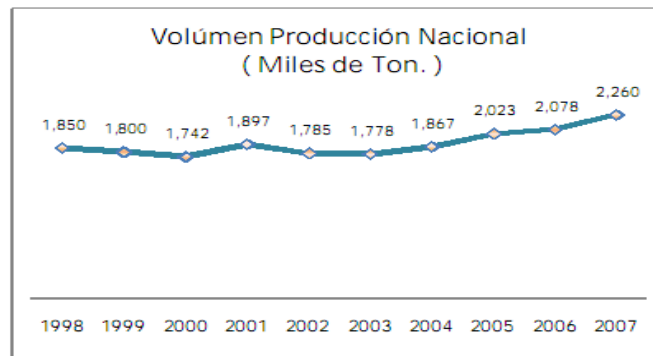
Figura 1. Panorama de la producción de chile a nivel nacional.



La superficie sembrada a nivel nacional ha sufrido un decremento de 163 mil hectáreas en 1998 a 149 mil en el 2007, manteniéndose constante del 2000 al 2004 con una variación de 5 mil has.

El volumen de producción a nivel Nacional se ha incrementado, en un 18% de 1998 al 2007, aunque la superficie sembrada se redujo en un 8.6% en el mismo periodo, éste incremento en la producción fue debido al aumento en la productividad al pasar de $11.86 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ en 1998 a $15.90 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ en el 2007.

Figura 2. Volumen de producción a nivel nacional.



En México, en 2007 el chile representó un valor de la producción de 12,004 mdp. El régimen de producción nacional mayor es el de riego con 84.5% mientras que el temporal aporta el 15.5% de la superficie cosechada. El número de productores a nivel nacional es de aproximadamente 19500, distribuidos en todos los estados del país, generando 30 millones jornales en el campo y más de 125 mil fletes. Además genera empleos por las actividades del proceso industrial y la proveeduría de servicios e insumos.

Los principales estados productores de chile fresco en nuestro país son: Sinaloa (24%), Chihuahua (22%), Zacatecas (13%) y San Luis Potosí (7%). Tamaulipas ocupa el 5° lugar en producción de chile verde, tanto por el volumen de producción como por el valor de la producción. Los rendimientos más altos en la producción de chile verde se logran en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Sinaloa y Colima, principalmente debido al uso de alta tecnología de producción como avanzados sistemas de riego y producción en invernaderos, así como el uso de cultivares mejorados e híbridos (SIACON, 2007).

Cuadro 1. Principales Estados productores de Chile y volumen de la producción en el año 2007.

Estado	Toneladas	%
SINALOA	694,633.90	30.74
CHIHUAHUA	564,256.08	24.97
ZACATECAS	209,330.90	9.26
SAN LUIS POTOSI	133,402.30	5.90
TAMAULIPAS	125,481.50	5.55
MICHOACAN	94,384.44	4.18
JALISCO	85,913.32	3.80
BAJA CALIFORNIA SUR	46,901.83	2.08
DURANGO	38,006.54	1.68
VERACRUZ	31,212.96	1.38
OTROS ESTADOS	236,038.67	10.45
TOTAL NACIONAL	2,259,562.44	Ton.

Antecedentes del Cultivo de Chile

El chile es originario de México, Olvera *et al.* (1998), afirman que existen evidencias de que fue cultivado desde el año 7,000 al 2,555 AC, en los estados de Puebla y Tamaulipas. En este País, junto con la calabaza, el maíz y el frijol, el chile fue la base de la alimentación de las culturas de mesoamérica. El género *Capsicum* incluye un promedio de 25 especies y al menos cinco de éstas son cultivadas en mayor o menor grado, pero en el ámbito mundial, casi la totalidad del chile que se consume está dado por la especie *C. annum* L. Es el segundo cultivo hortícola más importante, después del tomate, por lo que éste se ubica como uno de los alimentos principales de la población; éste es ampliamente consumido como: platillo principal, condimento, encurtido y ensaladas.

Existe gran diversidad de chiles cultivados y silvestres; su distribución comprende localidades desde cerca del nivel del mar, hasta los 2,500 msnm, abarcando diferentes regiones, razón por la cual se encuentra chile en el mercado en diferentes épocas del año (Pozo *et al.*, 1991).

El Consumo de Chile en México

La producción mundial de chiles ha presentado un crecimiento constante en los últimos treinta años. El consumo también se ha incrementado, abriendo las puertas a otras variedades y nuevos mercados. El chile fresco no presenta un gran volumen de importación, en contraste con el chile seco. El mercado mundial demanda cada vez más, los productos con especificaciones de calidad e inocuidad específicas, que es conveniente que los productores nacionales conozcan y tomen sus previsiones para continuar exportando e incrementar su participación del mercado mundial.

El consumo nacional sigue en crecimiento (Cuadro 2), por lo que se estima que más del 80% de la producción nacional se destina al mercado interno. La principal forma de consumo de chile es en fresco. En 2007 el consumo de chiles verdes fue de 18.24 kg por habitante al año. También se consume en conserva, deshidratado (seco), en chipotle, en salsas, etc.

Cuadro 2. Consumo per cápita de chile en México

	Producción	Población	Consumo Nacional	Consumo
2,000	1,350,024	101,208,925	1,350,024	13
2,001	1,499,856	102,443,471	1,499,856	15
2,002	1,353,620	103,636,353	1,353,620	13
2,003	1,363,670	104,790,554	1,363,670	13
2,004	1,434,504	105,909,000	1,434,504	14
2,005	1,617,274	106,994,248	1,617,274	15
2,006	1,689,821	108,056,048	1,689,821	16
2,007	1,989,559	109,096,653	1,989,559	18

Fuente: SNIIM – Secretaría de economía. *kg/Habitante/Año

La producción de chile en México se encuentra bastante diseminada y las zonas productoras se distinguen de acuerdo al tipo de chile que producen, por ejemplo el chile de los tipos ancho, mulato y poblanos se siembran en Aguascalientes, Zacatecas, Michoacán, San Luis Potosí, Tamaulipas y Jalisco; el tipo serrano en Nayarit, Veracruz, Coahuila y Nuevo León; los dulces de exportación en Sinaloa y Baja California, el mirasol en Aguascalientes, Nayarit, Zacatecas y el tipo jalapeño en Veracruz, Oaxaca, Tamaulipas, Quintana Roo, Campeche y Chihuahua (Cerón, 2006).

En México el cultivo del chile es toda una tradición apenas comparada con el maíz y el frijol. Ha cumplido diversas funciones de carácter alimentario y económico, que le han permitido trascender hasta hoy día. Actualmente, nuestro país es el que produce la mayor cantidad de variedades de chile en el mundo. Aunque ninguna de ellas presenta problemas serios de comercialización, la sobre oferta en determinados periodos de cada año

presiona los precios a la baja; destinar en esta época un mayor volumen a su transformación en chiles secos, con el típico cambio de nombre (de poblano a ancho, de chilaca a pasilla, etc.), y a diferentes formas de conservación, así como escalonar, en la medida de lo posible, la producción y cosecha, contribuiría a obtener mejores precios (Olvera et al, 1998).

Clasificación Botánica

La siguiente clasificación es la propuesta por Janick (1985).

Cuadro 3. Clasificación taxonómica

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsida
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Solanaceae
Familia	Solanaceae
Género	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>Capsicum annum</i> L.

El chile es una planta perenne, pero se cultiva como si fuera anual, crece de 25 a 90 cm, y bajo condiciones de invernadero crece hasta dos metros de altura; tiene tallos ramificados, semileñoso, con hojas oblongas lanceoladas y flores blancas, solitarias, localizadas en la inserción de las hojas. Forman frutos de formas variadas de pared poco carnosa y que tienen semillas blandas aplanadas.

Valadez (1997) divide a los chiles en dos grupos o tipos y estos grupos a su vez los subdivide en cultivares:

a) Chiles dulces

Yolo Wonder L.	California Wonder
Yolo Wonder 59	Early Wonder
Giant Bell	Esmerald Giant 488

b) Chiles picosos

Anaheim

Serrano: Río verde, Huasteco 74, Tampiqueño, Altamira, Pánuco.

Jalapeño: J. Rayado, J. Peludo, Espinalteco, Morita, Cultivares americanos (J.M. Americano, Early jalapeño)

Pasilla: Pabellón, apaseo.

Ancho: Esmeralda, Poblano, Criollo de San Luis de la Paz, Verdeño,
Mulato, Mihuateco.

Piquin: Criollo

Mirasol: Guajillo, Cascabel.

Habanero: Uxmal, INIA

Los Chiles anchos y mulatos son diferentes tipos del género *Capsicum* que se obtuvieron en México desde antes de la llegada de los españoles. Es posible que el cultivo de estos chiles en gran escala se haya iniciado en el valle de Puebla, por lo cual se les conoce como “chile poblano” al consumirse en estado verde (Pozo, 1984).

Dentro del tipo de chile ancho poblano existe una variabilidad en cuanto a características como altura y hábito de crecimiento de la planta, tamaño y color de las hojas, forma, número de lóculos y color del fruto. Sin embargo, no se puede caracterizar morfológicamente una población específica de un determinado tipo para cada zona, pero si es posible identificar varios fenotipos. Es frecuente encontrar, dentro de un cultivar nativo o criollo de determinada región, una amplia gama de variabilidad en relación con las características mencionadas (Pozo, 1984).

La Descripción de SARH-INIA (1982) del Chile Poblano

Generalmente son plantas sin pubescencia, de aspecto herbáceo, con tallo que puede llegar a tener aspecto semileñoso; crecimiento compacto, y la altura de las plantas es, entre 60 y 70 cm. Casi siempre el tallo inicia su ramificación a menos de 20 cm del suelo, dividiéndose en dos o tres ramas, las cuales a su vez, se bifurcan cada 8 a 12 cm en forma sucesiva, unas cuatro o cinco veces.

Hojas

Son de color verde oscuro brillante, de forma ovalada – acuminada. En las ramas inferiores de las hojas son de mayor tamaño; miden de 7 a 12 cm de longitud por 4 a 9 cm ancho. La venación es prominente; los peciolo miden de 5 a 8 cm de longitud y son acanalados.

Flores

Las flores tienen cinco pétalos de color blanco sucio; casi siempre hay una flor en cada nudo. El periodo de floración se inicia aproximadamente a los 50 días y continúa hasta que la planta muere, normalmente, a causa de las heladas en el invierno.

Frutos

El fruto de este tipo de chile mide de 8 a 15 cm; tiene forma cónica o de cono truncado; cuerpo cilíndrico o aplanado, con un hundimiento o “cajete” bien definido en la unión del pedúnculo o base; el ápice es puntiagudo o bien un poco chato. Los tipos de chile Ancho y Mulato presentan un cajete o hundimiento, variando de uno a más de cinco centímetros. Un cajete muy profundo en los frutos es un carácter perjudicial, porque cuando el fruto está por madurar o maduro y si se llegara a presentar una lluvia, el cajete se llena de agua y ésta humedece la epidermis, ocasionando el desarrollo de hongos, los cuales provocan la pudrición y disminuye la calidad del fruto.

El fruto tiene de dos a cuatro lóculos; la superficie es más o menos surcada y de pared gruesa. Antes de la madurez, el color es verde oscuro pero al madurar se torna rojo.

El fruto se cosecha sin madurar o bien maduro. El fruto sin madurar se consume en verde, sea en rajas o para chiles rellenos. Cuando se cosecha maduro se seca para utilizarlo en la elaboración de salsas, de moles o de otros platillos.

Principales Cultivares de Chile Ancho en México

Este tipo de chile se cultiva por regiones, en las que se utilizan variedades nativas, dentro de este tipo de chile se incluyen otros tipos similares que presentan características comunes como son el chile Mulato y el chile de Ramos.

Chile Mulato

Se produce en áreas específicas del centro del país en el Estado de Jalisco, Guanajuato y Puebla; las características de la planta y del fruto corresponden en términos generales a las descritas para el chile poblano. La coloración de sus frutos es verde oscuro y al madurar toman un color café oscuro o chocolatozo (Pozo, 1981).

Chile Ramos

Se cultiva en Ramos Arizpe, Coahuila, y se caracteriza porque las plantas son vigorosas de un color verde oscuro, son muy semejantes a las del tipo ancho. Los frutos son grandes y bastante picosos, su consumo es en verde (Laborde y Pozo, 1984).

Ancho Criollo

El chile ancho criollo de San Luis de la Paz y Dolores Hidalgo, Guanajuato es un material genético en cuya formación han participado criollos y variedades mejoradas dando como resultado un genotipo con características más o menos homogéneas. Las plantas de este tipo miden más de 70 cm de

altura, sus frutos son muy picantes, de buena calidad, con forma, tamaño y textura variables, son de color verde claro. El primer corte para verdeo se realiza a los 120 días después del trasplante aproximadamente (SARH, 1983 y Guerrero, 1984).

Generalidades Sobre el Chile Chilaca

El estado de Chihuahua en los últimos años ha incrementado su producción, aportando el 32 % del volumen total nacional. Específicamente, la producción de chile chilaca equivale al 31.4 % a nivel estatal, y de ésta, la variedad Negro representa 0.1 % (SAGARPA, 2002). En Chihuahua se distinguen tres zonas productoras de chilaca : el norte donde se siembran 4,050 ha con una producción de 80,520 t, de las cuales el 30 % son para mercado de exportación; el centro con 400 ha, produce 1,200 t, y; el sur, con 2,140 ha, aporta 4,680 t. Estas dos últimas áreas productoras destinan la producción al mercado nacional. La producción de chile en la zona norte, presenta una diversificación de tipos, donde el 20 % es de jalapeño y 67 % de chilaca (SAGARPA, 2002).

Se sabe que la mayoría de los materiales genéticos de chile chilaca que actualmente se utilizan en Chihuahua, son procedentes del extranjero (González *et al.*, 2005). En el noroeste de Chihuahua, los productores introdujeron del extranjero algunos genotipos de chile tipo chilaca. Estos se produjeron por veinte años y al obtenerse la semilla año tras año, se lograron nuevas variantes con mejor adaptación a la región. En general, para esta región se

pueden identificar tres tipos: a) tipo chilaca o Colegio 64, usado para mercado en fresco; b) tipo Sandía, empleado para mercado fresco y para deshidratado, y; c) el tipo Negro (criollo no importado), que se utiliza para deshidratado. Estos tipos de chile son muy demandados por productores y consumidores regionales, aunque presentan problemas de heterogeneidad, bajos rendimientos y susceptibilidad a enfermedades, sobre todo radiculares.

Fruto

Chile fresco, color verde-negruzco, brillante de forma alargada algo plana y retorcida, carnoso, es picante y en ocasiones extremadamente picante, generalmente mide entre 15 y 23 cm de largo y unos 2 o 3 cm de ancho. Cuando se seca se pone negro y se llama Pasilla, de hecho, la gran mayoría se deja secar. Principalmente se cultiva en los estados de Jalisco, Nayarit y Michoacán.

La chilaca se utiliza principalmente en el centro del país, generalmente se asa y se pela antes de emplearlo. En la capital es un chile común, se hace en rajas o se integra picado a muchos guisos. En Michoacán es un chile muy importante, lo llaman chile cuernillo o chile para deshebrar, este último nombre se debe a que comúnmente lo deshebran, es decir, lo hacen tiras o rajas delgadas: lo utilizan en platillos regionales como la cerne de puerco con uchepos (bolitas de masa tipo tamal) o sobre corundas.

Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Chile

Clima

El cultivo de chile requiere de climas calurosos, en los que la temporada de crecimiento es larga y con pocos peligros de heladas, posee cierta tolerancia a la sequía.

Suelo

El cultivo de chile requiere de suelos de textura ligera a media, bien drenados y con una profundidad mínima de 30 a 35 cm no es recomendable sembrar en suelos arcillosos debido a que pueden retener bastante humedad y provocar la asfixia en las raíces.

Luz

Los requerimientos de fotoperíodo fluctúan entre variedades, pero los valores favorables están entre 12 y 15 horas de luz, el sombreado puede retrasar el desarrollo de yemas como consecuencia el retardo en el ciclo vegetativo.

pH

El rango está entre 5.5 y 6.8, que son valores ligeramente ácidos, soporta como límite de alcalinidad un pH de 7.5; es muy sensible a pequeñas concentraciones de sales.

Temperatura

Los chiles anchos se adaptan muy bien a zonas templadas y templadas cálidas. La temperatura mínima para su desarrollo es de 15 °C, siendo el rango óptimo de 18 a 32 °C.

Temperatura del Suelo

La temperatura más baja que toleran las semillas al momento de germinar es de 12 a 13 °C (Cuadro 3), en la que la germinación tarda entre 20 y 25 días; entre 20 y 25 °C, la germinación tarda entre 7 y 8 días. Una temperatura en el suelo de 10 °C retarda el desarrollo de las plantas; la tasa de crecimiento aumenta a medida que la temperatura del suelo asciende (Wattsagro, 1999)

Humedad

Es una planta con grandes exigencias de humedad en el suelo, debido a la poca profundidad de su sistema radicular. El contenido de humedad óptimo del suelo es de alrededor de 80% de capacidad de campo y la humedad relativa óptima del aire es de alrededor de 65 a 75%, una baja humedad del suelo reduce el rendimiento y calidad del fruto, un exceso puede retrasar la maduración y reducir el contenido de sólidos solubles (Wattsagro, 1999).

Nutrición

La nutrición está en función del requerimiento del cultivo, aportes del suelo y cantidad de nutrientes extraídos (Cuadro 4 y 5).

Cuadro 4. Temperaturas críticas para *Capsicum annuum* L.

TEMPERATURA Y ETAPA	°C
Mínima de germinación	12 a 15
Máxima germinación	30
Óptima del sustrato	15 a 30
Óptima del día	22 a 28
Óptima de la noche	16 a 18
Mínima letal	- 4 a 0
Mínima biológica	10 a 2
Máxima para fecundación	35
Óptima para amarre	25

Cuadro 5. Cantidad de nutrientes extraídos por el cultivo de chile ancho y rendimiento esperado (Wattsagro, 1999).

Rendimiento (ton/ha)	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
20	150	100	150
30	225	160	225
40	300	200	300
50	350	250	350

Materiales Plásticos Utilizados en la Agricultura

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

Cuadro 6. Elementos necesarios en las etapas fenológicas en el cultivo de chile (Wattsagro, 1999).

Elemento	Etapa
Fósforo, zinc.	Establecimiento (desarrollo radical)
Nitrógeno, zinc, calcio	Alargamiento de tallo y hojas.
Nitrógeno, fósforo	Ramificación lateral.
Fósforo, potasio	Inducción floral.
Boro, zinc, molibdeno, cobre, calcio, nitrógeno	Aparición y desarrollo floral.
Calcio, fierro, zinc, molibdeno	Amarre de frutillo.
Nitrógeno, calcio, potasio	Desarrollo de frutos.
Fósforo, potasio, azufre	Calidad del fruto y maduración.

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

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

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

Macrotúneles

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

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

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

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

La protección de los cultivos con macrotúnel produce efectos ventajosos, por la cobertura que se les da durante las horas más frías del día. La eficiencia de esta aplicación radica en el pequeño efecto de invernadero que produce el macrotúnel (Robledo y Martín, 1981).

El uso de plásticos para la protección de los cultivos proporciona efectos positivos sobre algunos factores del suelo y el ambiente. Esto permite que el desarrollo de las plantas sea mayor y más acelerado que en un suelo descubierto, por lo que al aplicar esta técnica generalmente se obtiene lo siguiente:

- a) En las regiones en que las condiciones climáticas predominantes fijan los límites de explotación de algunas especies, al utilizar invernaderos y macrotúneles para forzar totalmente la producción de los cultivos es posible obtener cosechas fuera de la época normal de producción (tradicionales).

Lo anterior reviste gran importancia, ya que se obtienen mayores ganancias en el mercado.

- b) Cuando se utilizan los invernaderos y macrotúneles para proteger por poco tiempo los cultivos (1-2 meses), se obtiene un adelanto al inicio de cosecha respecto al periodo de plantación normal. Lo anterior trae beneficios porque:
1) es posible alargar el periodo de recolección, aumentando así el rendimiento, 2) si no se opta por el beneficio anterior, entonces se acorta el ciclo vegetativo del cultivo, con el consecuente ahorro de algunas labores de cultivo (riegos, cultivos, aplicación de agroquímicos, etc) y 3) generalmente el valor de estas cosechas precoces es superior al valor de los productos obtenidos en la temporada normal, permitiendo lograr mayores utilidades económicas.
- c) Se hace más eficiente el uso de fertilizantes, ya que las plantas protegidas aprovechan en mayor proporción los elementos nutritivos, al tener mejores condiciones de humedad, temperatura, etc.
- d) Se obtiene ahorro de agua, debido a que al conservarse húmedo el terreno por más tiempo es posible disminuir la cantidad de riegos, lo que se refleja en un ahorro de lámina de agua aplicada y consumida al final del ciclo vegetativo.
- e) Se incrementan los rendimientos (Rodríguez *et al.*, 1991)

Efecto del Macrotúnel Sobre la Temperatura

La temperatura tiene una influencia muy importante sobre el cultivo, por lo que al presentarse temperaturas fuera de sus límites se restringe o cesa totalmente su desarrollo. Si la temperatura es más baja de la que necesitan las plantas, se ve afectada la formación de carbohidratos iniciales o la del protoplasma de las mismas, y si es más alta se favorece una transpiración y/o respiración elevadas. En ambos casos, las plantas mueren o se producen en más bajas proporciones.

En la zona radicular, la absorción de agua y de nutrimentos aumenta hasta cierto límite de temperatura; si se rebasa éste, dicha absorción cesa. Cuando la temperatura es muy alta las plantas pueden transpirar más agua de la que son capaces de absorber, lo que puede originarles marchitez. Si la temperatura del suelo es baja y por efecto del viento tiene lugar una excesiva transpiración, los tejidos vegetales pueden sufrir deshidratación.

Entre la temperatura del suelo y la actividad de los microorganismos heterótrofos existe una estrecha relación: la liberación de nitrógeno, fósforo y materia orgánica de los residuos de las plantas es mayor a altas temperaturas.

Los plásticos tienen influencia directa sobre la temperatura del suelo y el volumen de aire comprendido dentro del área protegida por la estructura.

La temperatura interna de la estructura generalmente es más alta que la del exterior, salvo en algunas ocasiones en que ocurre el fenómeno llamado “inversión térmica”. Mediante el uso de macrotúneles se obtiene una mayor respuesta en las temperaturas máximas que en las mínimas.

Efecto del Macrotúnel Sobre Variables Climáticas

Humedad

La pérdida de agua en un cultivo bajo condiciones normales se debe sobre todo a la evaporación de la humedad del suelo y a la transpiración de las plantas por efecto de la intensidad de la radiación solar, de la temperatura del aire y de la acción de los vientos.

La conservación de la humedad del suelo, así como el mantenimiento de una alta humedad relativa, tienen gran importancia para algunas funciones de las plantas, como las que se describen a continuación:

- a) Durante la fotosíntesis el agua se combina con el CO_2 en la formación de carbohidratos.
- b) El agua sirve de transporte a las sustancias minerales, hormonas, vitaminas, nutrimentos esenciales, etc.
- c) El agua mantiene la turgencia de las células vivas.
- d) En cierta forma la humedad interna de las plantas en consecuencia, influye sobre el desarrollo vegetal.

e) Los microorganismos del suelo trabajan más activamente bajo ciertos límites de humedad.

f) La absorción de nitrógeno, fósforo y otros elementos, se lleva a cabo en ciertos niveles de humedad del suelo.

La protección de los cultivos bajo invernadero y túneles reduce la pérdida de humedad, atenuando los efectos de algunos factores ambientales, como se explica a continuación.

Viento

Al tener un suelo protegido por un invernadero o túnel, la pérdida de agua causada por el viento cesa casi totalmente, conservándose por más tiempo la humedad del terreno (Ibarra, 1997).

Intensidad de la Radiación y Temperatura del Aire

La relación entre estos dos factores es muy estrecha; generalmente la variación de la temperatura ambiental se asocia con la radiación recibida. La magnitud de estos factores influye enormemente en la proporción en que la evaporación y la transpiración se llevan a cabo.

Como ya se mencionó, la temperatura del volumen de aire contenido dentro de los invernaderos y túneles casi siempre es mayor que la exterior, originando una alta y constante evapotranspiración dentro de las estructuras. Sin embargo, esta humedad no se pierde porque el vapor de agua emitido por

las plantas y el suelo se adhiere a la capa interior del material plástico, donde posteriormente se condensa y cae nuevamente sobre el suelo y las plantas, formándose así un pequeño ciclo hidrológico. Además, la humedad relativa dentro de las áreas cubiertas es más alta que la del ambiente exterior (Ibarra, 1997).

Ventajas del Macrotúnel

Rodríguez *et al.* (1991), mencionan que las ventajas que aportan los macrotúneles, son la protección contra:

- a) Exceso de humedad por lluvias abundantes
- b) Algunas formas de precipitación (frío, heladas, nieve, granizo, etc).
- c) Bajas temperaturas
- d) Vientos fuertes
- e) Daños causados por roedores y aves

Propiedades Ópticas de los Plásticos Utilizados en la Agricultura

Transparencia

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

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

b) Poder de reflexión. Rayos que no atraviesan el plástico por que se reflejan

hacia el exterior, según el ángulo de incidencia y la propiedad reflectante de material que se trate.

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

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

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

Sensibilidad Espectral de la Planta

En el rango de la PAR, no todas las plantas son igual de sensibles a estas longitudes de onda. Entre otras cosas, esto se debe a las absorciones específicas de los diferentes tipos de pigmentos en las hojas, entre los que la clorofila es el más conocido. Como resultado de un reflejo y una transmisión

relativamente fuertes, la luz verde es la menos eficaz para la hoja. Eso explica por qué el ojo humano ve las hojas de color verde.

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. Las plantas tienen una respuesta de sensibilidad a la luz de varias longitudes de onda diferente a la de los humanos. Sólo una parte de la luz visible al ojo humano ayuda al crecimiento de las plantas (fotosíntesis), es decir, la luz con longitudes de onda entre 400 y 700 nm. Esta parte recibe el nombre de región PAR (PAR = Radiación fotosintéticamente activa). Cerca del 45% de la radiación global de la luz solar está entre 400 y 700 nm. De modo que aproximadamente un 45% de la radiación global es PAR.

Una fuente de luz se puede visualizar como una fuente que está enviando partículas de energía. Estas partículas se llaman quanta de luz o fotones de luz. El contenido energético de un fotón está relacionado con su longitud de onda. La cantidad total de fotones emitidos por segundo, entre 400 y 700 nm recibe el nombre de PPF (Flujo de fotones fotosintéticos), una cantidad medida en $\mu\text{mol s}^{-1}$. El PPF es comparable a la idea de un lumen, pero se basa en la respuesta sensible de las plantas. El contenido energético de un fotón de 400 nm (azul) es 1,75 veces superior ($700/400$) al de un fotón de 700 nm (rojo),

pero ambos fotones ejercen el mismo efecto en el proceso de la fotosíntesis. La energía excesiva de un fotón azul se convierte en gran parte en calor.

La proporción de fotosíntesis conseguida viene determinada por la cantidad de fotones entre 400 y 700 nm que absorbe la planta y no por el contenido energético total de estos fotones. Por lo tanto, la cantidad de fotones por segundo entre 400 y 700 nm que caen sobre una determinada superficie, definida como PPF (Densidad del flujo de fotones fotosintéticos), es la única cantidad adecuada que se debería utilizar para expresar la intensidad de luz para el proceso fotosintético. La PPF es comparable a la idea de un lux (lumen m^{-2}), pero se basa en la respuesta de sensibilidad de las plantas. La PPF se mide con un sensor quantum y se expresa en μmol de fotones por m^2 por segundo ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Cuando se habla de PAR (Radiación activa fotosintética), se hace referencia al contenido energético de la luz entre 400 y 700 nm (en W m^{-2}).

El efecto de radiación de varias longitudes de onda en el crecimiento de las plantas se puede mostrar en la curva de sensibilidad de una planta. Puesto que la fotosíntesis es el proceso más importante del crecimiento, utilizamos un espectro de acción que describe cómo se determina la proporción de la fotosíntesis en diversas longitudes de onda. Este espectro de acción fotosintética está basado en la cantidad de fotones (luz quanta) que absorbe la longitud de onda. Este tipo de espectro de acción también se denomina "eficacia del quantum espectral".

Se ha demostrado que la eficacia quantum es la más alta en la región naranja-roja, es decir, la luz naranja-roja proporciona la fotosíntesis más eficaz. Esto no significa que las plantas se pueden hacer crecer exclusivamente utilizando luz de este color. Es muy importante que las plantas reciban un espectro equilibrado si lo que se desea es que se desarrollen adecuadamente. La proporción de luz azul es muy importante para el desarrollo saludable de la planta. Una falta de luz azul lleva a la elongación (crecimiento excesivo del tallo) y, en ocasiones, al desarrollo de hojas amarillentas. La proporción de rojo/rojo lejano también es importante para el desarrollo de las plantas. Una proporción baja de rojo lejano impide el crecimiento del tallo. Estas respuestas de sensibilidad varían según las especies de plantas.

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).

El fototropismo constituye otro efecto morfogénico y consiste en que la dirección en la cual proviene la luz determina en alto grado la dirección del crecimiento de tallos y hojas (Torres, 1984). Esto es debido a que la luz actúa

sobre la formación o inhibición de auxinas vegetales responsables del crecimiento y multiplicación celular, es por esto que la parte del tallo expuesta a la luz no produce auxina, por lo tanto crece menos que la situada en la sombra, que sí produce auxina, razón por la cual los tallos se arquean y parece que buscan la luz (Serrano, 1990).

Las células sensitivas (fotorreceptoras) para captar la energía radiante cuentan con pigmentos, llamados fitocromos, éstos pueden dividirse en dos categorías de acuerdo a su función fisiológica: pigmentos fotosintéticos y pigmentos fotomorfogénicos. Los pigmentos fotosintéticos realizan la captura de la energía radiante, la cual es transformada en energía química y azúcar a través de los procesos de fotosíntesis, en cambio la función de los pigmentos fotomorfogénicos es la percepción de longitudes de onda específicas de luz (roja, roja lejano, azul) como indicadores del ambiente de la planta y en la regulación y desarrollo de la misma.

El fitocromo está implicado en muchas respuestas fisiológicas de la planta como son la germinación de la semilla y la floración. Existen evidencias de que la planta posee un pigmento receptor de luz azul llamado criptocromo, aunque no ha sido identificado química ni físicamente, algunas investigaciones reportan que los efectos de la luz en el desarrollo de las plantas incluyen la formación de antocianinas, el fototropismo y elongaciones del hipocótilo (Decoteau y Friend, 1991).

Trabajos Realizados con Cubiertas Fotoselectivas

Torres (1984), trabajó en túneles con cubiertas de colores utilizadas como filtros para emitir diferentes longitudes de onda en los cultivos de tomate, chícharo y rábano, en tanto que los datos reportados por Daponte y Verschaeren (1994), fueron tomados como base para la elaboración de nuevas películas de etilen vinyl acetato (EVA) cuya influencia espectral interactúa con la genética de las plantas y el control de plagas.

Domínguez (2005), indica que los túneles con cubierta de color amarillo inducen en plántulas de tomate de cáscara un crecimiento del tallo y parte aérea y altos pesos frescos y secos, originando plantas de alta calidad, sin embargo el color rojo indujo altos pesos frescos de raíz, y el transparente presentó altos pesos secos de raíz y materia seca total, con el uso de la cubierta de color verde se indujo una de las mayores alturas de plántula pero éstas presentaron los menores pesos secos de raíz y tallo y materia seca total, originando por lo tanto plántulas de baja calidad para trasplante.

Los colores de cubierta (transparente, amarillo, rojo blanco) seleccionados muestra rangos de trasmisividad que van de 0.509 a 0.940 de radiación solar total incidente mientras que la trasmisividad de la radiación fotosintéticamente activa fue de 0.522 a 0.864 (Cuadro 7), lo cual permite estimar una relación entre la radiación transmitida y la acumulación de materia seca, dando como consecuencia plántulas de alta calidad para trasplante.

Cuadro 7. Índice de transmisividad y reflectividad de la radiación solar total incidente y radiación fotosintéticamente activa de las cubiertas plásticas fotoselectivas (UAAAN, 2005).

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

Robledo *et al.* (2004), reportaron que la cubierta de color amarillo y celeste son los colores que más favorecen el desarrollo del peso fresco y seco de la parte aérea de plántulas de lechuga, pero el peso fresco y seco de raíz se favoreció con los colores amarillo, rojo y blanco, esto permite concluir que este tipo de colores de cubierta promovieron una mayor acumulación de materia fresca y seca.

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

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

Hoyos (1995), realizó un trabajo en el que produjo plántulas de tomate, pepino y pimiento en túnel con diferentes colores como cubierta. En las plántulas de tomate encontraron que en las variables peso fresco en tallo y hoja, peso seco de raíz y tallo así como también en diámetro fueron mayores los valores de las plántulas que crecieron bajo la cubierta de color rojo. Para las plántulas de pepino se encontró que los mayores valores en peso fresco de raíz fueron para el tratamiento rojo, en peso fresco del tallo, hoja, peso seco de tallo y hoja fue el testigo, así también para el diámetro de tallo. En las plántulas de pimiento los mayores valores para todas las variables evaluadas se encontraron bajo la cubierta transparente.

Hernández *et al.* (2004) encontró que la altura de las plántulas de tomate y coliflor fue mayor en la cubierta blanca y para brócoli fue en la de color naranja. En la variable de área foliar fue para las plántulas bajo la cubierta blanca. Para biomasa seca se tiene que el tratamiento con la cubierta blanca fue superior al resto de los tratamientos.

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

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

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

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

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 (1983), al trabajar plásticos fotoselectivos, dedujo 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, otras características como altura de planta, número de entrenudos y longitud de los mismos también fueron influidas positivamente.

Hernández (2007) reportó que en las plántulas de pepino desarrolladas bajo la cubierta plástica de color transparente fueron las que presentaron un mayor número de hojas y mayor diámetro de tallo, seguido por las cubiertas plásticas de color rojo, amarillo, y blanco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización Geográfica del Área Experimental

La siembra del cultivo para el presente trabajo se llevo a cabo del 23 de Abril y concluyendo el 15 de agosto de 2009. El trabajo se realizó en los macrotúneles ubicados en el Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; cuyas coordenadas geográficas son: 25° 23' latitud norte y 101° 00' longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1,743 msnm (Martínez, 1994).

Características del Área Experimental

Clima

Es tipo BWhw (x') (e), el cual es seco y templado con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 17.3°C, con una oscilación media de 10.4°C. Los meses más cálidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de hasta 37°C. Durante enero y diciembre se registran las temperaturas más bajas, de hasta -10.4°C, con heladas regulares en el período diciembre a febrero. La precipitación media anual es de 460.7 mm. Los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre; las lluvias en invierno son moderadas. Lo anterior da como resultado un 64.8% de humedad relativa media anual que se distribuye desigualmente; el verano es la estación de mayor humedad relativa, e invierno y primavera de mayor sequía (Mendoza, 1983).

Viento

Los vientos predominantes son del sureste, en casi todo el año, con excepción del invierno donde los del noroeste son predominantes y se presentan con mayor intensidad en los meses de febrero-marzo.

Vegetación

La vegetación se encuentra clasificada como matorral desértico rosetófilo, pastizal inducido y natural, matorral chaparral, bosque de pino, bosque de encino y bosque cultivado de pino.

Diseño Experimental

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con cuatro tratamientos; tres tipos de chile (chilaca, chile mulato y poblano) y tres repeticiones, considerando a la parcela grande las mallas fotoselectivas (1. Malla azul; 2. Negra; 3. Blanca; 4. Testigo sin cobertura) y la parcela chica tipo de cultivo. Los tratamientos estaban constituidas por surcos con acolchado de 12 m de longitud en la que se dividió en 4 m para cada tipo de de chile, con separación de 30 cm entre plantas y una separación de 90 cm entre surcos, las dimensiones del área experimental fueron de 288 m².

Establecimiento del Experimento

El experimento se realizo en macrotúneles de 12 m de largo por 4 m de ancho y 2.3 m de altura, más un tratamiento testigo sin cubierta. Los

tratamientos fueron los túneles cubiertos con mallas fotoselectivas de color azul (T1), negro (T2), blanco (T3) y testigo (4). Se utilizó acolchado plástico de color plateado, y para el fertirriego del cultivo se estableció cintilla con goteros a 20 cm de separación. El Trasplante de las plántulas se realizó el día 23 de Abril de 2009 en forma manual, el agua de riego fue conducida hacia un depósito donde se prepararon las soluciones nutritivas para el fertirriego.

Descripción de Macrotúneles

Cada macrotúnel fue de 12 m de largo por 4 m de ancho con orientación S-N, se usaron tubos de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro y 1 m de largo como anclas, con una cimentación de 50 cm quedando 50 cm sobre el nivel del suelo, insertados sobre estos se colocaron los arcos de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro y con una altura aproximada de 1.80m y 4m de ancho. Por encima de los tubos arqueados se colocó otro tubo en forma horizontal como soporte y para mantener los arcos equidistantes y atornillados a estos.

Colocación de las Cubiertas

Alrededor de la estructura se realizó una zanja y se colocó polietileno a una altura de 50 cm sostenido de las anclas por alambre galvanizado, en la misma zanja se colocó la cubierta, la cual se tensó hasta quedar ajustada y sujeta con tierra. Por los lados frontales se colocó malla del mismo color de la cubierta de cada macrotúnel, ésta fue sujeta a los arcos con pequeños trozos de manguera colocados a presión y sostenida igualmente al suelo por tierra. Las cubiertas utilizadas fueron; mallas de color azul, negro y blanco.

Colocación de los Tutores

Los postes de madera usados fueron de dos pulgadas de grosor por 2.0 m de altura sobre el nivel del suelo y alambre galvanizado calibre 12. En cada macrotúnel se colocaron 3 alambres a una altura de 2 m sobre el nivel del suelo, uno por cada surco, el cual fue amarrado a los postes previamente colocados con una profundidad de 60 cm y tensados a anclas colocadas a 10 cm del nivel del suelo. El alambre fue sostenido con rafia a cada uno de los arcos para que soportara la carga del cultivo.

Materiales Utilizados en Este trabajo

A continuación se mencionan los materiales utilizados para la construcción de los macrotúneles:

1. Tubos galvanizados de 6.20 m de longitud y un diámetro de $\frac{1}{2}$ pulgada.
2. Anclas de 1 m de altura y un diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada.
3. Tornillos con punta de broca.
4. Mallas fotoselectivas con un 70% de transmitancia (azul, rojo, negro y blanco).
5. Postes de madera de 4 pulgadas de grosor por 3 m de longitud.
6. Alambre galvanizado de calibre 12.
7. Rafia.
8. Azadón.
9. Trozos de manguera de 1 pulgada de diámetro.
10. Cinta métrica.
11. Pocera.

Practicas Realizadas para el Establecimiento del Cultivo

Acolchado

Una vez hechos los surcos se colocaron las cintillas para el riego por goteo, posteriormente se colocó manualmente el acolchado de color plateado el cual se tenso y se ajusto con tierra usando azadón.

Trasplante

El trasplante se realizó el día 23 de Abril de 2009 en forma manual, colocando una planta por orificio, con distancia de 30 cm entre una planta y planta.

Riegos

El sistema de riego utilizado fue por goteo, por lo que se empleo la cinta T- Tape, colocándose una cinta por surco para todos los tratamientos. Se utilizó agua potable procedente de la red de sistema de riego del Departamento de Horticultura.

Fertilización

La fertilización utilizada para los tratamientos fue la que se presenta a continuación (Cuadro 7) y fue aplicada vía riego dos veces por semana. La aplicación de los productos se realizó los días lunes y otra los viernes, esto debido a la incompatibilidad de los productos. Se utilizo la misma fórmula para todos los tratamientos y así evitar que el factor nutritivo causara diferencia en las variables a evaluar.

Cuadro 8. Cantidad de fertilizantes a diluir en 600 l de agua para tener una solución al 100%.

FERTILIZANTE	CANTIDAD
Ácido fosfórico	25 ml.
Nitrato de potasio	750 gr.
Nitrato de calcio	1000 gr.
Sulfato de fierro	250 gr.
Sulfato de magnesio	5 gr.
Sulfato de zinc	2 gr.

Manejar un pH de la solución de 5.5.

Labores Culturales

Tutoreo

Aunque el cultivo de chile es un cultivo que no requiere de tutoreo, bajo condiciones de cubiertas fotoselectivas se tuvo que hacer ésta labor, debido al crecimiento que tuvieron. Esta actividad se realizo de forma manual y consistió en colocar una rafia por cada planta, el hilo de rafia se sujeto al tallo por debajo de la primera ramificación y se enredo a la planta pasándolo por cada entrenudo hasta el brote terminal, posteriormente se coloco verticalmente y se amarro al alambre tensado en la parte superior del túnel. Esta práctica se realizó, de acuerdo al crecimiento de la planta a lo largo del ciclo de vida.

Control Fitosanitario

Se llevo a cabo de manera preventiva y curativa utilizando productos químicos como: Furadan, Actara 50, metomilo, Plenum, Blason Ultra, oxi-cloruro de cobre y Endosulfan.

Las principales plagas que se presentaron durante el ciclo del cultivo fueron minador de la hoja (*Liriomiza ssp.*) y mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) .

Para la aplicación de estos agroquímicos se utilizó una bomba con motor de una capacidad de 18 litros.

Deshierbes

Se realizaron en forma manual y de manera periódica, para evitar la competencia con el cultivo y como hospederos alternantes de plagas y enfermedades.

Cosecha

Se realizó a partir del día 15 de julio, se hicieron cinco cortes de forma manual, cada corte se llevó a cabo cada semana y se terminó de cosechar el 15 de agosto de 2009, la cosecha se realizó de manera manual, y los frutos se colocaron en bolsas de papel para posteriormente cuantificar las variables previamente consideradas.

Variables Estudiadas

Altura de Planta (ALT)

Para estimar esta variable se seleccionaron tres plantas representativas por Tratamiento, Cultivo y Repetición, a los cuales se les tomó la altura con una cinta métrica, desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, posteriormente

se obtuvo un promedio de las alturas para realizar el análisis de los datos, los datos se reportan en cm.

Diámetro de Tallo (DmT)

Para esta variable se utilizaron las mismas plantas de la variable anterior a la cual se les midió el diámetro en la base del tallo con un vernier digital, posteriormente se obtuvo un promedio de los datos, registrándolos en mm.

Número de Frutos por Planta (NFT)

Para ésta variable se contabilizó el número de frutos cosechados por planta en cada corte, obteniendo una sumatoria total de los frutos al término de las cinco cosechas.

Peso Total de Frutos por Planta (PT)

Se contó el número de frutos cosechados por planta, por corte y por cultivo, y se pesaron con una balanza analítica, al finalizar las cosechas se sumaron los pesos para obtener el peso total de frutos por planta, registrando los datos en g.

Peso Promedio de Fruto (PMF)

Ésta variable se obtuvo, dividiendo el peso total (PT) por planta por corte entre el número de frutos por planta (NFP).

Longitud de Fruto (LF)

Se midió de la base al ápice del fruto, con una cinta métrica los datos se reportan en milímetros (cm).

Diámetro Ecuatorial (DmEc)

Par ésta variable se midió el diámetro ecuatorial del fruto con un vernier, reportando los datos en milímetros (mm).

Hendidura de Fruto (HE)

Ésta variable se obtuvo para chile mulato y chile poblano, se midió la hendidura o cajete de la base del fruto, con un vernier, los datos se reportan en milímetros (mm).

Peso Fresco de Hoja (PFH)

Para ésta variable se tomó una planta representativa por tratamiento, cultivo y repetición, y se procedió a separarlo por órganos, para poder tomar el peso fresco de las hojas, los datos se reportan en g.

Peso seco de hoja (PSH)

Una vez tomado el peso fresco, se procedió a embolsar las hojas, y se colocaron en una estufa de secado a una temperatura de 60 °C, durante 24 horas y se tomó el peso seco, los datos se reportan en gramos.

Peso fresco de tallo (PFT)

Ésta variable se obtuvo quitando la parte del follaje y raíz, pesando únicamente tallo, los datos se reportan en g.

Peso seco de tallo (PST)

Una vez que se obtuvo el peso fresco, se procedió a colocar en bolsas para secarlos en una estufa de secado.

Peso fresco de raíz (PFR)

Para ésta variable, la raíz se limpió para quitar los residuos de suelo, y se procedió a pesar en una balanza analítica, los datos se reportan en g.

Peso seco de raíz (PSR)

Una vez obtenido el peso fresco de raíz, se procedió a embolsar para colocarlos en una estufa de secado, los datos se reportan en g.

Análisis de Datos

El análisis de varianza (ANVA) de los datos de este experimento fueron por computadora mediante el paquete de análisis estadístico SAS versión 9.0, y la comparación de medias por Tukey, se realizó con el mismo software.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de Planta

El análisis de varianza (ANVA) para esta variable muestra que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos (Cuadro 9) y para tipos de chile ($p \leq 0.01$), esto indica que hay respuestas estadísticamente diferentes entre los tratamientos bajo estudio, así mismo también hay diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de chile, respecto a la altura de planta. Al realizar la prueba de comparación de medias (Tukey 0.05) se encontró que los tratamientos con malla fueron estadísticamente iguales (Cuadro 10), pero diferentes del tratamiento testigo. Las plantas desarrolladas bajo malla de color blanco fueron 90 % más altas que las plantas obtenidas sin cubierta. Esto se debe a la luminosidad ya que tiene una gran importancia en los procesos vitales de los vegetales tanto en el desarrollo así como en la fotosíntesis, en el fotoperiodo, fototropismo, crecimiento de los tejidos, floración, etc. (Hernández, 1993; Torres, 1994).

Diámetro de Tallo

El análisis de varianza para esta variable (cuadro 9) mostró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) entre tratamientos, indicando que al menos un tratamiento resultó estadísticamente diferente como resultado del efecto de los tratamientos bajo estudio, en el análisis de varianza (ANVA) también se encontró diferencias estadísticas significativas para tipos de chiles, indicando

que los tres tipos de chile tienen respuesta diferente a un mismo color de cubierta en relación a esta variable. La prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) muestra que los tratamientos con malla fueron estadísticamente iguales en cuanto a esta variable (Cuadro 10), pero diferentes del tratamiento testigo. La cubierta de color blanco promovió mayor desarrollo del diámetro de tallo de las plantas, resultando estadísticamente superior al resto de los tratamientos, superando en 32.90 % al tratamiento testigo. Por otra parte Roblero (2007) en un estudio realizado en plántulas de chile jalapeño bajo películas fotoselectivas reportó el mejor resultado de diámetro de tallo en cubierta de polietileno transparente, seguido por la cubierta de color blanco.

Número de Frutos por Planta

El análisis de varianza (Cuadro 9) para esta variable, exhibió diferencias altamente significativas entre cubiertas y entre tipos de chile, indicando que esta variable fue afectada de manera significativa por el color de la cubierta, así mismo se encontraron diferencias altamente significativas entre los tipos de chiles en relación al número de frutos por planta. La prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) indica que la cubierta de color blanco fue la que indujo el mayor número de frutos por planta (cuadro 10), resultando estadísticamente superior al resto de los tratamientos, superando en 20 % al tratamiento que se ubicó en segundo lugar (malla negra) y en 58.86% al tratamiento testigo. La importancia de obtener mayor amarre de frutos en los tipos de chile chilaca, chile mulato y poblano, se ve reflejada en el incremento del rendimiento del cultivo, esto se logra con el uso de mallas de color blanco y negro.

Peso total de Fruto por Planta

El análisis de varianza para ésta variable (Cuadro 9), mostró diferencias altamente significativa entre tratamientos, indicando que al menos un tratamiento resulto estadísticamente diferente como resultado del efecto de los tratamientos bajo estudio. Al realizar la comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) se encontró que el cultivo desarrollado bajo malla blanca fue estadísticamente superior al testigo al cual lo supero en un 93.69%. El ANVA también muestra diferencias estadísticas significativas entre tipos de chiles, indicando que por lo menos uno es estadísticamente superior a los otros dos, así mismo se encontró de una interacción estadísticamente significativa de cubierta por cultivo, lo cual indica que los tres tipos de chile no tienen la misma respuesta a un mismo color de cubierta. Sin embargo los resultados no coinciden con Aragón (2009) en el que señala que en tomate saladette bajo macrotúneles con mallas fotoselectivas, obtuvo los mejores resultados de peso de fruto en cubierta de plástico de polietileno transparente.

Peso Promedio de Fruto

El análisis de varianza (Cuadro 9) para ésta variable muestra diferencias estadísticas significativa ($p\leq 0.05$) entre tratamientos, lo que indica que al menos un tratamientos bajo estudio tiene respuesta diferencial como resultado del efecto de los diferentes colores de cubierta, al realizar la prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) se encontró que los tratamientos con malla fueron estadísticamente iguales (Cuadro 10), pero diferentes del tratamiento testigo la cual fue superada en un 21.54 % por el mejor tratamiento

con cubierta de color blanco. En el análisis de varianza (ANVA) también se encontró diferencias estadísticas significativas para tipos de chiles indicando que hay diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.01$) entre tipos de chiles, esto es consecuencia que el chile ancho o poblano normalmente es de mayor tamaño y por tanto de mayor peso que los chiles del tipo mulato, mientras que las chilacas son de un diámetro más reducido que los anteriores, pero de mayor longitud. Los resultados coinciden con los obtenidos por Hernández (2009) en la evaluación de tomate cherry bajo cubiertas fotoselectivas, quien encontró los mejores resultados para peso promedio de fruto, en la cubierta de color blanco.

Longitud de Fruto

El análisis de varianza (Cuadro 9) aplicado a ésta variable mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos, indicando que el color de cubierta modifica significativamente a ésta variable. Al realizar la comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) se encontró que el cultivo desarrollado bajo malla negra fue estadísticamente superior al testigo (cuadro 10) al cual lo superó en un 16.57 % y superó solo en un 1 % al tratamiento que se ubicó en segundo lugar (malla azul). En el análisis de varianza (ANVA) también se encontró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre tipos de chiles lo cual es normal ya que el chile ancho se caracteriza por tener una mayor longitud que los chiles tipo mulato y de menor longitud que los tipos chilaca.

Diámetro Ecuatorial de Fruto

El análisis de varianza aplicado a ésta variable (Cuadro 9) no exhibió diferencias significativas entre tratamientos, indicando que el diámetro ecuatorial no se ve afectado por el color de cubierta. Sin embargo esta variable si cambia significativamente de un tipo de chile a otro. Debido al chile ancho que es de mayor diámetro ecuatorial que los chiles del tipo mulato, mientras que las chilacas son de diámetro más reducido, pero de mayor longitud.

Hendidura de Fruto

El análisis de varianza para ésta variable, estadísticamente no se encontró diferencia significativa en ninguna fuente de variación, lo cual nos indica que los diferentes colores de malla no influyen en la longitud de la hendidura o cajete de los chiles mulato y poblano que presentan ésta característica. Dado a que ésta es una característica perjudicial que presentan tanto los chiles del tipo mulato como poblano, en los que durante las épocas de lluvia el agua se acumula en éstos cajetes, promoviendo el desarrollo de enfermedades fungosas, por lo que se tiene que buscar otras fuentes de estudio para reducir la longitud de de hendidura en éstos chiles como son el mejoramiento genético.

Cuadro 9. Cuadrados medios del ANVA aplicado a variables estudiadas en el cultivo de chilaca, chile mulato y chile poblano bajo mallas fotoselectivas. UAAAN 2009.

Fuente de Variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS							
		ALT	DmT	NFP	PT	PMF	LF	DmEc	HE
Tratamiento (T)	3	3059.22**	27.69**	39.28**	214689.87**	282.54 *	9.99*	17.73 ^{NS}	26.02 ^{NS}
Repetición	2	39.13 ^{NS}	0.02 ^{NS}	92.01**	178139.82**	129.00 ^{NS}	4.2 ^{NS}	0.82 ^{NS}	4.09 ^{NS}
Trat*Repetición	6	284.37 ^{NS}	1.70 ^{NS}	1.03 ^{NS}	26998.63 ^{NS}	63.60 ^{NS}	4.2 ^{NS}	7.87 ^{NS}	4.44 ^{NS}
Cultivo (C)	2	3869.29**	14.80**	216.80**	213889.62**	1499.83**	45.86**	2018.82**	0.10 ^{NS}
T x C	6	275.93 ^{NS}	1.75 ^{NS}	7.39 ^{NS}	53662.97*	68.22 ^{NS}	1.10 ^{NS}	9.71 ^{NS}	10.56 ^{NS}
Error	16	137.25	2.16	4.55	2169950.11	69.90	2.42	6.80	6.91
CV(%)		16.07	10.39	22.64	23.21	13.59	10.53	5.13	15.91

*Significativo al 0.05; **Significativo al 0.01; NS No significativo; Cv= Coeficiente de variación; ALT = Altura de planta; DmT= Diámetro de tallo; NFP=Número de frutos/planta; PT=Peso total de fruto por planta; LF= longitud de fruto; DmEc= Diámetro ecuatorial; PMF= Peso medio de fruto; HE= Hendidura.

Cuadro 10.Comparación de medias (DMS) entre tratamientos realizadas a las variables evaluadas en el cultivo de chile bajo mallas fotoselectivas. UAAAN 2009.

Tratamientos	ALT	DmT	NFP	PT	PMF	LF	DmEc	HE
	(cm)	(mm)		(g)	(g)	(cm)	(mm)	(mm)
T1 Azul	76.89A	14.43A	7.90B	476.47BC	64.47A	15.57A	49.77A	14.27A
T2 Negro	81.26A	15.16A	10.07AB	632.08AB	63.88AB	15.68A	51.46A	18.32A
T3 Blanco	87.33A	15.39A	12.09A	711.56A	64.55A	14.41AB	52.42A	18.27A
T4 Testigo	45.96B	11.58B	7.61B	367.36C	53.11B	13.45B	49.46A	15.22A
Tukey (0.05)	15.80	1.98	2.87	171.21	11.27	2.09	3.51	4.86

ALT = Altura de planta; DmT= Diámetro de tallo; NFP=Número de frutos/planta; PT=Peso total; PMF = Peso medio de fruto; LF= Longitud de fruto; DmEc= Diámetro ecuatorial; HE= Hendidura.

Peso Fresco de Tallo

El análisis de varianza (Cuadro 11) aplicado a ésta variable, exhibió diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p \leq 0.01$), lo cual indica que el uso de mallas tiene un efecto diferencial significativo sobre dicha variable, realizando la prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) se encontró que el uso de malla blanca supero estadísticamente al tratamiento con malla azul y al testigo (Cuadro 12), al cual superó en un 131%. Los resultados no coinciden con Pérez (2007) quien en la evaluación de plántulas de pepino bajo macrotúneles con mallas fotoselectivas, señala que el mayor en peso fresco de vástago o tallo se obtuvo bajo cubierta de polietileno transparente, los resultados anteriores probablemente son consecuencia de las condiciones de temperatura prevaleciente durante el periodo de evaluación.

Peso Seco de Tallo

El análisis de varianza para ésta variable (Cuadro 11) muestra diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los tratamientos bajo estudio, realizando la prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$), se observa que el tratamiento con cubierta de color blanco supera a todos los tratamientos con cubierta (Cuadro 12) y superando en un 95.19 % al tratamiento testigo sin cubierta. Sin embargo no concuerda con Pérez (2007) quien en la evaluación de plántulas de pepino bajo macrotúneles con mallas fotoselectivas, obtuvo el mayor peso seco de vástago en plántulas desarrolladas bajo cubierta de polietileno transparente.

Peso Fresco de Hoja

El análisis de varianza para ésta variable (Cuadro 11), mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p \leq 0.01$), lo cual revela que el uso de mallas de diferente color tiene una respuesta diferencial para ésta variable, al realizar la prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) se encontró que el uso de malla de color azul (Cuadro 12) es estadísticamente igual a los tratamientos con cubierta pero diferente del tratamiento testigo sin cubierta, el cual fue superado en un 118.43 %. Los resultados coinciden con Sánchez (2005) citado por Pérez (2007) donde las cubiertas de color amarillo y blanco fueron mejores en el aumento de biomasa en plántulas de lechuga.

Peso Seco de Hoja

El análisis de varianza aplicado a ésta variable (Cuadro 11), exhibió diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p \leq 0.01$) así como altamente significativa para los tipos de chile. Lo anterior indica que el peso seco de hoja cambia significativamente ($p \leq 0.01$) de un tratamiento a otro así lo mismo ocurra de un tipo de chile a otro. Al realizar la comparación de medias (Cuadro 12) se observó que el PSH fue estadísticamente igual bajo los tres colores de mallas pero estos valores fueron estadísticamente diferente del tratamiento sin cubierta el cual fue superado en un 135.35 %, por el tratamiento de cubierta blanca, lo cual no coincide con lo reportado por Pérez (2007) en el pepino bajo cubiertas plásticas fotoselectivas donde encontró que el mayor peso de biomasa seca lo obtuvo bajo la cubierta de polietileno transparente.

Peso Fresco de Raíz

El análisis de varianza aplicado a ésta variable (Cuadro 11) no presentó diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que ésta variable no se ve afectada por el uso de mallas de diferente color. Sin embargo Muñiz (1994) citado por Pérez (2007) obtuvo el mejor resultado de peso fresco de raíz de plántulas de tomate en la cubierta de color blanco. Aunque el ANVA realizado muestra que el peso fresco de raíz si cambia significativamente ($p \leq 0.01$) de acuerdo al tipo de chile.

Peso Seco de Raíz

El análisis de varianza (Cuadro 11) para ésta variable muestra diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos. Realizando la comparación de medias se encontró que el PSR de las plantas desarrolladas bajo la malla de color negro (cuadro 12) fue estadísticamente igual a los PSR de otros colores de malla, sin embargo fue estadísticamente superior al PSR de las plantas obtenidas sin cubiertas. El PSR de las plantas bajo la malla negra fue 42.01 % mayor al valor observado en las plántulas sin cubierta. Los resultados coinciden por los obtenidos por Muñiz (1994) citado por Pérez (2007) quien señala que el mejor resultado en cuanto a la variable de peso seco de raíz de tomate, lo obtuvo en la cubierta de color blanco.

Cuadro 11. Cuadrados medios del ANVA aplicado a variables estudiadas en el cultivo de chilaca, chile mulato y poblano bajo mallas fotoselectivas, UAAAN 2009.

Fuente de variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS					
		PFT	PST	PFH	PSH	PFR	PSR
Tratamiento (T)	3	43411.65**	1355.99**	31934.48**	1461.65**	60.72 ^{NS}	6.70*
Repetición (R)	2	27105.93**	1822.48**	27452.30**	1073.87**	518.38**	26.48**
TXR	6	1066.89 ^{NS}	28.17 ^{NS}	1686.22 ^{NS}	25.87 ^{NS}	24.28 ^{NS}	1.25 ^{NS}
Cultivo (C)	2	48051.33**	1204.09**	29668.83**	1060.98**	478.90**	1.87 ^{NS}
TxC	6	3318.37 ^{NS}	173.66 ^{NS}	2151.83 ^{NS}	184.15 ^{NS}	9.01 ^{NS}	7.73**
Error	16	2318.72	115.01	1620.57	54.55	20.72	1.61
CV(%)		21.81	23.21	21.35	19.15	19.44	22.11

*Significativo al 0.05; **Significativo al 0.01; No significativo; Cv= Coeficiente de variación; PFT = Peso fresco de tallo; PST=Peso seco de tallo; PFH=Peso fresco de hoja; PSH=Peso seco de hoja; PFR=Peso fresco de raíz; PSR Peso seco de raíz.

Cuadro 12. Comparación de medias entre tratamientos, de las variables evaluadas en el cultivo de chile bajo mallas fotoselectivas. UAAAN 2009.

Tratamiento	PFT (g)	PST (g)	PFH (g)	PSH (g)	PFR (g)	PSR (g)
T1 Azul	221.83B	44.57BC	223.82A	45.33A	21.67A	5.63AB
T2 Negro	243.88AB	47.38AB	214.36A	43.51A	24.21A	6.29A
T3 Blanco	291.16A	61.37A	218.30A	45.87A	26.71A	6.49A
T4 Testigo	126.00C	31.44C	99.94B	19.49B	21.02A	4.57B
Tukey (0.05)	64.94	14.46	54.46	9.96	6.13	1.71

PFT = Peso fresco de tallo; PST= Peso seco de tallo; PFH=Peso fresco de hoja; PSH=Peso seco de hoja; PFR=Peso fresco de raíz; PSR Peso seco de raíz.

CONCLUSIONES

El uso mallas plásticas foselectivas tienen gran influencia sobre componentes del rendimiento (peso de fruto y número de frutos) de chile chilaca, mulato y poblano, así como en la acumulación de materia seca.

El uso de la malla de color blanco induce el mayor número de frutos y peso total de fruto, superando hasta en 58.86 y 93.69 % respectivamente al tratamiento testigo, así como 20 y 12.57% respectivamente al segundo mejor tratamiento bajo malla plástica de color negro.

Bajo la malla plástica de color blanco se tienen la mayor producción de materia seca de raíz 42.01 % y parte vegetativa aérea, 95.19 % peso seco de tallo y 35.35 % de peso seco de hoja respectivamente indicando un mejor comportamiento fisiológico.

LITERATURA CITADA

- Aragón V., G. 2009. Uso de macrotúneles con cubiertas fotoselectivas sobre la calidad fisiológica de semilla y rendimiento de tomate saladette (*Solanum lycopersicon*). Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Benavides M., A.; Ramírez R.H.; Robledo T., V.; Hernández D. J. 2002. Punto de compensación fotosintético y su correlación con la biomasa de espinacas bajo películas de polietileno. *Agrofaz* .2 (2): 127- 134.
- Cerón, L., M. 2006. Análisis de correlación y análisis de sendero en el cultivo de chile ancho (*Capsicum annuum* var. Grossum). Tesis Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Daza O., C. A. 1994. Respuesta de plántulas de coliflor (*Brassica oleracea* var. Botrytis) bajo cubiertas plásticas de colores en microtúneles. Tesis de licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Domínguez R., A. 2005. Uso de Cubiertas Fotoselectivas para la Producción de Plántulas de Hortalizas. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Hernández D., J.; Bacópolos E., T.; Robledo T., V.; Reyes S., V., M.; 2007. Evaluación de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo cubiertas plásticas fotoselectivas en macrotúneles.
- Hernández P., A. 2009. Producción y calidad de semilla de tomate cherry (*Solanum lycopersicon* var Cerasiforme) Obtenida en macrotúneles con mallas fotoselectivas. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo,

Coahuila.

Hernández D., J. 1993. Curso de fisiología de hortalizas. UAAAN Departamento de Horticultura, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Hoyos E., P. 1995. Parámetros de Calidad en Plántulas Hortícolas. II Jornadas Sobre Semillas Hortícolas. Ed. Dirección General de la Producción Agraria 35/96. Congresos y Jornadas, Almería, España. 278 p.

Ibarra J., L. 1997. Acolchado de suelos. In: Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura. UAAAN-CIQA. Saltillo, Coahuila, México.

Janick, J. 1985. Horticultura científica e industrial. Editorial Acribia Zaragoza. España. p.54.

Laborde C., J. A. y O. Pozo C. (Comp.). 1982. Presente y pasado del chile en México. Publicación especial No. 85. INIA. México. 80 p.

Ledesma V., M.A. 1994. Efectos de las Cubiertas Plásticas de Colores en la Producción de Plántulas de Brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, 82 p. México.

Mendoza H., J. M. 1983. Diagnóstico Climático para la zona de Influencia Inmediata a la UAAAN.

Montbrun, N., Rastelli, V., Montbrun D., F.; Bousa A., S. 1999. Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar, Ambiente e Innovación Tecnológica Celebrada en el mes de septiembre de 1999. Univ. Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Pp 1 - 10.

Muñiz V., A. 1994. Producción de Planta de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Bajo Cubiertas Plásticas de Colores. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

- Olvera G., J.; R. Sánchez R.; R. Ochoa B. y F. Rodríguez C. 1998. Una hortaliza de México para el mundo. *Claridades Agropecuarias* 56: 3-5.
- Orzolek M., D. 1995. Is there a difference in red mulch. *Natl. Agr. Plastic. Congr.* 26:120-126.
- Papaseit P., J. Badiola y E. Armaguel. 1998. *Los plásticos en la agricultura* Ediciones de Horticultura, S. L. Printed in Spain.
- Pérez P., D. 2007. Evaluación de plántulas de pepino (*cucumis sativus* L.) bajo cubiertas plásticas fotoselectivas en macrotúneles. Tesis. Licenciatura UAAAN.
- Pozo C., O.; S. Montes H. y E. Rendón J. 1991. Avances en el estudio de los recursos filogenéticos de México. *Sociedad Mexicana de Fitogenética, AC. Chapingo, Méx., México.* p. 219, 226-228.
- Pozo C., O. 1981. Descripción de tipos y cultivares de chile (*Capsicum spp.*) en México. Folleto Técnico No. 77. INIA SARH. México.
- Pozo Campodónico., O. 1984. Presente y pasado del chile en México. SARH, INIA. México, D.F. p. 33.
- Robledo de P., F. y L. Martín. 1981. *Aplicación de los plásticos en la agricultura* 2a edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 571p.
- Robledo T., V. Hernández D., J.; Benavides M., A.; Ramírez G., F.; 2004. Comportamiento agronómico de plántulas de tomate de cáscara desarrolladas bajo cubiertas plásticas fotoselectivas.
- Robledo T., V., Hernández D. J., Benavides M. A., Ramírez M. H., Ramírez G. F.

- (2002). El uso de cubiertas plásticas de colores sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Revista Agrofaz 2:45-50.
- Roblero M. A.C., 2007. Producción de plántulas de chile jalapeño (*capsicum annuum* L.) bajo películas fotoselectivas. Tesis. Licenciatura UAAAN.
- Rodríguez P., A. 1991. Semiforzado de cultivos mediante uso de plásticos. Editorial Limusa. Primera Edición. Impreso en México.
- Serrano C., Z. 1990. Técnicas de Invernadero. Ed. P.A.O. Suministros Gráficos,S.A. Sevilla España.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (SARH). 1982. Presente y Pasado del chile en México. D.F., México.
- Sistema de Información Agroalimentaria y de Consulta 2007 (SIACON). Página web: <http://www.siap.gob.mx>
- Torres R., E. 1984. Agrometeorología. Editorial DIANA, S.A. México.
- Valadez L., A. 1998. Producción de hortalizas. Octava reimpresión. Editorial Limusa. México. 223-33.
- Wattsagro, 1999. El cultivo de chile poblano (*Capsicum annuum* L). Consulta de la página de Internet: <http://www.wattsagro.com>