



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MEXICO**



---

**“CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO”**

**EFFECTO DE DOS COBERTURAS PLÁSTICAS EN LA PRODUCCIÓN DE JITOMATE (*Lycopersicon  
esculentum* Mill.) BAJO INVERNADERO EN EL MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS.**

**T E S I S**

**QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE**

**Ingeniero Agrónomo en Floricultura**

**PRESENTA**

**MARCO ANTONIO CHÁVEZ GARCÍA**

**DIRECTORES**

**DR. JAIME MEJIA CARRANZA**

**M. en C. RAFAEL ALVARADO NAVARRO**

**ASESOR**

**DRA. VLADIMIRA PALMA LINARES**

**TENANCINGO, MÉXICO; ENERO DEL 2013**



**Universidad Autónoma del Estado de México**  
**CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO**



Tenancingo, Estado de México; 9 de Enero de 2013.

**MARCO ANTONIO CHÁVEZ GARCÍA**  
**PASANTE DE LA LICENCIATURA EN**  
**INGENIERO AGRONOMO EN FLORICULTURA**  
**P R E S E N T E**

Por este conducto comunico a Usted, que con base en el Reglamento de Facultades y Escuelas Profesionales de la UAEM que en su Capítulo VIII artículo 120, 121 y 122, así como el Reglamento de Opciones de Evaluación Profesional de la UAEM Capítulo I artículo 6º, puede proceder a realizar la elaboración en formato electrónico del trabajo de tesis denominada **“EFECTOS DE DOS COBERTURAS PLÁSTICAS DE INVERNADERO EN LA PRODUCCIÓN DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO INVERNADERO EN EL MUNICIPIO DE COATEPEC HARINAS”** y continuar con los trámites y requisitos requeridos para efecto de poder sustentar su examen profesional y obtener el título de **LICENCIADO EN INGENIERO AGRÓNOMO EN FLORICULTURA**.

Sin otro particular, quedo a sus apreciables órdenes.

**Atentamente**  
**PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO**  
**“2013, 50 Aniversario Luctuoso del Poeta Heriberto Enríquez”**

  
**QUIM. VÍCTOR MANUEL DÍAZ VERTIZ**  
**SUBDIRECTOR ACADÉMICO DEL CENTRO**  
**UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO**

C. c. p. L.G. Gabriela A. Ambrosio Arzate - Encargada del Departamento de Evaluación Profesional.  
C. c. p. Archivo  
VMDV/vfr.



## **AGRADECIMIENTOS**

Es importante reconocer a muchas personas que se han esforzado y apoyado en la elaboración de esta tesis de forma directa o indirecta, es por ello que quiero dejar constancia de ellas y agradecerles de corazón su participación.

En primera instancia agradezco a la Universidad Autónoma del Estado de México, por haber enviado a esta región del sur, el Centro Universitario UAEM Tenancingo, porque es un gran apoyo para todos los jóvenes que anhelamos prepararnos y superarnos en un nivel superior a fin de concluir de manera satisfactoria y reconocernos como unos profesionistas competentes y de calidad. Dicha Institución tuvo a bien abrirme las puertas para prepararme durante cinco años, donde aprendí un sin fin de conocimientos, habilidades, que facilitaron comprender, aprender y entender la currícula de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Floricultura.

Mi más sincero agradecimiento a mis asesores Dr. Jaime Mejía Carranza, M. en C Rafael Alvarado Navarro y Dra. Vladimira Palma Linares, por su colaboración, apoyo, paciencia y sus grandes conocimientos que permitieron enriquecer día a día este trabajo; quienes me guiaron completando y haciendo las sugerencias necesarias para mejorar el desarrollo de esta tesis. Porque a pesar de mis debilidades dentro de la redacción me orientaron de la mejor manera, todo con miras a corregir y acrecentar la producción del texto.

Al Sr Jorge Cruz Ramírez y su familia por haberme brindado su amistad y permitirme trabajar en sus invernaderos. A todos mis amigos, porque juntos

descubrimos, analizamos y confrontamos las temáticas que fueron objeto de discusión y que facilitaron la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes. Así como recordar el apoyo brindado en cada una de las prácticas que se realizaron en el transcurso de la carrera.

Agradezco de todo corazón a mi familia y en especial a mis padres por el esfuerzo realizado en su arduo trabajo, porque nunca desistieron y siempre tenían palabras de aliento para que yo continuara con mi preparación a pesar de todos los problemas económicos que enfrentamos. A mis hermanos por alegrarme los días en que me angustiaba por no saber hacia dónde dirigirme y que siempre me brindaron una sonrisa para salir adelante.

En general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han vivido la realización de esta tesis, porque tanto ellas como yo dimos e hicimos el mayor de los esfuerzos en la elaboración de la tesis. Mil gracias por todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobretodo cariño y amistad.

## DEDICATORIA

A Dios por permitirme estar aquí y ahora,  
por darme salud y vida necesaria para  
ser quien soy.

A mi madre por ser una mujer ejemplar,  
constante y valerosa. A mi padre por ser  
excepcional, al enseñarme el valor de las  
cosas y ser mi mejor maestro.

A mis hermanos, y en memoria a mis  
abuelos por su apoyo, consejos y amor  
que siempre me han brindado.

## RESUMEN

Los productores de flores de corte en la región florícola de Tenancingo y Villa Guerrero al sur del Estado de México, se enfrentan a serios problemas como falta de políticas de mercado y manejo agronómico ineficiente. Para atender esta problemática, es necesario buscar alternativas que contribuya a que los productores mejoren sus ingresos, como lo podría ser la diversificación de cultivos. Así, la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero se ha posicionado como un cultivo que de manera recurrente reemplaza a cultivos ornamentales como la rosa (*Rosa x híbrida*), sin embargo, su manejo agronómico es variado entre los productores y da como resultado diferencias en los rendimientos e ingresos. Es por eso que en la presente investigación se planteó el objetivo de evaluar la producción de jitomate en un invernadero comercial con variaciones en la calidad de la cubierta plástica, establecidas por el mismo productor y que correspondieron a dos tipos plástico: tipo lechoso con 20% de sombra y tipo lechoso con 20% de sombra recubierto con una capa delgada de pintura roja vinílica. Los resultados de la investigación indicaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en 8 variables morfológicas evaluadas: altura de la planta, diámetro de tallo, distancia entre racimos, número de racimos, frutos polinizados y no polinizados, diámetro de fruto, número de flores de último racimo y peso de racimos. La variación en la intercepción de la radiación solar por el cultivo en ambos tratamientos jugó un papel determinante en la conversión a biomasa y afectó en todos los casos las variables evaluadas. La cobertura de

plástico con pintura roja presentó 25% menos de la luz fotosintéticamente activa que la correspondiente a plástico lechoso 20% sombra.

# CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Origen e historia del jitomate .....	5
2.2. Importancia económica.....	6
2.3. Requerimientos ambientales.....	8
2.3.1. Luz .....	8
2.3.2. Temperatura.....	8
2.3.3. Humedad .....	11
2.3.5. pH.....	12
2.4. Sistemas de producción de jitomate.....	12
2.5. Coberturas plásticas.....	14
2.5.1. Aditivos en los plásticos .....	15
2.5.3. Propiedades de las coberturas plásticas.....	17
2.5.3.1. Propiedades radiométricas .....	17
2.5.3.2. Propiedades mecánicas .....	18
2.5.3.3. Duración.....	18
<b>III. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>IV. HIPÓTESIS</b> .....	<b>20</b>
<b>V. OBJETIVOS</b> .....	<b>21</b>
5.1. Objetivo general .....	21
5.2. Objetivos específicos .....	21
<b>VI. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>22</b>
6.1. Localización del experimento.....	22
6.2. Material biológico.....	23
6.3. Descripción del invernadero.....	24
6.4. Establecimiento del experimento .....	25
6.5. Diseño del experimento .....	25

6.6. Variables evaluadas .....	26
6.7. Manejo agronómico de la planta .....	27
6.7.1. Preparación del suelo .....	27
6.7.2. Siembra y trasplante .....	28
6.7.3. Tutorio .....	29
6.7.4. Poda de brotes laterales .....	29
6.7.5. Poda de hojas .....	30
6.7.7. Fertilización .....	30
6.7.8. Control de plagas y enfermedades.....	30
6.7.8.1 Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood).....	31
6.7.8.2 Araña roja ( <i>Tetranychus urticae</i> Koch) .....	31
6.7.8.3 Pulgón ( <i>Myzus</i> spp) .....	31
6.8. Análisis de datos.....	32
<b>VII. RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
7.1 Altura de la planta.....	32
7.2 Diámetro del tallo .....	33
7.3 Número de racimos .....	33
7.4 Distancia entre racimos .....	34
7.5 Número de frutos polinizados .....	35
7.6 Número de frutos no polinizados.....	36
7.7 Diámetro del primer fruto .....	37
7.8 Número de flores del último racimo medido .....	38
7.9. Peso de racimos .....	39
7.10 Correlación entre variables .....	40
7.11 Variables ambientales .....	42
<b>VIII. DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
8.1 Altura de la planta.....	44
8.2. Diámetro del tallo.....	45
8.3. Número de racimos .....	45
8.4. Distancia entre racimos .....	46
8.5. Número de frutos polinizados y no polinizados .....	46
8.7. Diámetro del primer fruto.....	47

8.8. Número de flores de último racimo medido .....	48
8.9 Peso de racimos .....	49
8.9 Variables ambientales .....	51
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>55</b>

## I. INTRODUCCIÓN

En la zona sur del Estado de México, particularmente en los municipios de Villa Guerrero, Tenancingo y Coatepec Harinas, la actividad florícola es una de las más importantes de la región. Sin embargo, los bajos precios en mercado por la venta de flor, han hecho que muchos de los productores se vean desalentados de dicha actividad, particularmente aquellos que la producen a baja escala y que de forma general son los menos tecnificados. Por lo tanto, la búsqueda de otras alternativas para los productores incluye el cultivo de otras especies diferente a las ornamentales convencionales de la región. Una de estas especies es el jitomate, cuya superficie cultivada en el último año se incrementó considerablemente, particularmente en la región comprendida por los municipios de Coatepec Harinas y Tonicato, con diferentes sistemas de cobertura plástica y niveles de tecnificación. En este sentido, se observan coberturas de diferentes colores que incluyen al típico lechoso natural, verde y rojo tanto de fabricación como lechoso natural pintado con pintura vinílica. Al respecto en pláticas directas con los productores, demuestran poco conocimiento en el efecto de dichas coberturas y en muchos de los casos, la adquisición de dichos colores lo hacen por la disponibilidad más que por los efectos que tendría en la regulación de la luz incidente en el cultivo. Es por eso, que en el presente trabajo se planteó el objetivo de evaluar dos coberturas utilizadas en la región de Coatepec Harinas y su efecto en el rendimiento del jitomate.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Origen e historia del jitomate

El jitomate es originario de América del sur, entre las regiones de Chile, Ecuador y Colombia, pero su domesticación se inició en el sur de México y norte de Guatemala (Rick, 1978; Rick y Holle, 1990), en México las primeras evidencias de domesticación datan del 5000 a.C. y se encontraron en las excavaciones de Zohapilco en el valle de México (McGlung, 1980). Las formas silvestres de "jitomate cereza", *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* migraron a través del Ecuador, Colombia, Panamá y América Central hasta llegar a México, donde fue domesticado por el hombre; en la lengua náhuatl de México fue llamado tomatl, palabra que dio origen a su nombre actual (Rick, 1978; Rick y Holle, 1990).

El jitomate alcanzó un estado avanzado de domesticación en México antes de ser llevado a Europa y Asia. Los herbarios europeos muestran descripciones y grabados de jitomate solamente a partir de la segunda mitad del siglo XVI. Esas informaciones revelan que los primeros tipos cultivados en Europa, tenían frutos blandos, con amplia variedad de formas y colores, cambios que fueron realizados por los agricultores primitivos de México (Ordeñana, 1994).

La introducción del jitomate al continente europeo ocurrió probablemente por España, entre 1523 y 1524, después de la conquista de México, cuando aparecieron las primeras descripciones publicadas por el italiano Pier Andrea Mattioli. En el siglo XVI e inicios del siglo XVII, el tomate fue cultivado en los jardines de Europa (Italia, Inglaterra, España y Francia) como ornamental, por la

belleza y color de sus frutos. Vale la pena anotar que esta planta en principio se consideró como venenosa e incluso se le atribuyeron propiedades afrodisíacas, razón por la cual se le dio el nombre de “manzana del amor” o pomi d’oro (manzana dorada), término que originó el actual nombre italiano, pomodoro. La razón de este nombre, sin duda, se debe a que los primeros cultivos italianos producían frutos de color amarillo. Los italianos fueron los primeros en cultivar el jitomate y probablemente los primeros que lo utilizaron en la alimentación humana, a mediados del siglo XVIII (Rick, 1978).

El jitomate, después de haber llegado a Inglaterra, fue llevado a los Estados Unidos alrededor del año 1711, donde también fue cultivado como ornamental. El consumo de jitomate como fuente de alimento ocurrió aproximadamente en 1850 en los Estados Unidos, y a partir de entonces comenzó a tener interés científico y agronómico. En el siglo XIX adquirió gran importancia económica mundial, hasta llegar a ser, junto con la papa, una de las hortalizas más difundida y predominante del mundo (Rick, 1978).

En 1900 surgió la primera variedad mejorada, denominada Ponderosa, a partir de la cual se obtuvo la mayoría de las variedades americanas actuales, junto con los materiales colectados en la región de origen durante las décadas de los veinte y los treinta (Jaramillo, *et al.*, 2007).

## **2.2. Importancia económica**

El jitomate es la hortaliza más difundida, consumida y la de mayor valor económico en todo el mundo. Su demanda aumenta continuamente y con ella su

cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción, al aumento de la superficie cultivada, lo cual nos indica el enorme valor que este cultivo representa no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario mundial. El jitomate fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito y en menor escala se utiliza como encurtido. Cabe destacar que el jitomate mexicano es una de las hortalizas que generan más divisas para el país, ya que cerca de 30% de la producción nacional se exporta, principalmente a los Estados Unidos, por lo que su cultivo depende significativamente del comportamiento del mercado internacional (Jaramillo, *et al.*, 2007).

El consumo per cápita por año en América del Norte y Centroamérica es de alrededor de 26.9 kg por persona, mientras que a nivel mundial es de 12.6 kg; en tanto que en México se estima de 18 kg (Cenobio, 2006). El aumento continuo de la demanda de jitomate ha provocado en los últimos años un cambio en las tecnologías de producción de cielo abierto a sistemas protegidos, para obtener un mejor resultado, en los rendimientos, calidad y rentabilidad (Cenobio 2006).

La producción mundial de hortalizas bajo invernadero con o sin hidroponía se encuentra en constante expansión y en términos de hectáreas como unidad de superficie, Holanda cuenta con 8900 de invernadero, Italia con 25,000, España con 29,000, Estados Unidos con 450 y Canadá con 550 (Agroproduce, 2005). México hasta 2009 contaba con 57,470 (Financiera Rural, 2009).

## **2.3 Requerimientos ambientales**

### **2.3.1. Luz**

Las propiedades ópticas tienen una influencia decisiva sobre el balance energético en el invernadero y su efecto en la producción, en la calidad del fruto, y en el comportamiento de plagas y enfermedades. Aunque el jitomate es un cultivo insensible al fotoperiodo (Aung, 1976), la cantidad de luminosidad tiene un efecto directo sobre los procesos de la floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta (Aung, 1976). Valores de radiación total diaria en torno a 0.5 MJ.m<sup>2</sup> son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado, siendo preferible mayor iluminación en menor periodo de tiempo que iluminaciones más débiles durante más tiempo (Kinet, 1977).

### **2.3.2. Temperatura**

La temperatura es el principal factor climático que influye en la mayoría de los estados de desarrollo y procesos fisiológicos de la planta (Cuadro 1). El desarrollo satisfactorio de sus diferentes fases (germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación y maduración de frutos) depende del valor térmico que la planta alcanza en el invernadero en cada periodo crítico (Cuadro 2). En un invernadero, cuando se produce un aumento de temperatura, ésta provoca en la planta una intensificación de todos los procesos biológicos y térmicos bien definidos. La temperatura óptima para el crecimiento está entre 21 y 27° C, y para el cuajado de frutos durante el día está entre 23 y 26° C y durante la noche entre 14 y 17° C (Cuadro 2) (Jaramillo *et al.*, 2007).

**Cuadro 1. Efectos de Temperatura en la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* P. Mill).**

<b>Temperatura</b>	<b>Efecto en la planta</b>
Mínima 8-12°C	Los procesos de toma de nutrientes y crecimiento alcanzan una intensidad mínima o se detienen; si la temperatura mínima se prolonga por varios días la planta se debilita, y si ocurren temperaturas por debajo de este nivel, la planta sufre una progresiva decadencia o muerte.
Optima 21-27°C	Desarrollo normal de procesos bioquímicos para el crecimiento vegetativo, la floración y la fructificación son adecuados.
Máxima 32-36°C	Los procesos bioquímicos y asimilación de nutrientes están al límite máximo y son excesivos y agotadores para la planta, se presentan desordenes fisiológicos y se detiene la floración; cuando estas temperaturas se prolongan ocurre la muerte de la planta.

**Cuadro 2. Relación de temperaturas en los diferentes estados fenológicos de desarrollo del jitomate (*Lycopersicon esculentum* P. Mill).**

<b>Estado de desarrollo</b>	<b>T. mínima (°C)</b>	<b>T. óptima (°C)</b>	<b>T. máxima (°C)</b>
Germinación	11	16-29	34
Crecimiento	18	21-24	32
Cuajado de frutos durante el día	18	23-26	32
Cuajado de frutos durante la noche	10	14-17	22
Producción de pigmento rojo (licopeno)	10	20-24	30
Producción de pigmento amarillo (β caroteno)	10	21-23	40
Temperatura del suelo	12	20-24	25

Los efectos tanto de bajas como de altas temperaturas son variados en las diferentes etapas fenológicas de jitomate (Cuadro 3). Durante polinización cuando las temperaturas son mayores de 25° C y menores de 12° C el grano de polen degenera y la fecundación es defectuosa o nula, lo que produce caída de flores y deformación de frutos. En tanto que con temperaturas menores de 12° C las inflorescencias producen ramificaciones foliares en su extremo apical. Contrariamente, con temperaturas mayores de 30° C, el fruto sufre decoloración (amarillamiento). En general, la diferencia de temperatura entre el día y la noche no debe ser mayor de 10° C.

**Cuadro 3.** Efectos de temperaturas extremas en etapas fenológicas críticas de jitomate.

Etapa fenológica	Efectos	
	Baja temperatura	Altas temperaturas
Desarrollo vegetativo	Entrenudos cortos, densos y plantas compactas.	Elongación de entrenudos.
Floración	Reducción de la cantidad de flores y frutos por inflorescencia Reducción de cantidad y viabilidad de polen. Distorsión de los estambres.	Retraso de floración. Asimetría en inflorescencia Reducción de cantidad y viabilidad de polen. Distorsión de anteras. Reducción y debilitamiento de flores. Elongación de estilos sobre anteras.
Fructificación	Distorsión y elongación del ovario y deformación de fruto. Elongación de frutos.	Reducción en número. Deformidad y mal llenado de frutos.

### **2.3.3. Humedad**

Cuando la humedad relativa en el invernadero es alta, favorece el desarrollo de enfermedades como *Phytophthora infestans* Mont de Bary, *Botrytis cinerea* Pers.:Fr. y *Erwinia carotovora* Smith y se presentan desórdenes que afectan los frutos, como son: maduración desuniforme expresada en manchados, también visto en deficiencias de potasio; grietas o rajaduras radiales o concéntricas; malformaciones conocidas como cara de gato o, y frutos huecos. Además, se dificulta la fecundación por la compactación del polen y las flores pueden caerse (Salinas Navarrete, 2010).

Cuando la humedad relativa es baja y la temperatura es alta se debe ventilar para facilitar la circulación del aire. Esta situación, además, origina mayor tasa de transpiración y puede causar estrés hídrico, mayor actividad radicular y cierre estomático, lo que reduce la actividad fotosintética de la planta y la absorción de agua y nutrientes. Bajo estas condiciones, se ve favorecida la aparición del desorden fisiológico conocido como podredumbre apical, causado por la deficiencia de calcio. La humedad relativa baja también seca el polen y genera anomalías en la fecundación, produce igualmente frutos pequeños, deformes y huecos. En el caso contrario, cuando la humedad dentro del invernadero es excesiva, se reduce la transpiración de las hojas, lo que lleva a la planta a desplazar el agua absorbida hacia los frutos, lo cual ocurre con tanta presión que puede provocar que los frutos se rajen. La humedad relativa ideal para el desarrollo del cultivo de tomate debe estar entre un 65 y un 75% para su óptimo crecimiento y fertilidad (Jaramillo, *et al.*, 2007).

### **2.3.5. pH**

El jitomate es una especie que demanda un pH de 6.5 a 6.6 para su óptimo desarrollo. Condiciones ácidas por debajo de 5.0, tienen repercusiones en el rendimiento y debe encalarse el suelo. Por el contrario, cuando el pH es mayor de 6.8 provoca una disminución en el rendimiento, sobre todo porque la asimilación de los nutrientes es deficiente (Cenobio, 2006).

### **2.4. Sistemas de producción de jitomate**

En México se practica el sistema de producción bajo invernadero y a cielo abierto. De este último, a diferencia del cultivo de jitomate bajo invernadero, el rendimiento de los cultivos se ve afectado debido a que las condiciones climáticas y manejo fitosanitario escapan de las manos del productor. Sin embargo, el desarrollo de la agricultura protegida va en crecimiento y a cielo abierto en disminución. El concepto de agricultura protegida o bajo invernadero representa el paso de producción extensiva a intensiva vista comúnmente en jitomate. En este sentido, los Estados productores sobresalientes de jitomate con este sistema de producción son la Baja California Norte y Sur, Sinaloa y Jalisco, cuya producción básicamente está en manos de consorcios industriales que se dedican a la producción y venta, ya sea para consumo interno o de exportación (Cenobio, 2006).

Los invernaderos con películas plásticas mantienen a los cultivos en un ambiente diferente al exterior, en el cual también debe controlarse la temperatura y la

humedad relativa. Dichos invernaderos van desde construcciones simples, diseñadas por los agricultores a bajo costo, o bien construcciones sofisticadas, con instalaciones y equipos para un mejor control del ambiente (Jaramillo, *et al.*, 2007).

Los controles de temperatura, humedad relativa, corrientes de aire y composición atmosférica son esenciales, así como también el control del agua, de los fertilizantes y nivel de oxígeno cerca de las raíces, cuyo manejo integrado de todos promueven la sanidad del cultivo y aseguran una calidad y producción buenas.

Los invernaderos, en relación con el control de los factores meteorológicos, pueden ser clasificados en climatizados, semiclimatizados y no climatizados. Los climatizados son los que poseen mecanismos eléctricos, electrónicos y mecánicos de accionamiento automático para el control de temperatura, humedad relativa, ventilación y luz; usan energía transformada en sus actividades normales y su empleo depende de una explotación agrícola económicamente rentable y elevada. Los invernaderos semiclimatizados están dotados de cierto grado de automatización en lo relacionado a control de temperatura, humedad y luz, y se usan para explotaciones agrícolas altamente rentables.

Los invernaderos no climatizados son, por el momento, los más viables económicamente para el pequeño y mediano productor con vistas a la producción comercial de hortalizas para el mercado nacional; no poseen ningún tipo de equipo

que emplee energía transformada y su utilización disminuye el efecto de factores físicos y del ambiente.

Actualmente la producción de jitomate bajo el sistema de invernadero se hace notar como una alternativa potencial de generación de ingresos, esto debido a los altos niveles de rendimiento que alcanza. Sin embargo, es importante saber elegir la cobertura plástica adecuada para su cultivo (Jaramillo, *et al.*, 2007).

## **2.5. Coberturas plásticas**

La mayoría de las coberturas usadas para cubrir invernaderos son hechas de polietileno, el cual tiene múltiples ventajas, entre ellas: peso liviano, bajo costo, flexibilidad, transparencia, fácil manipulación y capacidad para soportar diversas condiciones climáticas. Los plásticos utilizados para invernaderos deben tener dos tipos de propiedades: mecánicas y ópticas (Castilla, 2007).

Las propiedades mecánicas se refieren a la durabilidad, a los parámetros relacionados con las dimensiones, largo, ancho, grosor, densidad y a los aditivos ultravioleta; ésta es la más importante entre las propiedades mecánicas de un plástico, ya que le provee a la lámina durabilidad, resistencia al envejecimiento por radiación y previene su degradación.

Las propiedades ópticas de los plásticos tienen una influencia decisiva sobre la producción, la calidad del fruto, el balance energético en el invernadero y el comportamiento de plagas y enfermedades. Se clasifican de acuerdo a la influencia sobre los campos de radiación termicidad y luz visible.

**Termicidad:** El aditivo infrarrojo (IR) habilita la lámina para absorber o reflejar la radiación infrarroja en el rango de 7 a 15 micrones, reteniendo el calor que es acumulado durante el día (energía).

**Luz visible:** comprendida entre los 400 y 700 nm, representa el intervalo de transmisión de la luz requerida para que las plantas logren adecuado desarrollo y óptima eficiencia fotosintética.

**Difusión de la luz:** Mayor difusión de la radiación ayuda a incrementar la eficiencia fotosintética en las partes sombreadas de las plantas en el invernadero.: En el caso de la producción de tomate bajo invernadero donde hay un alto grado de sombra entre las plantas, esta variable es importante.

Las cubiertas plásticas son sensibles a las condiciones climáticas y por lo tanto susceptibles al desgarramiento. En épocas de alta temperatura, las láminas de plástico comienzan a dilatarse y su agarre sobre los marcos se reduce; los plásticos también pueden ser dañados durante tormentas o tempestades (Jaramillo, *et al.*, 2007).

### **2.5.1. Aditivos en los plásticos**

Aditivo es una sustancia que se agrega a otras para darles cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen. En el caso de los plásticos, los aditivos se le incorporan durante su proceso de fabricación y quedan dispersos físicamente en la matriz polimérica sin afectar su estructura molecular. Los aditivos pueden ser de procesado, es decir, que facilitan el proceso de transformación, o bien, funcionales, que aportan determinadas cualidades al plástico, como lo son

fotoestabilizadores, los antiácidos, los bloqueadores de la radiación infrarroja larga (rango 7 a 14  $\mu\text{m}$ ), los modificadores de la tensión superficial, los bloqueadores de la radiación infrarroja corta y los aditivos de luminiscencia (Castilla, 2007). Para el caso de los fotoestabilizadores, éstos no solo tienen como finalidad retrasar el envejecimiento de las láminas agrícolas, derivado de la degradación del polímero por la acción de los rayos UV del sol (Castilla, 2007) Los aditivos, pueden llegar a alcanzar hasta el 10% del peso final del producto.

Ciertos aditivos sobre el plástico tienen una influencia positiva sobre las plantas debido a efectos secundarios. Entre otros aditivos se describen los siguientes:

1. Absorción ultravioleta (UV): Aditivos de absorción de UV o bloqueo UV reducen el daño de plagas y previenen la dispersión de enfermedades virales en plantas de tomate.
2. Anti goteo: Este aditivo previene la condensación en forma de gota sobre el plástico y, consecuentemente, el goteo sobre las plantas, reduciendo la incidencia de enfermedades al desarrollarse condiciones de humedad. La transmisión de luz es también más eficiente cuando no hay condensación sobre la película plástica.
3. Anti polvo: Este aditivo previene la acumulación de polvo sobre la parte superior de la película de plástico, tanto que la penetración de la luz dentro del invernadero no se reduce. Este aditivo evita el lavado del plástico para limpiar el polvo acumulado sobre la cubierta.

4. Propiedades mecánicas y ópticas y capacidad de retención de calor. El etileno vinilo acetato (EVA) mejora las propiedades mecánicas y ópticas de las películas al igual que su capacidad de retención de calor. El vidrio es altamente traslúcido. No permite el escape de los rayos infrarrojos y tiene una larga durabilidad. Sin embargo, es frágil, pesado y relativamente costoso. El policarbonato es uno de los más avanzados, tiene protectores contra los rayos UV y pesa menos que el vidrio y mantiene una buena transparencia por diez años (Jaramillo, *et al.*, 2007).

### **2.5.3. Propiedades de las coberturas plásticas**

Desde el punto de vista de su aplicación en los invernaderos, las propiedades más importantes de los filmes son las radiométricas, las mecánicas, la duración y su comportamiento ante la condensación de vapor de agua en lámina (Castilla, 2007).

#### **2.5.3.1. Propiedades radiométricas**

En relación con su utilización e invernaderos, las propiedades radiométricas más importantes de los filmes plásticos son su transmisividad a la radiación solar, en sus diversas bandas (UV, PAR, y NIR), y a la radiación IR larga (radiación terrestre). Asimismo, son relevantes sus características de reflectividad y absorptividad (Castilla, 2007).

Un material que permite que una gran proporción de radiación lo atraviese se denomina «transparente», mientras que si un material impide que lo atraviese se denomina «opaco». El material de cubierta perfecto, además de tener buenas propiedades aislantes, debería de permitir el 100% de transmisividad en el rango

PAR (Papàdakis *et al.*, 2000), lo que es inalcanzable. Normalmente, un buen material de cubierta debe ser transparente al NIR de la radiación solar y lo más opaco posible al IR largo, para tener un buen efecto invernadero. Un buen filme de cubierta de invernadero debe ser difusor y tener buenas características de aislamiento y comportamiento frente a la condensación.

### **2.5.3.2. Propiedades mecánicas**

Las características mecánicas de la lámina dependen tanto de los factores intrínsecos, tipo de materia prima, como de las condiciones de su transformación en lámina, homogeneidad de reparto de aditivos, espesor adecuado y uniforme. La acción degradativa de la radiación solar altera estas propiedades en función principalmente del tiempo de exposición (Castilla, 2007).

### **2.5.3.3. Duración**

La degradación del filme en invernadero se produce principalmente por la acción de los rayos UV del sol que degradan el polímero, fenómeno que se le conoce como fotodegradación. Además influyen las condiciones climáticas, temperatura y radiación principalmente, los aditivos empleados, el espesor del filme y el manejo del invernadero, productos fitosanitarios empleados, colocación del filme, entre otros (Castilla, 2007).

### **III. JUSTIFICACIÓN**

La producción de jitomate en invernadero tiene como objetivo obtener altos rendimientos por unidad de superficie, así como calidad, a través del control de la nutrición, temperatura, luz y humedad. Las cubiertas utilizadas en invernaderos tienen, en distinto grado, la propiedad de permitir el paso de la luz. En este sentido, se observan coberturas de diferentes colores que varían desde el color natural, hasta el verde.

Al respecto en pláticas directas con productores demuestran desconocimiento de dichas coberturas y su efecto en la calidad de la planta y el rendimiento, ya que algunos asumen que los plásticos rojos o aquellos pintados en rojo favorecen el rendimiento y en otros casos la adquisición del color se hace por disponibilidad más que por los efectos que tendría en la regulación de la luz solar en el cultivo. Es por eso que en el presente trabajo se plantea la necesidad de evaluar dos de las coberturas más comunes en su color utilizadas en la región y su efecto en el rendimiento de jitomate.

#### **IV. HIPÓTESIS**

Los plásticos rojos o pintados en el mismo color disminuyen el rendimiento de las plantas de jitomate cultivadas bajo invernadero

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general**

Comparar el rendimiento de jitomate en invernadero cultivado bajo dos coberturas variantes en el color del plástico.

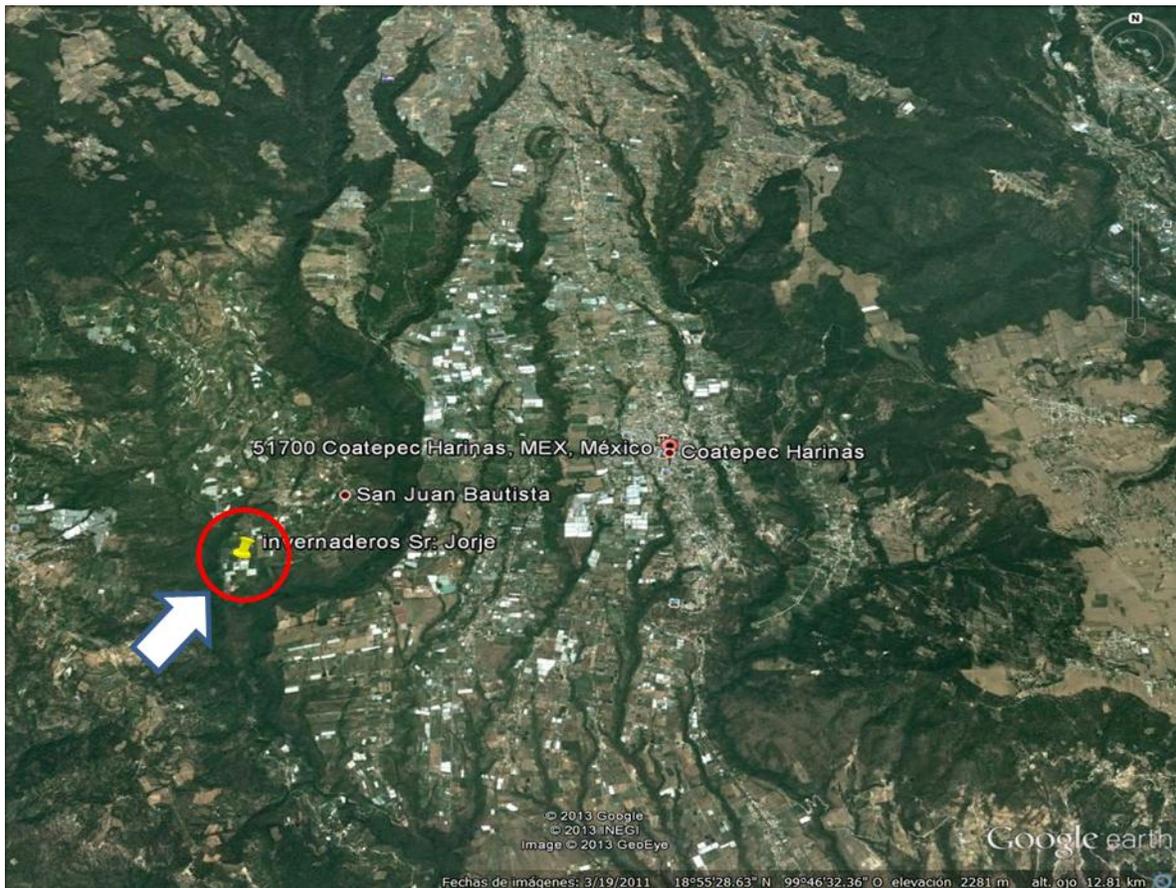
### **5.2 Objetivos específicos**

- Analizar los efectos de dos coberturas de plástico, variantes en el color, en componentes del rendimiento del cultivo del jitomate.
- Medir la intensidad de luz fotosintéticamente activa, humedad y temperatura en las diferentes coberturas evaluadas.

## VI. MATERIALES Y METODOS

### 6.1. Localización del experimento

La investigación se realizó en un cultivo comercial perteneciente al Sr. Jorge Cruz Gutiérrez de la comunidad de Ixtlahuaca de Villada perteneciente al municipio de Coatepec Harinas, que está ubicada en la porción media-poniente del municipio a 12 kilómetros de la Cabecera Municipal y a 6 km de la comunidad de Chiltepec. Ixtlahuaca de Villada geográficamente se localiza a los 18° 55' 07" de latitud Norte y 99° 48' 30" de longitud Oeste con una altitud de 2170 msnm (Figuras 1 y 2).



**Figura 1.** Panorámica aérea de la región donde se encierra en círculo rojo el sitio experimental de la presente investigación (Modificado de Google Earth, 2013).



**Figura 2.** Sección de invernadero enmarcada en rojo propiedad del Señor Jorge Cruz, donde se realizó la investigación. Nótese techo de nave del extremo derecho pintada en rojo (Modificado de Google Earth, 2013)

## 6.2. Material biológico

Se evaluaron plantas de jitomate del híbrido “El cid F<sub>1</sub>” marca registrada de semillas Harris Moran S.A. DE. C.V. Esta variedad presenta las siguientes características:

- Frutos extra grandes y grandes ideales para la exportación.
- Plantas de crecimiento indeterminado.

- Frutos color rojo brillante con paredes gruesas y prolongada vida de anaquel.
- Adaptado a condiciones templadas.
- Planta con excelente vigor.
- Resistente al virus del mosaico del tomate (ToMV), *Verticillium albo-atrum*, *Verticillium dahliae* raza 1, *Fusarium oxisporum*, *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incognita* y *Medoilogyne javanica*.

### 6.3. Descripción del invernadero

El invernadero fue una estructura metálica en forma de túnel con una ventila cenital en cada uno de los túneles (Figura 3). En total el invernadero se compone de 10 secciones o túneles con una altura de 6 m, ancho de 6.6 m y largo de 40 m, con una cubierta plástica al 20% de sombra y malla antiáfidos al ruedo.



**Figura 3.** Imagen parcial de interior de invernadero comercial para producción de jitomate.

#### 6.4. Establecimiento del experimento

Las plantas se establecieron en dos secciones de un mismo invernadero, contrastantes en el color de la cobertura plástica, los cuales fueron los tratamientos. Una cobertura plástica fue blanco lechoso con 20% sombra (C20%S) (Figura 4A) y la otra fue cobertura plástica lechosa 20% sombra con pintura roja (CPR; Figura 4B).

De cada tratamiento se evaluaron 50 plantas seleccionadas al azar. La unidad experimental fue una planta. Posteriormente se eligieron 20 sub-muestras para medir su rendimiento en frutos cosechados que fueron obtenidos de los racimos en orden ascendente del 3 al 8.



**Figura 4.** Secciones de invernadero de cultivo de jitomate contrastantes en el color de la película plástica. A, C20%S; B, CPR.

#### 6.5. Diseño del experimento

Como las plantas y secciones analizadas formaron parte de una producción comercial ya establecida, no pudo establecerse un diseño previo y los resultados de los tratamientos fueron analizados por comparación de medias mediante la

prueba de t en la que se consideraron las medias independientes con distribución normal y varianza conocida.

## **6.6. Variables evaluadas**

La medición de variables se realizó cuando los primeros frutos presentaron coloración roja:

-Altura de la planta (AP): Fue medida con flexómetro desde nivel del lomo del surco hasta el último brote apical.

-Diámetro del tallo ( $\Theta T$ ): La medición fue tomada en la parte media de la altura de la planta con un vernier.

-Número de racimos (NR): Se cuantificó el número de racimos presentes hasta el día de la toma de datos. Estos se midieron de forma ascendente y de manera general se localizaron cada 3 entrenudos foliares.

-Distancia entre racimos (DR): Se midió la distancia que hay entre un racimo y otro, tomando en cuenta el nivel del piso para el primer racimo.

-Diámetro del primer fruto ( $\Theta F1$ ): Se midió con vernier el diámetro ecuatorial del primer fruto de cada racimo.

-Número de frutos polinizados (FP): Se identificaron y cuantificaron como frutos polinizados a aquellos que presentaron desarrollo normal uniforme 15 días después de floración con diámetro de 3 cm o más.

-Número de frutos no polinizados (FNP): Se identificaron y cuantificaron como frutos no polinizados o de polinización incompleta a aquellos con crecimiento anormal y que desarrollaron un diámetro menor o igual de 2.9 cm.

-Número de flores (NF): Se contaron número de flores de último racimo (racimo 8 contado ascendentemente).

-Peso de frutos por racimo: Se pesaron frutos por racimo de racimos enumerados ascendentemente del 3 al 8.

Variables ambientales: Debido a problemas en la disponibilidad de aparatos para la medición de parámetros ambientales en los invernaderos con el cultivo evaluado, las mediciones se hicieron en tres invernaderos de túnel sin ventilación cenital de 4.0 m de largo por 4.5 m de ancho y 2.5 m de altura a su punto más alto, protegidos con tres cubiertas plásticas diferentes: C20%S, CPR y plástico rojo de fábrica (PR) a fin de recrear condiciones similares a las observadas en el interior del invernadero de jitomate. Se midieron durante cuatro días consecutivos a mitad de la investigación, tres meses, la intensidad de luz con el luxómetro portátil H197500 (HANNA Instruments, España); temperaturas y humedad relativa fueron medidas con un data logger EL-USB-2®.

## **6.7. Manejo agronómico de la planta**

### **6.7.1. Preparación del suelo**

El suelo se roturó mecánicamente con tractor equipado con rototiller y se continuó con el trazado de surcos a distancia de 1.5 m. Sobre los surcos ordenadamente se

colocaron el sistema de riego por goteo y después el acolchado. La desinfección del suelo se hizo con Metam sodio (AMBAC®) 20 días antes del trasplante.

### **6.7.2. Siembra y trasplante**

La germinación y obtención de plántula se realizó en un vivero ubicado en la localidad de San Alejo, municipio de Ixtapan de la Sal. El establecimiento de plántula en invernadero se hizo a los 25 días posteriores a la siembra, tomando en cuenta la calidad y vigor de la planta. Se consideraron los siguientes aspectos:

- Se trasplantaron plántulas con 4 hojas verdaderas, de altura entre 10 y 15 cm.
- Se realizó el trasplante en horas de la mañana para evitar la alta incidencia del sol.
- Se humedecieron bien las plántulas antes de realizar el trasplante para evitar daños en la raíz de las mismas.
- Se trasplantaron plantas sanas y uniformes.
- Las plantas listas para el trasplante mostraron un sistema de raíces bien desarrollado que permitió contener el sustrato en el momento en el que la planta fue sacada de la bandeja.
- Las plantas presentaron raíces sanas con coloración blanca, esto debido a que plantas con raíces de coloración marrón indicaron estrés hídrico o problemas de pudrición.

- Para eliminar los hongos que pudieran interferir en el establecimiento de la planta, éstas fueron sumergidas en una solución de clorotalonil (Ridomil Gold ®) con agua, a una dosis de 1.5 ml de producto /L de agua.
- La densidad de plantación fue de 3.5 plantas por metro cuadrado y la plantación se realizó a doble hilera en arreglo tresbolillo.

### **6.7.3. Tutoreo**

El Tutoreo se inicio 15 días después del trasplante o cuando alcanzó 30 cm de altura y 6 hojas verdaderas (Cenobio, 2006). Esta actividad tuvo como objetivo sostener a la planta y facilitar labores culturales tales como quitado de hoja y aplicación de productos al follaje. El tutoreo consistió en amarrar la parte basal de cada tallo a un anillo de plástico el cual se sujetó a hilo de rafia suspendido de alambre galvanizado calibre 10 dispuesto paralelamente a 3 m de altura de los surcos. A medida que la planta creció, ésta fue guiada en espiral con la rafia sobre el tallo a cada tres hojas.

### **6.7.4. Poda de brotes laterales**

Consistió en la eliminación manual de los brotes laterales o chupones que nacen en las axilas de las hojas del tallo. Esta actividad se llevó a cabo cuando los brotes alcanzaron una longitud de entre 3 y 5 cm, ya que si se hace a un mayor tamaño dichos brotes pueden competir por fotoasimilados con los frutos e impedir su crecimiento, además de promover ataque de enfermedades por problemas de ventilación.

#### **6.7.5. Poda de hojas**

Esta práctica se llevó a cabo durante el crecimiento de las plantas para garantizar distribución de la radiación incidente, mejora en la ventilación y no retraso en la maduración de frutos. Esta actividad favoreció una mayor floración, mejor cuajado de frutos, mejor calidad de cosecha y mejor control de plagas y enfermedades. Cabe señalar que cuando se detectaron hojas inferiores enfermas, éstas se eliminaron inmediatamente. La eliminación de las hojas “bajeras” procedió tan pronto se dio la recolección de frutos del racimo inmediato superior.

#### **6.7.6. Polinización**

Para favorecer la polinización, se utilizaron sopladoras de viento mecánicas que promovieron la liberación de polen de las anteras.

#### **6.7.7. Fertilización**

La fertilización se realizó con la técnica de fertirriego por goteo, la cual consistió en la aplicación de fertilizantes disueltos en el agua de riego. De esta forma se logró que los nutrientes se aprovecharan al máximo por la planta y también un ahorro significativo de agua. Las fuentes de fertilizante que se utilizaron fueron: Triple 18, fosfato monoamónico, nitrato de calcio, nitrato de magnesio, nitrato de potasio, fermil como fuente de micro elementos, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y fórmula del jitomate (15-09-26-2Mg B y F).

#### **6.7.8. Control de plagas y enfermedades**

Por ser un cultivo comercial, el manejo fitosanitario fue llevado por el propietario del invernadero, el cual consistió de un control de plagas y enfermedades

convencional basado en el manejo de las condiciones ambientales de humedad relativa, temperatura y aplicación de productos químicos. Del control químico, se realizó una desinfección general a la estructura del invernadero y suelo; un manejo cultural y aplicaciones semanales de antibióticos, fungicidas, insecticidas y acaricidas a plantas.

#### **6.7.8.1 Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood)**

El control se realizó mediante técnicas culturales como la colocación de malla antiáfidos al ruedo del invernadero, eliminación de maleza dentro y fuera del invernadero y en los momentos que se presentaron altas poblaciones de la plaga, se hicieron aplicaciones de insecticidas (imidacloprid, metomilo, spiromesifen, jabones agrícolas).

#### **6.7.8.2 Araña roja (*Tetranychus urticae* Koch)**

Se utilizó control preventivo y técnicas culturales tales como la eliminación de maleza, nutrición equilibrada en la planta, y monitoreo del cultivo durante las primeras etapas de desarrollo. En cuanto al control químico se utilizaron los ingredientes activos bifenazate, abamectina, amitraz, azufre y dicofol.

#### **6.7.8.3 Pulgón (*Myzus* spp)**

Su control preventivo se ejerció mediante la eliminación de malezas y nutrición equilibrada en la planta. El control químico consistió en la aplicación de cipermetrin, endosulfan, bifentrin y acefato.

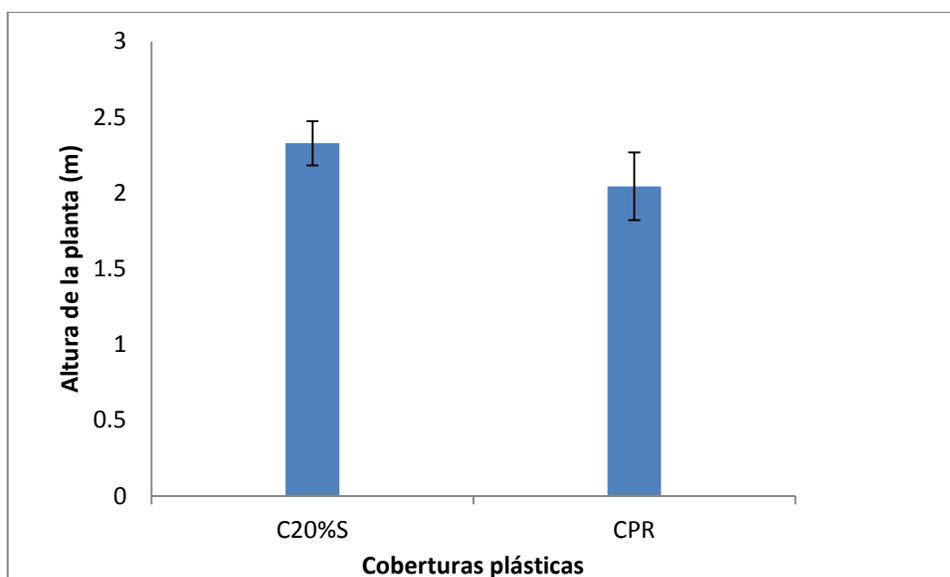
## 6.8. Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron analizados mediante comparación de medias, análisis de correlación simple con las herramientas estadísticas del programa Excel de Microsoft office 2007.

## VII. RESULTADOS

### 7.1 Altura de la planta

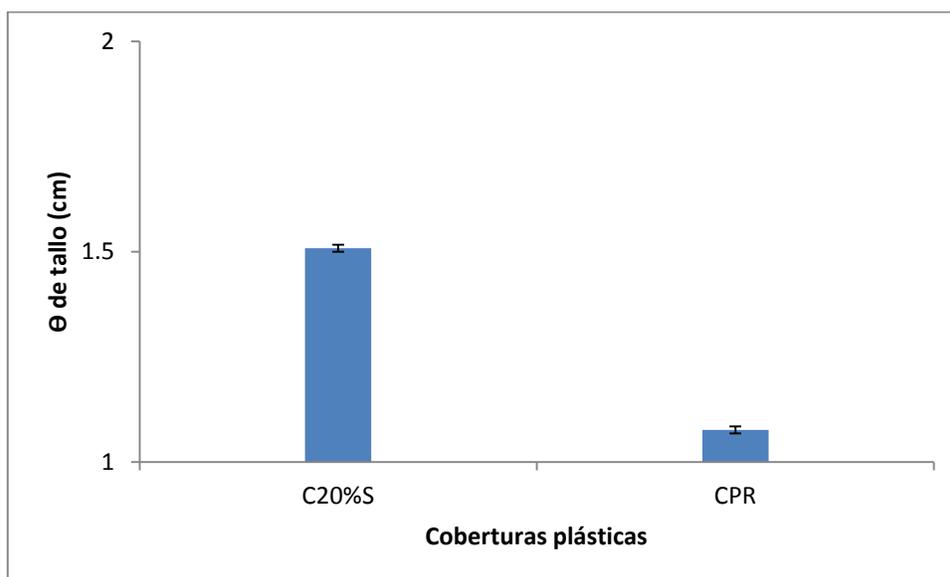
La altura promedio para el tratamiento de C20%S fue de 2.3 m, en tanto que la altura promedio para el tratamiento de CPR, fue de 2.05 m. Se observaron diferencias hasta de aproximadamente un 15%, donde el tratamiento de C20%S fue superior al de CPR (Figura 5). La prueba de t entre ambos tratamientos mostró diferencias altamente significativas ( $p= 0.01$ ).



**Figura 5.** Altura promedio de plantas de jitomate en los 2 tratamientos: C20%S y CPR a los 85 días después del trasplante. Barras de error= error estándar.

## 7.2 Diámetro del tallo

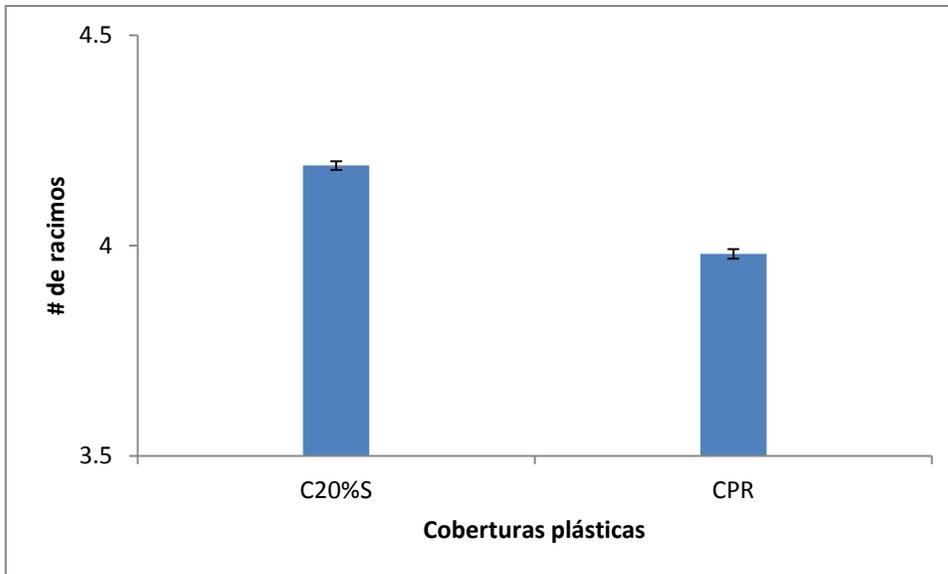
El diámetro promedio de tallo para el tratamiento de C20% fue de 1.5 cm, en tanto que el diámetro promedio de tallo para el tratamiento de CPR fue de 1.07 cm. Se observaron diferencias hasta de aproximadamente un 33.3%, donde el tratamiento C20%S fue superior al CPR (Figura 6). La prueba de t entre ambos tratamientos mostró diferencias altamente significativas ( $p= 0.01$ ).



**Figura 6.** Diámetro promedio del tallo en plantas de jitomate en los 2 tratamientos, C20%S y CPR a los 85 días después del trasplante. Barras de error= error estándar.

## 7.3 Número de racimos

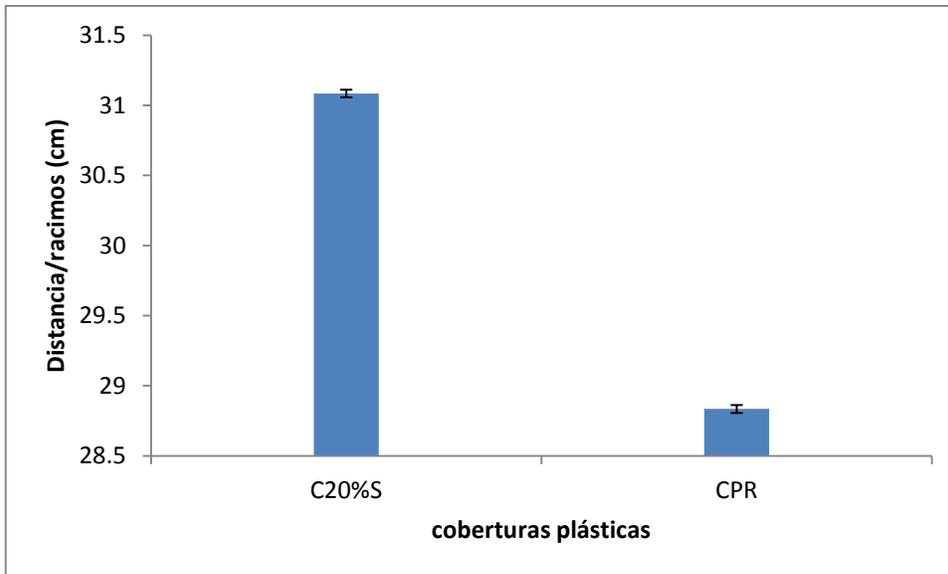
El promedio de número de racimos para el tratamiento C20%S fue de 4.1 racimos, en tanto que el promedio de número de racimos para el tratamiento CPR fue de 3.9 racimos. Se observaron diferencias hasta de aproximadamente un 5%, donde el tratamiento C20%S fue superior al CPR (Figura 7). La prueba de t entre ambos tratamientos mostró diferencias significativas ( $p= 0.01$ ).



**Figura 7.** Número promedio de racimos en plantas de jitomate de los 2 tratamientos, C20%S y CPR a los 85 días después del trasplante. Barras de error= error estándar.

#### 7.4 Distancia entre racimos

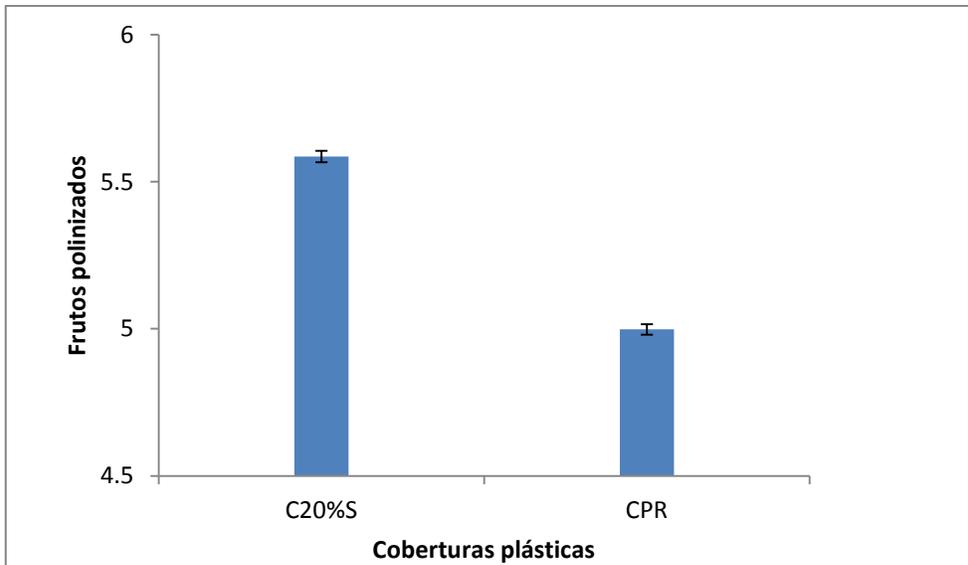
El promedio de distancia entre racimos para el tratamiento C20%S fue de 31.0 cm, en tanto que el promedio de distancia para el tratamiento CPR fue de 28.8 cm. Se observaron diferencias hasta de aproximadamente un 7.2%, donde el tratamiento C20%S fue superior al CPR (Figura 8). La prueba de t entre ambos tratamientos mostró diferencias altamente significativas ( $p= 0.01$ ).



**Figura 8.** Distancia promedio entre racimos frutales en plantas de jitomate de los 2 tratamientos, C20%S y CPR a los 85 días después del trasplante. Barras de error= error estándar.

### 7.5 Número de frutos polinizados

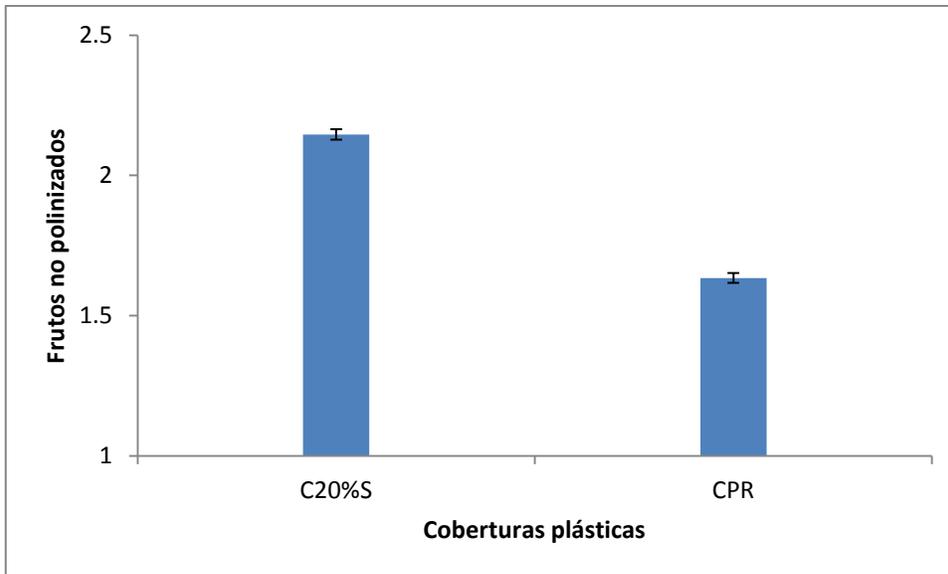
El promedio de número de frutos prendidos por polinización exitosa para el tratamiento C20%S fue de 5.5, en tanto que el promedio de frutos polinizados para el tratamiento CPR fue de 4.9. Se observaron diferencias hasta de aproximadamente un 10.5%, donde el tratamiento C20%S fue superior a CPR (Figura 9). La prueba de t entre ambos tratamientos mostró diferencias altamente significativas ( $p= 0.01$ ).



**Figura 9.** Promedio de frutos polinizados en plantas de jitomate de los 2 tratamientos, C20%S y CPR a los 85 días después del trasplante. Barras de error= error estándar.

### 7.6 Número de frutos no polinizados

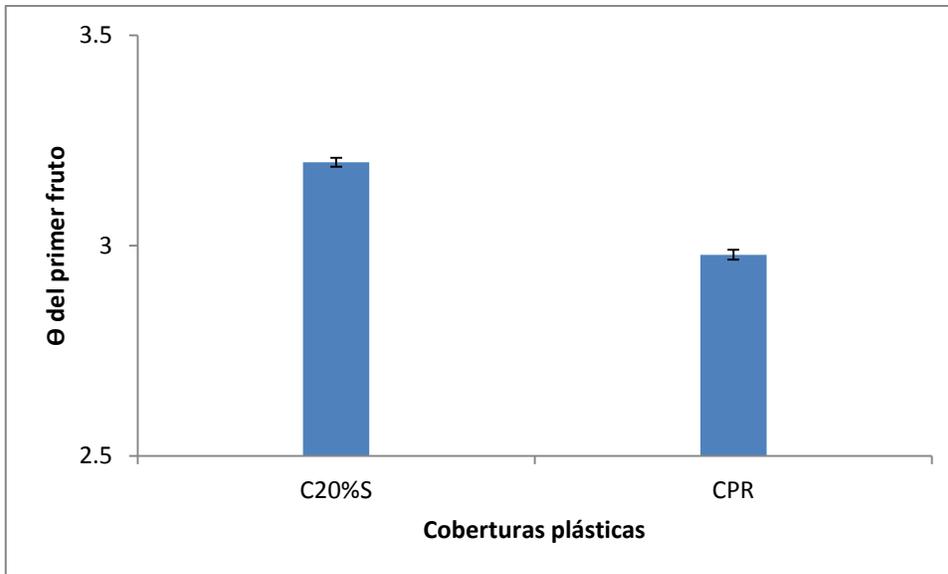
El promedio de número de frutos no polinizados para el tratamiento C20%S fue de 2.1, en tanto que el promedio de frutos no polinizados para el tratamiento CPR fue de 1.6 frutos no polinizados. Se observaron diferencias hasta de aproximadamente un 23.8%, donde el tratamiento C20%S fue superior a CPR (Figura 10). De igual manera, la prueba de t entre ambos tratamientos mostró diferencias altamente significativas ( $p= 0.01$ ).



**Figura 10.** Promedio de frutos no polinizados en plantas de jitomate de los 2 tratamientos C20%S y CPR a los 85 días después del trasplante. Barras de error= error estándar.

### 7.7 Diámetro del primer fruto

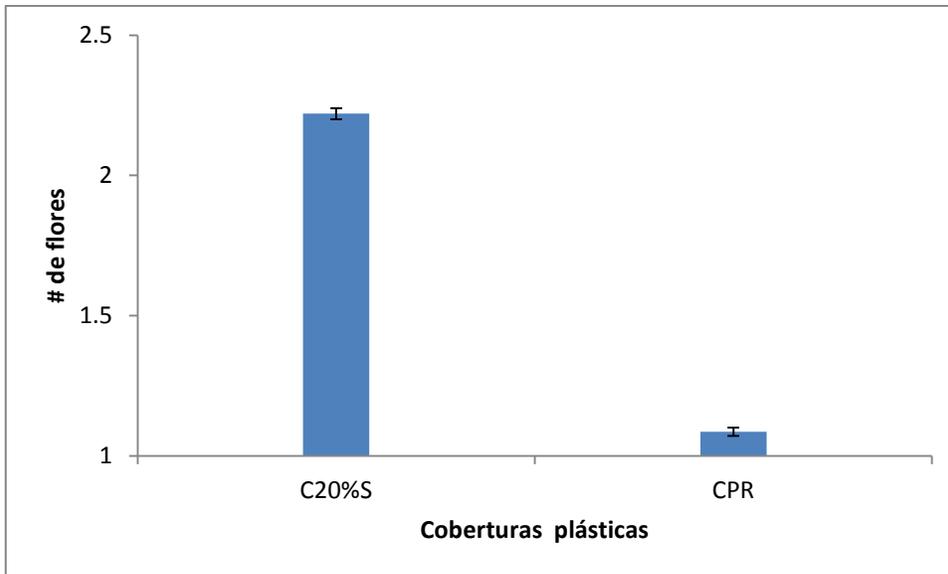
El promedio de diámetro del primer fruto para el tratamiento C20%S fue de 3.1cm, en tanto que el promedio de diámetro del primer fruto para el tratamiento CPR fue de 2.9cm. Se observaron diferencias hasta de aproximadamente un 6.8%, donde el tratamiento C20%S fue superior a CPR (Figura 11). También en esta variable la prueba de t entre ambos tratamientos mostró diferencias altamente significativas ( $p= 0.01$ ).



**FIGURA 11.** Diámetro promedio del primer fruto en plantas de jitomate de los 2 tratamientos C20%S y CPR a los 85 días después del trasplante. Barras de error=error estándar.

### 7.8 Número de flores del último racimo medido

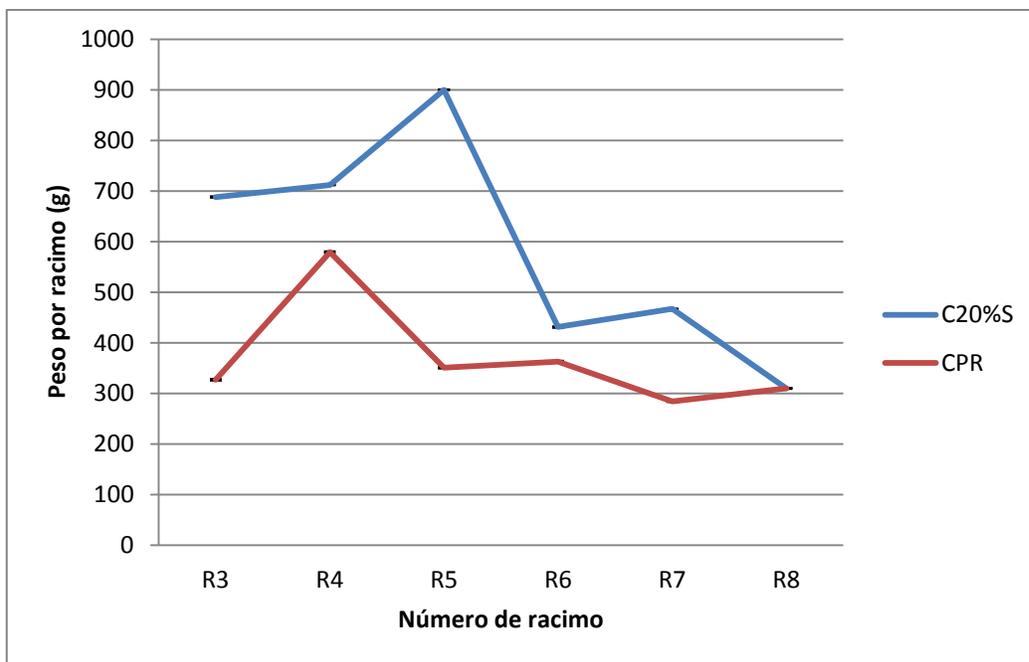
El promedio de número de flores del último racimo medido para el tratamiento C20%S fue de 2.22 flores por racimo, en tanto que el promedio de número de flores del último racimo medido para el tratamiento CPR fue de 1.086 flores por racimo. Se observaron diferencias hasta de aproximadamente un 51%, donde el tratamiento C20%S fue superior a CPR (Figura 12). La prueba de t entre ambos tratamientos mostró diferencias altamente significativas ( $p= 0.01$ ).



**Figura 12.** Promedio de número de flores del último racimo medido en plantas de jitomate de los 2 tratamientos C20%S y CPR a los 85 días después del trasplante. Barras error= error estándar.

### 7.9. Peso de racimos

El peso de frutos por racimo fue superior en C20%S que en CPR, de los racimos 3 al 7 y se igualaron en peso en el racimo 8 (Figura 13). Los racimos 4 y 5 son los que exhibieron mayor peso de todos los medidos. Los resultados demuestran que la CPR afectó drásticamente el rendimiento en los racimos de mayor productividad en la planta. La prueba de t para comparar las medias de ambos tratamientos presentó valores altamente significativos ( $P=0.01$ ) entre ambos tratamientos.



**Figura 13.** Peso de frutos/racimo en racimos del 3 al 8, enumerados de forma ascendente en plantas de jitomate sujetas a 2 tratamientos: C20%S y CPR. Barras de error= error estándar.

### 7.10 Correlación entre variables

Se observaron correlaciones importantes en las diferentes variables analizadas en ambos tratamientos comparados, como las correlaciones negativas entre la distancia entre racimos y número de racimos (C20%S  $r=-0.43$ ; CPR  $r=-0.11$ ), diámetro de fruto y número de racimos (C20%S  $r=-0.52$ ; C20%S  $r=-0.43$ ) y el número de frutos y el diámetro de frutos (C20%S  $r=-60$ ; C20%S  $r=-0.52$ ); así como también correlaciones positivas entre número de frutos y altura de la planta (C20%S  $r=0.45$ ; C20%S  $r=0.53$ ), y frutos no polinizados con frutos polinizados (C20%S  $r=0.44$ ; C20%S  $r=0.03$ ). (cuadro 4)

**CUADRO 4.** Matriz de correlación Pearson en variables evaluadas en dos tipos de cobertura. A) C20%S y B) CPR. (AP)= altura de la planta, ( $\Theta$ T)= diámetro del tallo, (NR)= número de racimos, (DR)= distancia entre racimos, ( $\Theta$ F)= diámetro del primer fruto, (FP)= flores polinizadas, (FNP)= flores no polinizadas (NF)= número de flores. \*=significativo (P=0.05); <sup>NS</sup>=no significativo.

A)

Variables	AP	$\Theta$ T	NR	DR	$\Theta$ F	FP	FNP	NF
AP	1.0							
$\Theta$ T	0.31*	1						
NR	0.35*	0.05 <sup>NS</sup>	1					
DR	0.40*	0.07 <sup>NS</sup>	-0.43*	1				
$\Theta$ F	-0.39*	0.11 <sup>NS</sup>	-0.52*	0.07 <sup>NS</sup>	1			
FP	0.20 <sup>NS</sup>	0.18 <sup>NS</sup>	-0.01 <sup>NS</sup>	0.01 <sup>NS</sup>	0.25 <sup>NS</sup>	1		
FNP	-0.17 <sup>NS</sup>	-0.00 <sup>NS</sup>	-0.19 <sup>NS</sup>	0.04 <sup>NS</sup>	0.26 <sup>NS</sup>	0.44*	1	
NF	0.45*	0.08 <sup>NS</sup>	0.37*	0.18 <sup>NS</sup>	-0.60*	-0.10 <sup>NS</sup>	-0.26 <sup>NS</sup>	1

B)

Variables	AP	$\Theta$ T	NR	DR	$\Theta$ F	FP	FNP	NF
AP	1							
$\Theta$ T	0.48*	1						
NR	0.57*	0.30*	1					
DR	0.64*	0.37*	-0.11 <sup>NS</sup>	1				
$\Theta$ F	-0.19 <sup>NS</sup>	0.04 <sup>NS</sup>	-0.43*	0.11 <sup>NS</sup>	1			
FP	0.28 <sup>NS</sup>	0.31*	0.21 <sup>NS</sup>	0.06 <sup>NS</sup>	-0.06 <sup>NS</sup>	1		
FNP	-0.40*	-0.10 <sup>NS</sup>	-0.04 <sup>NS</sup>	-0.43*	0.00 <sup>NS</sup>	0.03 <sup>NS</sup>	1	
NF	0.53*	0.25 <sup>NS</sup>	0.45*	0.37*	-0.52*	0.11 <sup>NS</sup>	-0.32*	1

## 7.11 Variables ambientales

Los resultados mostraron variación hasta de aproximadamente un 50% en la luz fotosintéticamente activa entre los tratamientos, en los que el tratamiento con mayor valor correspondió al C20%S y el menor a PR (Cuadro 4). La diferencia entre C20%S y PR fue de aproximadamente un 25%. Referente a la temperatura promedio, la mayor diferencia entre C20%S y PR fue de 1.25° a favor del segundo. La humedad relativa promedio fue menor para C20%S en aproximadamente 30% con respecto a las otras dos coberturas (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Promedio de variables ambientales en tres variantes de cobertura plástica medidas en el interior de micro túneles de 4.5 m de ancho por 2.5 m a punto más alto, por 4 días continuos en el mes de mayo del 2012: PR, plástico rojo de fábrica; CPR, plástico 20% sombra con pintura vinílica roja; C20%S, plástico lechoso 20% sombra.

Tipo de plástico	Luz solar		Temperatura (°C)			Humedad Relativa		
	LUX	PPF**	T*	T. Max	T. Min	H.R	H.R. Max	H.R. Min
PR	30500	564.25	36	40.75	5.75	39.75	99	28.75
CPR	46500	860.25	35.5	40.5	6.25	38.75	99	27.75
C20%S	61750	1142.375	34.75	42	6.25	29.25	99	17

VARIABLES MEDIDAS: Luz solar expresada en lux y PPF (flujo de fotones fotosintéticos); H.R., humedad relativa promedio; T. Max., temperatura máxima; T. Min., temperatura mínima; H.R., humedad relativa promedio; H.R. Máx., humedad relativa máxima; H. R. Min., humedad relativa mínima.

\* Temperatura medida a las 12:00 horas, con condiciones de cielo despejado.

\*\*  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

## VIII. DISCUSIÓN

Actualmente en la zona sur del Estado de México la producción de cultivos hortícolas como es el caso de jitomate toman importancia debido a las nuevas oportunidades de mejorar los ingresos económicos de las familias campesinas que genera la práctica de dicho cultivo. No obstante, la falta de información de las mejores condiciones bajo las que el cultivo de jitomate logra altos rendimientos, ha provocado que los productores tomen decisiones no adecuadas en cuanto al manejo agronómico al establecer sus cultivos.

La producción de jitomate se ha desarrollado principalmente bajo el sistema de invernadero, lo que permite a los productores un mejor manejo de las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa y luz así como un control más eficiente de las plagas y enfermedades que atacan al cultivo de jitomate. Sin embargo, la falta de información sobre las diferentes coberturas plásticas que podrían ser las más adecuadas para el desarrollo del cultivo ha originado que los productores utilicen coberturas plásticas para invernadero de diferente porcentaje de sombra o coloración. Una de las coberturas plásticas que está siendo utilizada es la cobertura plástica de coloración roja, esto ha llamado la atención de algunos productores que han intentado utilizar con la esperanza de obtener mejores rendimientos en sus cosechas. En plática directa con productores, nos informan que los mismos vendedores de coberturas plásticas recomiendan las coberturas rojas, argumentando que incrementan el rendimiento de las cosechas de jitomate. Sin embargo, algunos productores afirman que lejos de aumentar los rendimientos de sus cosechas éstos disminuyen a consecuencia de sus efectos.

El Sr Jorge Cruz Gutiérrez preocupado ante esta situación, tomo la decisión de hacer pruebas con diferentes coberturas plásticas en un cultivo comercial propio, para el que solicitó apoyo cuando el cultivo y el tratamiento de plástico con recubrimiento en pintura roja ya estaban establecidos, por lo que fue necesario adaptarnos a las condiciones en las que se encontraba el experimento y elegir las herramientas estadísticas más acordes para describir los resultados que el experimento proporcionó en 9 variables: Altura de la planta, diámetro de tallo, número de racimos, distancia entre racimos, frutos polinizados, frutos no polinizados, diámetro del primer fruto, número de flores del último racimo contado y peso de racimos del 3<sup>o</sup> al 8<sup>o</sup> en forma ascendente .

### **8.1 Altura de la planta**

Se observaron diferencias de hasta un 15% entre un tratamiento y otro, dando como resultado una mayor altura de planta en el tratamiento C20%S en comparación con CPR. Esta diferencia se atribuye a que la planta de jitomate necesita climas subtropicales con buena intensidad lumínica para su buen desarrollo (Caldari, 2007). En este sentido, es importante destacar la importancia de la luz y la temperatura y su efecto en el desarrollo de la planta, debido a que las coberturas plásticas utilizadas tienen un rol importante en el paso de luz y fluctuación de temperaturas. La literatura dice que valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa en el desarrollo vegetativo de la planta (Sistema Producto Tomate Rojo, 2010; Gobierno del Estado de Veracruz, 2010). En los momentos del desarrollo vegetativo, resulta crucial la interrelación

existente entre la temperatura diurna y nocturna así como la luminosidad (IDR, 2008).

## **8.2. Diámetro del tallo**

Las diferencias de diámetro de tallo entre un tratamiento y otro fueron notoriamente diferentes, siendo el tratamiento C20%S el que presentó promedio de diámetro mayor en comparación con el tratamiento CPR. De acuerdo con Carrillo *et al.*, (2003) la intercepción de la radiación solar por un cultivo juega un papel determinante en su conversión a biomasa, situación que en el tratamiento CPR de la presente investigación pudo haber sido baja y afectó negativamente el diámetro de los tallos. Sánchez (1997) reporta el diámetro en 17 cultivares cuyos valores resultaron inversamente proporcional a la densidad de población; esto indica que la densidad tiene efectos en la disminución del diámetro del tallo, pero mayor elongación al haber menor penetración de luz (Van de Vooren, 1986). En este sentido, la producción de biomasa es clave para maximizar la producción también influida por la densidad de siembra, la variedad seleccionada, hábitos de crecimiento, manejo agronómico, condiciones ambientales y de suelo (Castilla 2001).

## **8.3. Número de racimos**

El promedio de número de racimos para el tratamiento C20%S fue de 4.1 racimos, en tanto que el promedio de número de racimos para el tratamiento CPR fue de 3.9 racimos. Se observaron diferencias hasta de aproximadamente un 5%, donde el tratamiento C20%S fue superior al CPR (Figura 3). A pesar de que no se

midieron variables ambientales directamente en el cultivo, fue notorio una disminución en la temperatura del tratamiento CPR (Cuadro 5 pág. 42), lo cual muy probablemente influyó en el número de racimos, ya que en trabajos similares Carrillo *et al.*, (2003) reporta una correlación positiva entre racimos florales y temperatura, los cuales repercutieron directamente en la producción de fruto fresco y rendimiento final.

#### **8.4. Distancia entre racimos**

El promedio de distancia entre racimos para el tratamiento C20%S fue de 31.0 cm, en tanto que el promedio de distancia entre racimos para el tratamiento CPR fue de 28.8 cm. Esto indica que el tratamiento C20%S permitió que la variedad conservara con más apego sus características propias de crecimiento indeterminado, descritas para híbrido “El cid F1” de Harris Moran S.A. de C.V, al permitir más distancia promedio de entrenudos. En tanto que plantas bajo el tratamiento CPR redujo la distancia de entre racimos de forma significativa con respecto al otro tratamiento. Otras variedades con mayor distancia entre racimos son las de fruto tipo cereza redondos (tipo ‘Cherry’) las cuales tienden a asociarse con mayor altura de planta y mayor número de frutos por racimo; característico de variedades de habito indeterminado (Carrillo y Chávez, 2010).

#### **8.5. Número de frutos polinizados y no polinizados**

El promedio de número de frutos polinizados para el tratamiento C20%S fue de 5.5 frutos polinizados, en tanto que el promedio de frutos polinizados para el tratamiento CPR fue de 4.9 frutos polinizados. Se observaron diferencias hasta de

aproximadamente un 10.5%, donde el tratamiento C20%S fue superior al CPR (Figura 9). De manera similar, el promedio de número de frutos no polinizados para C20%S fue de 2.1, en tanto que el promedio de frutos no polinizados para el tratamiento CPR fue de 1.6 frutos no polinizados. Se observaron diferencias hasta de aproximadamente un 23.8%, donde el tratamiento C20%S fue superior a CPR (Figura 10). Es importante destacar en este apartado que el número de frutos polinizados y no polinizados conservaron la proporcionalidad en ambos tratamientos, lo que sugiere que la variación en cubiertas plásticas no repercutió en dicha variable y la variación en porcentaje de polinización más bien se debe a características propias de la especie, ya que las flores del jitomate sólo liberan su polen cuando son sometidas a vibraciones de una frecuencia determinada (Goulson, 2010) como la proporcionada por ciertas abejas (Salinas-Navarrete, s.a.). En la presente investigación solo se promovió una polinización suplementaria con sopladores de viento mecánicos, aunque existen otros como la utilización de fitohormonas, vibración manual, sacudida por viento, e insectos “polinizadores” (Salinas-Navarrete, s.a.). Éstos últimos, que incluyen abejas y abejorros, constituye una práctica más en el cultivo del jitomate en invernadero, convirtiéndolos en los polinizadores más importantes para la industria del jitomate de invernadero en los 30 años desde que se domesticaron (SalinasNavarrete,s.a.).

### **8.7. Diámetro del primer fruto**

El promedio de diámetro del primer fruto para el tratamiento C20%S sombra fue de 3.1 cm, en tanto que el promedio de diámetro del primer fruto para el tratamiento CPR fue de 2.9 cm. Se observaron diferencias hasta de

aproximadamente un 6.8%, donde el tratamiento C20%S fue superior al de CPR (Figura 11). Esta variación entre tratamientos y en la misma dirección que las variables anteriores son principalmente debidas a la obstrucción de luz generada por la pintura en la cubierta plástica. Situación similar se da cuando la densidad de plantación es alta y disminuye la intercepción de radiación solar al interior del invernadero y por consiguiente la conversión de la energía solar en biomasa (Castilla, 2001). Por lo tanto, optimizar una intercepción de radiación adecuada, asegura una producción adecuada de biomasa clave para maximizar la producción. En este sentido, la densidad de siembra depende del desarrollo del cultivo, el cual a su vez está influenciado principalmente por el cultivar elegido, sus características de crecimiento indeterminado o determinado, poda, fertilidad de suelo, disposición, tipo de riego y condiciones ambientales.

#### **8.8. Número de flores de último racimo medido**

El promedio de número de flores de racimo 8, último en el periodo fenológico evaluado, mostró una diferencia a favor de C20%S en más del 51% con respecto a CPR (Figura 12). Un estudio sobre caracterización de materiales criollos de tomate (Carrillo y Chávez, 2010) en 20 variables mostró que el carácter número de flores por racimo tiene los más altos coeficientes de variación, lo que implica que independientemente de la variación en la carga genética entre los materiales, las variables ambientales predominantes juegan un papel determinante en sus valores, aun dentro de una misma variedad sujeta a diferentes factores. En la presente investigación, la disminución significativa en el número de flores por racimo en el tratamiento de cobertura plástica con pintura roja con respecto al otro

tratamiento, representa un acortamiento del periodo de producción, ya que el tutorado y guía de la planta de crecimiento indeterminado aplicado en el área de estudio puede favorecer y lograr llegar al racimo 15 o más (comentario personal del Ing. Jorge Cruz Sánchez, asesor técnico).

### **8.9 Peso de racimos**

El peso de frutos por racimo fue superior en C20%S que CPR de racimos 3 al 5 y se igualaron en peso en el racimo 6 (Figura 13). Los racimos 4 y 5 son los que exhibieron mayor peso de todos los frutos medidos. La cubierta de plástico con pintura roja dio un efecto negativo en el rendimiento de peso de racimos como consecuencia de una disminución en sus componentes (distancia entre racimos número de racimos y tamaño de fruto, expresado en la variable diámetro de fruto) y los valores de otras variables ya descritas anteriormente como el diámetro del tallo y altura de la planta. A este respecto Russel y Morris (1983) señalan que el número de frutos está determinado por la cantidad de hojas que actúan como fuente de asimilados de acuerdo con su filotaxia y aunque en el presente estudio no se determinó la cantidad de hojas en plantas de ambos tratamientos, si se pudo constatar una clara diferencia en vigor y volumen de dosel entre plantas de los dos tratamientos (Figura 14). De igual manera los mismos autores citan que al reducir el número de frutos, los asimilados son redireccionados a los frutos adyacentes y aumentan así su peso y tamaño.



**Figura 14.** Variación en porte de planta y densidad de follaje en plantas crecidas en bajo diferentes cubiertas plásticas. Plantas con tratamiento PCR (A) muestran menor porte y densidad de follaje que plantas con tratamiento C20%S (B).

La competencia por los asimilados entre los órganos vegetativos y reproductivos cambia con el desarrollo de la inflorescencia y de acuerdo con Chamarro (2001) el ápice es más demandante que la inflorescencia en iniciación, y cuando el suministro de asimilados es inadecuado como en el caso de baja iluminación observada en la presente investigación, la inflorescencia sólo tiene asimilados después de que las necesidades del ápice han sido satisfechas. De aquí la importancia de eliminar constantemente brotes laterales. De igual manera, la competencia entre racimos es mayor cuando el suministro de asimilados es deficiente e incluso el crecimiento de un racimo en fructificación puede suprimir la floración de los racimos siguientes, de ahí la reducción de número de flores de racimo 8 observada para ambos tratamientos manejados. En una planta con racimos múltiples, el suministro de asimilados de las hojas a los racimos procede fundamentalmente de las tres hojas inferiores (Chamarro, 2001).

## 8.9 Variables ambientales

Las variables ambientales más afectadas por las características de la cobertura plástica en el interior del invernadero fueron la cantidad de luz fotosintéticamente activa (PPF) y la humedad relativa. El 25% menos de la luz fotosintéticamente activa con CPR con respecto a C20%S denotó una drástica disminución de la actividad fotosintética en las plantas medidas en cubierta similar a la descrita en la presente investigación y que explican en buena parte la disminución en los valores de los parámetros evaluados con respecto a aquellas plantas crecidas en C20%S. Avilés *et al.*, (2010) en un estudio sobre el efecto de cubiertas plásticas reportan que las cubiertas plásticas ocasionaron modificaciones de diferente magnitud en el microclima del invernadero, las cuales variaron de intensidad a lo largo del día, donde la cubierta plástica blanco lechoso al 50% de sombreo fue la que permitió los menores incrementos de luz y temperatura y las menores reducciones en la humedad relativa durante el períodos críticos, en comparación con plástico blanco lechoso al 25% de sombreo y plástico verde clorofila y a campo abierto (testigo). Otro estudio (Taber y Smith, 2000) en el que se menciona el uso de plástico rojo en acolchado de tomate, se encontró que reflejan una baja proporción del rojo: rojo lejano con respecto a otras cubiertas como plástico negro o claro y a cielo abierto, lo que permitió una mejora en la translocación de carbohidratos y desarrollo de fruto con incrementos en el rendimiento.

Derivado de lo anterior, es importante destacar que las estrategias de pintado de cubiertas de invernadero no implican una selectividad a la radiación deseada, más bien representa una reducción en la cantidad de la radiación necesaria para los

procesos de la fotosíntesis y que afectan directamente los diferentes variables implicadas en el rendimiento del cultivo.

## **VI. CONCLUSIONES**

Se observaron diferencias en altura de la planta de hasta un 15% entre un tratamiento y otro, dando como resultado una mayor eficiencia del tratamiento de C20%S en comparación con CPR.

Las diferencias de diámetro de tallo entre un tratamiento y otro fueron notoriamente diferentes, siendo el tratamiento C20%S el que presento promedio de diámetro mayor en comparación con el tratamiento CPR.

El promedio de distancia entre racimos para el tratamiento C20%S fue de 31.0 cm, en tanto que el promedio de distancia para el tratamiento CPR fue de 28.8 cm.

El promedio de número de racimos para el tratamiento C20%S fue de 4.1 racimos, en tanto que el diámetro promedio de número de racimos para el tratamiento CPR fue de 3.9 racimos.

El promedio de número de frutos polinizados para el tratamiento C20%S fue de 5.5 frutos polinizados, en tanto que el promedio de frutos polinizados para el tratamiento CPR fue de 4.9 frutos polinizados.

El promedio de número de frutos no polinizados para el tratamiento C20%S fue de 2.1, en tanto que el promedio de frutos no polinizados para el tratamiento CPR fue de 1.6 frutos no polinizados.

Se observaron diferencias en diámetro de primer fruto hasta de aproximadamente un 7%, donde el tratamiento C20%S fue superior al CPR.

El promedio de número de flores del racimo 8, último en el periodo fenológico evaluado, mostró una diferencia a favor de C20%S en más del 51% con respecto a CPR.

CPR dio un efecto negativo en los componentes de rendimiento de peso de racimos: distancia entre racimos, número de racimos y tamaño de fruto, expresado en la variable diámetro de fruto.

La variación en la intercepción de la radiación solar por el cultivo en ambos tratamientos jugó un papel determinante en la conversión a biomasa y afectó en todos los casos las variables evaluadas.

CPR presentó 25% menos de la luz fotosintéticamente activa en comparación con la lograda con C20%S.

## **VII. RECOMENDACIONES**

El futuro de la agricultura intensiva va encaminada a invernaderos altamente tecnificados donde se ponen al servicio del agricultor todas las herramientas disponibles y entre estas, las coberturas plásticas tendrán un papel relevante como una práctica de cultivo más, por lo que la elección de una cobertura plástica de invernadero derivada de una adecuada recomendación y difusión de resultados como el de la presente investigación serán indispensables para lograr los mejores rendimientos del cultivo.

## VII. LITERATURA CITADA

- Agroproduce. (2005). Sistema producto jitomate. Disponible en línea: <http://www.oeidrus-oaxaca.gob.mx/produce/produce.htm>. Consultado el 12 de octubre del 2012.
- Aung L. H. (1976). Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive responses of *Lycopersicum esculentum* Mill. *J Am. Soc. Hort Sci.*, 101: 358- 360.
- Avilés B. W., Dzib E. R., y Pereyda P. G. (2010). Cubiertas plásticas y su efecto sobre las variables micro climáticas en invernadero. En: memorias de la V Reunión Nacional de Innovación Agrícola, Campeche 2010. p 12.
- Briassoulis, O., Waaijenberg, D., Grataud, J., y Von Elsner, B. (1997). Mechanical properties of covering materials for greenhouses. Part 2: Quality Assessment. *Journal Agricultural Engineering Research*, 67: 81-96.
- Caldari Jr. P. (2007). Manejo de la luz en Invernaderos. Ciba Especialidades Químicas Ltda Brasil. I Simposio Internacional de Invernaderos – 2007 – México. 5p. En línea: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Foros/LUZINVERNADE ROS.pdf>. Consultado el 9 de octubre del 2012.
- Carrillo, R.A. Tendencias históricas de la producción de jitomate en México y Sinaloa. (2004). 30p. Disponible en línea: <http://www.economia.unam.mx/amhe/memoria/simposio23/Arturo%20CARRILLO%20ROJAS.pdf>. Consultado el 25 de noviembre, 2009.
- Cartilla técnica producción de tomate bajo cubierta. (2008). Disponible en línea: [http://www.idr.org.ar/contenido/documento/tomate\\_bajo\\_cubierta\\_2009-07-29-733.pdf](http://www.idr.org.ar/contenido/documento/tomate_bajo_cubierta_2009-07-29-733.pdf). Consultado el 13 de junio, 2010.
- Castilla, P. N. (2001). Manejo del cultivo intensivo consuelo. In: Nuez, F. El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 189-225.
- Castilla P. N. (2007) Invernaderos de Plástico Tecnología y Manejo. 2a edición. MP. 215p. Disponible en línea: <[books.google.com.mx/books?isbn=8484763218](http://books.google.com.mx/books?isbn=8484763218)>. Consulta 9 de octubre del 2012.
- Carrillo R. J. C. y Chávez S. J. L. (2010). Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. Nota científica. *Fitotec. Mex.* 33 (Núm. Especial 4): X – X.
- Carrillo J. C., Jiménez F., Ruiz J., Díaz G., Sánchez P., Perales C., y Arellanes A. (2003). Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. *Agronomía Mesoamericana* 14(1): 85-88.

- Cenobio P. G. (2006). Producción de tomate *Lycopersicon sculentum* en condiciones de invernadero con fertirriego en Zaachila, Oaxaca. Tesis de maestro en Ciencias. CIIDIR, IPN, Unidad Oaxaca.
- Chamarro, L. J. (2001). Anatomía y Fisiología de la Planta. In: El cultivo de jitomate. Nuez F. (ed.). Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 43-91.
- Financiera Rural (2009). Gobierno de México. Monografía Tomate Rojo (Jitomate). Disponible en línea: <<http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/MONOGRAFIA20JITOMATE.pdf>>. Consulta 21 de septiembre del 2012
- Gobierno del Estado de Veracruz. (2010). Monografía del tomate. Disponible en línea: <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/MONOGRAFIA%20TOMATE2010.PDF>. 21p. Consultado el 7 de octubre de 2009.
- Goulson D. (2010) Bumblebees: Behavior, Ecology and Conservation. Second edition. Oxford. University Press. ISBN 978-0-19-955306-8.
- Harris Moran S.A. DE. C.V. El Cid F1, fresh market, indeterminate, saladette. 2009. 1 p. Disponible en línea: <http://www.harrismoran.com/products/tomato/pdf/elcid.pdf>. Consultado el 7 de octubre de 2009.
- Jaramillo, N. J;Rodríguez, V. P; Guzmán, A. M; Zapata, M;Rengifo, M. T. (2007). Manual Técnico Buenas prácticas agrícolas -BPA- en la producción de tomate bajo condiciones protegidas 331 p. Disponible en línea: <http://www.fao.org/docrep/010/a1374s/a1374s00.htm>. Consultado el 7 de octubre, 2009.
- Kinet J. M. (1977). Effect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato. Hort. Sci. 6: 15-26
- Linares, O.H. Cultivo del tomate en invernadero. Disponible en línea: [http://www.sra.gob.mx/internet/.../Cultivo\\_Jitomate\\_\\_Hidroponia.pdf](http://www.sra.gob.mx/internet/.../Cultivo_Jitomate__Hidroponia.pdf). Consultado el 27 de septiembre, 2009.
- McGlung de Tapia. (1980). Interpretación de restos botánicos procedentes de sitios arqueológicos, en Anales de Antropología, UNAM, Instituto de Investigaciones Antropológicas, V. XVII: 149-161.
- Monitor agroeconómico (2009) del Estado de México. 2009. 15p. Disponible en línea.<http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estadisticas/Documents/ESTADO%20DE%20MEXICO.pdf>. Consultado el 7 de octubre, 2009.

- Ordeñana L. J.O. (1994). Producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en hidroponía orgánica bajo invernadero: usando efluentes líquidos de digestor anaeróbico como solución nutritiva en tres sustratos. Tesis. Depto. de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. 92 p.
- Papadakis, G., Briassoulis, D., Mugnozza, G.S., Vox, G., Feuilloley, P., y Stoffers, J.A. (2000). Radiometric and thermal properties of, and testing methods for, greenhouse covering materials: Journal Agricultural Engineering Research. 77 (1): 7-38.
- Quintana-Baquero R. A., Balaguera-López H. E., Álvarez-Herrera J. G., Cárdenas-Hernández J. F., Hernando Pinzón E (2010). Efecto del número de racimos por planta sobre el rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 4 (2): 199-208.
- Rick, C.M.; Holle, M (1990). Andean *Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme: Genetic variation and its evolutionary significance. Econ. Bot. 4 (3 supplement): 69-78.
- Rick, C.M. (1978). El tomate. Investigación y Ciencia. N. 25: 45-55. The tomato Sci. Amer. 239 (2): 76-87.
- Russell, C.R. y D.A. Morris. (1983). Patterns of assimilates distribution and source-sink relationships in the young reproductive tomato plants. Ann. Bot. 52: 357-363.
- Salinas-Navarrete J. C. (Sin año) Polinización de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernaderos en México. 12p. Disponible en línea: [www.apinews.com/es/articulos-tecnicos/polinizacion/.../73...](http://www.apinews.com/es/articulos-tecnicos/polinizacion/.../73...) Consultado el 9 de octubre de 2012.
- Sánchez del C. F. (1997). Valoración de características para la formación de un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo. Tesis de Doctorado. IREGEP.C.P. Edo. México.
- Sistema Producto Tomate Rojo (2010). Cultivo de Tomate Rojo. Disponible en línea. <http://www.tomatenacional.com.mx/?q=node/1>. Consultado el 9 de octubre, 2012.
- Taber H. G. and Smith B. C. (2000). Effect of Red Plastic Mulch on Early Tomato Production. Disponible en línea. [http://www.public.iastate.edu/~taber/Extension/Progress%20Rpt%2000/red mulch.pdf](http://www.public.iastate.edu/~taber/Extension/Progress%20Rpt%2000/red%20mulch.pdf). Consultado el 12 de octubre del 2012.
- Van de Vooren, J.G.; Welles, W.H.; Hayman, G (1986). Glasshouse crop production. In: The tomato crop. Chapman and Hall. London, England. pp. 581-623.