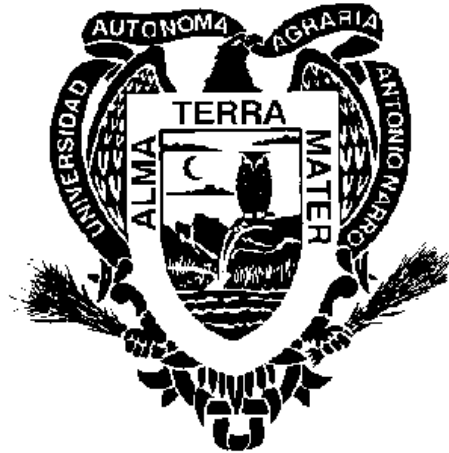


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Temperatura, Humedad Relativa y Radiación en Dos Tipos de Invernadero para la  
Producción de Chile Morron

Por

**JOSÉ LUIS AGUAYO VARGAS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Temperatura, Humedad y Radiación en Dos Tipos de Invernadero para la  
Producción de Chile Morron

Por:


**JOSE LUIS AGUAYO VARGAS**


TESIS

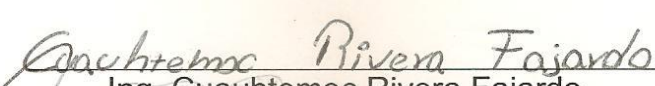
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Valentin Roblero Torres  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Cuauhtemoc Rivera Fajardo  
Coasesor

\_\_\_\_\_  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2013

**“De todas las ocupaciones de las que deriva beneficio no hay ninguna tan amable, tan saludable y tan merecedora de la dignidad del hombre como la agricultura”  
CICERON.**

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por haberme dado la dicha de vivir y regalarme a unos padres tan ejemplares, que siempre me han dado su apoyo. Por mis hermanos que son buenos conmigo. Por darme la oportunidad de tener muchas experiencias buenas y por que he conocido tanta gente que me a brindado su amistad, apoyo y conocimientos.

### **A MIS PADRES**

**Andrés Aguayo Aguilar y Ma. Nazarea Vargas Jiménez**, por la paciencia para formarme como persona, por darme la oportunidad de cursar una carrera profesional, por su apoyo incondicional en cada paso que di, porque siempre estuvieron ahí con su amor, hicieron sus problemas a un lado y depositaron en mí su confianza, por el gran sacrificio que han hecho, estoy tan agradecido por todo, los amo.

### **A MIS HERMANOS**

**Andrés y Andrea**, por demostrandome que confían en mi, por su cariño tan sincero.

## **A MIS ABUELOS.**

**Pedro Aguayo Chávez y Ma. Cruz Aguilar Aguilar, Jesus Vargas Ruiz y Ma. Del Rosario Jiménez;** por que me han regalado el mejor Padre y la mejor Madre, por ser personas tan buenas que en todo momento se esmeran en enseñarme de la vida, por sus consejos y apoyo moral, son personas tan ejemplares para mi.

## AGRADECIMIENTOS

A **Ti Dios**, por darme la vida, por darme la vountad para finalizar mis estudios profesionales, por cada instante de alegría con mi familia y amigos.

A **Mis Padres**, por que pusieron todo su esfuerzo para darme la posibilidad de cursar una carrera, por a ver depositado su confianza en mi, gracias por sus enseñanzas y regaños, por ser los mejores padres que un hijo pueda tener, gracias por todo. Los amo.

A **Mis Tíos (as): Martha, Adan, Eduviges, Pedro, Javier, “Anita”** por que me apoyaron en esta travesía y lo siguen haciendo en cada momento, a mis tíos **Martha y Mario** que también me han apoyado mucho.

A **Mis Amigos: “Temo”** por que me ha brindado su amistad, en todo momento me ha apoyado, por que siempre esclarece las cosas de una forma sencilla, por sus consejos y por que siempre me ha brindado sus conocimientos, **“Javi”** por su honesta amistad y camaraderia, por que cuento con su apoyo incondicional en todo momento, **“El Agüita”** que tambien es un amigo sincero y honesto “todo al momento y en su momento”. A **Melitón y Oscar**, amigos que conocí en la carrera y que compartimos muchas buenas experiencias durante ese tiempo.

A mi **ALMA MATER**, por todos los conocimientos adquiridos dentro de sus aulas y fuera de ellas, sus servicios que por cuatro años y medio me permitieron facilitarme mi vida universitaria.

Al **Dr. Alberto Sandoval Rangel**, por que me brindo su apoyo incondicional cada ves que lo necesite, por su apoyo en este trabajo de investigación y por averme transmitido sus conocimientos.

**Ing. Francisco Valdez Labastida**, tambien por su apoyo en este trabajo de investigación.

A los ingenieros **Marcelo De Nigris y Julian Dávila**, por que me permitieron trabajar en sus instalaciones y me brindaron la herramienta necesaria para llevar acabo este trabajo de investigación.

## INDICE GENERAL

	<b>Pág</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE GENERAL.....</b>	<b>V</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>Vii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>Vii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>Viii</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVO.....</b>	<b>2</b>
<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>2</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
Generalidades del chile morron.....	3
Importancia del cultivo.....	4
Importancia de los invernaderos.....	6
Factores ambientales que se modifican en los invernaderos.....	8
Temperatura.....	9
Humedad Relativa.....	10
Luminosidad.....	12
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>15</b>
Localización del área de estudio.....	15
Descripción de los tratamientos.....	15
Descripción del Cultivar.....	15



<b>Descripción de actividades.....</b>	<b>15</b>
Plantación.....	16
Riegos.....	16
Poda de formación.....	16
Aporcado.....	17
Tutoreado, conducción del cultivo.....	17
Deshojado.....	18
Nutrición.....	18
Manejo de plagas.....	18
Manejo de enfermedades.....	18
Cosecha.....	18
Selección por tamaño de fruto.....	19
Variables evaluadas.....	19
Temperatura °C.....	19
Luz (micro-Einstein/m <sup>2</sup> /s).....	20
H.R.....	20
Rendimiento.....	20
Calidad del fruto.....	20
Análisis de datos.....	21
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>29</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>33</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pág</b>
1	Superficie sembrada por entidad para el año 2009.....	4
2	Participación de los principales países productores de pimienta en el mundo.....	5
3	Principales países exportadores de pimienta verde a nivel mundial (Cifras 2010).....	6
4	Temperaturas críticas para pimienta en las distintas fases de desarrollo.....	9
5	Calidades de fruto de chile morrón para exportación.....	19
6	Rendimiento y calidad de chile morrón en 21 cortes.....	26

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Pág</b>
1	Frutos de chile morrón tipo “Bloky”.....	3
2	Plantación de chile morrón 2012.....	16
3	Sistema holandés a dos tallos.....	17
4	Temperatura promedio en los invernaderos.....	22
5	Temperatura promedio en los invernaderos, medida a las 8:00 y 16:00 horas.....	23
6	Humedad Relativa en los invernaderos medida en tres diferentes horas del día 8:00 a.m., 12:00 a.m. y 4:00 p.m.....	24
7	Radiación dentro de los invernaderos, medida en tres horas del día 8:00, 12:00 y 16:00 horas.....	25

## RESUMEN

La amplia diversidad de los invernaderos respecto a su diseño y dimensiones, diversifica también la modificación de las condiciones ambientales y por lo tanto el crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos. Por lo cual el objetivo del presente trabajo fue, evaluar la temperatura, humedad relativa y radiación en dos tipos de invernadero y su efecto sobre la productividad y calidad de chile morron. Se evaluaron 2 diseños de invernaderos con ventilación cenital. 1) Steelway y 2) Netafim. Durante dos años consecutivos. Se midió temperatura, humedad relativa, radiación, rendimiento total y calidades de fruto. Los resultados muestran que no se encontró diferencia respecto a las variables climáticas. A sí mismo no se observaron diferencias respecto al rendimiento y la calidad de los frutos.

**Palabras clave:** Ventilación cenital, Steelway, Netafim, Rendimiento.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura protegida cuyo referente son los invernaderos, actualmente son ampliamente justificados por la corriente mundial de calidad en la que estamos viviendo (Pacheco 2010). Los mercados son cada vez más exigentes en calidad, inocuidad, presentación y certificación del contenido (Márquez y Cano, 2005, Pacheco 2010). El consumidor observa las diferencias de los productos obtenidos en invernadero respecto a otros. Lo anterior hace que los productos obtenidos de este sistema de producción estén en nichos de alto nivel (Pacheco 2010).

En México, hace 10 años había 1,200 has cubiertas, en la actualidad existen 11,759 has. (SAGARPA, AMHPAC, AMCI, 2011., Sánchez, 2012).

En los últimos años, los programas de la SAGARPA, han permitido el crecimiento de los invernaderos en el país, debido a los programas que han ofrecido para la Agricultura Protegida, y el presupuesto que han ejercido, tanto en el Programa de Activos Productivos (Hernández , 2011) y como el Programa Estratégico de Agricultura Protegida, que se ejerce a través de FIRCO, cada año mayor (Hernandez , 2011).

El crecimiento de este sector a motivado también el aumento de la oferta de constructores de infraestructuras ya sea mallas e invernaderos, con una amplia variedad en las características en el diseño, calidad, servicio y precio. Sin

embargo existe poca investigación sobre los efectos de esta variabilidad sobre los factores ambientales, que en última instancia son el objetivo último de esta tecnología.

### **OBJETIVO**

Determinar el invernadero más adecuado para producir chile morron en relación a las variables de temperatura, radiación y humedad relativa.

### **HIPÓTESIS**

Habra diferencias en cuanto a temperatura, luz, y humedad relativa y por lo tanto diferencias en la productividad y calidad del chile morron.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del Chile Morron



Figura 1. Frutos de chile morron tipo “Bloky”

El chile morron, pimiento, pimentón, chile Bell o Bell Pepper, es originario de México, Bolivia y Perú, donde además del *Capsicum annuum L.* se cultivaban al menos otras cuatro especies. Los pimientos llegaron a Europa en el primer viaje realizado por Colón en el año 1493 a América. Los indígenas americanos conocían el fruto por el nombre de chili, pero los españoles y portugueses lo bautizaron con los nombres de pimiento y pimiento de Brasil. Su cultivo en España comenzó a realizarse en el siglo XVI. Posteriormente se extendió a Italia, de ahí a Francia para distribuirse por toda Europa y el resto del mundo gracias a la colaboración de los portugueses (Consumer Eroski, 2012 ). La introducción del pimiento en Europa supuso un avance importante en las costumbres culinarias debido a que se empleaba como complemento de una especia muy popular, la pimienta negra. De hecho, llegó incluso a sustituirla. Su consumo en Europa data

de hace varios siglos. Sin embargo las variedades de pimientos grandes, suaves y poco picantes que se consumen en la actualidad se consiguieron a principios del siglo XX gracias a los cultivos intensivos (hortalizas y verduras) (Consumer Eroski, 2012).

### **Importancia del cultivo**

En México, la producción de hortalizas en invernadero se localiza en zonas desérticas y en el centro del país, se cultivan principalmente tomate, morron y pepino, donde los productores están en la competencia internacional (Lucero y Sánchez, 2012).

Cuadro 1. Superficie sembrada por entidad para el año 2009

<b>Entidad</b>	<b>Superficie (Ha)</b>
Nuevo León	39.6
Baja California Sur	260
Coahuila	32
Chihuahua	17.1
Hidalgo	11
Jalisco	262
Estado de México	2
Morelos	32
Nayarit	8
Puebla	95.5
San Luis Potosí	6
Sonora	17
Tamaulipas	139
Yucatán	26.5

FUENTE: SIAP, 2012.

En México el pimiento se encuentra entre las principales hortalizas frescas más demandadas, lo que representa un negocio en plena expansión y con oportunidades y posibilidades de alta rentabilidad. Las exportaciones de pimiento morrón en México fueron adquiridas principalmente por Estados Unidos de América con un total 640,671 ton en 2010 (Lucero y Flores, 2012).

La producción de chile morron a nivel mundial se observa en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Participación de los principales países productores de pimiento en el mundo.

<b>Producción anual (toneladas)</b>							
<b>Posición</b>	<b>País</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
1	China	12,031,031	12,530,180	13,030,234	14,026,272	14,274,178	14,520,301
2	México	1,431,260	1,617,260	1,681,280	1,890,430	2,054,970	1,941,560
3	Turquía	1,700,000	1,829,000	1,842,180	1,759,220	1,796,180	1,837,000
4	Indonesia	1,100,510	1,058,020	1,185,060	1,128,790	1,092,120	1,100,000
5	España	1,077,030	1,060,360	1,147,770	1,057,530	918,140	1,011,700
6	E.U.A.	978,890	959,070	998,210	906,140	909,810	926,680
7	Egipto	467,433	460,000	550,000	651,822	703,408	800,000
8	Nigeria	819,643	721,000	721,500	723,000	725,000	452,673
9	Corea	410,281	395,293	352,966	414,136	385,763	415,000
10	P. Bajos	318,000	345,000	318,000	320,000	335,000	370,000

FUENTE: Faostat, 2012.



Cuadro 3. Principales países exportadores de pimienta verde a nivel mundial (cifras 2010)

Posición	País	Producción de pimienta exportadas (ton)
1	México	644,560
2	España	446,300
3	Holanda	421,103
4	E.U.A.	107,278
5	Canadá	98,080
6	Marruecos	75,849
7	China	71,275
8	Turquía	61,247
9	Jordania	36,407
10	Italia	32,682

FUENTE: Trademap. 2011.

### Importancia de los Invernaderos

Los cambios radicales que conlleva el paso de sistemas agrícolas tradicionales a modernos hacen que los conceptos ordinarios y temporales de la economía agrícola resulten insuficientes para su comparación. En efecto, en los sistemas ‘tradicionales’ los agricultores trataban de colaborar con la Madre-Tierra reponiendo en ciclo cerrado la mayoría de los insumos. En los sistemas ‘modernos’ se cuenta lo menos posible con la Madre-Tierra tendiendo a comprar los medios de producción y a vender los productos, equiparándose con las plantas industriales (Gálvez y Salinas,1996).

Esta equiparación culmina en el caso de la ganadería sin suelo, de la agricultura hidropónica y de manejo de invernaderos (en la que se compra todo lo que se incorpora al proceso de producción, incluido el (CO<sub>2</sub>) (Gálvez y Salinas,1996). Jiménez (1999), menciona que el cultivo en invernadero ha alcanzado tal

importancia que, en el mundo, se reporta tan sólo para la explotación de flores y plantas de ornato, cerca de 56, 300 ha, lo que nos da una idea del recurso y del concepto antes referido. Siendo los países que más han adoptado esta tecnología aquéllos con condiciones climáticas adversas, tal es el caso de gran parte de Europa, Asia y América del Norte. En Holanda se tiene un 80% de la superficie destinada a la producción bajo invernadero, ocupada por cultivos hortícolas. Las especies que destacan son: tomate, pepino, lechuga, coliflor, melón, zanahoria, espinaca, puerro, col, apio y fresa. (MAF, 1959, Citado por Jiménez, 1999).

En España se reporta que las hortalizas más explotadas en invernadero son: pepino, tomate, pimiento, lechuga, calabacita, sandía, melón, ejote y berenjena (Robledo y Martín, 1981).

En México y en el 2004 la Asociación Mexicana de Productores de Hortalizas en Invernadero (AMPHI) reportaba un total de 3,000 has de invernaderos en todo el territorio nacional. En la actualidad operan en México 6,000 has de invernadero. De 1999 a la fecha la cantidad de invernaderos ha aumentado en un 6 %.

En el año 2000, surge la Asociación Mexicana Productores Hortalizas en Invernadero (AMPHI), la cual solo agremiaba a los invernaderos con polietileno (PE), quedando fuera, las malla sombra y macro túnel instalados en el país. En el 2007 surge la Asociación Mexicana de Agricultura Protegida (AMHPAC), la cual sustituye a la AMPHI, para poder agremiar a todo tipo de invernaderos en México, ya que para el año 2008 la superficie cubierta con malla sombra era mayor a la

cubierta con plástico, básicamente por fuertes crecimientos de nuevos proyectos en Sinaloa, Baja California y Sonora, por su climatología y bajo costo de inversión (Hernandez , 2011).

### **Factores ambientales que se modifican en los invernaderos**

La producción de cultivos en invernadero es una técnica moderna usada en la producción agrícola; su ventaja sobre el método tradicional a cielo abierto es que se establece una barrera entre el medio ambiente externo y el cultivo. Esta barrera crea un microclima que permite protegerlo del viento, granizo, heladas, plagas, enfermedades, hierbas y animales (Castañeda *et al.*, 2007 ).

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Infoagro, 2012).

**Temperatura:** El chile morrón es una planta exigente en temperatura (más que el tomate y menos que la berenjena) (Infoagro, 2012).

Cuadro 4. Temperaturas críticas para pimiento en las distintas fases de desarrollo

FASES DEL CULTIVO	TEMPERATURA (°C)		
	ÓPTIMA	MÍNIMA	MÁXIMA
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25 (día) 16-18 (noche)	15	32
Floración y fructificación	26-28 (día) 18-20 (noche)	18	35

Fuente: Infoagro, 2012.

Los saltos térmicos (diferencia de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna) ocasionan desequilibrios vegetativos. La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10°C) da lugar a la formación de flores con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc.

Una característica del cultivo de pimiento morrón son las fluctuaciones en la producción, donde se alterna un número alto de frutos y crecimiento lento de éstos con etapas de un bajo número de frutos y alto crecimiento de los mismos (Marcelis *et al.*, 2004); Las fluctuaciones de producción se deben a la abscisión o aborto de

flores y frutos, que pueden llegar a tasas de entre 85 y 90% del número total potencial de frutos que pudieran formarse (Bakker, 1989).

Las bajas temperaturas también inducen la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos (Infoagro, 2012). Los factores que provocan este fenómeno son varios: temperaturas diurnas mayores a 32 °C y nocturnas mayores a 21 °C, susceptibilidad de abscisión de flores acompañadas de una baja humedad relativa (Rylski, 1986; Bakker 1989).

El estrés por calor tiene efecto sobre el metabolismo de la sacarosa, lo que altera su movimiento hacia los órganos en formación, lo que produce la abscisión de flores y frutos pequeños. Las hojas jóvenes son más eficientes como fuentes de demanda que los órganos reproductivos y al alterarse el movimiento de la sucrosa pueden competir contra dichos órganos y provocar su caída (Aloni *et al.*, 1991). La baja temperatura reduce la cantidad y la calidad del polen, afecta la polinización y esto puede producir frutos deformes o no polinizados, los cuales son fácilmente susceptibles a la aborción (Marcelis y Hofman, 1997).

**Humedad Relativa:** En el desarrollo de cultivos, el microclima y sus variaciones influyen en los procesos de intercambio de gases y relaciones hídricas (Nilsen y Orcutt, 1996). El frecuente incremento de la temperatura dentro de los invernaderos reduce la humedad relativa, aumenta los déficit de presión de vapor de agua (DPV) y un consiguiente estrés termo-hídrico en los cultivos.

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 % y el 70 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (Infoagro, 2012). En periodo de crecimiento admite HR superiores a 70 %. Pero en periodo de floración y cuajado la humedad relativa óptima está entre el 50-70%. Con humedades superiores se corre el riesgo de padecer enfermedades criptogámicas. Si la humedad relativa es baja produce frutos asurados mal llamados "asoleados". (Díaz *et al.*, 2004.)

La humedad relativa también puede ser una causa de aborto de flores y frutos, lo cual aumenta al disminuir la humedad de aire; por ello se deben mantener humedades relativas por encima del 80 % para que no sea un factor que provoque la abscisión de órganos en la planta (Marcelis *et al.*, 2004).

Las humedades relativas entre 50-70 %, son ideales para un óptimo crecimiento. Humedades relativas mayores pueden traer problemas de enfermedades y menores con temperaturas altas pueden provocar excesiva transpiración y conducir a la caída de flores. Es necesario que la planta genere una buena corriente transpiratoria, para mejorar la captación de los nutrientes por flujo basal. De esta manera se puede mejorar la absorción activa de sales por parte de las raíces (INTA, 1998).

**Luminosidad:** El chile morron es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración 800 – 1200 micro Einsteins (Infoagro, 2012).

La luz es uno de los factores más importantes a considerar en el cultivo de los pimientos (Gedera, 2012). En la agricultura ya se ha aceptado que las mediciones de luz son tomadas con sensores cuánticos que miden el flujo fotonico fotosintético (PPF–Photosynthetic Photon Flux) en micro-Einstein/m<sup>2</sup>/s. Esto significa que los medidores cuánticos están midiendo los fotones y no las longitudes de onda de la luz. Los pimientos de Gedera necesitan entre 800 y 1,200 micro-Einsteins para un óptimo crecimiento y rendimiento (Zvi, 2010).

Un fotón es un «paquete» de luz. La clorofila de la planta absorbe la luz principalmente de las zonas azules y rojas de la luz visible. Sin embargo, la propia clorofila no puede distinguir entre la luz azul y la roja. Toda esta luz necesaria para la fotosíntesis es absorbida por la clorofila como “paquetes” o fotones de luz. Los medidores del flujo de fotones o los medidores cuánticos imitan a la clorofila y miden los mismos paquetes/fotones de luz necesarios para la fotosíntesis. Por lo tanto, los fotones de luz que provienen de los extremos rojo y azulvioleta del espectro tienen el mismo efecto sobre la fotosíntesis. Lo importante cuantos fotones hay disponibles para la planta (Zvi, 2010).

El punto de saturación de luz es el punto en que un aumento adicional en la intensidad de la luz no aumenta la tasa de fotosíntesis. En general, las variedades de pimientos de Gedera que crecen en condiciones ambientales de luz alta

tendrán altos puntos de saturación de luz y serán más aptas de utilizar la luz solar disponible que las variedades cultivadas en climas más nórdicos. El tener un alto punto de saturación de luz es una gran ventaja, ya que las plantas de pimientos pueden aprovechar la alta luz solar disponible en zonas tales como Israel, México y España (Zvi, 2010).

Una luz superior a los 1,200 micro-Einsteins no dará lugar a fotosíntesis adicional. En los meses de verano las temperaturas del aire y los niveles de luz disponibles son muy altos. La luz extra puede no significar una fotosíntesis adicional, pero si significa que hay calor adicional. Por lo tanto, cuando se siembra en el verano se utiliza un sombreado adicional para mantener los niveles justo por debajo de los niveles óptimos, lo cual estimula el crecimiento vegetativo y la caída de las flores (Zvi, 2010).

A medida que comienza la temporada de otoño los días se hacen mas cortos, y disminuye la cantidad de luz disponible para la fotosíntesis. Es importante medir los niveles de luz con un medidor de flujo de fotones a fin de saber la cantidad de luz que hay disponible en las horas pico del día. Si hay 1,200 micro-Einsteins al mediodía entonces la situación en la mañana y en la tarde será mucho mejor. En el otoño hay menos cantidad de luz disponible para las plantas, y esta necesidad de luz aumenta a medida que se acerca la temporada de invierno (Zvi, 2010).



La intensidad de luz es importante porque una baja intensidad reduce la tasa de asimilación neta y por lo tanto menores niveles de azúcar, que generan el aborto de órganos reproductivos en chile morrón (Wien *et al.*, 1989; Turner y Wien, 1994).

La radiación solar es el principal recurso por el cual las plantas de cultivo compiten dentro de un ambiente no restrictivo como lo es el cultivo en invernadero e hidroponía. Este factor ambiental al igual que el agua, el CO<sub>2</sub>, la temperatura, la humedad relativa, los nutrimentos esenciales minerales, entre otros, juega un papel fundamental durante la fotosíntesis, y por lo tanto, en la formación de azúcares para el crecimiento de las plantas (Papadopoulos y Pararajasingham, 1997). Es por ello que con los sistemas productivos dentro de los invernaderos, se busca optimizar la cantidad de luz solar incidente y la forma en que ésta es interceptada por el dosel de las planta, ya que de ésta depende el rendimiento (Jovicich *et al.*, 2004).

Una manera de controlar la cantidad de luz y obtener mayor rendimiento de frutos por unidad de área, es el manejo de la densidad del cultivo (Papadopoulos y Pararajasingham, 1997). Con esta estrategia se busca establecer un Índice de Área Foliar (IAF) óptimo en el menor tiempo posible y lograr mantenerlo para maximizar la intercepción de radiación fotosintéticamente activa, lo que aumenta la posibilidad de mayores rendimientos (Sánchez *et al.*, 1999). La conducción y poda de las plantas es otra medida que puede contribuir en una mejor eficiencia en la intercepción de luz, lo cual también tiene efecto sobre el rendimiento (Jovicich *et al.*, 2004).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización del área de estudio**

El Presente trabajo se realizó, durante el periodo de Junio 2011 a septiembre del 2012. En la localidad de “El Derramadero”, Municipio de Saltillo, Coahuila, México, Localizado en el paralelo 25°16' 50.51” de latitud Norte y a 101° 16' 44.72” longitud Oeste, a una altitud de 1780 msnm (Google earth, 2013).

### **Descripción de los tratamientos**

Se evaluaron dos invernaderos (Tratamientos) 1.- NETAFIN® y 2.- STEELWEY®, con tres naves de 1 ha (Repeticiones), por cada tipo de invernadero. Ambos invernaderos son del tipo multitunel. Ver descripción en el apéndice 1. La evaluación se realizó en dos años consecutivos.

### **Descripción del Cultivar**

Se cultivó chile morrón o pimiento híbrido Cannon® de Gedera. Ver descripción apéndice 2.

### **Descripción de actividades**

Se inicio con la producción de planta, en el primer año se maquilo y en el segundo año se produjo en una de las naves de la misma agricola. La planta se produjo en charolas de poliestireno de 200 cavidades y sustrato Peatmoos®.

## **Plantación**

Se plantó en mayo del 2011 y abril del 2012, en suelo con surcos a una distancia de 1.6 m, a doble hilera con una distancia entre hileras de 0.4 m y entre plantas de 0.4 m, lo cual da una densidad de 27,000 plantas/ha. (Figura 2)



Figura 2. Plantación de chile morron 2012.

## **Riegos**

El riego fue por goteo con 2 cintillas/cama (Ver Figura 2), se utilizó cintilla estándar con goteros autocompensables con emisores a 30 cm y un gasto por emisor de 1.0 L/h.

## **Poda de formación**

Se inició cuando los tallos secundarios tenían una longitud aproximada de 20 cm. Consiste en seleccionar 2 y en ocasiones 3 tallos principales o guías más fuertes. Los tallos laterales que brotan en cada entrenudo se van podando, sin eliminar la flor y la hoja que le acompañan y así sucesivamente hasta terminar el cultivo.

## Aporcado

Práctica que se utiliza en cultivos en suelo y consistió en cubrir con tierra parte del tronco, lo cual favorece el desarrollo radicular y elimina malezas.

## Tutoreado y conducción del cultivo

Se utilizó el tutoreado tipo Holandés, el cual consistió en conducir la planta con dos o tres tallos principales con una densidad de 5 o 6 tallos/m<sup>2</sup>. Los tallos secundarios deben quedar por encima de su primer nudo, a fin de dejar mas hojas y evitar daño por sol en los frutos. Los frutos del primer piso se dejan o se eliminan dependiendo de la variedad. Cada uno de los tallos se sujetan al emparillado con un hilo que se va enrollando conforme va creciendo, como se observa en la Figura 3.

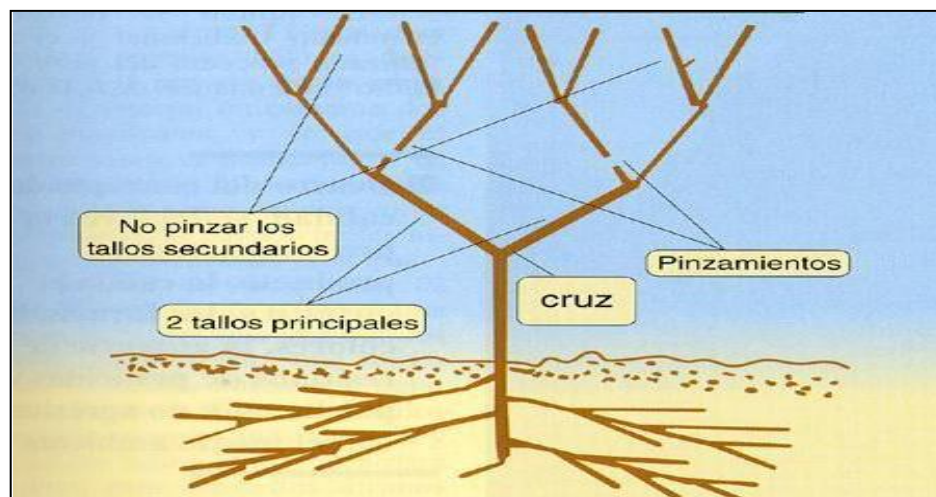


Figura 3. Sistema holandés a dos tallos.

### **Deshojado**

Se eliminaron las hojas senescentes, con el objetivo de facilitar la aereación y mejorar el color de los frutos.

### **Nutrición**

La nutrición se manejó de acuerdo al programa de nutrición elaborado por Sandoval, 2011. Apéndice 3.

### **Manejo de plagas**

Se monitoreo constantemente y se dio seguimiento al cultivo para determinar fechas y dosis de aplicación. En el apéndice 4 se presentan las principales plagas y el ingrediente activo con el que se combatieron.

### **Manejo de enfermedades**

Se hicieron aplicaciones, en función de la incidencia y severidad de la enfermedad y la etapa fenológica del cultivo. Se presentan las principales enfermedades y el ingrediente activo con el que se combatieron. Ver descripción apéndice 4.

### **Cosecha**

La cosecha fue manual, se inició entre los 90 y 100 días después del trasplante o bien cuando los frutos empiezan a cambiar de color verde a color rojo.

### **Selección por Tamaño de fruto**

En el empaque se contabilizó el número de cajas de cada calidad. Los frutos de calidad no deben ser menores de 64 mm (2.5 pulgadas) de diámetro y 64 mm (2.5 pulgadas) de longitud. En el cuadro 5, hace referencia al número de frutos que deben incluirse en una caja de cartón del tamaño de 35.24 L de capacidad (1 1/9 US Bushel. 1 US Bushel).

Cuadro 5. Calidades de fruto de chile morrón para exportación

<b>Tamaño</b>	<b>No. Frutos /caja de 1 1/9 bushel o 25 lbs</b>
Grande	60-65
Extra grande	54-60
Jumbo	45-50
Chico	75-85
Mediano	65-74

Fuente: Sagarpa, 2012.

### **Variables evaluadas**

#### **Temperatura (°C)**

Se midió con un termómetro de máximas y mínimas marca Technidea®. Ver descripción apéndice 5. Se tomaron las lecturas a dos horas del día, a las 8:00 a.m. y a las 4:00 p.m., en cada invernadero se tenían tres termómetros: uno al oriente, al poniente y uno central.

### **Luz (micro-Einstein/m<sup>2</sup>/s)**

Se midió con un medidor de luz Quantum<sup>®</sup>. Ver descripción apéndice 5. Para el caso de la luz se hicieron 3 lecturas, 8:00 am, 12:00 pm y 16:00 pm.

### **Humedad Relativa**

Se midió con un higrometro. Ver descripción apéndice 5. Al igual que en el caso de la radiación se hicieron 3 lecturas diarias 8:00 am, 12:00 pm y 4:00 pm.

### **Rendimiento**

Se contabilizó el número de cajas de campo, cosechadas en cada invernadero y se multiplico por 9.0 kg, que fue el peso promedio de la caja.

### **Calidad del fruto**

Los frutos cosechados se seleccionaron para ello se eliminaron primero los frutos mal formados, quebrados (rajados), frutos con cracking (estriados) y aquellos que no presentaban la madurez adecuada. Después se seleccionaron por tamaño:

XL: Frutos de 110 a 130 mm de longitud.

LG: Son frutos que van desde los 90 mm hasta los 110 mm de longitud

M: Estos frutos miden de 70 a 90 mm de longitud.

Todos estos tamaños anteriormente mencionados fueron empacados en cajas de 11 libras.

Chopper: En esta categoría entran frutos de todos los tamaños que presentan malformaciones o que están estriados, pero que no presentan daños mecánicos severos de tal manera que si pueden ser comercializados. Esta categoría se empacó en caja de  $1 \frac{1}{9}$  bushel (35 libras).

### **Análisis de datos**

Los datos se analizaron, bajo el modelo estadístico de bloques completos al azar, en el paquete estadístico UANL y para graficar se utilizó el software Statistica. versión 8. (Zar, 1996).



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Temperatura (°C)

La temperatura promedio máxima en los invernaderos fue 35.2°C y la mínima de 13.3°C y no fue diferente estadísticamente en los invernaderos evaluados (Figura 4). Las temperatura mínimas y máximas recomendadas para producir chile morrón son de 15 y 35 °C respectivamente (Infoagro, 2012).

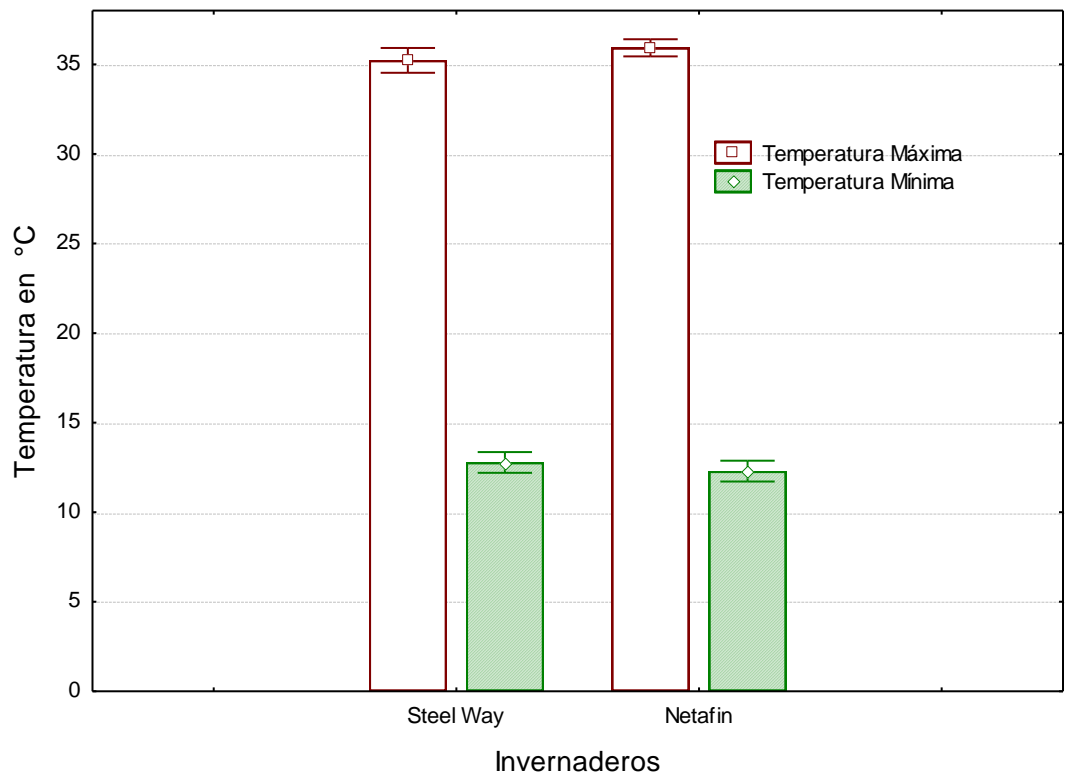


Figura 4. Temperatura promedio en los invernaderos.

También se observó que la temperatura fue uniforme dentro de los invernaderos, es decir no hubo diferenciales térmicas en las orillas respecto al centro y en ambos invernaderos se comportaron igual (Figura 5).

Las temperaturas para el invernadero Steel Way fueron: poniente: max 34.59 °C y min 12.82 °C, centro: max 35.53 °C y min 12.68 °C, oriente: max 35.58 °C y min 12.78°C mientras que para el invernadero de Netafin los valores son, poniente: max 35.7 °C y min 12.53 °C, centro: max 35.78 °C y min 12.36 °C, oriente: 36.32 °C y min 12.05 °C.

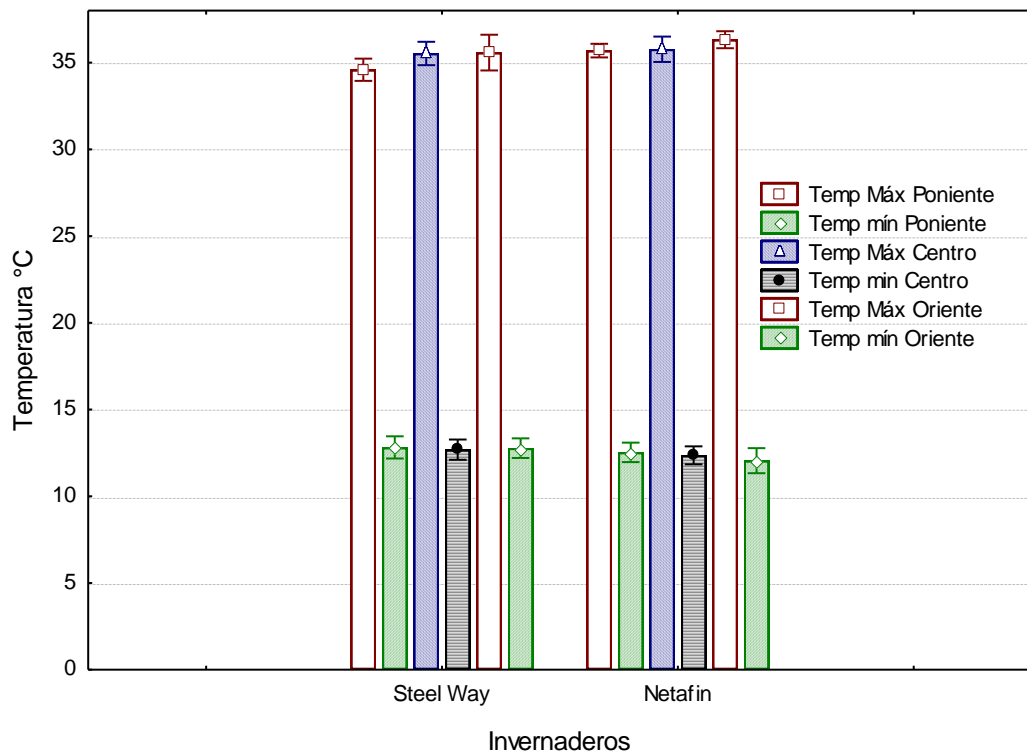


Figura 5. Temperatura promedio en los invernaderos, medida a las 8:00 y 16:00 horas.

## Humedad Relativa %

También se observó que la humedad relativa fue uniforme dentro de los invernaderos, es decir no hubo diferenciales de humedad en ambos invernaderos, (Figura 6).

Los valores para el invernadero Steel Way son los siguientes: 40.42 % de H.R. a las 8:00 a.m., a las 12:00 p.m. registro una media 31.38 % de H.R., mientras que a las 4:00 p.m. la humedad es de 34.65 % ; Para el invernadero de Netafin, la humedad a las 8:00 a.m. es de 44.95 %, 38.94 % de H.R. a las 12:00 p.m. y 40.16 % de H.R. a las 4:00 p.m.

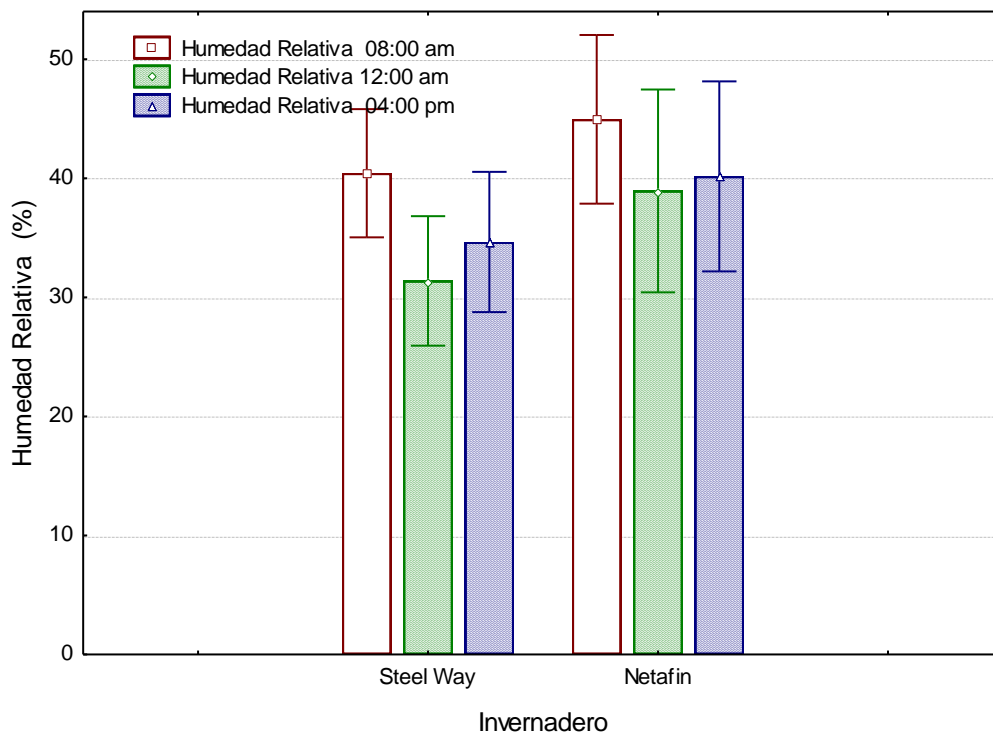


Figura 6. Humedad Relativa en los invernaderos medida en tres diferentes horas del día 8:00 a.m., 12:00 p.m. y 4:00 p.m.

### Radiación (micro-Einstein/m<sup>2</sup>/s)

La radiación medida en micro-Einstein/m<sup>2</sup>/s, se comporto igual (Figura 7). Los valores para la radiación en el invernadero Steel Way son de 328.26 micro-Einstein a las 8:00 hrs, a las 12:00 hrs 596.22 micro-Einstein y 403.65 micro-Einstein a las 16:00 hrs; mientras que para el de Netafin las lecturas son las siguientes: A las 8:00 hrs 328.5 micro-Einstein, 12:00 horas 638.27 micro-Einstein y por ultimo 435.64 micro-Einstein a las 16:00 horas.

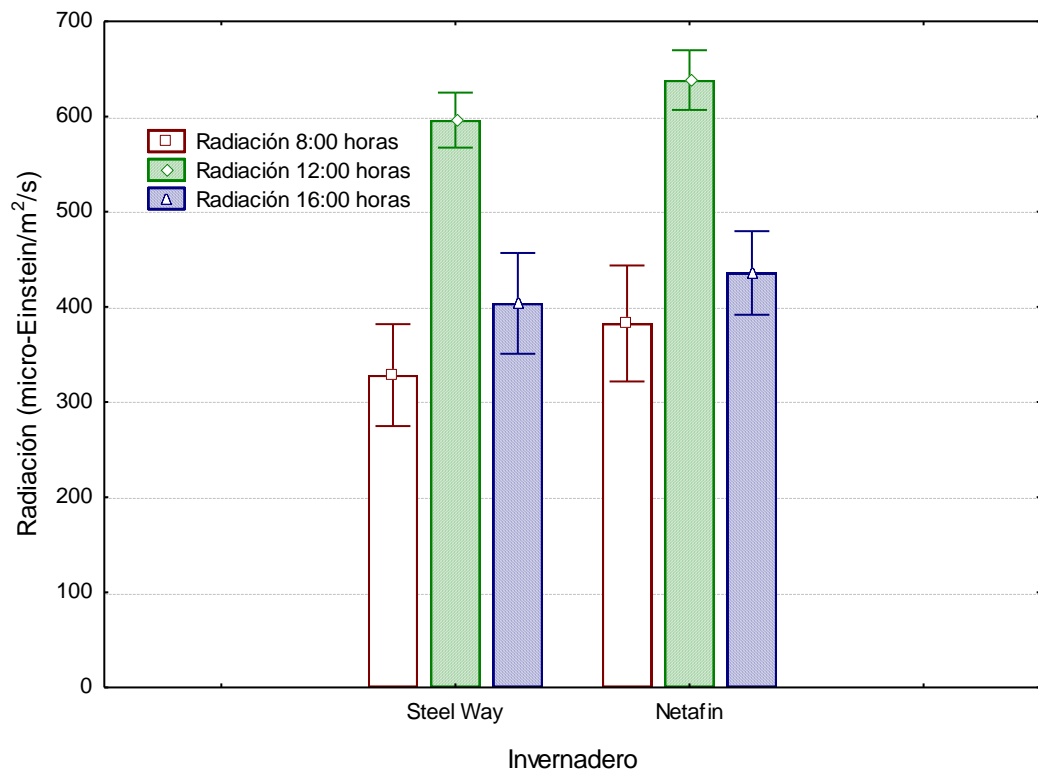


Figura 7. Radiación dentro de los invernaderos, medida en tres horas del día 8:00 12:00 y 16:00 horas.

## Productividad y Calidad

### Rendimiento

La productividad, evaluada como rendimiento total obtenido en los invernaderos y evaluada como número de cajas de campo de 9 kg, no fue estadísticamente diferente.

### Calidad

Al evaluarse la calidad, no hubo diferencia estadística entre los invernaderos, como se muestra en cuadro 6.

Cuadro 6 . Rendimiento y calidad de chile morron en 21 cortes

INVERNADEROS	No. De Cajas de 9 Kg	CALIDADES DE EMPAQUE				
		XL %	LG %	M %	CH %	REZAGA %
Steel Way	7326	17.237	35.614	19.697	26.440	1.013
Netafin	5927	16.962	40.143	19.616	23.005	0.274

Especificaciones de calidades de ampaque ver cuadro 5.

Entre la cosecha de frutos del primer flujo y el último, puede haber un intervalo de 5 meses (Marcelis, *et al.*, 2004; Cruz *et al.*, 2009) lo que implica que un ciclo de cultivo completo transcurra entre 8 a 10 meses después del trasplante, con rendimientos que oscilan entre 50 y 80 t·ha<sup>-1</sup> (Jurado y Nieto, 2003).

La demanda de los consumidores en el mercado es tan grande como diversificada; sin embargo, los principales parámetros a juzgar por el consumidor

sería como primer punto la calidad, entendida de manera diferente, según cada zona o país donde éste se consume (Zvi, 2010). Otro aspecto importante que es tomada en cuenta está enfocado a la forma del fruto, que puede ser lamuyo, *Blocky*, entre otras (Zvi, 2010).

Las dimensiones también juegan un papel importante y están también determinadas por el tipo de consumidor y segmento al que esté enfocado cada productor, siendo más aceptado un fruto de alrededor de 200 gramos (Zvi, 2010). Otro aspecto importante es el sabor, además de la vida de anaquel, color, etcétera (Zvi, 2010).

Por lo tanto la elección de los invernaderos estará más en función de otros aspectos como requerimiento de mantenimiento (Cambio de plásticos, facilidad de manejo) etc.

## **CONCLUSIONES**

No se encontraron diferencias en los invernaderos, respecto a los valores de temperatura, humedad relativa y radiación en los invernaderos, a sí mismo no se observaron diferencias estadísticas en la productividad y la calidad del cultivo de chile morron.

## LITERATURA CITADA

- ACEA S.A. De C.V. 2012. Invernaderos ACEA. Disponible en: <http://acea.com.mx/invernaderos/baticenital>. Consultado 04 de Junio del 2012.
- Castellanos Z. Javier. 2004. Manual de producción hortícola en invernadero. 2ª Edición. INTAGRI. Pag. 261, 269, 270, 271.
- Díaz, D. R., S., S., Aguado, G., De Galdeano, S., J., Del Castillo G., J., A , Uribarri A. 2004. Guía de cultivo del pimiento en invernadero. Navarra Agraria. 144: 9. Disponibles en: <http://www.navarraagraria.com/n144/arpimin.pdf>. Consultado 31 de octubre del 2012.
- Eroski consumer 2012. Hortalizas y verduras. Página de la fundación Eroski Consumer. Disponible en: <http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/pimiento/intro.php> Consultado 17 de Junio del 2012.
- Gálvez, L. J., y J.A. Salinas.1996. Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelos enarenados y en sustratos. Fundación Argentina- Visor distribuciones. 294 pp.
- Jovicich, E.; Cantliffe, D. J.; Stoffella, P. J.; 2004. Fruit yield and quality of greenhouse-grown bell pepper as influenced by density, container and trellis system. HortTechnology 14: 507-513.
- Hernández L. 2011. Tecnoagro. ¿Que pasa con los invernaderos en México. Especial de invernaderos. 69. 2011 10:59 Disponible en:



<http://tecnoagro.com.mx/no-69/que-pasa-con-los-invernaderos-en-mexico>

Consultado 17 de Junio del 2012.

Infoagro 2012. El cultivo del pimiento. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>. Consultado 17 de Junio del 2012.

INTA. 1998. Producción hortícola. El cultivo del pimiento bajo invernadero. Disponible en: [http://www.agrobit.com.ar/Info\\_tecnica/alternativos/horticultura/AL\\_000013h.htm](http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/alternativos/horticultura/AL_000013h.htm). Consultado 30 de octubre del 2010.

Lucero, F., J. M, Sánchez, V., C. 2012. Inteligencia de mercado de pimiento morrón verde. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 83 p.

Márquez C. & Cano P. 2005. Producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Actas Portuguesas de Horticultura No. 5, Vol 1: 219-224.

Marcelis, L. F. M.; Heuvelink, E.; Hofman-Eijer, L. R. B.; Bakker, J. D.; Xue, L. B. 2004. Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. *Journal of Experimental Botany* 55: 2261-2268.

Salas M.C.; M. Urrestarazu; E. Castillo Y J.J. Berenguer. 2003. Costos variables en el cultivo del pimiento. *Revista Horticultura* - 169; Junio 2003.

Netafim 2012. Invernaderos Netafim. Disponible en: [http://www.netafim-latinamerica.com/crop/greenhouse\\_structures](http://www.netafim-latinamerica.com/crop/greenhouse_structures). Consultado 04 de Junio del 2012.

Nilsen, E., and D. M. Orcutt. 1996. *Physiology of Plants Under Stress. Abiotic Factors*. John Wiley and Sons, New York. 689 p.

- Pacheco-A. J. A. 2010. Producción de hortalizas bajo invernadero. Fundamentos técnicos para el diseño y construcción de invernaderos. Memoria.
- Papadopoulos, A. P. ; Pararajasingham, S. 1997. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Scientia Horticulturae* 69: 1-29.
- Unicen, 2012. Pimiento, un cultivo muy productivo bajo invernadero. <http://www.faa.unicen.edu.ar/crescaa/Pimiento.pdf>. Consultado el 19 de Mayo del 2012.
- Reséndiz, M. R. C. 2010. Evaluación agronómica de variedades de chile morron manejadas con diferentes tipos de poda y densidades de población. Tesis de doctorado. Universidad Autonoma de Chapingo.
- SIAP-Sagarpa, 2012. Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en pimiento morrón. Sagarpa, Bamomext y Secrteraria de economía. Disponible en: [http://www.normich.com.mx/archivos/OC/mcs/PLIEGOS%20DE%20CONDICIONES%2012/PC\\_022\\_2005\\_Pimiento.pdf](http://www.normich.com.mx/archivos/OC/mcs/PLIEGOS%20DE%20CONDICIONES%2012/PC_022_2005_Pimiento.pdf). Consultado el 22 de noviembre del 2012.
- Sánchez, C. F.; Ortiz, C. J.; Mendoza, C. C.; González, H. V. A.; Colinas, Z. T. 1999. Características morfológicas asociadas con un arquetipo apto para un ambiente no restrictivo. *Agrociencia* 33: 21-29.
- Steelway 2012. Invernaderos SteelWay. Disponible en: <http://www.steelwayinvernaderos.com/>. Consultado el 19 de Mayo del 2012..

Technidea. 2012. Technidea instrumentos Meteorológicos. Disponible en:  
<http://www.technidea.com.ar/termometro-en-base-de-plastico-1155.html>.

Consultado: 19 de julio del 2012.

Turner, A. D.; Wien, H. C. 1994. Dry matter assimilation and partitioning in pepper cultivars differing in susceptibility to stress-induced bud and flower abscission. *Annals of Botany* 73: 617-622.

Villarreal, C. V. E. 2008. Modelación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en invernaderos ventilados naturalmente. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro Qro.

Gedera, Z. 2012. Pimiento Rojo Tipo Blocky. Disponible en:  
[http://www.zeraim.com/uploads/ZG\\_NEW%20MEX%20pep\\_4p\\_Feb12.pdf](http://www.zeraim.com/uploads/ZG_NEW%20MEX%20pep_4p_Feb12.pdf).

Consultado el 19 de Mayo del 2012.

Zvi Howard W. 2010. El tomate versus el pimiento. La medición de la luz da rendimientos más altos. *Estaciones y gustos*.19 Disponible en:

[http://www.zeraim.com/uploads/ZG\\_SPA%20NL\\_Oct10.pdf](http://www.zeraim.com/uploads/ZG_SPA%20NL_Oct10.pdf). Consultado el 19 de Mayo del 2012.

Zvi Howard W. 2010. Producción de hortalizas bajo invernadero. Importancia de la luz en la producción de pimiento morrón del tipo blocky bajo condiciones protegidas en México. *Memoria. Fundación produce Sinaloa A.C.* 77-78.

Disponible en:

<http://www.fps.org.mx/divulgacion/attachments/article/865/Produccion%20de%20hortalizas%20bajo%20invernadero.pdf>. Consultado 19 de Mayo del 2012.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Descripción de los invernaderos

#### **NETAFIN** (Netafim, 2012)

Este invernadero dispone de ventilación de tipo cenital, lateral y frontal que sumadas superan el 24 % de la superficie cubierta, contando para ello ventanas cenitales de 1.7 m de apertura para cada túnel, por lo tanto, tiene un sistema de ventilación natural, debido al movimiento de aire que se establece entre las ventanas cenitales centrales de cada tunel y las ventanas perimetrales, todo esto, facilita el desalojo del aire caliente acumulado bajo la cubierta.

Dado su diseño, se establece la formación de corrientes convectivas ascendentes que desalojan el aire aun sin la existencia de vientos. Es ideal para climas templados y semitropicales. Cuenta también con la capacidad de carga suficiente para el establecimiento de cultivos con mucho peso como el jitomate.

Diseñado con una fuerza en la estructura, flexibilidad en el diseño y resistencia en sus cubiertas.

DISEÑO CLÁSICO	
Altura a cumbrera	8.55 mts
Altura a canaleta	4.75 mts
Ventana cenital	Fija
Apertura ventana cenital	1.70 mts
Altura tutores	3 mts
Ancho tunel	9.60 mts
Distancia de poste a poste norte sur	4.00 mts
Distancia de poste a poste este oeste	9.60 mts
Capacidad de carga	40 kg / m <sup>2</sup>
Resistencia al viento	150 km/hr
ESTRUCTURA	
Postes	Cuadrado 2 1/2 " x 2 1/2" cal.12
Arcos	Cuadrado 2" x 2" cal.14
Herrajes y accesorios	Cal. 12
Tornillería	Grado 5.
Sujecion de plásticos	Grapas de acero.
Canaleta	Cal.16
Galvanizado	G-90
PLASTICOS	
Características	Lamina tricapa LDPE
Color	Blanco
Resistencia por degradación solar	Alta
Transmisión de luz solar	80%
Efecto térmico	14%
Espesor	180 micrones
MALLAS ANTIAFIDOS	
Calibre	50 x 25 o 40 x 25
Componentes	Polietileno
Color	Cristal
Bloqueo de luz	38%

---

## SISTEMA DE VENTAS

Ventana cenital

Manual

Ventanas laterales

Manual

## ACCESORIOS

Pantalla termica o de sombreado

Manual

Riegos

Por goteo

Calefacción

Aire

Ventilación

Natural

---

### **STEELWAY** (Steelway, 2012)

Se conforma de una estructura modular de acero galvanizado de alta resistencia, cubierta de plasticos y mallas antiáfidos de alta calidad.

Ofrece un máximo aprovechamiento térmico y lumínico, prácticamente aislando el cultivo tanto de las condiciones atmosféricas adversas, como de las plagas y enfermedades.

Con el invernadero I-200 se obtiene el mayor rendimiento por hectárea, así como productos con mayor valor en el mercado. Adicionalmente permite bajar los costos de fertilizante y mano de obra.

El diseño de I-200 es versátil y adaptable a sus propias necesidades. Su tecnología crea las condiciones óptimas para cada cultivo, incrementando la rentabilidad por metro cuadrado.

Una de las principales ventajas de este invernadero, es su altura y diseño estructural, que por no tener angulos no muy pronunciados, permite una excelente ventilación y renovación del aire, de tal manera que las oscilaciones entre el día y la noche sean menores, es decir se obtiene un control climático natural, de las temperaturas altas o bajas, de la humedad relativa y de la luminosidad, que son elementos clave para acelerar la fotosíntesis y la maduración del fruto.

DISEÑO I-200	
Altura a cumbre	8.00 mts
Altura a canaleta	4.65 mts
Ventana cenital	Fija
Apertura ventana cenital	1.45 mts
Altura tutores	3.00 mts
Ancho tunel	9.60 mts
Distancia de poste a poste norte sur	4.00 mts
Distancia de poste a poste este oeste	9.60 mts
Capacidad de carga	30 kg / m <sup>2</sup>
Resistencia al viento	150 km/hr
ESTRUCTURA	
Postes	Cuadrado 2 1/2 " x 2 1/2" cal.12
Arcos	Cuadrado 2" x 2" cal.14
Herrajes y accesorios	Cal. 12
Tornillería	Grado 5.
Sujeción de plásticos	Grapas de acero.

---

Canaleta	Cal.16
Galvanizado	G-90
PLASTICOS	
Características	Lámina tricapa LDPE
Color	Blanco
Resistencia por degradación solar	Alta
Transmisión de luz solar	85%
Efecto térmico	14%
Espesor	800 galgas
MALLAS ANTIAFIDOS	
Calibre	50 x 25 o 40 x 25
Componentes	Polietileno
Color	Cristal
Bloqueo de luz	38%
SISTEMA DE VENTAS	
Ventana cenital	Manual
Ventanas laterales	Manual
ACCESORIOS	
Pantalla térmica o de sombreo	Manual
Riegos	Por goteo
Calefacción	Aire
Ventilación	Natural

---



## Apéndice 2. Descripción del híbrido

Variedad	Fruto	Resistencia			Producción	Trasplante	Producción
	Peso (gr)	Diámetro (mm)	Tipo y color	Madures			
Cannon	175 - 250	85 - 100	Blocky, rojo	Temprana	TM2	C.s., Inv.	Temprana. P, O, I.

\*TM2: Virus de la marchitez del tabaco gen 3. Cs: casa sombra. Inv: Invernadero. P,O,I: primavera, otoño, invierno.

## Apéndice 3. Programa de fertilización y fuentes utilizadas.

### 1. FERTILIZACIÓN A LA BASE (ANTES DEL TRASPLANTE).

En un suelo con nivel de materia orgánica de 1 hasta 2.0%:

3 ton de composta o vermicomposta, o 30 kg. de HUMIK MULTI (Ácidos húmicos y fulvicos de lenta liberación más 2 kg de HUMIK 900 (Ácidos Húmicos y fulvicos de rápida liberación).

Aplicar en banda sobre el lomo del surco e incorporar con rotocultivador

### 2- AL TRASPLANTE:

A).- Inmersión del cepellón antes del trasplante en una solución de:

1 cc de ALGARROOT o ENRAIZADOR PLUS por lt de agua utilizada.

B).- Después del trasplante, aplicar en el sistema de riego (Disolver los productos en agua e inyectar en el sistema durante el 90% del tiempo de riego).

5 litros de HUMICO 23

1 litro de ALGARROOT

C).- A los 5 días después aplicar en el riego

5 lt de IMPACT<sup>4700</sup>

### 3. DE LOS 10 DÍAS DEL TRASPLANTE HASTA EL INICIO DE LA FLORACIÓN

A- Aplicar en el sistema de riego (Disolver los productos en agua e inyectar en el sistema durante el 90% del tiempo de riego) Diario.

2.5 unidades de nitrógeno

1.42 unidades de fósforo.

0.4 unidades de potasio

0.15 unidades de calcio

0.07 unidad de magnesio

0.200 lts de Húmico al 23%

0.200 lts de IMPACT<sup>4700</sup> (Micro elementos Fe, Zn, Mn B, Mo)

B)- Aplicar en forma foliar a los 10 días del trasplante una vez: (En 200 lt de agua).

0.25 lts de ACTIVADOR

2.0 lts de IMPACT 4700

C).- Al inicio de la floración aplicar en forma foliar. Repetir antes de cada flujo de floración y aumentar a 2 lt después del primer corte. (Aproximadamente cada 10 días)

- 1.5 lt de CALCIO <sup>B Mo</sup>

**Nota:** Acondicionar el agua para aplicaciones foliares conforme a la dureza del agua, puede utilizar MAXIADER a la siguientes dosis.

- pH de 7.0 a 7.5. Agregar 1.0 cc/lto de agua
- pH de 7.5 a 8.0. Agragar 1.5 cc/lto de agua

Llene el depósito con el agua a utilizar, agregue el acondicionador de agua (MAXIADER), mezcle y posteriormente agregue los productos a aplicar.

#### **4. DE LA FLORACIÓN AL INICIO DEL CUAJADO.**

A- Aplicar en el sistema de riego (Disolver los productos en agua e inyectar en el sistema durante el 90% del tiempo de riego) Diario

- 2.0 unidades de nitrógeno
- 1.12 unidades de fósforo
- 0.85 unidades de potasio
- 0.21 unidades de calcio
- 0.1 unidad de magnesio
- 0.250 litros de HUMICO <sup>23</sup>
- 0.250 lts de IMPACT <sup>4700</sup>

B- Aplicar en forma foliar/ha al inicio de la floración (una sola aplicación):

- 0.25 litro de ACTIVADOR
- 1.0 kg de SINERFOS <sup>490</sup>
- 1.0 lt DE IMPACT

#### **5. DEL CUAJADO AL INICIO DEL CRECIMIENTO DE FRUTAS.**

A- Aplicar en el sistema de riego (Disolver los productos en agua e inyectar en el sistema durante el 90% del tiempo de riego) Diario

- 1.5 unidades de nitrógeno
- 1.0 unidades de fósforo
- 1.1 unidades de potasio
- 0.2 Unidades de calcio
- 0.1 unidad de magnesio
- 0.250 litros de HUMICO <sup>23</sup>
- 0.250 lts de IMPACT <sup>4700.</sup>

B- Aplicar en forma foliar/ha (una sola aplicación):

- 150 gr de AMARRADOR.
- 2.0 kg de POTASIO <sup>F45</sup>
- 1.0 lt de IMPACT <sup>4700</sup>

#### **6- CRECIMIENTO DE FRUTAS AL PRIMER CORTE**

A- Aplicar en el sistema de riego (Disolver los productos en agua e inyectar en el sistema durante el 90% del tiempo de riego) Diario.

- 1.0 unidades de nitrógeno
- 0.6 unidades de fósforo
- 2.0 unidades de potasio
- 0.8 Unidades de calcio
- 0.3 unidad de magnesio
- 0.3 litros de HUMICO <sup>23</sup>

0.3 lts IMPACT<sup>4700</sup>.

b- Aplicar en forma foliar/ha a los 5 días del inicio del crecimiento de frutas (una sola aplicación):

150 gr de AMARRADOR. 2.0 kg de POTASIO<sup>F45</sup>  
1.0 lt de IMPACT<sup>4700</sup>

## 7- DEL INICIO DE CORTES HASTA FINALIZAR

a).- Aplicar en el sistema de riego (Disolver los productos en agua e inyectar en el sistema durante el 90 % del tiempo de riego) Diario

1.25 unidades de nitrógeno

0.5 unidades de fósforo

2.5 unidades de potasio

0.8 Unidades de calcio

0.4 unidad de magnesio

0.250 litros de HUMICO<sup>23</sup>

0.250 lts de IMPACT<sup>4700</sup>.

1 litros CALCIO<sup>FERTIRRIEGO</sup>.

1 lt de POTASIO<sup>FERTIRRIEGO</sup>

b).- Aplicar Foliar después de cada corte.

0.250 lt de ACTIVADOR

2.0 lt de IMPACT.

0.300 lt de CUATE (Sellador)

D- Aplicar foliar a los 5 días después de la anterior aplicación

150 gr de AMARRADOR

2.0 kg de POTASIO FOLIAR<sup>F45</sup>

1 lto de CALCIO FOLIAR

## VERIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA

- Recorridos semanales al cultivo

- Análisis foliares o savia

Primer análisis foliar para determinar: N P K Mg Fe Zn y Mn al inicio de la floración.

Segundo análisis foliar para determinar: N P K Mg Fe Mn Mo B Zn y Ca al inicio del crecimiento de las frutas.

Tercer análisis foliar para determinar: P K Mg Fe Mn Mo B Zn y Ca a los 10 días antes del primer corte.

Análisis foliares subsecuentes cada 20 días después del tercer análisis para determinar:

P K Mg Fe Mo Zn y Ca.

## Fuentes utilizadas

Fertilizante	Riqueza
Fosfonitrato	33-03-00
Fosfato monopotásico	00-52-34
Nitrato de potasio	12-00-45
Nitrato de calcio	12-00-00-23-.5
Nitrato de magnesio	11-00-00-00-15.5

#### Apéndice 4. Programa fitosanitario plagas y enfermedades

Plaga	Control (i.a.)
Spodoptera sp, aphid sp, trips sp.	Clorfenapir
Bemisia tabaci, paratrioza cockerelli	Clotianidin
Liriomyza sp, Bemisia tabaci.	Imidacropid
Enfermedad	Control (i.a.)
Phytophthora infestans	Clorotalonil
Fusarium oxysporum	Tiofanato metílico

#### Apéndice 5. Descripción del equipo de medición

##### Termómetro de máximas y mínimas

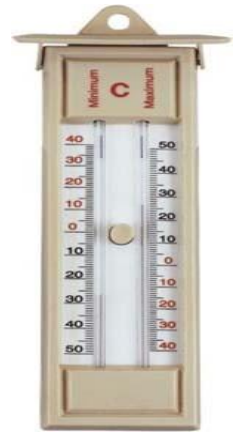
##### Especificaciones:

Termómetro en base de plástico (Cód. TFA 123009)

Uso: Determinación de temperatura en ambiente interior o exterior.

Temperatura: -30°C a +50°C.

Medidas: 230 x 60mm



##### Fotómetro

##### Especificaciones:

Rango: 0 - 1999  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  micro moles por  $\text{m}^2$  / segundo

Longitud de onda: 400 - 700 nm (nanómetros)

Radiación solar: 0 - 200  $\mu\text{mol}$  máxima

Precisión:  $\pm 5\%$  rango total.

Alimentación: 1 pila 9V

Código: A6093804



## Higrómetro

### Especificaciones:

Higrómetro 3422H

Higrómetro analógico de espiral

Rango: 0...100%hr

Cuerpo de plástico negro con fondo blanco

Diámetro: 130 mm

