

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA DENSIDAD EN EL
RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE PEPINO (*Cucumis
sativus* L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA
COSTA DE HERMOSILLO, SONORA, MEXICO.”**

TESIS
MAESTRIA EN CIENCIAS

SERGIO AMARANTO POMPA PERALTA

NOVIEMBRE DE 2010

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA DENSIDAD EN EL
RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE PEPINO (*Cucumis sativus*
L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA COSTA DE
HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

TESIS
MAESTRÍA EN CIENCIAS

SERGIO AMARANTO POMPA PERALTA

NOVIEMBRE 2010

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA DENSIDAD EN EL RENDIMIENTO DE DOS
VARIEDADES DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

TESIS

Sometida a la consideración del
Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

Por

Sergio Amaranto Pompa Peralta

Como requisito parcial para obtener
El grado de maestro en Ciencias en Horticultura

Noviembre 2010

Esta tesis fue realizada bajo la Dirección del Consejo Particular aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

CONSEJO PARTICULAR:

DIRECTOR:

J. C. Pavez

JULIO CÉSAR RODRÍGUEZ

ASESOR:

J. López Elías

JESUS LÓPEZ ELÍAS

ASESOR:

Alfredo Serrano

ALFREDO SERRANO ESQUER

ASESOR:

J. Rodríguez Casas

JULIO RODRÍGUEZ CASAS

DEDICATORIA

A MI ESPOSA E HIJOS: Angélica, Sergio, Sebastián y Daniela, por el tiempo que era de ellos y yo lo utilicé en el desarrollo de este trabajo.

CONTENIDO

ÍNDICE	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema, objetivo e hipótesis	2
LITERATURA REVISADA.....	4
Metodologías de producción en condiciones de invernadero	6
Pepino francés.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS	8
Localización del sitio experimental.....	8
Preparación del experimento	8
Control de Clima	10
Material Vegetativo Utilizado	16
Densidad de plantación	17
Tratamientos y Diseño Experimental.....	17
Variables a Evaluar.....	18
Climatología de la Costa de Hermosillo	19
Etapas Fenológicas de la planta	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
Dinámica de producción	22
Efecto de las densidades.....	23
Efecto de las variedades.....	33
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
LITERATURA CITADA.....	43

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS	PÁGINA
Cuadro 1.- Análisis de suelo.	10
Cuadro 2.- Distribución de las temperaturas dentro del invernadero en un día con la pared húmeda sin y con operación, en el invernadero.	12
Cuadro 3.- Densidades y separaciones entre plantas.....	17
Cuadro 4.- Tratamientos.....	17
Cuadro 5.- Normales meteorológicos de Palo Verde, México (1950-2005).....	20
Cuadro 6.- Comportamiento de la producción en kilogramos por metro cuadrado de las 3 densidades evaluadas durante las nueve semanas de corte.	24
Cuadro 7.- Peso promedio del fruto en gramos de las tres densidades evaluadas.	25
Cuadro 8.- Longitud promedio del fruto en centímetros de las tres densidades evaluadas.	26
Cuadro 9.- Diámetro promedio del fruto en centímetros de las tres densidades evaluadas.	27
Cuadro 10.- Penetración del fruto en libras por pulgada cuadrada en las tres densidades evaluadas.	27
Cuadro 11.- Rendimiento total por intervalo de peso del fruto en kilogramos por metro cuadrado en las tres densidades evaluadas en la segunda semana de corte.	28
Cuadro 12.- Rendimiento total por intervalo de peso del fruto en kilogramos por metro cuadrado en las tres densidades evaluadas en la quinta semana de corte.	29
Cuadro 13.- Rendimiento total por intervalo de peso del fruto en kilogramos por metro cuadrado en las tres densidades evaluadas en la octava semana de corte.	29
Cuadro 14.- Rendimiento total por intervalo de peso del fruto en kilogramos por metro cuadrado en las 3 densidades evaluadas.....	30
Cuadro 15.- Número de frutos por metro cuadrado por intervalo de pesos en gramos en las tres densidades evaluadas.	31
Cuadro 16.- Rendimiento total por intervalos de longitud en kilogramos por metro cuadrado en las tres densidades evaluadas.....	32
Cuadro 17.- Número de frutos por metro cuadrado por intervalos de longitud en las tres densidades evaluadas.....	32
Cuadro 18.- Concentración relativa de clorofila en Unidades Spad en las tres densidades evaluadas.	32
Cuadro 19.- Altura de la planta en centímetros en las 3 densidades evaluadas.	33
Cuadro 20.- Número de nudos de la planta en las 3 densidades evaluadas.	33
Cuadro 21.- Comportamiento de la producción en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas en las nueve semanas de corte.	35
Cuadro 22.- Peso promedio del fruto en gramos de las dos variedades evaluadas.	35
Cuadro 23.- Longitud promedio del fruto en centímetros de las dos variedades evaluadas.	36

Cuadro 24.- Diámetro promedio del fruto en centímetros de las dos variedades evaluadas.	36
Cuadro 25.- Penetración del fruto en libras por pulgada cuadrada en las 2 variedades evaluadas.	36
Cuadro 26.- Rendimiento total por intervalo de peso del fruto en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas en la segunda semana de corte.	37
Cuadro 27.- Rendimiento total por intervalos de peso del fruto en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas en la quinta semana de corte.	38
Cuadro 28.- Rendimiento total por intervalos de peso de fruto en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas en la octava semana de corte.	38
Cuadro 29.- Rendimiento total por intervalos de peso de fruto en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas.	38
Cuadro 30.- Número de frutos por metro cuadrado por intervalos de longitud en las dos densidades evaluadas.	39
Cuadro 31.- Rendimiento total por intervalos de longitud de fruto en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas.	39
Cuadro 32.- Número de frutos por metro cuadrado por intervalos de longitud en las dos variedades evaluadas.	40
Cuadro 33.- Concentración relativa de clorofila en Unidades Spad de las dos variedades evaluadas.	40
Cuadro 34.- Altura de la planta en centímetros de las dos variedades evaluadas.	41
Cuadro 35.- Número de nudos de la planta de las dos variedades evaluadas.	41

FIGURAS

PÁGINA

Figura 1.- Invernadero utilizado en el experimento.	9
Figura 2.- Estación meteorológica.	11
Figura 3.- Distribución interior de la temperatura del aire en el invernadero, a) pared húmeda apagada, b) pared húmeda encendida.	12
Figura 4.- Temperaturas mínimas (tmn), máximas (tmx) y promedio (tavg) diarias en el invernadero, durante el experimento. DDT=Días después del trasplante, Tcrítica=temperatura crítica, TUinf=temperatura umbral inferior, TUs=temperatura umbral superior.	13
Figura 5.- Humedad relativa máxima (hrmx), mínima (hrmn) y promedio (hravg) diarias en el invernadero durante todo el experimento. DDT=Días después del trasplante, HR=humedad relativa recomendada.	14
Figura 6.- Temperatura y humedad del aire; radiación solar en día despejado, con pared húmeda no funcionando y funcionando adecuadamente en el invernadero. a) No funcionando pared húmeda; b) Funcionando pared húmeda.	15
Figura 7.- Déficit de presión de vapor (DPV), en días despejados, a) No funcionando pared húmeda; b) Funcionando pared húmeda, (R. Solar= Radiación Solar).....	15
Figura 8.- Radiación solar dentro y fuera del invernadero y su razón.	16
Figura 9.- Cuadro de distribución de tratamiento del experimento en pepinos en la Costa de Hermosillo. V= variedad, D= densidad, S = sustrato.	18
Figura 10.- Climógrama (temperatura y precipitación) y evaporación, en estación Palo Verde, Costa de Hermosillo, México.	20

Figura 11. Etapas fenológicas del cultivo (E 1=Trasplante, E 2=Tutorado, E 3= Floración, E 4= Corte de Ensayo, E 5 = Corte Productivo, E 6 = Fin de Cosecha.....	21
Figura 12.- Comportamiento de la producción de pepino en las nueve semanas de corte.	22
Figura 13.- Producción acumulada semanal para las tres densidades evaluadas.....	23
Figura 14.- Producción acumulada semanal para las dos variedades evaluadas.....	34

RESUMEN

México está rezagado en la productividad por metro cuadrado de invernadero, principalmente por la diferencia tecnológica y el conocimiento desarrollado en otros países en el área de ingeniería de invernaderos (diseño, equipamiento, etc.) adecuada a sus características. Esto evidencia la necesidad de desarrollar métodos propios, conocimientos y habilidades técnicas en el área de invernaderos, adecuados a cada región específica del país.

Este trabajo se realizó el ciclo primavera-verano 2009, en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, dentro de un invernadero de cubierta plástica, con pared húmeda y sistema de riego en cinta. Los tratamientos consistieron en evaluar el efecto de tres densidades en el rendimiento de las variedades de pepino francés; Caman y Modan, bajo un diseño completamente al azar. El trasplante se realizó el 14 de marzo, la cosecha inició el día 6 de mayo, con una duración de nueve semanas de corte.

En la evaluación de resultados, se observaron diferencias estadísticas entre las densidades, la de 26,700 plantas por hectárea presentó un mayor número de frutos, repercutiendo ello en una mayor producción, (190 toneladas por ha) en comparación con las densidades de 20,000 y 16,700 plantas. En el estudio de las variedades no se encontró diferencia en producción y en número de frutos. En relación a la concentración de clorofila y dinámica de crecimiento no se observó efecto en las densidades y variedades.

PALABRAS CLAVES: Densidades, Pepino francés, Producción

ABSTRACT

Mexico its behind in productivity per square meter of greenhouse, this is because of the difference in technology and knowledge in other countries in the engineering greenhouse area (design, equipment, etc) depending in its characteristics. This highlights the need to develop our own methods, knowledge and technical skills in the greenhouse area, adapted to each specific region of the country.

This trial was realized in spring-summer of 2009, in the Experimental Department Agriculture of the University of Sonora, in a plastic greenhouse cover with damp wall and irrigation system to tape. The treatments consisted in evaluate the three densities effects in the development of the variety of French cucumber; Caman and Modan, based on a designate random. The transplant took place on March 14th, the harvest began on May 6th, and it lasted 9 weeks.

The evaluation of results, statistical differences were observed between densities of 26.700 plants per hectare had the highest number of fruits, affecting it in a higher production (190 tonnes per ha) compared with the densities of 20.000 and 16.700 plants . In the study of the varieties found no difference in production and count. In relation to the concentration of chlorophyll and growth dynamics no effect on the densities and varieties.

WORDS: Densities, French cucumber, Production

INTRODUCCIÓN

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. Esta comparación 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) (Cazanova, 2008).

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, temperaturas extremas, granizo, plagas, enfermedades, malas hierbas y herbivorismo (Castañeda *et al.*, 2007).

Los diversos elementos que lo componen y las múltiples relaciones que se establecen en el invernadero hacen de él un sistema complejo, en el cual los flujos de energía, materia, variables biológicas y manejo del cultivo son dinámicos y de diferente magnitud. El cultivo es el elemento central y sobre éste actúan variables abióticas como el clima (temperatura, humedad del ambiente, radiación fotosintética activa y CO₂), la nutrición (agua y nutrientes), variables bióticas (plagas y enfermedades) y de manejo cultural (podas). Estas variables establecen interacciones entre sí de manera que su complejidad ha hecho necesario que sean estudiadas en profundidad e identificadas en subsistemas como invernaderos. Para alcanzar el conocimiento detallado de éstos, los modelos matemáticos han constituido una herramienta importante de ayuda, lo que ha permitido explicar el comportamiento de los mismos. Los subsistemas del invernadero han sido caracterizados de manera dinámica por diversos autores, tanto a nivel de clima,

comportamiento del agua en el suelo o sustrato, nutrición y plagas y enfermedades, entre otros (Ramírez, 2005).

Por lo anterior, resulta fundamental maximizar la producción dentro de los invernaderos, para hacerlos económicamente rentable y que permitan recuperar las grandes inversiones de su operación y establecimiento, en el menor tiempo posible.

Planteamiento del problema, objetivo e hipótesis

Planteamiento del problema

La explotación de nuevas tecnologías forma parte de la agenda prioritaria en la agricultura, por la responsabilidad de producción de alimentos sanos y el consecuente ahorro de recursos, entre ellos uno vital, como lo es el agua.

Deben proponerse esquemas de recirculación y/o automatización de acuerdo a los alcances, adecuaciones para países en desarrollo y tecnologías intermedias, susceptibles a escalarse. Todo ello dentro de un respeto absoluto al medio ambiente.

En los países de América Latina, deberá producirse un incremento en la producción debido a la intensidad y diversificación de la tecnología de agricultura protegida en invernaderos y técnicas de cultivos especiales, como la producción de hortalizas fuera de suelo.

La producción de cultivos en invernaderos ofrece posibilidades a las microempresas, las cuales pueden hacer disminuir el fenómeno de la emigración ilegal de mano de obra mexicana a los Estados Unidos.

Dada la gran inversión que representan los invernaderos, resulta fundamental estudiar las formas de maximizar la producción, sin detrimento de la calidad. Es por ello que este trabajo se enfoca sobre las densidades de siembra y calidad de producto, específicamente en las condiciones de la Costa de Hermosillo.

Objetivo General

Evaluar el rendimiento de pepino (*Cucumis sativus* L.) en tres densidades de siembra y dos variedades, optimizando al máximo la superficie del invernadero bajo las condiciones de la Costa de Hermosillo.

Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento de diversos cultivares de pepino francés (*Cucumis sativus* L.).
- Determinar el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento.
- Evaluar el tamaño de pepino para cada variedad y densidad de siembra.

Hipótesis

- La operación, automatización y control de las variables meteorológicas y nutrimentales en invernaderos es directamente responsable del rendimiento.
- El rendimiento de pepino no se ve afectado por el efecto de las variedades y las densidades.
- El tamaño de pepino no es afectado por las diferentes variedades y densidades de siembra.

LITERATURA REVISADA

El uso de invernaderos para la producción de hortalizas ha crecido rápidamente en México en los últimos años. Lo más importante para el éxito de estos agronegocios es incrementar la eficiencia de la producción, lograr mayor calidad y alta productividad, lo cual está relacionado con las condiciones climáticas específicas de cada región. La introducción de invernaderos con sistemas de ventilación de operación manual y sensores simples en México, ha logrado aumentos en el rendimiento del cultivo de tomate de hasta 13 kg m^{-2} . Una mejor administración del cultivo (fertilización, riego, poda, etc.) y el uso de sistemas de control automático de clima y riego, permiten obtener rendimientos hasta de 40 kg m^{-2} ; sin embargo, algunos productores holandeses obtienen hasta 78 kg m^{-2} (Cazanova *et al.*, 2008).

México está rezagado en la productividad por metro cuadrado de invernadero, principalmente por la diferencia tecnológica y el conocimiento desarrollado en otros países en el área de ingeniería de invernaderos (diseño, equipamiento, etc.) adecuada a sus características. Esto evidencia la necesidad de desarrollar métodos propios, conocimientos y habilidades técnicas en el área de invernaderos. Las investigaciones enfocadas al desarrollo de modelos climáticos reflejan conocimiento científico de forma cuantitativa, y pueden usarse para diseñar herramientas de ingeniería para invernaderos (Castañeda, 2007).

La agricultura protegida en México se ha desarrollado en condiciones muy heterogéneas, con costosos invernaderos de vidrio, de muy alta tecnología y altos costos de inversión, con costos de adquisición e instalación de hasta $100 \text{ dólares m}^{-2}$, así como instalaciones muy económicas, como los denominados bioespacios o casas sombra, con costo de $4 \text{ a } 6 \text{ dólares m}^{-2}$ (Bustamante, 2007).

La superficie agrícola bajo riego es crucial para los suministros de alimentos del mundo. En 1997-99, esta superficie de riego representaba solamente una quinta parte del

área total cultivada en los países en desarrollo, pero producía dos quintas partes de todos los cultivos y casi tres quintas partes de la producción de cereales. Se espera que siga en aumento el papel desempeñado por la agricultura bajo riego y se considera probable que los países en desarrollo en su conjunto, aumenten su superficie de riego (202 millones de ha en 1997-99 a 242 millones en 2030). La mayor parte de esta expansión se producirá en zonas con escasez de tierras en las que el riego ya es crucial. Se predice que el incremento neto de superficie de riego será inferior al 40 por ciento del conseguido desde principios de los años sesenta. Parece que hay suficientes tierras susceptibles sin utilizar que pueden satisfacer las necesidades futuras: estudios de la FAO sugieren que existe un potencial total de tierras de riego de unos 402 millones de ha en países en desarrollo, de los que sólo la mitad están actualmente en uso. Sin embargo, los recursos hídricos serán un factor importante que limitará la expansión en el Asia meridional, que estará utilizando el 41 por ciento de sus recursos renovables de agua dulce para 2030 y en el cercano Oriente y África del Norte, que estará utilizando el 58 por ciento. Estas regiones tendrán que utilizar el agua con mayor eficacia (Harrison, 2002).

La población total en el mundo se ha incrementado y el requerimiento de agua para consumo humano está presionando a que se eficiente el uso del agua en la agricultura y por lo tanto se produzca más, en menor superficie (Shiklomanov, 2000).

La infraestructura de invernaderos en México ha tenido un crecimiento acelerado y en su implementación participan agricultores y empresarios convencidos de las ventajas de este tipo de alternativa para producir. En los años setentas, los agricultores todavía eran reacios a la introducción de los invernaderos, ya que creaban un clima distinto y esto a su vez nuevas plagas. En 1990 había aproximadamente 50 ha. con algún tipo de producción de vegetales bajo invernadero, para 1999 la cifra era de 600 ha, en 2001 se elevó a 950 ha. y en el 2004 suman alrededor de 2,200 ha., con una gran diversificación de cultivos (2000 Agro, 2008).

En México, el cultivo hidropónico de hortalizas bajo invernadero está cobrando auge y actualmente se cultivan unas 4,000 ha en dicha condición. Las especies hortícolas

más cultivadas en hidroponía bajo invernadero, son de alta rentabilidad como el jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), melón (*Cucumis melo* L.), sandía (*Citrullus vulgaris* Schard), pimiento (*Capsicum annuum* L.) y el pepino tipo europeo (*Cucumis sativus* L.) a pesar de sus altos costos de producción (Sánchez, 2006).

En los 32 estados de la república hay algún tipo de agricultura protegida. En los estados de México, Chiapas, Michoacán, Puebla, Sinaloa, Sonora, Jalisco, Oaxaca, Veracruz y Zacatecas, se concentra el 67% de la superficie cubierta y el 74% de las unidades comerciales enfocadas a la exportación. El 90% de la superficie de invernaderos y casa-sombra dedicada a hortalizas se concentra en la producción de tomate, un 5% produce chiles y solo en un 5% de ellos se tienen otros cultivos elegibles como: lechugas, pepinos, calabacitas o hierbas finas (Lamas, 2009).

En los últimos años, a causa de la alta competencia por el mercado de exportación debido a exigencias de calidad de los productos hortícolas y la acentuada disminución del agua para riego, el uso de invernaderos es una opción que ha tomado fuerza en el noroeste de México. Estas condiciones de producción responden a las nuevas exigencias y permiten al horticultor producir con más consistencia, mejor calidad, mayor rendimiento unitario, un período más amplio de cosecha y sobre todo una mayor eficiencia económica en el uso de agua. La implementación de la producción hortícola en invernadero disminuye el riesgo de la producción, aumenta la rentabilidad del sector productivo, además genera fuentes de empleo (1,500 jornales ha⁻¹), disminuye la contaminación ambiental y daños a la salud (Grijalva *et al.*, 2007).

Metodologías de producción en condiciones de invernadero

Entre las principales metodologías de producción en invernaderos están el cultivo en suelo, hidropónico en sustrato e hidropónico completo. Dentro de los sustratos se encuentran los orgánicos como fibra de coco y los inorgánicos como la perlita y piedra volcánica. En relación a los contenedores sobresalen, las canaletas de polipropilenos y las bolsas horizontales. Los sistemas de riego utilizados mayormente son los goteros y las mangueras continuas (Guy, 2005).

Pepino francés

Existe la creencia de que el pepino español es mucho más vigoroso y con mayor cantidad de follaje que el pepino francés, sin embargo existen nuevas variedades de pepino francés que igualan e incluso superan en este aspecto a algunas de pepino español. La comercialización del pepino francés se hace con un tamaño de unos 25 cm de longitud, color verde oscuro y sin defectos de forma. No se admite casi curvatura, por lo que todos los frutos que tengan una curvatura excesiva van a destruí. El pepino francés es de color verde, grisáceo a veces, muy oscuro, carece de espinas y verruguitas así como de puntos blancos diseminados. Solamente en sus estadios de alta madurez aparecen las marcas blancas del ápice (Aguado, 2008).

No se ha documentado mucha información sobre las producciones de las variedades Caman y Modan, sin embargo en investigaciones previas con variedades de pepino europeo realizadas en el noroeste de Sonora en invernadero muestran a las variedades Kalunga y Millogón como las más rendidoras con 13.6 y 12.2 kg m⁻², con un periodo de producción del 16 de octubre al 9 de diciembre en nueve cortes. En condiciones de casa-sombra se encontró a Imanol, Alborán y Kalunga como las variedades con mayor rendimiento con 13.0, 12.7 y 12.5, respectivamente (Chávez, 2003)

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental

El trabajo de investigación se realizó en un invernadero del Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, ubicado en el km 21 de la carretera Hermosillo – Bahía de Kino, y localizado a los 29° 00' 48'' Latitud N y 111° 08' 07'' Longitud O, con una altitud de 150 msnm.

El experimento consistió en evaluar las variedades de pepino Caman y Modan, ambas de la empresa Rijk Zwaan, bajo 3 densidades de siembra.

Preparación del experimento

El invernadero tiene una superficie de 214 m², con cubierta de plástico doble de un espesor de 300 galgas provisto de 2 extractores en la parte sur con una capacidad de 3,800 pies cúbicos por minuto y un par de paredes húmedas en la cara norte de 0.90 x 6.0 m cada una y controladas con dispositivos de tiempo (Figura 1). El cultivo de pepino se realizó sobre suelo directo. El sistema de riego se adecuó mediante una cinta marca Azud de 4 L hr⁻¹ con goteros separados cada 20 cm, la cinta se mantuvo sobre la superficie del suelo y a un lado de la hilera. Se utilizaron dos tensiómetros marca Irrrometer, colocados a 30 cm de profundidad en el suelo, los cuales fueron la base para la aplicación del riego. La lámina de agua estimada fue de 75 cm.



Figura 1.- Invernadero utilizado en el experimento.

Se utilizó el medidor Minolta SPAD 502, el cual mide la concentración relativa de clorofila por medio de la luz transmitida a través de la hoja en 650 nm (longitud de

onda fotosintéticamente activa) y 940 nm (infrarrojo cercano). Para medir la turgencia se utilizó un penetrómetro manual.

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron plagas y enfermedades para lo cual se realizaron las siguientes aplicaciones: Para cenicilla polvorienta se utilizó Rally y para mosquita blanca se realizaron aplicaciones de Repelic.

La fecha de trasplante de la plántula fue el 14 de marzo de 2009. Las plantas fueron podadas a un solo tallo, sostenido de un hilo rafia el cual se encuentra suspendido de un alambre que cruza el invernadero a una altura de 2.5 metros. La poda consistió en la eliminación semanal de brotes laterales. Para el 2 de julio, fecha de último corte evaluado, la guía terminal ya se encontraba a un metro del suelo después de rebasar el hilo superior.

La fertilización total recibida fue de 335N-170P-370K-220Ca-33Mg, aplicada mediante un venturi de ½ pulgada. Los análisis de suelo antes y después del trasplante se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1.- Análisis de suelo.

Material Incorporado	N-NO3	P	Ca	Mg	Na	K	CE
	kg/ha	kg/ha	ppm	ppm	ppm	ppm	dS/m
Estiércol (1)	48.8	271.3	4780	236	666	4949	3.56
Estiércol (2)	439.2	257.2	3367	362	662	3942	8.42
Lombricomposta (1)	40.2	61.48	4965	162	307	313	0.67
Lombricomposta (2)	104.6	52.92	4258	256	334	491	1.93

Nota: (1) antes del experimento; (2) después del experimento.

Control de Clima

Para controlar las variables meteorológicas dentro del invernadero y determinar las necesidades de agua del cultivo se instaló un multisensor WXT510 de la marca Vaisala. Este sensor fue conectado a un datalogger CR200. Este multisensor mide la temperatura y humedad del aire, presión atmosférica, velocidad y dirección de viento. Las mediciones de las variables antes mencionadas fueron cada 10 segundos,

promediadas cada 10 minutos y almacenadas en el datalogger (Figura 2). Los datos se recuperaron y analizaron 2 veces por semana, usando programas proporcionados por el proveedor Campbell Scientific (www.campbellsci.com).

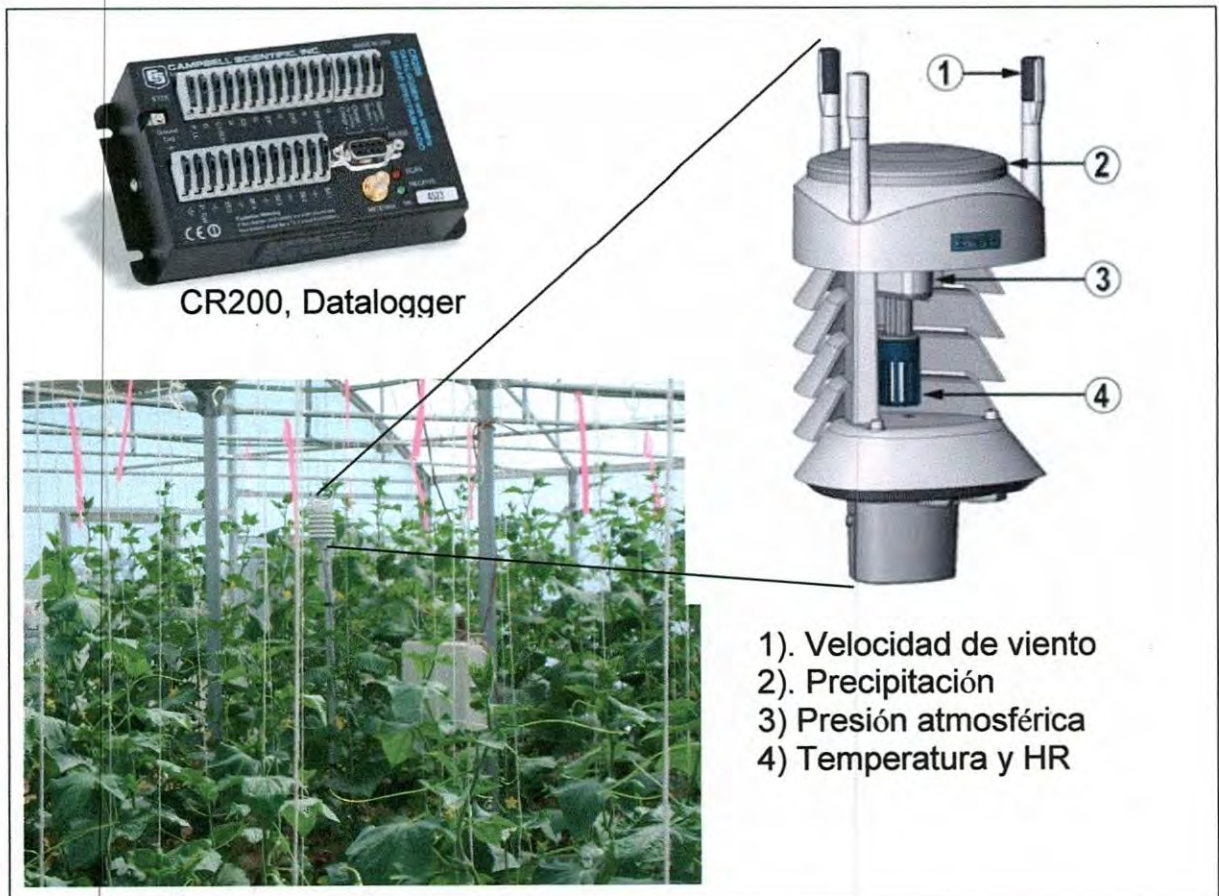


Figura 2.- Estación meteorológica.

Previamente a la instalación del multisensor WXT510, fue realizado una revisión de la distribución interior de la temperatura usando termopares, los cuales se colocaron en todas direcciones con respecto al centro del invernadero. La Figura 3 muestra la distribución de la temperatura un día con la pared húmeda apagada y encendida. En ella se observa, que durante el día la temperatura alcanza valores superiores a los 50 °C cuando la pared está apagada, mientras que cuando está encendida sus valores máximos son inferiores a 30 °C. Así mismo, se aprecia mayor dispersión de la temperatura durante el día húmedo que durante el día seco, mostrando la no uniformidad de la temperatura dentro del invernadero.

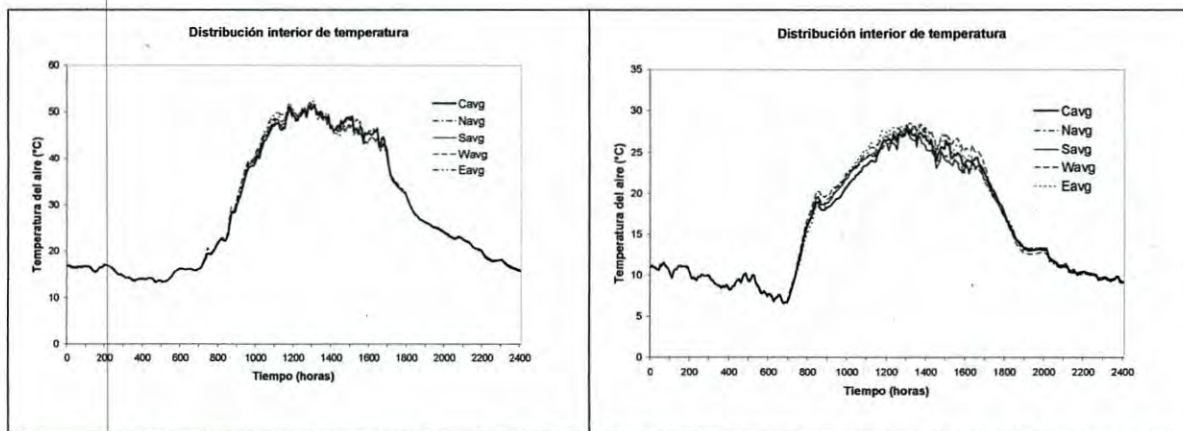


Figura 3.- Distribución interior de la temperatura del aire en el invernadero, a) pared húmeda apagada, b) pared húmeda encendida.

El cuadro 2, muestra la distribución de la temperatura en ambos días. En él se observan las variaciones de la temperatura en todas las direcciones respecto al centro del invernadero, donde estas oscilan entre 1.24 a 0.70 °C en el día seco y húmedo respectivamente en sus máximos valores. Así mismo, se observa poca variación en todas direcciones con respecto de las temperaturas mínimas y promedios en ambos días. Por lo consiguiente, la pared húmeda es capaz de controlar la temperatura dentro del invernadero de manera adecuada y producir una buena homogeneidad de la temperatura y humedad.

Cuadro 2.- Distribución de las temperaturas dentro del invernadero en un día con la pared húmeda sin y con operación, en el invernadero.

Localización	T _{prom}	Seco			Húmedo	
		T _{max}	T _{min}	T _{prom}	T _{max}	T _{min}
Norte	28.41	52.23	13.21	15.92	28.42	6.52
Sur	28.51	52.00	13.49	15.79	28.38	6.56
Centro	28.42	50.99	13.25	15.80	27.75	6.55
Oeste	28.60	51.54	13.31	16.41	28.45	6.43
Este	28.72	52.06	13.25	16.05	28.77	6.53

Durante todo el experimento el multisensor WXT510 se mantuvo en operación. La Figura 4, muestra la distribución de las temperaturas máximas, mínimas y promedio diariamente. En esta se observa que durante los primeros días después de iniciado el

experimento las temperaturas mínimas estuvieron por debajo de la temperatura crítica (12 °C). Esto fue debido a problemas en la pared húmeda, la cual se mantuvo en operación por periodos de 24 horas. Así mismo, durante algunos días las temperaturas superaron el umbral superior (35 °C) por disfunción de la pared húmeda, debido al problema de alimentación de agua. También puede observarse que durante casi todo el periodo de cosecha la pared húmeda se mantuvo dentro de los intervalos inferior y superior de temperatura recomendado para cultivo de pepino en invernadero (Johnson, 2010).

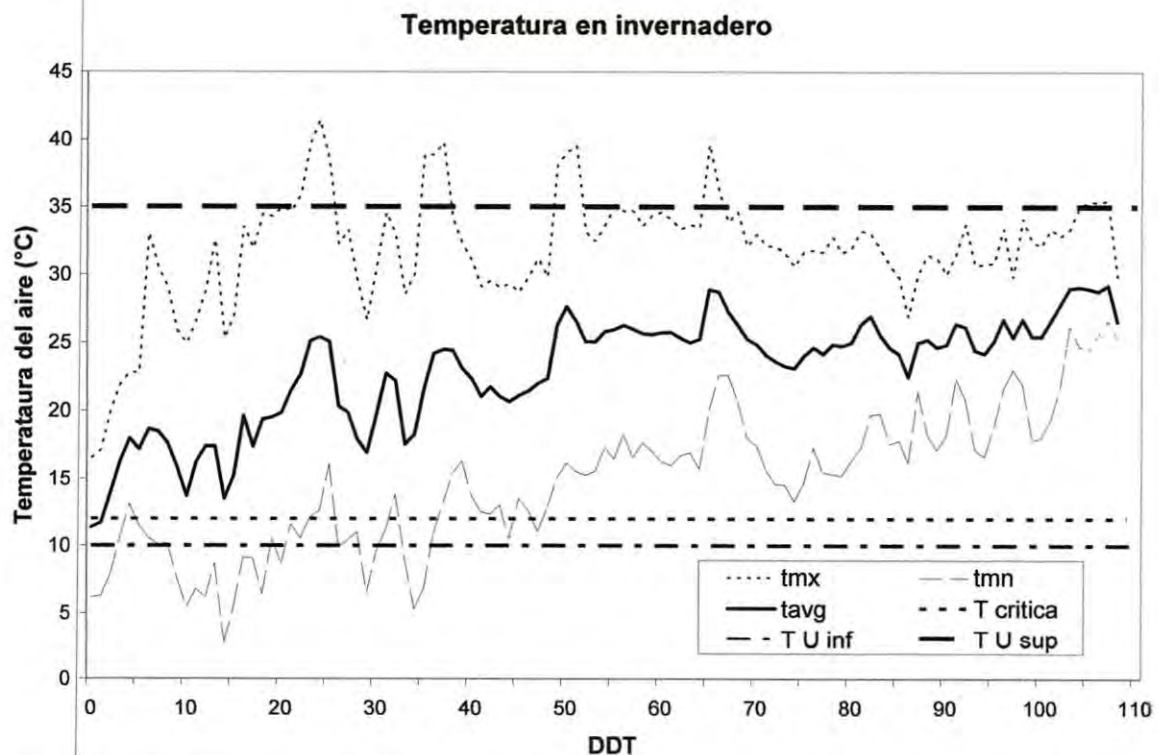


Figura 4.- Temperaturas mínimas (tmn), máximas (tmx) y promedio (tavg) diarias en el invernadero, durante el experimento. DDT=Días después del trasplante, Tcritica=temperatura crítica, TUinf=temperatura umbral inferior, TUs=temperatura umbral superior.

La Figura 5 muestra la distribución de la humedad relativa durante el experimento. En esta se observa que con relativa frecuencia la humedad relativa máxima fue superior a la recomendada de 65%, lo cual puede ocasionar mayor susceptibilidad a problemas sanitarios. Así mismo se observa que durante algunos días la humedad

relativa mínima alcanzó valores inferiores al 20%, la cual puede ser crítica y tener efecto en el rendimiento.

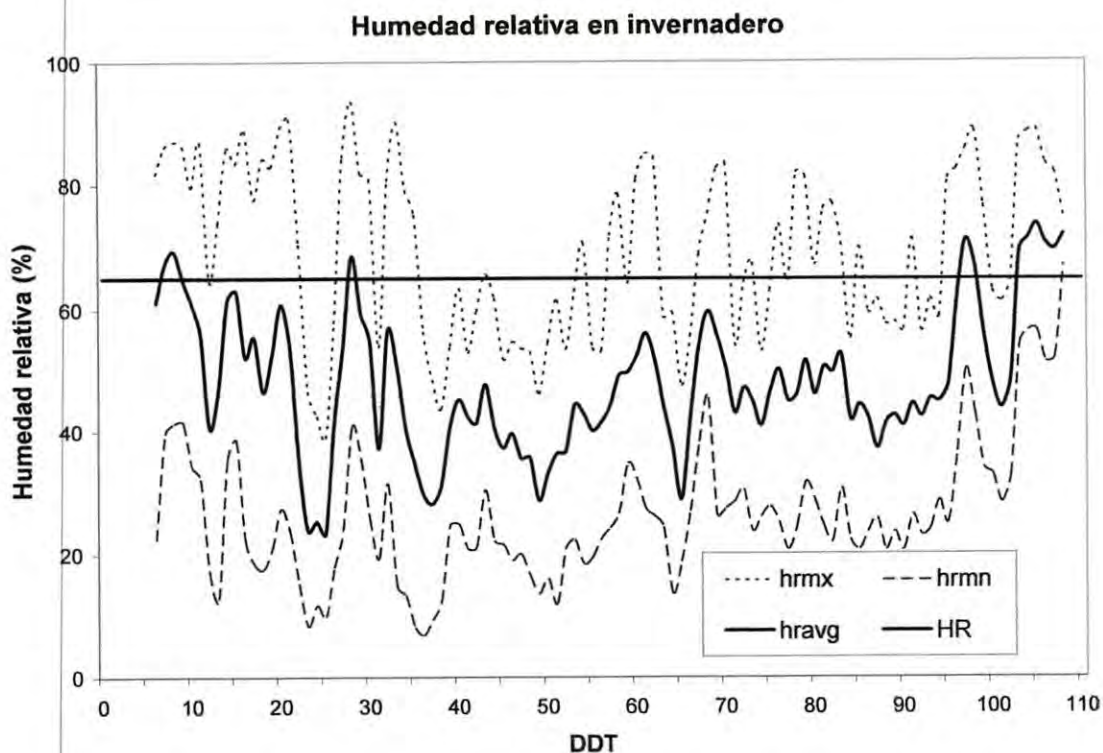


Figura 5.- Humedad relativa máxima (hrmx), mínima (hrmn) y promedio (hravg) diarias en el invernadero durante todo el experimento. DDT=Días después del trasplante, HR= humedad relativa recomendada.

La Figura 6, muestra el funcionamiento de la pared húmeda durante días despejados. La Figura 6a, muestra que la pared húmeda no funciona adecuadamente y la humedad relativa alcanza sus mínimos valores (8%), mientras que la temperatura del aire alcanza su máximo valor (40 °C). En la Figura 6b la humedad relativa tiene su valor mínimo en la mañana (33%) y en la tarde (37%) cuando la pared húmeda es encendida y apagada, mientras que a media tarde cuando las temperaturas del aire alcanzan sus máximos (33 °C), la humedad relativa tiene valores de 60%, lo que muestra un adecuado funcionamiento de la pared húmeda, principalmente cuando existe radiación solar y máxima transpiración del cultivo. Durante el día seco dentro del invernadero la oscilación de la temperatura del aire fue de 27 °C, mientras que en día húmedo esta fue de 11 °C y la humedad relativa fue de 38% para el día seco y de 31% para el día húmedo

respectivamente. Lo anterior muestra la importancia del adecuado funcionamiento de la pared húmeda durante el experimento.

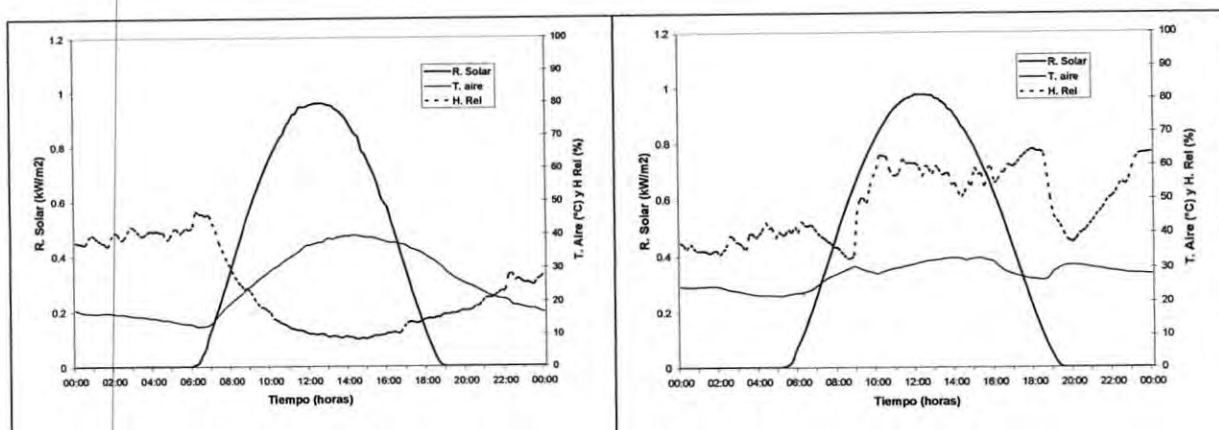


Figura 6.- Temperatura y humedad del aire; radiación solar en día despejado, con pared húmeda no funcionando y funcionando adecuadamente en el invernadero. a) No funcionando pared húmeda; b) Funcionando pared húmeda.

La Figura 7 muestra el déficit de presión de vapor (DPV) en los mismos días de la figura anterior. En esta se observa la gran diferencia en el DPV, en ambos días, donde esta alcanza valores superiores a 7 kPa, en el día seco y valores menores de 3 kPa, cuando la pared húmeda opera adecuadamente. Esta importante diferencia tiende a incrementar la transpiración del cultivo, incrementando las necesidades de agua de riego por el cultivo.

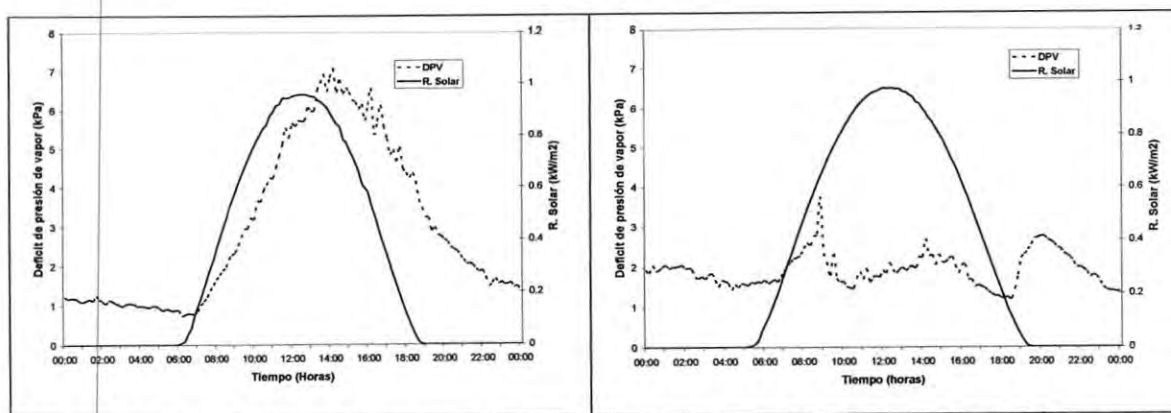


Figura 7.- Déficit de presión de vapor (DPV), en días despejados, a) No funcionando pared húmeda; b) Funcionando pared húmeda, (R. Solar= Radiación Solar)

Otra de las variables importantes dentro del invernadero es la radiación solar que alcanza su parte interna y que es interceptada por el cultivo. La figura 8, muestra la radiación solar dentro y fuera del invernadero y la razón de estas. Esta razón, es casi constante, y oscila entre el 60 y 70%, con tendencia de decrecer con el incremento de la radiación solar conforme avanza la primavera. Estos valores son consistentes con los valores reportados por Bouzo en 1999.

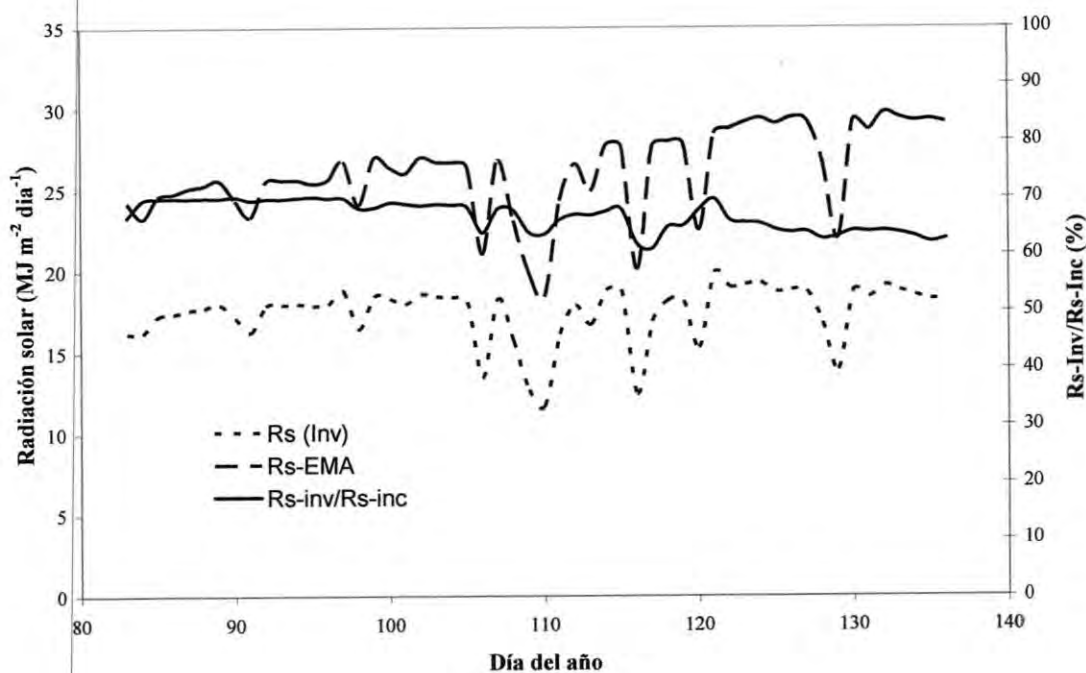


Figura 8.- Radiación solar dentro y fuera del invernadero y su razón.

Material Vegetativo Utilizado

La variedad Caman es partenocárpica, de porte abierto, vigor alto y entrenudos medios, con 1-2 frutos por nudo. Fruto de color muy claro, incluso por el cierre, bien formado, de semillas blancas y semillado medio. Ofrece buena conservación, longitudes promedio de 20 cm, de forma cilíndrica y ausencia de amargor. Ofrece resistencias a este tipo de virosis: HR Ccu/Px (exSf) IR: CMV/CVYV (Rijkzwaan, 2009).

Modan es una variedad de pepino francés, también partenocárpica, cuya planta es de porte abierto, vigor alto, dando como resultado mejores producciones en el rebrote, entrenudo medio, con 1 a 2 frutos por nudo. Fruto de color muy oscuro, incluso por el cierre, bien formado, pedúnculo largo que facilita su recolección, de espinas blancas y espinado medio. Ofrece buena conservación, longitud sobre los 22-24 centímetros, de forma cilíndrica y ausencia de amargor. Es resistente a este tipo de virosis: CMV/CVYV/Ccu/sf (Rijkzwaan, 2009).

Densidad de plantación

Se establecieron 3 densidades de cada variedad en base al Cuadro 3.

Cuadro 3.- Densidades y separaciones entre plantas.

Densidad	Separación Entre Plantas (cm)	Hileras	Plantas Por Ha
Baja	40	Sencilla	16,700
Media	33.33	Sencilla	20,000
Alta	50	Doble (40 cm entre hilera)	26,700

Tratamientos y Diseño Experimental

En el experimento se utilizaron los 6 tratamientos expresándose en el Cuadro 4.

Cuadro 4.- Tratamientos

Número de tratamientos	Tratamientos
1	Camán con Densidad Baja con 16,700 planta por ha
2	Camán con Densidad Media con 20,000 plantas por ha
3	Camán con Densidad Alta con 26,700 plantas por ha
4	Modan con Densidad Baja con 16,700 plantas por ha
5	Modan con Densidad Media con 20,000 plantas por ha
6	Modan con Densidad Alta con 26,700 plantas por ha

Se trabajó con un diseño factorial 2X3 con distribución completamente al azar, con 6 tratamientos y 10 repeticiones como mínimo. La unidad experimental fue la planta. Las hileras están orientadas de sur a norte y su separación es de 1.5 metros a excepción de las colindantes a la paredes este-oeste, la cual es de 0.5 metros entre hilera

y pared. La distancia entre la pared sur y el inicio de las hileras es de 1 metro en cambio la distancia con la pared norte (pared húmeda) es de 1.5 metros (Figura 9).

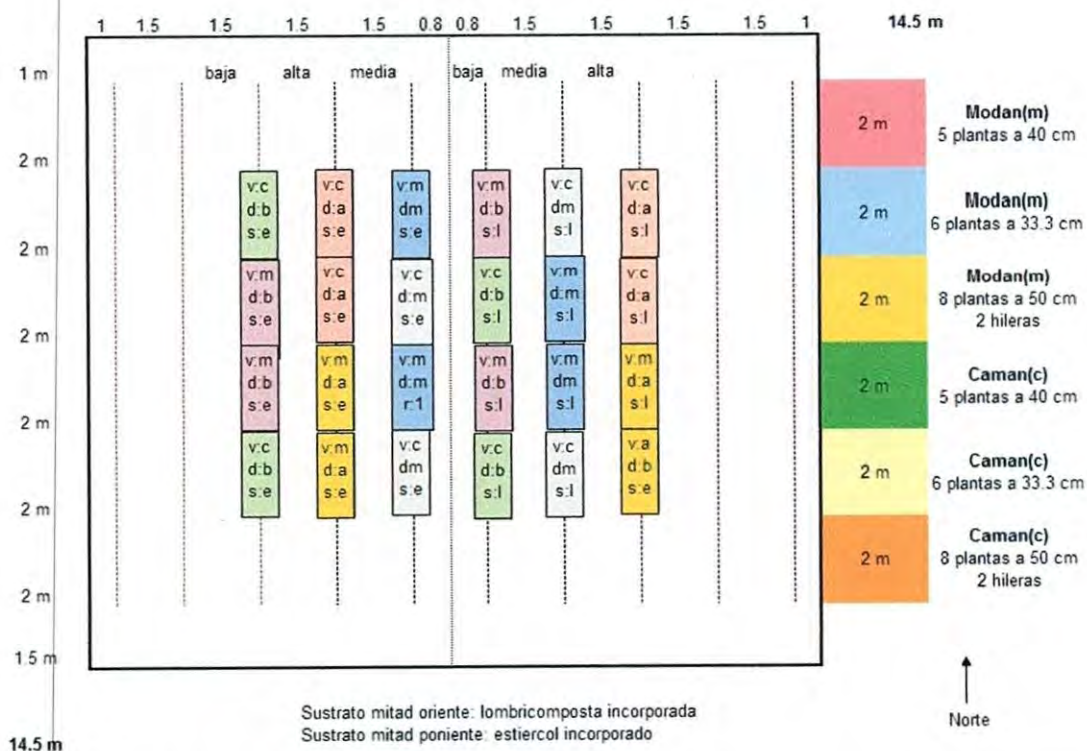


Figura 9.- Cuadro de distribución de tratamiento del experimento en pepinos en la Costa de Hermosillo. V= variedad, D= densidad, S = sustrato.

Variables a Evaluar

Con el objetivo de conocer la capacidad productiva y características del fruto y respuesta fisiológica de la planta a los diversos tratamientos se evaluaron las siguientes variables:

- 1.- Peso de fruto
- 2.- Tamaño de fruto
- 3.- Diámetro de fruto
- 4.- Producción total
- 5.- Altura de planta
- 6.- Número de nudos
- 7.- Turgencia

8.- Concentración relativa de clorofila

En cada una de las variables se realizó un análisis de varianza y posteriormente se realizó una prueba de comparación de medias mediante la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) utilizando para ello el paquete estadístico del JMP ver. 4.0 (SAS Institute Cary NC).

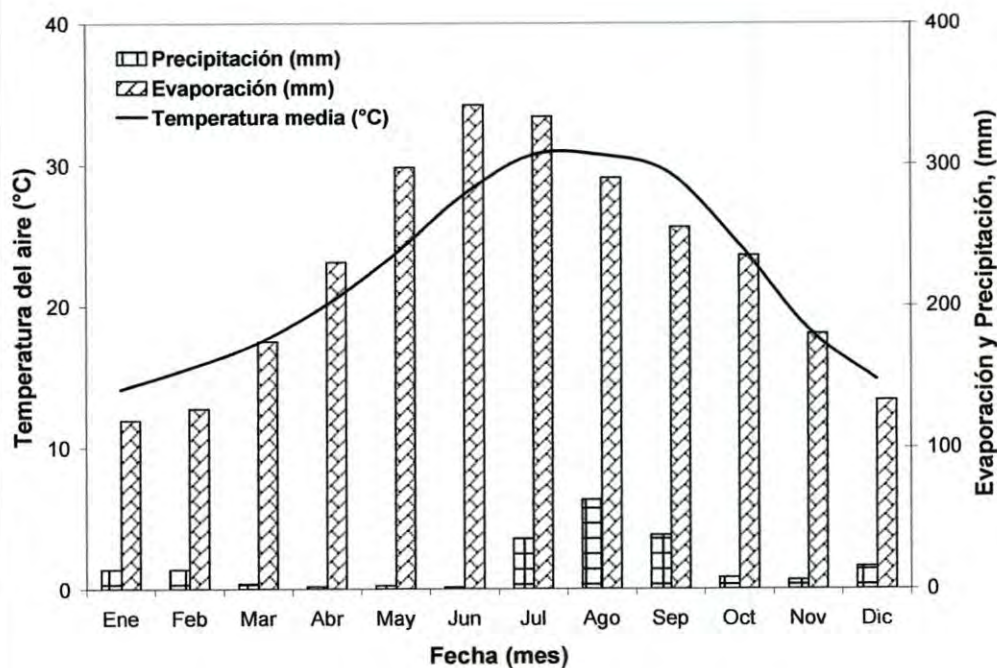
Climatología de la Costa de Hermosillo

En este valle el clima dominante es muy seco **BW(h')hw(x')** de acuerdo a la clasificación de Kooppen (1918) y modificada para México por García (1973). Su lluvia media anual es de 206 mm, con una temperatura media anual 22.3 °C, con promedio mensual del mes más frío de 14.1 °C y del mes más cálido de 30.7 °C. El Cuadro 5, muestra las normales meteorológicas en Palo Verde (26066). En el se observa temperaturas extremas hasta de 48.0 °C en verano y de -7.0 °C en invierno. También se observan temperaturas medias extremas mensuales de 31.8 °C. La mayor oscilación térmica (temperatura máxima – temperatura mínima) se presenta en primavera, donde se combinan relativamente altas temperaturas durante el día con temperaturas frescas en las mañanas. Las lluvias de verano representan el 73% y las invernales 27%. Durante verano-otoño la presencia de ciclones tropicales produce periódicamente tormentas veraniegas intensas, con láminas máximas de hasta 96 mm. Así mismo, se observa una clara estación de estiaje (Abril-Junio), en el cual la lluvia es escasa.

La Figura 10, muestra el climógrama de la estación Palo Verde, observándose un déficit hídrico durante todo el año. Las máximas diferencias en evaporación (E) de tanque tipo "A" y precipitación (P), se presentan básicamente durante la estación de estiaje. La relación de P:E durante el verano es de alrededor de 1:8, mientras que en invierno es alrededor de 1:12, cuando las temperaturas tienen su máximo y mínimo respectivamente. El impacto mayor de este déficit se presenta en primavera-verano, ya que en otoño-invierno los cultivos perenes están en senescencia o reposo invernal, como el caso de los frutales.

Cuadro 5.- Normales meteorológicas de Palo Verde, México (1950-2005).

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	Mav	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Annual
Temperatura máxima extrema (°C)	34.6	39.0	42.8	44.0	46.0	48.0	47.0	46.0	48.0	46.0	39.3	38.0	48
Temperatura máxima media (°C)	23.1	25.4	27.7	30.8	34.5	37.8	38.2	37.9	37.1	33.3	27.9	23.9	31.5
Temperatura mínima extrema (°C)	-7.0	-3.0	-2.0	1.0	2.0	7.0	10.0	12.0	12.0	2.5	-1.0	-3.0	-7
Temperatura mínima media (°C)	5.0	5.8	7.9	9.4	13.0	18.1	23.2	23.5	21.7	15.5	9.0	5.7	13.1
Temperatura media (°C)	14.1	15.6	17.4	20.1	23.7	27.9	30.7	30.7	29.4	24.4	18.4	14.8	22.3
Oscilación Térmica (°C)	18.1	19.6	20.7	21.4	21.5	19.7	15.0	14.4	15.3	17.9	18.9	18.2	18.4
Precipitación (mm)	13.9	14.0	4.0	2.0	2.6	1.5	35.7	63.1	38.3	8.3	6.3	16.1	205.9
Precipitación máxima 24 h (mm)	30.0	30.0	16.1	30.0	46.0	15.0	46.0	86.0	96.0	22.0	26.5	39.0	96
Evaporación (mm)	119.0	127.4	175.0	231.0	298.3	342.3	334.2	290.9	255.9	235.7	180.4	133.2	2724.2
Fotoperíodo (hr)	10.4	11.0	11.8	12.7	13.5	13.8	13.6	13.1	12.2	11.4	10.6	10.2	12

**Figura 10.-** Climograma (temperatura y precipitación) y evaporación, en estación Palo Verde, Costa de Hermosillo, México.

Etapas Fenológicas de la planta

El cultivo presentó en todas sus etapas un desarrollo normal, el cual se expresa en la Figura 11.

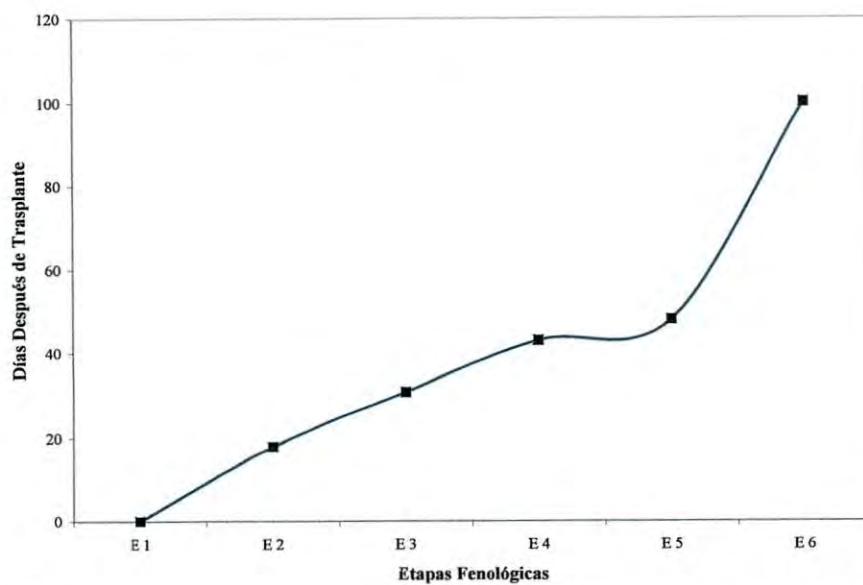


Figura 11. Etapas fenológicas del cultivo (E 1=Trasplante, E 2=Tutorado, E 3= Floración, E 4= Corte de Ensayo, E 5 = Corte Productivo, E 6 = Fin de Cosecha)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dinámica de producción

El número de días del trasplante al primer corte fue de 43 días, inferior a lo obtenido por Grijalva *et al.*, (2007) de 64 días, lo anterior se explica por el hecho de que fueron diferentes ciclos, verano e invierno, aunado a que en el primer corte únicamente se obtuvieron 0.17 kg m^{-2} , siendo hasta la segunda semana cuando se recolectaron 1.1 kg m^{-2} . El período de cosecha comprendió del 6 de mayo al 2 de julio realizándose 19 cortes. Cabe aclarar que la planta tenía la capacidad de continuar con su producción, pero las condiciones imperantes de humedad y temperatura en el invernadero hicieron prácticamente imposible los trabajos de recolección. Para efectos de simplificación, se agruparon los 19 cortes en semanas, obteniéndose por lo tanto 9 cortes: La primera abarcó del 6 al 10 de mayo; la segunda del 11 al 17 de mayo; la tercera del 18 al 24 de mayo; la cuarta del 25 al 31 de mayo; la quinta del 1 al 7 de junio; la sexta del 8 al 14 de junio; la séptima del 15 al 21 de junio; la octava del 22 al 28 de junio y la novena del 29 de mayo al 2 de julio. En la Figura 12 se muestra el rendimiento semanal y acumulado promedio de las dos variedades y las tres densidades evaluadas.

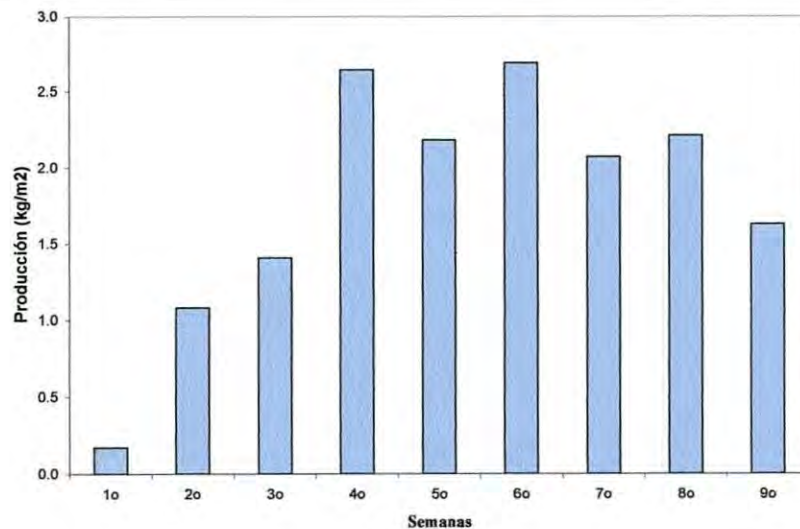


Figura 12.- Comportamiento de la producción de pepino en las nueve semanas de corte.

Como se puede apreciar, a partir de la cuarta semana, la producción fue regular, similar a lo reportado por Grijalva *et al.*, (2007) pero diferente a lo obtenido por Ávila (2006) donde obtuvo su mayor producción en la tercera y cuarta semana. El rendimiento semanal a partir de la cuarta semana se mantuvo arriba de 1.50 kg m^{-2} .

Efecto de las densidades

Primeramente se evaluó el efecto de las 3 densidades sobre rendimiento total y semanal, peso, longitud, diámetro y turgencia de fruto, así como una clasificación por peso y longitudes a rangos regulares. Posteriormente se analizó el efecto de la concentración relativa de clorofila. Finalmente se estudiaron las dinámicas de crecimiento en todas las densidades.

Rendimiento acumulado

Durante las primeras 5 semanas de corte, de acuerdo a los resultados mostrados en la Figura 13, la producción acumulada de kilogramos por metro cuadrado se mantuvo similar en las 3 densidades, sin embargo a partir de la sexta semana se aprecian diferencias por lo que se realizó un análisis de varianza para cada semana, el cual se presenta en el Cuadro 6.

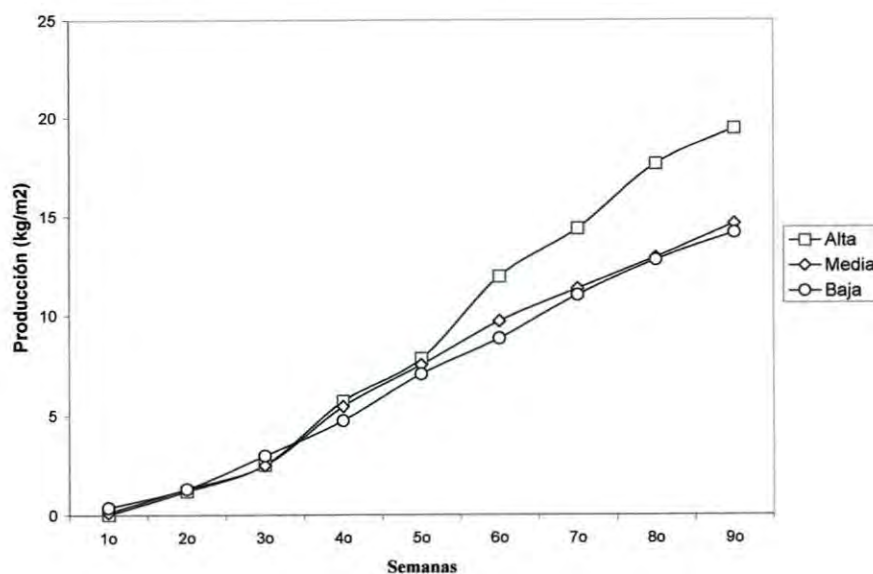


Figura 13.- Producción acumulada semanal para las tres densidades evaluadas.

Rendimiento Total

Se observaron diferencias estadísticas entre las densidades para el rendimiento total expresado en kilogramos por metro cuadrado, por lo que se procedió a efectuar una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey Kramer a un nivel de significancia de 0.05, siendo la densidad alta (26,700 plantas ha⁻¹) la que presentó mayor producción con un valor de 19.44 como se muestra en el Cuadro 6. De igual forma, se realizaron comparaciones de medias para cada semana, observándose diferencias significativas en la primera, cuarta, sexta y octava semana. Durante la primera semana, la densidad baja fue la que alcanzó mayor producción con 0.36. En la cuarta semana se muestra que la densidad alta alcanzó un producción de 3.19, estadísticamente similar a la alcanzada en la densidad media que fue de 2.96. Sin embargo la densidad baja, con 1.76, mostró diferencia con la alta densidad, más no con la densidad media. En la quinta semana se obtuvo una producción uniforme en las tres densidades, sin embargo, se observa una baja de la producción total. En la sexta semana, se observaron diferencias significativas en la alta densidad alcanzando 4.15, en comparación con la densidad media y baja, las cuales obtuvieron 2.18 y 1.77, respectivamente. En la octava semana, en forma similar a la sexta semana y a la producción total, se encontraron diferencias significativas en la densidad alta con 3.27, en comparación con la densidad media y baja, las cuales alcanzaron producciones de 1.57 y 1.79, respectivamente.

Cuadro 6.- Comportamiento de la producción en kilogramos por metro cuadrado de las 3 densidades evaluadas durante las nueve semanas de corte.

Densidad	Semanas De Corte									Total
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	
Alta	0.02 b	1.15	1.33	3.19 a	2.12	4.15 a	2.42	3.27 a	1.79	19.44 a
Media	0.12 b	1.16	1.2	2.96 ab	2.08	2.18 b	1.63	1.57 b	1.72	14.62 b
Baja	0.36 a	0.95	1.67	1.76 b	2.33	1.77 b	2.15	1.79 b	1.39	14.17 b
<i>F c</i>	2.62			4.30		8.02		4.12		21.01
<i>Prob > F</i>	0.0316			0.0019		0.0001		0.0025		0.0001

Peso de Fruto

Se realizó un análisis de los pesos de los frutos en gramos, (Cuadro 7) encontrándose diferencias significativas entre las tres densidades, la densidad baja obtuvo una media de 448, la densidad alta de 428 y densidad media 404. De igual forma se realizó el estudio para cada una de las nueve semanas obteniéndose diferencias estadísticamente significativas en la segunda, cuarta, sexta y séptima. En la segunda semana la densidad baja obtuvo un peso promedio de 413, la media de 333 y la alta de 285, todas ellas estadísticamente diferentes. En la cuarta semana, la densidad baja fue la de mayor peso promedio con 491, seguida de la densidad alta con 421 y densidad media con 402. En la sexta semana se comportó similar a las anteriores, la densidad baja fue la mayor con 494. En la séptima semana, la densidad alta y baja fueron estadísticamente mayores, con 505 y 478 respectivamente, sin embargo la densidad media y la baja de igual forma fueron estadísticamente similares. Cabe aclarar que en esta semana fue donde se presentaron los mayores pesos de todo el experimento.

Cuadro 7.- Peso promedio del fruto en gramos de las tres densidades evaluadas.

Densidad	Semanas de Corte									Promedio
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	
Alta	270	285 c	387	421 b	398	442 b	502 a	464	483	428 b
Media	353	333 b	374	402 b	408	397 c	439 b	433	437	404 c
Baja	315	413 a	386	491 a	430	494 a	478 ab	462	487	448 a
<i>F</i> c		10.96		10.71		6.88		4.61		19.31
<i>Prob > F</i>		0.0001		0.0001		0.0001		0.0005		0.0001

Longitud de fruto

Se realizó un análisis de las longitudes en centímetros de los frutos (Cuadro 8) y no se encontraron diferencias significativas entre las tres densidades, siendo la alta de 26.4, la media de 25.6 y la baja de 26.6. De igual forma se realizó el estudio para cada una de las nueve semanas obteniéndose diferencias estadísticamente significativas en la segunda, cuarta, sexta y séptima, siendo similar a lo mostrado en los pesos promedios, debido a la fuerte correlación natural que existe entre peso y longitud de fruto. En la segunda semana la densidad media obtuvo una longitud promedio de 26.4, la baja de

23.7 y la alta de 23.6, siendo la primera estadísticamente mayor que las dos últimas. En la cuarta semana, la densidad media fue la mayor con 28.1, siendo estadísticamente mayor a las densidades alta y baja, las cuales alcanzaron valores de 25.8 y 26.1, respectivamente. En la sexta semana la densidad baja con un valor de 27.8, se mantuvo como estadísticamente superior a las densidades alta y media, las cuales mostraron valores de 26.1 y 25.6, respectivamente. En la séptima semana, la densidad alta y baja fueron estadísticamente mayores, con 27.9 y 27.4 respectivamente, similar a lo presentado para el peso. Cabe aclarar que esta semana fue donde se presentaron las longitudes mayores de todo el experimento, en concordancia con lo presentado en el análisis de pesos de frutos.

Cuadro 8.- Longitud promedio del fruto en centímetros de las tres densidades evaluadas.

Densidad	Semanas de corte									Promedio
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	
Alta	19	23.6 b	24.1	25.8 b	25.3	26.1 b	27.9 a	26.5	33.2	26.4
Media	20.3	26.4 a	23.9	26.1 b	26.1	25.6 b	25.9 b	25.4	27.6	25.6
Baja	22.8	23.7 b	25.1	28.1 a	26.4	27.8 a	27.4 a	26.4	28.4	26.6
<i>F_c</i>		8.56		4.06		7.02	4.40			
<i>Prob > F</i>		0.0001		0.0010		0.0001	0.0009			

Diámetro de fruto

Se realizó un análisis del diámetro promedio en centímetros de los frutos, (Cuadro 9) donde no se encontraron diferencias significativas en las tres densidades, siendo la baja de 5.0, la alta de 5.4 y la media de 5.2. De igual forma se realizó el estudio para cada una de las nueve semanas obteniéndose diferencias estadísticamente significativas en la segunda y séptima, siendo parcialmente similar a lo mostrado en los pesos y longitudes promedios, debido a la fuerte correlación que existe entre peso, longitud y diámetro de fruto. En la segunda semana la densidad baja obtuvo un diámetro promedio de 5.5, mientras que la densidad alta y media promediaron 4.9, siendo la primera significativamente mayor que las dos últimas. En la séptima semana, la densidad alta y baja fueron estadísticamente mayores, con 5.7, similar a lo presentado en el peso y en la longitud. Cabe aclarar que esta semana fue donde se presentaron los

diámetros mayores de todo el experimento, en concordancia con lo presentado en el análisis de pesos y longitudes de frutos.

Cuadro 9.- Diámetro promedio del fruto en centímetros de las tres densidades evaluadas.

Densidad	Semanas de corte									Promedio
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	
Alta	5	4.9 b	5	5.5	4.9	5.2	5.7 a	5.5	6.3	5.4
Media	5.6	4.9 b	4.8	6.5	5	5	5.3 b	5.4	6.4	5.2
Baja	4.8	5.5 a	4.9	5.2	5.1	6.6	5.7 a	5.5	5.5	5.6
<i>F c</i>		8					6.8			
<i>Prob > F</i>		0.0001					0.0001			

Turgencia de fruto

Se realizó un análisis de la firmeza de los frutos, (Cuadro 10) mostrándose diferencias significativas entre la densidad baja, con valor de 10.06 libras por pulgada cuadrada, y las densidades alta y media. Es posible que este dato esté relacionado con el peso, ya que la densidad baja fue la que presento mayores valores.

Cuadro 10.- Penetración del fruto en libras por pulgada cuadrada en las tres densidades evaluadas.

Densidad	Penetración
Alta	8.077 b
Media	8.700 b
Baja	10.06 a
<i>F c</i>	2.8
<i>Prob > F</i>	0.029

Clasificación por peso de fruto

Con el fin de conocer a detalle la estructura de la producción, la cual es fundamental en la comercialización, se establecieron clasificaciones de peso y longitud. Esta clasificación permite la evaluación de la producción para diferentes mercados. Para el peso en gramos se establecieron 7 clases, la primera con frutos de 200 o menores; la segunda con frutos de 201 a 300; la tercera de frutos de 301 a 400; la cuarta de frutos de 401 a 500; la quinta de frutos de 501 a 600; la sexta de frutos de 601 a 700; y la séptima de frutos de 701 o mayores.

Para efectos de simplificar la información se analizaron la segunda, quinta y octava semana.

En la segunda semana de corte (Cuadro 11), no se obtuvieron diferencias significativas de producción en kilogramos por metro cuadrado entre las densidades, sin embargo el mayor rendimiento se obtuvo en la densidad media, con un producción de 1.19, seguida de la densidad alta con 1.13 y por último la densidad baja con 1.03 kg m⁻². La mayor producción se concentró en los frutos con peso de 301 a 400 g. Se determinaron diferencias significativas únicamente en los frutos de entre 201 a 300 g. El análisis mostró que la densidad alta y media no mostraban diferencias significativas, de igual forma la densidad media y la baja tampoco mostraban diferencias significativas entre sí. Cabe comentar que en esta semana, no hubo prácticamente producción de frutos arriba de los 500 g.

Cuadro 11.- Rendimiento total por intervalo de peso del fruto en kilogramos por metro cuadrado en las tres densidades evaluadas en la segunda semana de corte.

Densidad	Clasificación (Intervalo de pesos en gramos)							TOTAL
	< 200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	> 700	
Alta	0.05	0.53 a	0.43	0.12	0.00	0.00	0.00	1.13
Media	0.00	0.25 ab	0.70	0.24	0.00	0.00	0.00	1.19
Baja	0.00	0.10 b	0.34	0.35	0.24	0.00	0.00	1.03
<i>F_c</i>		7.7						
<i>Prob > F</i>		0.0001						

En la quinta semana de corte, (Cuadro 12) no se obtuvieron diferencias significativas de producción en kilogramos por metro cuadrado entre las densidades, sin embargo el mayor rendimiento se obtuvo en la densidad baja, con una producción de 2.35, seguida de la densidad alta con 2.12 y por último la densidad media con 2.00. Se puede apreciar un incremento notable de la producción en comparación con la segunda semana, donde las producciones oscilaron entre 1.03 a 1.19. La mayor producción se concentró en los frutos de 301 a 500 g, en contraste con la segunda semana, donde los frutos eran menos pesados, debido principalmente al desarrollo de la planta. La mayor producción fue en la clasificación de 401 a 500 g en la densidad baja, con un valor

En relación a la producción total por peso de las nueve semanas de corte, como anteriormente se ha mencionado y se muestra en el Cuadro 14, la densidad alta fue la que presentó mayor producción con 19.44 kg m⁻². Dentro de las clasificaciones, las siguientes fueron las que presentaron diferencias significativas entre densidades: 201 a 300 g; 301 a 400 g; 501 a 600 g y 601 a 700 g. La mayor producción dentro de los frutos de 201 a 300 g fue en la densidad alta y media con un valor de 1.39 y 1.04 respectivamente, sin embargo las densidades media y baja no mostraron diferencias significativas. En la clasificación 301 a 400 g las densidades alta y media, con valores de 4.99 y 5.60 respectivamente, mostraron diferencias en relación con la densidad baja. Dentro de los frutos de 501 a 600 g, la densidad alta y baja, con valores de 4.45 y 3.62 mostraron diferencias significativas con respecto a la densidad media. Por último, en los frutos de 601 a 700 g, la densidad alta y baja con 1.33 y 1.06 respectivamente, mostraron diferencias con la densidad media, sin embargo, la densidad media y baja, estadísticamente no mostraron diferencias.

La mayor producción en la densidad alta y baja, se presentó en los frutos de 401 a 500 g con valores de 6.62 y 5.29, respectivamente. Dentro de la densidad media, la mayor producción se observó en los frutos de 301 a 400 g con un valor de 5.60.

Cuadro 14.- Rendimiento total por intervalo de peso del fruto en kilogramos por metro cuadrado en las 3 densidades evaluadas.

Densidad	Clasificación (Rango de pesos en gramos)							Total
	< 200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	>700	
Alta	0.08	1.39 a	4.99 a	6.62	4.45 a	1.33 a	0.58	19.44 a
Media	0.02	1.04 ab	5.60 a	5.05	1.90 b	0.40 b	0.61	14.62 b
Baja	0.03	0.54 b	3.42 b	5.29	3.62 a	1.06 ab	0.21	14.17 b
<i>F c</i>		6.93	9.09		6.61	2.76		21.01
<i>Prob > F</i>		0.0001	0.0001		0.0001	0.02		0.0001

La producción total en el número de frutos en las nueve semanas de corte (Cuadro 15), se comportó en forma similar al peso, estableciendo diferencias significativas entre densidades, donde la densidad alta alcanzó un total de 45.49 frutos por metro cuadrado, mientras que las densidades media y baja alcanzaron valores de 36.18 y 31.56, respectivamente. Dentro de los intervalos de pesos en gramos, ahora

evaluadas en frutos por metro cuadrado, se presentaron diferencias significativas en las siguientes: 201 a 300; 301 a 400; 501 a 600 y 601 a 700, similar a lo mostrado anteriormente en kilogramos por metro cuadrado.

Cuadro 15.- Número de frutos por metro cuadrado por intervalo de pesos en gramos en las tres densidades evaluadas.

	Clasificación (Intervalo de pesos en gramos)							Total
	< 200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	>700	
Alta	0.43	5.25 a	14.03 a	14.64	8.18 a	2.06 a	0.77	45.39 a
Media	0.09	3.81 ab	16.18 a	11.63	3.54 b	0.63 b	0.27	36.18 b
Baja	0.16	2.01 b	9.18 b	11.35	6.42 ab	1.67 ab	0.75	31.56 b
<i>F_c</i>		8	8.97		6.31	2.71		10.27
<i>Prob > F</i>		0.0001	0.0001		0.0001	0.02		0.0001

Clasificación por longitud de fruto

Para el estudio de la producción en base a la longitud del fruto en centímetros se establecieron, al igual que en el peso, siete clases, la primera con frutos de 22 o menores; la segunda con frutos de 22.1 a 24; la tercera de frutos de 24.1 a 26; la cuarta con frutos de 26.1 a 28; la quinta con frutos de 28.1 a 30; la sexta con frutos de 30.1 a 32 y la séptima con frutos de 32 ó mayores (Cuadro 16). Dentro de las clasificaciones, las siguientes fueron las que presentaron diferencias significativas entre densidades: 22.1 a 24; 24.1 a 26 y 26.1 a 28. La mayor producción en kilogramos por metro cuadrado dentro de los frutos con longitud de 22.1 a 24 fue en las densidades alta y media con un valor de 2.49 y 2.36 respectivamente. En forma similar a la anterior, dentro de la clasificación de 24.1 a 26, las densidades alta y media, con valores de 4.93 y 4.61, respectivamente, mostraron diferencias en relación con la densidad baja. Dentro de los frutos de 26.1 a 28 la densidad alta y baja, con producciones de 5.59 y 4.23 mostraron diferencias significativas con respecto a la densidad media, sin embargo, la densidad media y la densidad baja, estadísticamente no mostraron diferencias. La mayor producción en la densidad alta y baja, se presentó en los frutos de 26.1 a 28, con valores de 5.59 y 4.23, respectivamente. Dentro de la densidad media, la mayor producción se observó en los frutos de 24.1 a 26, con valor de 4.61.

Cuadro 16.- Rendimiento total por intervalos de longitud en kilogramos por metro cuadrado en las tres densidades evaluadas.

Densidad	Clasificación (Intervalo de longitud en centímetros)							Total
	< 22	22.1-24	24.1-26	26.1-28	28.1-30	30.1-32	>32	
Alta	1.21	2.49 a	4.93 a	5.59 a	3.40	1.33	0.49	19.44 a
Media	0.92	2.36 a	4.61 a	3.77 b	2.17	0.67	0.11	14.62 b
Baja	0.56	1.39 b	3.03 b	4.23 ab	3.10	1.37	0.46	14.17 b
<i>F c</i>		3.27	2.35	2.32				21.01
<i>Prob > F</i>		0.0106	0.05	0.051				0.0001

Dentro de las clasificaciones, ahora evaluadas en número de frutos por metro cuadrado, se presentaron diferencias significativas en las siguientes intervalos: 22 o menores; 22.1 a 24; 24.1 a 26 y 26.1 a 28, similar a la mostrado anteriormente en kilogramos por metro cuadrado a excepción de las clasificación más pequeña, de frutos con 22 ó menores. Los resultados a detalle se observan en el Cuadro 17.

Cuadro 17.- Número de frutos por metro cuadrado por intervalos de longitud en las tres densidades evaluadas.

Densidad	Clasificación (Intervalo de longitud en centímetros)							Total
	< 22	22.1-24	24.1-26	26.1-28	28.1-30	30.1-32	> 32	
Alta	4.08 a	7.61 a	12.25 a	12.15 a	6.33	2.27	0.70	45.4 a
Media	3.03 ab	6.85 a	12.13 a	8.47 b	4.36	1.04	0.30	36.2 b
Baja	1.78 b	3.85 b	7.53 b	9.25 ab	5.98	2.51	0.66	31.2 b
<i>F c</i>	2.36	4.02	2.62	2.41				10.2
<i>Prob > F</i>	0.049	0.003	0.0315	0.049				0.0001

Concentración relativa de clorofila

Se realizó un análisis de la concentración relativa de clorofila en las hojas (Cuadro 18) donde no se encontraron diferencias significativas entre las tres densidades de 46.85, 45.12 y 50.50 Unidades Spad, para alta, media y baja densidad respectivamente.

Cuadro 18.- Concentración relativa de clorofila en Unidades Spad en las tres densidades evaluadas.

Densidad	Unidades Spad
Alta	46.85
Media	45.12
Baja	50.50

Dinámica de crecimiento de la planta

Se realizaron mediciones de la altura y número de nudos de la planta a los 56, 63, 70 y 76 días después del trasplante. Se efectuó un análisis de varianza de las alturas, y no se presentaron diferencias significativas como se muestra en el Cuadro 19.

Cuadro 19.- Altura de la planta en centímetros en las 3 densidades evaluadas.

Densidad	Días después del trasplante			
	56	63	70	76
Alta	104.47	161.84	197.59	253.03
Media	105.54	165.67	221.04	263.13
Baja	121.65	169..75	214.60	253.70

En relación al número de nudos de la planta, no se encontraron diferencias significativas, similar a lo ocurrido en el estudio de la altura, como se aprecia en el Cuadro 20.

Cuadro 20.- Número de nudos de la planta en las 3 densidades evaluadas.

Densidad	Días después del trasplante			
	56	63	70	76
Alta	17	22	26	34
Media	17	21	27	34
Baja	18	24	28	33

Efecto de las variedades

Posteriormente se evaluó el efecto de las dos variedades sobre el rendimiento total y semanal, peso, longitud, diámetro y turgencia de fruto, así como una clasificación por peso y longitud a rangos regulares. De igual forma se analizó el efecto de la concentración relativa de clorofila. Finalmente se estudiaron las dinámicas de crecimiento en las dos variedades.

Rendimiento acumulado

En la Figura 14 se aprecian diferencias en el rendimiento acumulado durante las primeras semanas, sin embargo, al final de la cosecha, estas diferencias desaparecen.

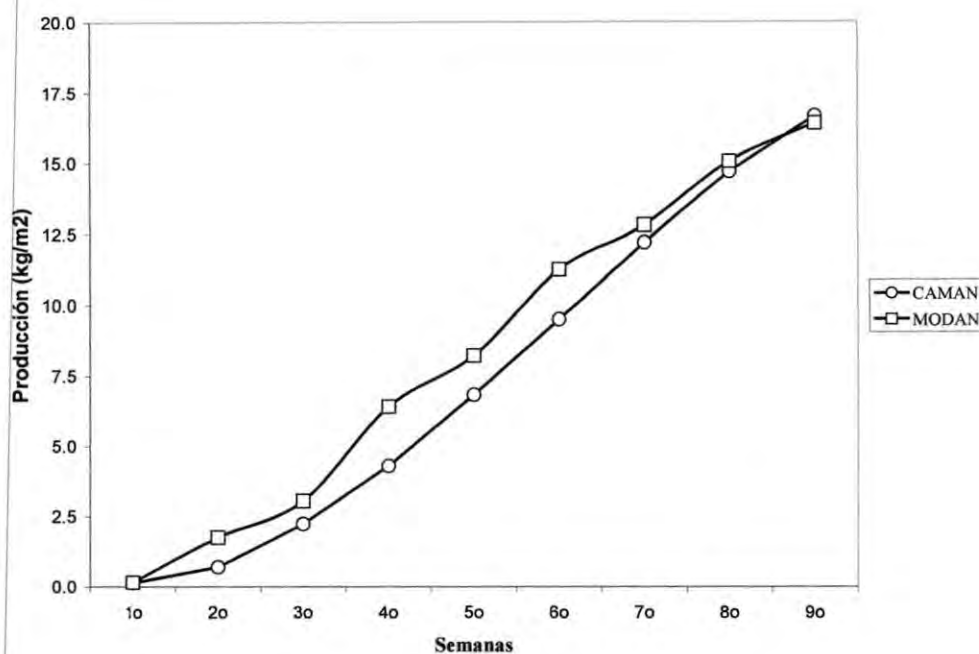


Figura 14.- Producción acumulada semanal para las dos variedades evaluadas.

Rendimiento Total

No se observaron diferencias significativas entre las variedades para el rendimiento total en kilogramos por metro cuadrado. En forma adicional se realizaron comparaciones de medias para cada semana, observándose diferencias significativas en la segunda, cuarta y séptima semana. Durante la segunda semana, la variedad Modan fue la que alcanzó mayor producción con 1.6. En la cuarta semana de igual forma, se muestra que la Modan alcanzó un producción de 3.37, estadísticamente superior a la variedad Caman. En la séptima semana se muestran diferencias significativas en la variedad Caman alcanzando 2.71, en comparación con la variedad Modan. El detalle se observa en el Cuadro 21.

Cuadro 21.- Comportamiento de la producción en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas en las nueve semanas de corte.

Variedad	Semanas de corte									Total
	1°	2°	3°	4°	5o	6°	7°	8°	9o	
Camán	0.14	0.56 b	1.53	2.07 b	2.54	2.69	2.71 a	2.46	1.97	16.67
Modan	0.15	1.60 a	1.3	3.37 a	1.81	3.07	1.53 b	2.24	1.35	16.42
<i>F c</i>		5.63		4.3			3.32			
<i>Prob > F</i>		0.0002		0.0019			0.0097			

Peso de Fruto

Se realizó un análisis de los pesos de los frutos en gramos encontrándose diferencias significativas en las dos variedades, donde la variedad Camán registró una media de 448 mientras que la variedad Modan, reportó un peso inferior, con una media de 407. De igual forma se realizó el análisis de varianza para cada una de las nueve semanas obteniéndose diferencias estadísticamente significativas sólo en la cuarta y séptima. En la cuarta semana la variedad Camán obtuvo un peso promedio de 458, y la variedad Modan de 412. En la séptima semana, la variedad Camán, al igual, que en la cuarta semana, reportó pesos superiores a la variedad Modan. En la séptima semana se presentaron los pesos mayores de todo el experimento, de 505 para Camán y de 436 para Modan. El detalle se observa en el Cuadro 22.

Cuadro 22.- Peso promedio del fruto en gramos de las dos variedades evaluadas.

Variedad	Semanas de corte									Promedio
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9o	
Camán	335	348	397	458 a	424	439	505 a	476	488	448 a
Modan	307	327	368	412 b	398	440	436 b	437	441	407 b
<i>F c</i>				10.71			4.6			19.31
<i>Prob > F</i>				0.0001			0.0005			0.0001

Longitud de fruto

Se realizó un análisis de las longitudes de los frutos donde no se observaron diferencias significativas en las dos variedades. De igual forma se realizó el estudio para cada una de las nueve semanas obteniéndose diferencias estadísticamente significativas en la segunda, tercera, sexta y séptima semanas, como se observa en el Cuadro 23. En la

séptima semana, fue donde se presentaron las longitudes mayores de todo el experimento, en concordancia con lo presentado en el análisis de pesos de frutos.

Cuadro 23.- Longitud promedio del fruto en centímetros de las dos variedades evaluadas.

Variedad	Semanas de corte									Promedio
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9o	
Camán	21.9	23.4 b	24 b	26.2	25.8	25.7 b	27.7 a	26.2	27.2	26.2
Modan	22.2	24.7 a	24.9 a	26.5	26	26.8 a	26.5 b	26.1	31.3	26.4
<i>F c</i>		8.56	2.72			7.02	4.40			
<i>Prob > F</i>		0.0001	0.022			0.0001	0.0009			

Diámetro de fruto

Se realizó un análisis del diámetro promedio de los frutos (Cuadro 24) donde no se encontraron diferencias significativas en las dos variedades. De igual forma se realizó el estudio para cada una de las nueve semanas obteniéndose diferencias significativas únicamente en la séptima semana, donde se presentaron los diámetros mayores de todo el experimento, lo cual está en concordancia con lo presentado en el análisis de pesos y longitudes de frutos.

Cuadro 24.- Diámetro promedio del fruto en centímetros de las dos variedades evaluadas.

Variedad	Semanas de corte									Promedio
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9o	
Camán	5.5	5.2	5	5.4	5.1	5.3	5.7 a	5.5	5.4	5.3
Modan	4.5	5.1	4.9	5.7	4.9	5.6	5.4 b	5.4	6.9	5.4
<i>F c</i>							6.8			
<i>Prob > F</i>							0.0001			

Turgencia de fruto

Se realizó un análisis de la firmeza de los frutos, donde no se observaron diferencias significativas entre las variedades, como se muestra en el Cuadro 25.

Cuadro 25.- Penetración del fruto en libras por pulgada cuadrada en las 2 variedades evaluadas.

Variedad	Penetración
Camán	8.782
Modan	8.721

Clasificación por peso de fruto

En forma similar al análisis de densidades, se establecieron clasificaciones, para el estudio de las variedades, utilizando los mismos criterios y métodos de evaluación.

En la segunda semana de corte, se obtuvieron diferencias significativas de producción entre las variedades, el mayor rendimiento se obtuvo en la variedad Modan, con un producción en kilogramos por metro cuadrado de 1.60, seguida de la variedad Caman, con 0.56 (Cuadro 21). Este hecho manifiesta una clara precocidad de la variedad Modan, la cual puede utilizarse en una estrategia de mercado. De igual forma se realizó un análisis de cada una de las clasificaciones, obteniéndose diferencias significativas en los frutos de 201 hasta 300 g, y en los de 401 hasta 500 g como lo muestra el Cuadro 26.

Cuadro 26.- Rendimiento total por intervalo de peso del fruto en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas en la segunda semana de corte.

Densidad	Clasificación (Rango de peso en gramos)							Total
	< 200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	> 700	
Caman	0.00	0.13 a	0.32	0.04 a	0.07	0.0	0.0	0.56 b
Modan	0.04	0.54 b	0.62	0.36 b	0.04	0.0	0.0	1.60 a
<i>F_c</i>		7.79		1.57				5.9
<i>Prob > F</i>		0.0001		0.1803				0.0001

En la quinta semana de corte, no se obtuvieron diferencias significativas de producción en kilogramos por metro cuadrado entre las variedades, sin embargo el mayor rendimiento se obtuvo en la variedad Caman, con una producción de 2.54, seguida de la variedad Modan, con 1.81. De igual forma se realizaron análisis, en cada una de las clases, donde no se establecieron diferencia entre variedades, como se observa en el Cuadro 27.

Cuadro 27.- Rendimiento total por intervalos de peso del fruto en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas en la quinta semana de corte.

Densidad	Clasificación (Rango de pesos en gramos)							Total
	< 200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	> 700	
Camán	0.00	0.16	0.84	0.84	0.43	0.24	0.03	2.54
Modan	0.04	0.23	0.55	0.56	0.35	0.08	0.00	1.81

En la octava semana de corte, al igual que en la quinta, no se obtuvieron diferencias significativas de producción entre las variedades ni en cada una de las clases, como se observa en el Cuadro 28.

Cuadro 28.- Rendimiento total por intervalos de peso de fruto en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas en la octava semana de corte.

Densidad	Clasificación (Rango de pesos en gramos)							Total
	< 200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	> 700	
Camán	0.0	0.02	0.38	0.96	0.78	0.18	0.14	2.46
Modan	0.0	0.06	0.62	0.98	0.46	0.12	0.000	2.24

En relación a la producción total por peso de las nueve semanas de corte, como anteriormente se ha mencionado, no se presentaron diferencias significativas. Dentro de las clasificaciones en gramos, las siguientes fueron las que presentaron diferencias significativas entre variedades: 201 a 300; 301 a 400; 501 a 600 y 601 a 700. La mayor producción dentro de los frutos de 201 a 300 fue en la variedad Modan con un valor de 1.38 kg m⁻². En la clasificación de 301 a 400 al igual que la anterior, la variedad Modan presentó producciones superiores. Cosa contraria sucedió en las clasificaciones de 501 a 600 y 601 a 700, donde la variedad Camán presentó estadísticamente los mayores rendimientos, como se aparecía en el Cuadro 29.

Cuadro 29.- Rendimiento total por intervalos de peso de fruto en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas.

Densidad	Clasificación (Rango de pesos en gramos)							Total
	< 200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	> 700	
Camán	0.009	0.71 b	3.98 b	5.60	4.17 a	1.37 a	0.82	16.67
Modan	0.024	1.38 a	5.54 a	5.95	2.70 b	0.60 b	0.14	16.42
<i>F c</i>		6.93	9.09		6.60	2.76		
<i>Prob > F</i>		0.0001	0.0001		0.0001	0.024		

El número de frutos por metro cuadrado en las nueve semanas de corte, se comportó en forma similar al peso, no presentaron diferencias significativas entre variedades, donde la variedad Modan alcanzó un total de 40.49, mientras que variedad Caman alcanzó valores de 37.11. Dentro de las clasificaciones en gramos, ahora evaluadas en frutos por metro cuadrado, se presentaron diferencias significativas en las siguientes: 201 a 300; 301 a 400; 501 a 600 y 601 a 700, con comportamiento similar a lo mostrado en kilogramos por metro cuadrado. Los resultados a detalle se observan en el Cuadro 30.

Cuadro 30.- Número de frutos por metro cuadrado por intervalos de longitud en las dos densidades evaluadas.

Densidad	Clasificación (Rango de peso en gramos)							Total
	< 200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	> 700	
Caman	0.04	2.62 b	11.16 b	12.44	7.64 a	2.12 a	1.05	37.11
Modan	0.46	5.20 a	15.48 a	13.21	4.99 b	0.94 b	0.18	40.49
<i>F c</i>		8	8.97		6.31	2.71		
<i>Prob > F</i>		0.0001	0.0001		0.0001	0.02		

Clasificación por longitud de fruto

En forma similar, para el estudio de la producción en base a la longitud del fruto, se establecieron siete clases en centímetros, la primera con frutos de 22 o menores; la segunda con frutos de 22.1 a 24; la tercera de frutos de 24.1 a 26; la cuarta con frutos de 26.1 a 28; la quinta con frutos de 28.1 a 30; la sexta con frutos de 30.1 a 32 y la séptima con frutos de 32o mayores. Dentro de las clasificaciones, únicamente, la de 30.1 a 32, presentó diferencias significativas entre variedades, como se observa en el Cuadro 31.

Cuadro 31.- Rendimiento total por intervalos de longitud de fruto en kilogramos por metro cuadrado en las dos variedades evaluadas.

Densidad	Clasificación (Rango de longitud en centímetros)							Total
	< 22	22.1-24	24.1-26	26.1-28	28.1-30	30.1-32	> 32	
Caman	1.12	2.26	4.31	4.41	2.51	1.59	0.45	16.67
Modan	0.77	2.04	4.31	4.93	3.37	0.68	0.29	16.42
<i>F c</i>						2.30		
<i>Prob > F</i>						0.0542		

Dentro de las clasificaciones en centímetros, ahora evaluadas en frutos por metro cuadrado, se presentaron diferencias significativas únicamente en la de 28.1 a 30, donde la variedad Modan registró una producción de 6.8 frutos por metro cuadrado en comparación con la variedad Caman que produjo 4.5. Los resultados a detalle se observan en el Cuadro 32.

Cuadro 32.-Número de frutos por metro cuadrado por intervalos de longitud en las dos variedades evaluadas.

Densidad	Clasificación (Rango de longitud en centímetros)							Total
	< 22	22.1-24	24.1-26	26.1-28	28.1-30	30.1-32	> 32	
Caman	3.45	6.29	10.43	9.18	4.50 b	2.58	0.64	37.1
Modan	2.76	6.45	11.50	11.32	6.80 a	1.22	0.41	40.5
<i>F_c</i>					2.36			
<i>Prob > F</i>					0.048			

Concentración relativa de clorofila

Se realizó un análisis estadístico para la concentración relativa de clorofila en las hojas donde no se observaron diferencias significativas entre las dos variedades, como se muestra en el Cuadro 33.

Cuadro 33.- Concentración relativa de clorofila en Unidades Spad de las dos variedades evaluadas.

Variedad	Unidades Spad
Caman	45.84
Modan	49.06

En base a las mediciones de la altura y número de nudos de la planta, se efectuó el análisis de varianza en relación a las dos variedades evaluadas. Únicamente, en la primera medición, a los 56 días del trasplante, se mostraron diferencias significativas, la variedad Modan obtuvo un promedio de 123.73 cm mientras que la variedad Caman alcanzó 94.92 cm. El detalle se muestra en el Cuadro 34.

Cuadro 34.- Altura de la planta en centímetros de las dos variedades evaluadas.

Densidad	Días después del trasplante			
	56	63	70	76
Camán	94.92 b	153.94	201.93	253.05
Modan	123.73 a	175.73	216.54	259.37
<i>F_c</i>	4.84			
<i>Prob > F</i>	0.004			

Referente al número de nudos, los resultados fueron similares a los obtenidos en la altura de la planta, pues únicamente en la primera medición se establecieron diferencias significativas. La variedad Modan registró un promedio de 19 nudos por planta, en contraste con la variedad Camán, la cual obtuvo únicamente 15 nudos por planta. El Cuadro 35 ofrece a detalle la información analizada.

Cuadro 35.- Número de nudos de la planta de las dos variedades evaluadas.

Densidad	Días después del trasplante			
	56	63	70	76
Camán	15 b	21	26	34
Modan	19 a	23	28	34
<i>F_c</i>	4.51			
<i>Prob > F</i>	0.0013			

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La densidad de siembra de 26,700 plantas por hectárea presentó un mayor número de frutos, repercutiendo ello en una mayor producción, en comparación con las densidades de 20,000 y 16,700 plantas. Por lo anterior se recomienda el uso de la alta densidad de siembra ya que no se observaron efectos adversos en relación a los tamaños y pesos comerciales de los frutos a excepción de la firmeza del fruto.
- Utilizar densidades de 16,700 plantas o 20,000 plantas por hectárea., no se reflejan diferencias en la producción total por lo consiguiente no se recomiendan dichas densidades.
- Las dos variedades evaluados mostraron buenas características de calidad y producción bajo las condiciones del experimento, sin embargo la variedad Modan fue precoz por lo que se recomienda utilizarla cuando se requiera atacar mercado de manera expedita.
- No se observó efecto sobre la concentración de clorofila en las densidades y variedades evaluadas pero dado que fueron pocos datos colectados, se recomienda aumentar el número de mediciones en todas las etapas fenológicas y correlacionarlas con la concentración de nitrógeno foliar.
- No se observó efecto en la dinámica de crecimiento de la planta en las densidades y variedades evaluadas.
- Dado que los rendimientos de las variedades fueron altos y considerando los costos de establecimiento y producción bajo condiciones de invernadero, se recomienda realizar estudios similares en casa sombra.

LITERATURA CITADA

- Aguado, G. 2008. Pepino de invernadero, un cultivo a la alza. Revista Navarra Agraria, Noviembre-Diciembre. 23-25 p.
- Ávila, M.J. 2006. Comportamiento de cuatro variedades de pepino europeo *Cucumis sativus* L. en tres niveles de fertilización bajo cubierta plástica en la costa de Hermosillo. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis de Maestría.
- Bouzo, C.A. 1999. Evaluación de algunos factores que afectan la transmisión de la radiación solar en invernaderos. Revista Fave 13. 13-19 p.
- Bustamante, A. J.A. 2007. Bioespacios y la modificación microclimática alternativa de control del “chino” en jitomate y otras hortalizas. Fundación Produce de Oaxaca, A.C. Boletín No. 25.
- Cazanova V.V. 2008. Modelación de dióxido de carbono (CO₂) en invernaderos ventilados naturalmente. Santiago de Querétaro, Querétaro. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro. Tesis de Licenciatura. 1 - 4 p.
- Castañeda, M. R., E.J. Ventura., R. R. Peniche y G. Herrera. 2007. Análisis y simulación del modelo físico de un invernadero bajo condiciones climáticas de la región central de México. *Agrociencias*. 41:317-335 p.
- Chávez, C., M. 2003 Avances en la producción de hortalizas en invernadero y casa sombra. Memora Técnica No. 11. INIFAP-CIRNOCECH. Hermosillo, Sonora, México. 14-18 p.
- Grijalva C.R.L; Macias D.R; Robles C.F. 2007. Productividad de seis variedades de pepino bajo condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora. *Biotécnica. Revista de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad de Sonora*. Volumen 9. 33 p.
- Guy. B. 2005. Hidroponía y su manejo de fertirriego. *Biotécnica. VIII Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas*. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California. 6-50 pp.
- Harrison, P. 2002. World agriculture: towards 2015/2030. Summary Report. Food and Agriculture Organization of the United Nation. 4 p.
- Johnson, H. 2010. Greenhouse Cucumber Production Department of Horticultural Science. Texas A&M University.

- Lamas, A. M. 2009. Oportunidad de Negocios en Agricultura Protegida. Dirección de Consultoría en Agronegocios, Dirección Regional del Norte. FIRA.
- Ramírez, A. J.A. 2005. Control Jerárquico multiobjetivo de crecimiento de cultivo bajo invernadero. Tesis de Doctorado. Universidad de Almería Escuela politécnica superior, Departamento de Ingeniería Rural.
- Rijkzwaan, 2009
<http://www.rijkszwaan.es/RZZ/ES/sitees.nsf/0/615CC06E15BE714CC12576C50058AB2E?opendocument>
- Sánchez, D. F. 2006. Reducción del Ciclo de Crecimiento de Pepino Europeo, mediante trasplante tardío. Revista Fitotécnica Mexicana. Volumen 29. 87-90.
- Shiklomanov, I. 2000. Appraisal and Assessment of World Water Resources. International Water Resources Association, Volumen 25. 11-32.
- 2000 Agro, 2008, Revista Técnico Ambiental, Teorema Ambiental.

Ans. 7. 3433