



**UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN
CAMPUS LOMA BONITA**

INGENIERÍA AGRÍCOLA TROPICAL

**RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FRUTO DE
PEPINO (*Cucumis sativus* L.) EN FUNCIÓN DE LA RADIACIÓN
SOLAR Y RADIACIÓN PAR**

TESIS PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA TROPICAL**

PRESENTA:

MATEO VIVEROS JIMÉNEZ

DIRECTOR:

DR. JOSÉ ANTONIO YAM TZEC

CO-DIRECTORA:

M.P.P.A. MARIA DEL CARMEN ANTONIO LUIS



Universidad del Papaloapan

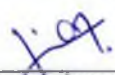
FECHA:	10 de octubre de 2024
AREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NUMERO:	UNPA/VAC/336/2024
ASUNTO:	Autorización de Impresión de Tesis.

C. MATEO VIVEROS JIMÉNEZ
P R E S E N T E:

Con base en el artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **"RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FRUTO DE PEPINO (*Cucumis sativus L.*) EN FUNCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR Y RADIACIÓN PAR"**, así como la programación del examen profesional bajo la dirección del Dr. José Antonio Yam Tzec.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente.
terra ubérrima, mens aperta
Bou Lo-tama, chi jí jú


M.C HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
Vice-rector Académico.



C.e.p. Dr. José Antonio Yam Tzec.- Jefe de Carrera de Ing. en Agrícola Tropical
C.e.p. L.P. Yesenia Barrientos Arenal.- Jefa del Departamento de Servicios Escolares
C.e.p. Dr. José Antonio Yam Tzec.- Director de tesis.
C.e.p. Archivo.

OAXACA

Campus Loma Bonita
Av. Ferrocarril S/N. Col. Ciudad Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca C P 68400
Tel/Fax: 01 281 872 92 30

www.unpa.edu.mx

Campus Tuxtpec
Circuito Central N° 200 Col. Parque Industrial C P 68301
Tel/Fax: 01 287 875 9240



Universidad del Papaloapan

AREA: Ingeniería Agrícola Tropical
Jefatura de Carrera

OFICIO: UNPA/JCIAT/119/24

ASUNTO: jurado de examen
profesional

Loma Bonita, Oaxaca, 11 de octubre de 2024

LIC. YESENIA BARRIENTOS ARENAL
Jefa del Departamento de
Servicios Escolares
PRESENTE

Saludándola atentamente, le comunico que la jefatura de carrera a mi cargo ha designado como jurado del proyecto de tesis titulado "**RENDIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FRUTO DE PEPINO (*Cucumis sativus L.*) EN FUNCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR Y RADIACIÓN PAR**", para examen de titulación del egresado **C. MATEO VIVEROS JIMENEZ**, a los profesores:

Titulares

Dr. José Orbelin Gutiérrez Hernández

Dr. Simeón Martínez de la Cruz

Dr. José Antonio Yam Tzec

Suplentes

Dra. Maribel Reyes Osornio

Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez

Quedo de usted.

ATENTAMENTE

*"Terra uberrima, mens aperta
Bou Lo-tama, chí jí jú"*

DR. JOSÉ ANTONIO YAM TZEC
JEFE DE CARRERA



Vo. Bo.

M.C. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
VICE-RECTOR ACADÉMICO



OAXACA

Campus Loma Bonita
Av. Ferrocarril S/N, Cd. Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca, C.P. 68400
Tel/Fax: 281 872 9230

www.unpa.edu.mx

Campus Tuxtpec
Circuito Central N° 200, Col. Parque Industrial, C.P. 68301
Tel/Fax: 281 875 9240

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad del Papaloapan (UNPA) Campus Loma Bonita**, por ser mi casa de estudios durante estos años y darme la oportunidad de continuar con mi formación académica y profesional.

AL **Dr. José Antonio Yam Tzec**, por su conocimiento transmitido durante mi formación académica, por compartir su experiencia, el apoyo incondicional brindado en la realización de la investigación gracias por todo.

Al **Dr. José Orbelin Gutiérrez Hernández**, por su disponibilidad y consejos para detallar el presente proyecto, gracias por todo.

Al **Dr. Rogelio E. Palacios Torres**, por compartir su conocimiento en mi formación académica con ese profesionalismo y dedicación que lo caracteriza, de ante mano gracias por todo.

Al **Dr. Simeón Martínez de la cruz**, por su disponibilidad y consejos para realizar este proyecto.

Al **Dr. Eduardo Soto (el chato)**, por compartir su conocimiento junto con una taza de un buen café y todos sus consejos.

A la **Teacher Cheryl Lynn Gad**, por sus sabios consejos, el conocimiento que me transmitió durante mi formación.

Al **Dr. Hipólito Hernández Hernández**, por brindarme sus conocimientos y consejos durante mi formación académica.

A los profesores **Ana Rosa, Cesar Julio, Coter, Ariel, Fabian, Luis Z., Marina. † Cesar Herrera Fuentes**, por brindarme sus conocimientos, consejos, sabiduría, amistad y el tiempo para esas platicas que tuvimos.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a **DIOS** principalmente por darme la vida y una oportunidad más por el cual sigo vivo, la cual ha sido marcado y nunca dejarme solo en los momentos difíciles en mi vida.

Dedico primordialmente este proyecto a mi abuelita † **Marcela Castro Vera**
Con todo cariño y amor que me tuviste, gracias por apoyarme y cuidarme siempre en todo momento, ahora desde el cielo me seguirás cuidando por donde quiera que valla, siempre te llevare en mi corazón, gracias por todo., 13/11/1935 – 2023.

A mis padres, **Mateo Viveros Castro y Marina Jiménez del Ángel**
Por regalarme lo más grande y valioso en este mundo, que una persona pueda tener que es “la vida”, por todo su apoyo incondicional, regaños, consejos, su amor, por compartir sus experiencias de sus vidas, gracias por no dejarme solo en los momentos malos y buenos en mi corta trayectoria y gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí.

A mis abuelos **Macario Jiménez Garrido y Rosa María del Ángel**
Por estar siempre apoyándome en todo momento de mi vida, los admiro a cada uno de ustedes, han jugado un papel esencial en mi vida gracias por todo.

A mis hermanos **Rolando Viveros Jiménez y Monserrat Viveros Jiménez**
Por siempre apoyarme en todo momento y no dejarme sólo cuando más los necesite, les estaré agradecido.

A la Dra. Norma López, Dr. Rodríguez (anestesiólogo) gracias por sus consejos, su gran profesionalismo, vocación y dedicación hacia su trabajo., † **Emiliano**, † **Kasandra**, † **Maximiliano** gracias por alegrarme mis mañanas en la gran batalla que tuvimos contra la **LAL1 “cáncer”**, **SIEMPRE LOS LLEVARE EN MI CORAZÓN.**

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE CUADROS	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. HIPÓTESIS	3
4. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1. Importancia del cultivo de pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.) en el mundo.....	4
4.2. Importancia del cultivo de pepino en México.....	4
4.3. Clasificación taxonómica	5
4.4. Descripción botánica	6
4.4.1 Raíz.....	6
4.4.2. Tallo.....	6
4.4.3. Hojas	6
4.4.4. Flor	6
4.4.5. Fruto.....	7
4.4.6. Semilla	7
4.5. Requerimientos climáticos	7
4.5.1 Altitud.....	7
4.5.2. Temperatura	8
4.5.3. Humedad relativa.....	8
4.5.4. Luminosidad.....	8
4.5.5. Suelo	9
4.6. AGRICULTURA PROTEGIDA	9

4.7. Invernadero	10
4.8. Casa sombra	11
4.9. Importancia de la radiación solar para el desarrollo del cultivo	12
4.9.1. Radiación solar	12
4.9.2. Radiación PAR	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
5.1. Localización del experimento	13
5.2. Establecimiento del experimento	14
5.3. Variables climáticas evaluadas	15
5.3.1. Variables morfológicas evaluadas	16
5.3.2. Características físicas del fruto.	16
5.4. Diseño experimental y Análisis de datos.....	17
5.4.1. Análisis estadístico.....	17
6. RESULTADOS	18
7. DISCUSIONES.....	33
8. CONCLUSIONES.....	37
9. LITERATURA CITADA	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cultivo de pepino. Integrated Taxonomic Information System.....	5
--	---

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del experimento en campo	14
Figura 2. Número de frutos contabilizados durante todo el ciclo del cultivo en las diferentes cubiertas de agricultura protegida: invernadero, casa sombra y campo abierto.....	26
Figura 3. Peso verde de los frutos después de la cosecha en las diferentes cubiertas de agricultura protegida: invernadero, casa sombra y campo abierto.....	27
Figura 4. Peso seco de los frutos después de la cosecha en las diferentes cubiertas de agricultura protegida: invernadero, casa sombra y campo abierto.....	28
Figura 5. Comportamiento de la temperatura (T) al interior de las cubiertas de agricultura protegida invernadero, casa sombra y campo abierto.....	29
Figura 6. Comportamiento de la radiación solar al interior de las cubiertas de agricultura protegida invernadero, casa sombra y campo abierto.....	30
Figura 7. Radiación fotosintéticamente activa (PAR) registrada al interior de las cubiertas de agricultura protegida invernadero y casa sombra.....	31
Figura 8. Comportamiento de la humedad relativa (HR)al interior de las cubiertas de agricultura protegida invernadero, casa sombra y campo abierto.....	32
Figura 9. Relación entre radiación PAR y radiación solar contra el rendimiento en las diferentes cubiertas de agricultura protegida.....	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de medias sobre la primera cosecha del peso de los frutos de pepino en tres cubiertas de agricultura protegida, CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.....	18
Cuadro 2. Análisis de medias sobre la segunda cosecha del peso de los frutos de pepino en tres cubiertas de agricultura protegida, CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.....	19
Cuadro 3. Análisis de medias sobre la tercera cosecha del peso de los frutos de pepino en tres cubiertas de agricultura protegida, CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.....	20
Cuadro 4. Análisis de medias sobre la cosecha del peso de los frutos de pepino en todo el ciclo en tres cubiertas de agricultura protegida, CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.....	21
Cuadro 5. Análisis de medias sobre la longitud de los frutos de pepino en todo el ciclo en tres cubiertas de agricultura protegida, CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.....	22
Cuadro 6. Análisis de medias sobre el diámetro de los frutos de pepino en todo el ciclo en tres cubiertas de agricultura protegida, CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.....	23
Cuadro 7. Rendimiento por planta, peso promedio y peso de frutos por cosecha cultivados en tres cubiertas de agricultura protegida, INV= invernadero, CSS= casa sombra y CAB= campo abierto.....	24
Cuadro 8. Rendimiento por metro cuadrado y por hectárea, cultivados en tres cubiertas de agricultura protegida, CAB= campo abierto, CSS= casa sombra y INV= invernadero.....	24

RESUMEN

La agricultura protegida se realiza con la finalidad de proteger los cultivos de las condiciones climáticas, disminuir la presencia de plagas, la cual reduce el uso de plaguicidas, hace más eficiente el uso del agua obteniendo productos de mayor calidad para el mercado nacional o internacional, contribuyendo al desarrollo de varias zonas agrícolas. El objetivo de este trabajo fue determinar el rendimiento y las características físicas de los frutos de pepino cultivados en invernadero, casa sombra y cielo abierto en función de la radiación solar y radiación PAR. El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar, en tres condiciones: invernadero, casa sombra y cielo abierto, con un total de 168 plantas por cada tratamiento, cada planta se consideró una repetición. En los diferentes sistemas de producción el mayor rendimiento de los frutos se vio reflejado en campo abierto y casa sombra con 2113.4 y 1897.5 g/p respectivamente, contrariamente en el sistema invernadero se presentó con el menor rendimiento de 1204 g/p. Para la variable longitud frutos en el sistema de producción invernadero se mostró el valor con 41.13 cm en comparación con la cubierta casa sombra 21.86 cm y campo abierto 19.76 cm. En campo abierto se presentó con mayor diámetro de frutos con 5.74 cm en comparación con los sistemas de producción invernadero y casa sombra. esto debido a la influencia de la radiación solar que se presentó con una media de 727.49 (Wm^{-2}) y radiación PAR reportada de 3346.47 $\mu\text{mol.m}^{-2} \text{s}^{-1}$. La influencia de los valores reportados de radiación solar (316.46 Wm^{-2}) y radiación PAR (671.49 $\mu\text{mol.m}^{-2} \text{s}^{-1}$) para la casa sombra, la longitud de los frutos de pepino resultó mayor en comparación con los otros dos sistemas de producción. Por lo tanto, para los meses de septiembre a diciembre se recomienda producir pepinos en campo abierto y casa sombra para la región del Papaloapan.

Palabras clave: Agricultura protegida. radiación solar. radiación PAR.

ABSTRACT

Protected agriculture is carried out with the purpose of protecting crops from climatic conditions, reducing the presence of pests, which reduces the use of pesticides, makes the use of water more efficient, obtaining higher quality products for the national or international market, contributing to the development of several agricultural areas. The objective of this work was to determine the yield and physical characteristics of cucumber fruits grown in a greenhouse, shade house and open sky based on solar radiation and PAR radiation. The experimental design used was completely randomized, in three conditions: greenhouse, shade house and open sky, with a total of 168 plants for each treatment, each plant was considered a repetition. In the different production systems, the highest fruit yield was reflected in the open field and shade house with 2113.4 and 1897.5 g/p respectively, on the contrary, in the greenhouse system it was presented with the lowest yield of 1204 g/p. For the variable length of the fruits in the greenhouse production system, the value was shown with 41.13 cm compared to the shade house cover 21.86 cm and open field 19.76 cm. In the open field it had a larger diameter of fruits with 5.74 cm compared to the greenhouse and shade house production systems. This is due to the influence of solar radiation that occurred with an average of 727.49 (Wm^{-2}) and reported PAR radiation of 3346.47 $\mu mol.m^{-2} s^{-1}$. The influence of the reported values of solar radiation (316.46 Wm^{-2}) and PAR radiation (671.49 $\mu mol.m^{-2} s^{-1}$) for the shade house, the length of the cucumber fruits was greater compared to the other two systems of production. Therefore, for the months of September to December, it is recommended to produce cucumbers in open fields and shade houses for the Papaloapan region.

Keywords: Protected agriculture. solar radiation. PAR radiation.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura protegida se realiza con la finalidad de proteger los cultivos de las condiciones climáticas, disminuir la presencia de plagas, la cual reduce el uso de plaguicidas, hace más eficiente el uso del agua obteniendo productos de mayor calidad para el mercado nacional o internacional, contribuyendo al desarrollo de varias zonas agrícolas (Juárez *et al.*, 2011). México tiene muchas regiones aptas para el establecimiento de cultivos hortícolas, en los últimos años los cultivos hortícolas como el jitomate (*Solanum Lycopersicum* L.), pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), melón (*Cucumis melo* L.), entre otros., se establecen en Jalisco con 12,410.66 ha, Sinaloa 8,273.11, Coahuila 5,274.53, Michoacán 5,070.50, Sonora 3,837.11, etc., siendo los principales estados con superficie protegida, para obtener una producción anticipada a diferencia de las que se cultivaban tradicionalmente a campo abierto, cuyas estructuras más utilizadas son invernaderos, casa sombra o malla sombra y macro y micro túneles (Sengar y Kothari, 2008; Inforural, 2020; SIAP, 2023). La casa sombra es empleada como cubierta protectora, para reducir la luz que llega a las plantas y protegerlos del granizo, insectos, aves y roedores, un invernadero permite controlar y modificar más eficientemente los factores ambientales que influyen en el crecimiento y desarrollo de las especies vegetativas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior. (Juárez *et al.*, 2011). En México la agricultura protegida se clasifica en tecnología alta como invernaderos completamente cerrados, aislados del suelo y del aire circulante, tecnología media se refiere a sistemas de producción que están completamente o casi completamente aislados del aire y protegidos de la

lluvia gracias a una cubierta de malla de sombra, donde la producción suele realizarse con sustrato o una combinación de sustrato y suelos., la tecnología baja se refiere a estructuras de protección rudimentarias es decir, túneles de plástico sobre soportes semirrígidos que protegen los cultivos frente a las lluvias torrenciales, la sequía, el sol y el calor excesivo (Juárez *et al.*, 2011). En estas condiciones la producción es de 2 a 9 veces más que en campo abierto, dependiendo del paquete tecnológico, el manejo y las condiciones climatológicas, constituyendo asimismo una alternativa para establecer otros cultivos en invernadero (Fumiaf, 2005; SIAP, 2013). Actualmente en la horticultura cada vez se utiliza más la malla sombra, la cual busca reducir la radiación solar, controlar la temperatura, siendo las de color negro las más utilizada, provocando reducción de la fotosíntesis, crecimiento, desarrollo vegetativo y el rendimiento de la producción (Valera *et al.*, 2001; Cummings *et al.*, 2008; Ayala-Tafoya *et al.*, 2011). Los diferentes efectos de sombreado pueden jugar un papel importante en la determinación de la calidad de la luz que llega a los cultivos, minimizando la radiación principalmente dentro de las bandas de onda de radiación fotosintéticamente activa (PAR), este aspecto puede estar en la base de los diferentes respuestas agronómicas y actividades antioxidantes de las plantas observados, ya que las diferentes estrategias de sombreado pueden influir en el rendimiento del cultivo (Castronuovo *et al.*, 2019).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Determinar el rendimiento y las características físicas de los frutos de pepino cultivados en invernadero, casa sombra y cielo abierto en función de la radiación solar y radiación PAR.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el rendimiento y las características físicas de los frutos de pepino cultivados en invernadero, casa sombra y cielo abierto.
- Obtener curvas características de crecimiento y rendimiento en función de las radiaciones solar y PAR.

3. HIPÓTESIS

La intensidad en la radiación solar y radiación PAR recibida por la planta afecta el rendimiento y las características físicas de los frutos de pepino.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Importancia del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en el mundo

El pepino es una de las hortalizas más cosechadas y consumidas a nivel mundial, pertenece a la familia de las cucurbitáceas, es un alimento con bajo aporte calórico y pocos hidratos de carbono, contiene fibra, vitaminas A, B, C y E (SADER, 2021). China es el mayor productor mundial de pepino con el 82 por ciento del volumen mundial de esa hortaliza, los principales productores a nivel mundial de acuerdo a toneladas producidas son: China con 77,307,298.8, Turquía 1,938,545.00, Rusia 1,635,903.13, México 1,078,210.46, Uzbekistán 904,390.00 e Ucrania 825,590.00 (FAO, 2022).

4.2. Importancia del cultivo de pepino en México

El pepino mexicano es una de las principales hortalizas que generan divisas al país ya que más del 90% de la producción nacional se exporta a los Estados Unidos de América y genera una amplia derrama económica en los distintos estados productores, por los empleos que demanda (Rebollar-Rebollar *et al.*, 2022).

A nivel nacional el cultivo de pepino cuenta con una superficie total de 18,104.24 hectáreas sembradas, con un valor en la producción de \$7,515,919. 15, siendo los primeros cinco mayores productores de acuerdo a toneladas producidas son: Sinaloa con 3,985.42, Michoacán 2,932.49, Sonora 1,995, Morelos 1,668 y Guanajuato 1,354.75 (SIAP, 2022).

Durán, (2014) menciona que el pepino es un alimento muy rico en vitamina A, en forma de betacarotenos, además posee cantidades bastante elevadas de vitaminas

del grupo B como la piridoxina (vitamina B6) cuya función en el organismo en el aprovechamiento de los hidratos de carbono, grasa y proteínas, además de regular el sistema nervioso.

El pepino es una hortaliza que se consume en fresco además de ser utilizada dentro de la industria como un aditivo como en productos de belleza debido a sus propiedades como la vitamina E, así como su contenido de aceites usado para la transformación de jabones y cremas para el cuidado de la piel (Reyes, 2012).

4.3. Clasificación taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cultivo de pepino. Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2023).

REINO:	<i>Plantae</i>
SUBREINO:	<i>Viridiplantae</i>
DIVISIÓN	<i>Tracheophyta</i>
CLASE	<i>Magnoliopsida</i>
SUPERORDEN	<i>Rosanae</i>
ORDEN	<i>Cucurbitales</i>
FAMILIA	<i>Cucurbitaceae</i>
GÉNERO	<i>Cucumis</i>
ESPECIE	<i>sativus</i> L.
NOMBRE COMÚN	Pepino

4.4. Descripción botánica

4.4.1 Raíz

La raíz principal que se ramifica rápidamente para obtener raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco (Pino, 2013). Estos órganos llegan a medir hasta 1.2 m, además de que desarrolla raíces superficiales, herbáceas y rastreras (López, 20003).

4.4.2. Tallo

El tallo es un guía con zarcillos que tiene un eje principal y da origen a varias ramas laterales, principalmente en la base, entre los primeros 20 y 30 cm, dividiéndose en ramas laterales primarias y secundarias. Son tallos que pueden alcanzar hasta 3.5 m de longitud en condiciones normales. Los zarcillos ayudan a la planta a sujetarse a las superficies (López, 2003).

4.4.3. Hojas

Las hojas son simples, acorazonadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos, son ásperos y poseen alrededor de 5 lóbulos angulados y triangulares como máximo (López, 2003), además de que contienen una hoja de forma triangular, ovalada con lóbulos no bien formados y su longitud es de 7 a 20 cm en ocasiones mayor (Gálvez, 2004).

4.4.4. Flor

Son unisexuales y su floración es monoica, es decir en la misma planta hay flores masculinas y femeninas con un corto pedúnculos y pétalos amarillos. Las flores

masculinas con el cáliz acampanado, con cinco dientes, acuminados en forma de lesna, las flores femeninas presentan corola y el cáliz como las masculinas y pueden distinguirse de las masculinas por el ovario localizado en la parte posterior de los pétalos (Pino, 2013).

4.4.5. Fruto

Los frutos puede ser pepónides áspero o liso, dependiendo de la variedad que se esté trabajando, presenta totalidades que cambian desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de la madurez fisiológica (Gálvez, 2004).

4.4.6. Semilla

Este vegetal, desarrolla semillas alargadas, ovaladas, planas y amarillentas, llegan a medir entre 8 a 10 mm de largo y un grosor de 3.5 mm aproximadamente dependiendo de la variedad (Bojacá *et al.*, 2018). Tiene una factibilidad que puede ser hasta de cinco años con una buena germinación (Casillas *et al.*, 2012).

4.5. Requerimientos climáticos

4.5.1 Altitud

El pepino se puede cultivar de 0 hasta los 1200 metros sobre el nivel del mar, se adapta muy bien a los climas cálidos y templados (López, 2003).

4.5.2. Temperatura

Para que este cultivo tenga un buen desarrollo morfológico la temperatura ideal oscila entre los 18 a 25 °C, pero una temperatura mayor a 40°C, afecta el proceso de respiración y fotosíntesis (Infoagro, 2016).

El pepino tiene diferentes temperaturas en sus procesos, en la germinación es de 12 a 35 °C, para un desarrollo de flores oscilan entre 16 a 35 °C y para una maduración de frutos la óptima esta entre 16 a 19 °C (Zamudio y Félix, 2014).

4.5.3. Humedad relativa

La humedad relativa (HR) es la cantidad de agua contenida en el aire, cuando el cultivo tiene una HR alta en el día por encima de 90%, las plantas se vuelven susceptibles a enfermedades fungosas, disminuye la producción y la transpiración por otro lado, cuando la HR es baja puede ser propicio para presencia de acaro rojo y trips, (Sierra *et al.*, 2005; Infoagro, 2016).

Zamudio y Félix (2014), mencionan que la HR óptima está entre 50% a 90%, puede verse afectado por la temperatura que se presente, si presenta una temperatura de 25°C, la HR es de 50% a 80%, si se tiene una óptima de 32°C la HR esta será de 90%.

4.5.4. Luminosidad

Este cultivo se ve influenciado por la incidencia de luz, pero soporta elevada intensidad lumínica (Infoagro, 2016). La incidencia de luz afecta la floración, a las flores femeninas los días cortos favorecen a su desarrollo y los días largos favorecen al desarrollo de las flores masculinas (López, 2023).

4.5.5. Suelo

Se puede cultivar en suelos fértiles y bien drenados, desde arenosos hasta los franco-arcillosos., los suelos francos son los que contiene altos niveles de materia orgánica ideales para su óptimo desarrollo. En cuanto a pH, el cultivo se adapta desde un 5.5-6.8, hasta pH de 7.5 y evitar suelos ácidos con pH menores de 5.5 (Sierra *et al.*, 2005).

4.6. AGRICULTURA PROTEGIDA

La agricultura protegida (AP) se define como el uso de toda estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes, que permite obtener condiciones artificiales de microclima para el cultivo de plantas (Obregón-Olivas y Salamé-Donoso, 2010). En el sector agropecuario, la agricultura protegida está definida como un conjunto de prácticas que nos permiten controlar una serie de factores que influyen dentro del proceso de producción, de acuerdo con SADER (2019) La (AP) es aquella que se realiza bajo métodos de producción, esto apoya a ejercer determinado grado de control sobre los diversos factores del medio ambiente, permitiendo con ello minimizar las restricciones de condiciones adversas como las condiciones climáticas.

La (AP) es un sistema de producción realizado bajo diversas estructuras, para proteger cultivos, al minimizar las restricciones y efectos que imponen los fenómenos climáticos. La agricultura, por su naturaleza, se encuentra asociada al riesgo, de ahí que este sistema tenga como característica básica la protección contra los riesgos inherentes a esta actividad. Los riesgos pueden ser:

climatológicos, económicos rentabilidad, mercado o de limitaciones de recursos productivos agua o de superficie (Moreno *et al.*, 2011).

Juárez *et al.*, (2011) mencionan que la agricultura protegida se realiza con la finalidad de proteger los cultivos de las condiciones climáticas, disminuir la presencia de plagas, la cual reduce el uso de plaguicidas, hace más eficiente la utilización del agua y obtiene productos de mayor calidad para el mercado nacional o internacional, contribuyendo al desarrollo de varias zonas agrícolas.

4.7. Invernadero

Un invernadero es una construcción agrícola con una cubierta traslúcida que tiene por objetivo reproducir o simular condiciones climáticas adecuadas para el crecimiento y desarrollo de plantas de cultivo establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior. De las estructuras empleadas para proteger cultivos, los invernaderos permiten modificar y controlar de forma más eficiente los principales factores ambientales que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales (Juárez *et al.*, 2011).

Juárez *et al.*, (2011) mencionan que la finalidad de los invernaderos es proteger cultivos de los factores y elementos adversos a su desarrollo; como son altas y bajas temperaturas, granizadas, vientos, lluvias torrenciales, cantidad y calidad de energía luminosa. Estos factores y elementos pueden ser modificados y controlados eficientemente mediante el diseño, equipamiento y manejo apropiado de cada invernadero, considerando las condiciones climáticas locales y los requerimientos de cada especie agrícola a cultivar dentro de ellos.

El invernadero es el elemento cualitativamente más importante del sistema de producción en agricultura protegida, debido a que de él depende en gran medida la capacidad productiva (Sierra, 2012).

De acuerdo con Díaz *et al.*, (2018) las diferencias en productividad, entre las unidades de producción bajo invernadero pueden explicarse por el nivel de tecnología que utilizan en el proceso de producción. En este sentido, Ortiz *et al.*, (2013) encontraron que, a mayor adopción de tecnología, mayor es la productividad, expresado en mayor rendimiento e ingreso de las unidades productivas.

Juárez *et al.*, (2011) mencionan los niveles de tecnificación de invernaderos en México, tecnología baja: es completamente dependiente del ambiente, al hacer uso de tecnologías simples semejantes a las utilizadas en cultivo a campo abierto; tecnología media: la productividad y calidad es mayor que el nivel anterior, con estructuras modulares o en batería que están semi-climatizadas, con riegos programados; tecnología alta: instalaciones con control climático automatizado, riegos computarizados y de presión, inyecciones de CO₂, cuentan con sensores y dispositivos que operan los sistemas de riego y ventilación, así como el control de la iluminación.

4.8. Casa sombra

Entre las tecnologías de agricultura protegida se encuentran las casas de sombra o invernadero de malla, que se definen como estructuras simples que sostienen una malla con un determinado porcentaje de sombreo (Murillo y Sánchez, 2016). Es una estructura compuesta de tubos galvanizados, malla antiáfidos, malla sombra

plástica, utilizada para aislar y producir hortalizas, ayudando a disminuir la alta radiación y temperatura (INIFAP,2014).

Estas se utilizan en los trópicos para obtener producciones con alto valor agregado (hortalizas, frutas, flores, ornamentales y plantas de vivero), para disminución de los efectos de las altas temperaturas, velocidad del viento, reducción de las necesidades de agua, extensión de las áreas de producción y los ciclos de cultivo (Solórzano, 2013). También sirve como cubierta protectora que regula la cantidad de luz que llega a las plantas y proteger los efectos del granizo, insectos, aves y roedores, mediante el empleo de mallas se puede reducir entre 10 a 95% del total de la radiación solar, la cantidad de luz que se deja pasar al interior depende de la especie que tenga en cultivo (Juárez *et al.*, 2011).

4.9. Importancia de la radiación solar para el desarrollo del cultivo

4.9.1. Radiación solar

En un invernadero la radiación solar que entra se divide en radiación ultravioleta (300 – 400 nm), radiación PAR (400 – 700 nm) y la radiación infrarroja NIR (800 – 2500 nm), donde la radiación PAR es la más importante para el proceso de fotosíntesis de la planta (Hemming *et al.*, 2006). Inicialmente la manera en que las plantas perciben la radiación solar es mediante tres formas: la intensidad lumínica, cantidad de energía radiante por unidad y unidad de tiempo, la calidad de luz que es la distribución espectral de la radiación y las horas luz por día que se refiere al fotoperiodo (Fischer y Patricia, 2015).

4.9.2. Radiación PAR

La radiación fotosintéticamente activa (PAR) es el efecto más grande sobre el crecimiento de la planta que ejerce la luz, procediendo como fuente de energía para la síntesis de carbohidratos a partir de la asimilación CO₂ y agua, de igual manera, es útil para los procesos de la fotosíntesis (Flores-Ortega *et al.*, 2012), así mismo, la radiación lumínica incrementa el consumo de agua y nutrientes de las plantas hasta un nivel máximo de saturación (Fischer y Patricia, 2015).

El uso de la PAR por parte de las plantas es muy influenciado por sus condiciones de crecimiento y desarrollo y estos pueden ser alterados por la gestión cultural, como por ejemplo la densidad de cultivo.

Las temperaturas altas inducen un desarrollo más rápido de la planta, mientras que la luz alta aumenta la fotosíntesis, por tanto, las diferentes combinaciones de luz y temperatura del aire podrían producir plantas de la misma altura, mientras que la temperatura más que el fotoperiodo afecta el tiempo de floración y el número final total de flores (Sorrentino *et al.*, 1997).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del experimento

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, perteneciente al municipio de Loma Bonita, Oaxaca, con una altitud media de 25 msnm, coordenadas 18° 06' 25'' LN y 95° 52' 50'' LW con precipitaciones anuales de 1845.2 mm y con una temperatura anual promedio de 25 °C (Sánchez *et al.*, 2015).

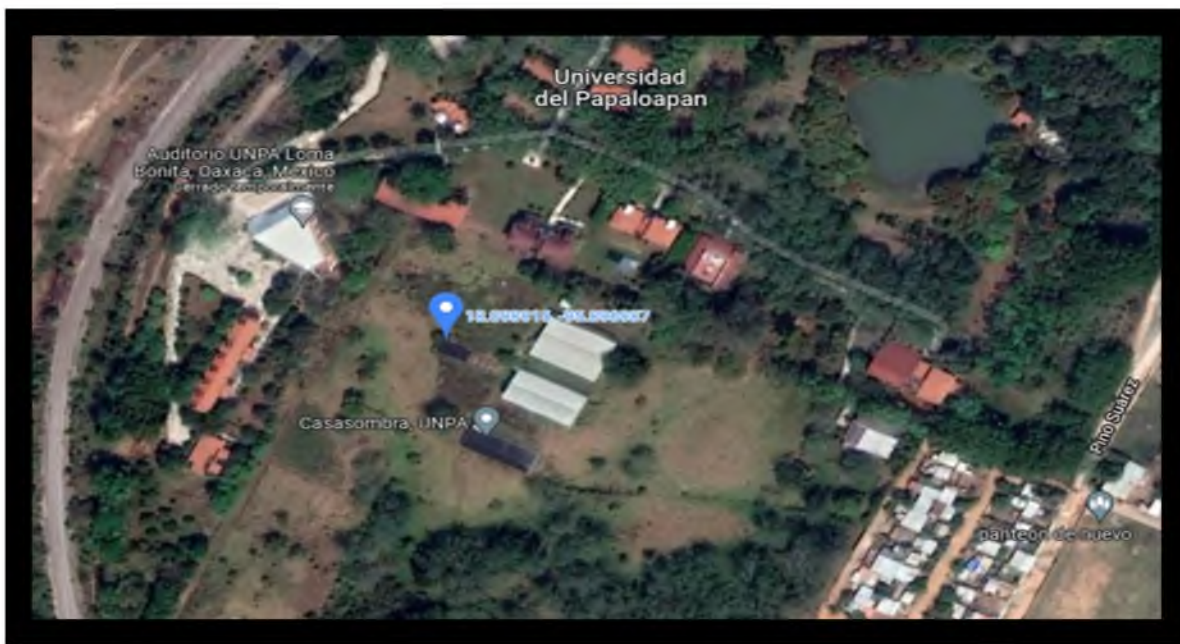


Figura 1. Ubicación del campo experimental

5.2. Establecimiento del experimento

El trabajo de investigación se desarrolló en un invernadero con las siguientes características; tipo cenital; de carga con una superficie de 504 m^2 , con 4 metros de altura al travesaño y 3.5 m del travesaño a la ventila cenital, presenta 2 naves de 8 m de ancho por 31.5 m de largo y con malla sombra tipo monofilamento al 70% de color negro a la altura del travesaño y una casa sombra con malla tipo monofilamento al 70% color negro, a dos aguas de 1 túnel de 10 m de ancho y 30 m de largo, altura lateral de 3.5 m altura máxima de 5 m (Antonio, L., 2020).

El material genético que se utilizó es el híbrido comercial Green slam F1, depositando las semillas en charolas de poliestireno con 200 cavidades. Después de que germinó la semilla, se colocó una planta por bolsa de plástico de 20 kg

llenada con arena de río como sustrato a una densidad de 4 plantas por m². Se utilizó solución nutritiva Steiner al 50, 75 y 100% de concentración (Steiner, 1984). Para el registro de datos climáticos, se utilizó la estación Meteorológica Automática Vantage pro plus inalámbrica (sol+uv) c/abanico forzado (DA06263M) con sensores internos de Humedad (error $\pm 5\%$) y Temperatura (error ± 1.2 °C) y sensores externos de radiación solar y radiación PAR (error $\pm 5\%$). (Antonio, L., 2020).

Para controlar plagas y enfermedades se tomaron las medidas correspondientes, al detectarse se hicieron aplicaciones químicas de acuerdo al tipo de plaga, la mosquita blanca se controló con jabón y se colocaron trampas con pegamento, con el fin de eliminar y bajar la población, entre otras plagas que afectan el rendimiento y calidad del fruto, en cuestión de las enfermedades se eliminaron las plantas y se hicieron aplicaciones preventivas y curativas con derivados de aluminio, azufre y cobre para así evitar que se diseminen y mantenerlos controlados. (Antonio, L., 2020).

5.3. Variables climáticas evaluadas

Se registraron las variables del invernadero y casa sombra con un Datalogger Davis mod. A1650 y para el caso de campo abierto con una Estación Meteorológica Automática Vantage pro plus inalámbrica (sol+UV) c/abanico forzado (DA06263M)[®] con lecturas cada 10 minutos.

Las variables climatológicas medidas fueron:

- 1.-Temperatura
- 2.-Radiación solar
- 3.-Radiación PAR

4.-Humedad Relativa

5.3.1. Variables morfológicas evaluadas

5.3.2. Características físicas del fruto. Se seleccionaron frutos de las plantas muestreadas al azar, se verifico que no tengan daño físico, sean uniformes y con madurez comercial.

1.-Primera cosecha del peso de los frutos Con una báscula digital (Rhino®) con una precisión de 2 g.

2.-Segunda cosecha del peso de los frutos Con una báscula digital (Rhino®) con una precisión de 2 g.

3.-Tercera cosecha del peso de los frutos Con una báscula digital (Rhino®) con una precisión de 2 g.

4.-Peso de los frutos sobre todo el ciclo del cultivo Con una báscula digital (Rhino®) con una precisión de 2 g.

5.-Longitud del fruto. Se midió con una cinta métrica desde la base hasta el ápice.

6.-Diámetro ecuatorial. Se midió con un vernier digital (Truper®).

7.-Rendimiento por planta. Se registraron los pesos con una báscula digital (Rhino®) con una precisión de 2 g de cada uno de los frutos de las plantas seleccionadas al azar en estado de madurez comercial.

8.-Rendimiento por metro cuadrado. Se registraron los pesos con una báscula digital (Rhino®) con una precisión de 2 g de cada uno de los frutos de las plantas seleccionadas al azar en estado de madurez comercial.

9.-Número de frutos. Se contó la totalidad de frutos, considerando frutos ideales para cosecha.

10.-Peso total de los frutos en verde. Con una báscula digital (Rhino®) con una precisión de 2 g.

11.-Peso total de los frutos en seco. Con una báscula digital (Rhino®) con una precisión de 2 g.

5.4. Diseño experimental y Análisis de datos

Se utilizó un diseño completamente al azar, en tres condiciones: invernadero, casa sombra y cielo abierto con un área de 42.24 m²., con un total de 168 plantas por cada tratamiento, estuvieron a una distancia de 30 cm entre plantas a doble hilera a 60 cm entre hileras, cada planta se consideró una repetición. Se tomaron 7 muestras durante todo el desarrollo del cultivo de cuatro plantas completamente al azar.

5.4.1. Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza y prueba de medias de Tukey ($P \leq 0,05$) con software INFOSTAT 2020.

Se realizó regresión lineal entre el rendimiento y la cantidad de radiación solar y radiación PAR con la finalidad de encontrar el modelo que se ajuste a estas variables.

6. RESULTADOS

Variables climáticas

Se muestran los registros del comportamiento de la temperatura (T), radiación solar (RS), radicación fotosintéticamente activa (PAR) y humedad relativa (HR) durante todo el ciclo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en campo abierto y las cubiertas de agricultura protegida invernadero, casa sombra.

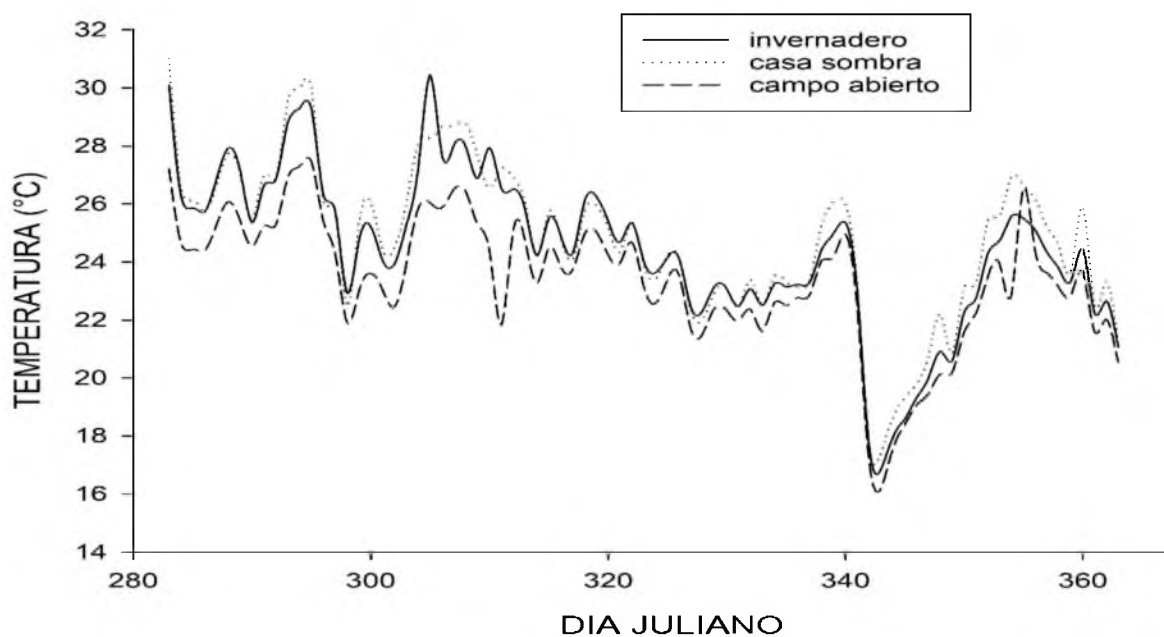


Figura 2. Comportamiento de la temperatura (T) al interior de las cubiertas de agricultura protegida invernadero, casa sombra y campo abierto.

La variable temperatura registrada en la casa sombra presentó el mayor valor con una media de 24.83 °C en comparación con el invernadero y campo abierto que presentaron un promedio de 24.51 y 23.40 °C respectivamente (figura 2).

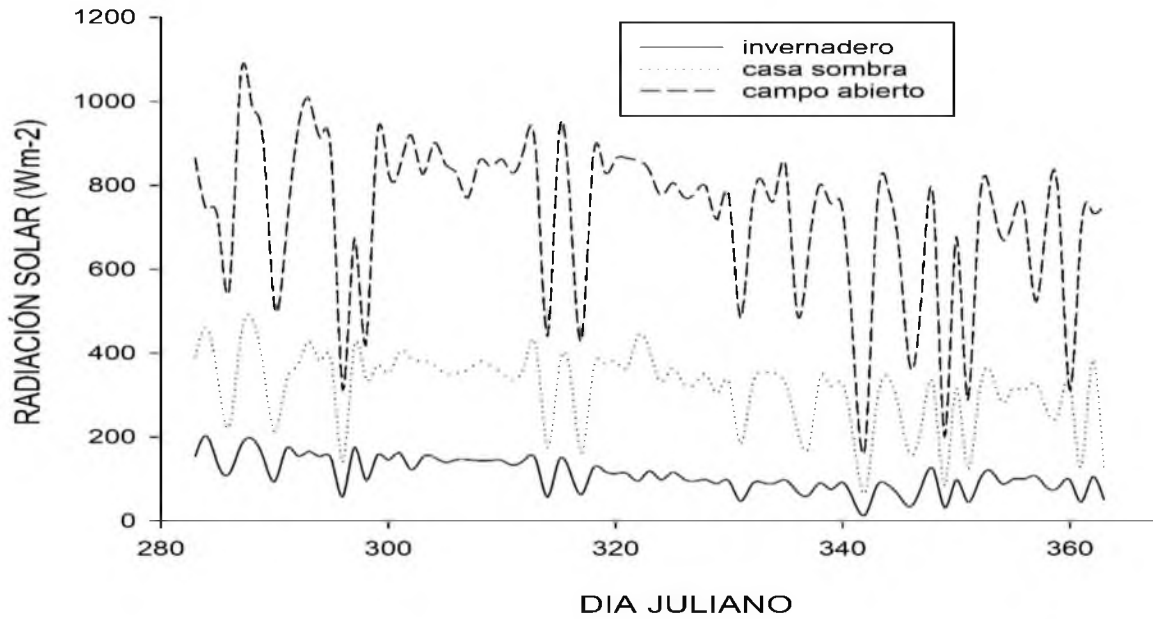


Figura 3. Comportamiento de la radiación solar al interior de las cubiertas de agricultura protegida invernadero, casa sombra y campo abierto.

La variable radiación solar en campo abierto presentó la mayor incidencia lumínica con un valor medio de 727.49 Wm^{-2} en comparación con la casa sombra e invernadero que presentaron un promedio de 316.46 y 109.24 Wm^{-2} respectivamente (Figura 3).

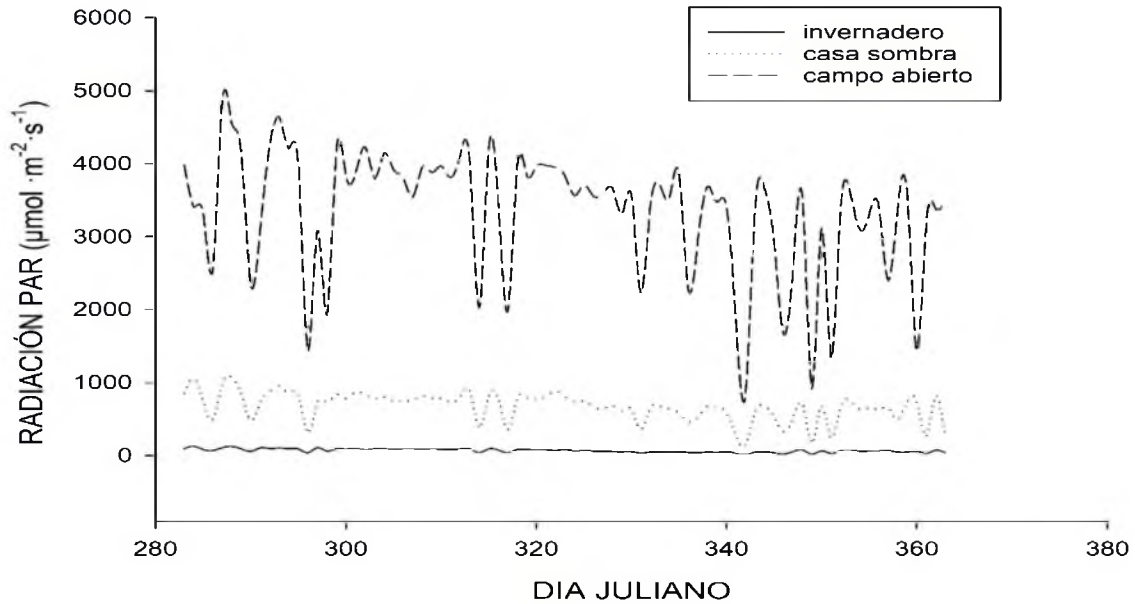


Figura 4. Radiación fotosintéticamente activa (PAR) registrada al interior de las cubiertas de agricultura protegida invernadero y casa sombra.

En las diferentes cubiertas de agricultura protegida en el cultivo de pepino, la variable radiación PAR en campo abierto presentó la mayor incidencia de radiación con una media de $3346.47 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en comparación con la casa sombra e invernadero que presentaron un promedio de 671.49 y $68.44 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respectivamente (Figura 4).

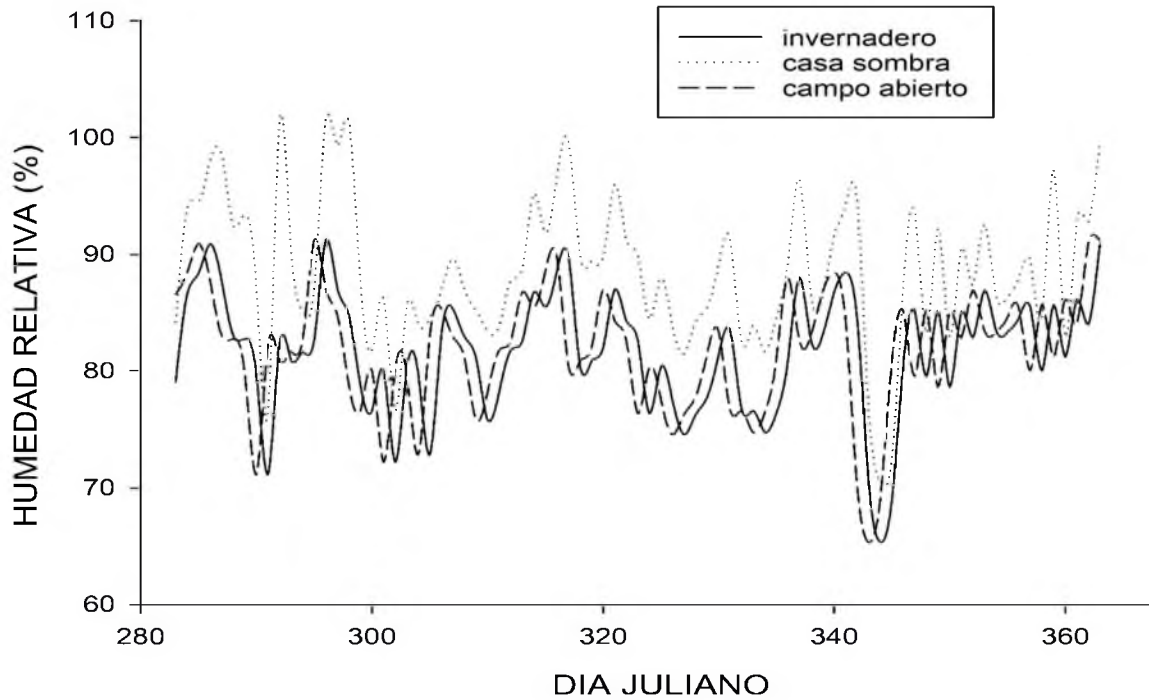


Figura 5. Comportamiento de la humedad relativa (HR) al interior de las cubiertas de agricultura protegida invernadero, casa sombra y campo abierto.

La variable humedad relativa en casa sombra presentó el mayor valor con una media de 88.67 % en comparación con el invernadero y campo abierto que presentaron un déficit promedio de 81.71 y 81.70 % respectivamente (Figura 5).

Variables morfológicas

Se presentan los resultados obtenidos en los efectos significativos sobre el peso de los frutos de pepino cultivados en las diferentes cubiertas de agricultura protegida (invernadero, casa sombra y campo abierto).

Cuadro 1. Análisis de medias sobre la primera cosecha del peso de los frutos de pepino en tres cubiertas de agricultura protegida

Tratamientos	Medias (g)	Error estándar
CAB	330.21 b	11.05
INV	371.82 b	18.40
CSS	421.09 a	8.54

Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Tukey ($p \leq 0.05$). CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.

Con respecto a las medias en el peso de los frutos, la cubierta casa sombra (CSS) reportó una diferencia significativa con un valor de 421.09 g en comparación con el invernadero (INV) y campo abierto (CAB) (Cuadro 1).

Cuadro 2. Análisis de medias sobre la segunda cosecha del peso de los frutos de pepino en tres cubiertas de agricultura protegida.

Tratamientos	Medias (g)	Error estándar
CAB	331.49 b	10.25
INV	352.38 b	12.30
CSS	402.35 a	8.60

Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Tukey ($p \leq 0.05$). CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.

La segunda cosecha de los frutos en las diferentes cubiertas de agricultura protegida, en campo abierto se presentó con el mayor peso de frutos con una media de 402.35 g en comparación con la cubierta invernadero y casa sombra (Cuadro 2).

Cuadro 3. Análisis de medias sobre la tercera cosecha del peso de los frutos de pepino en tres cubiertas de agricultura protegida.

Tratamientos	Medias (g)	Error estándar
CAB	391.10 a	10.25
INV	0	0
CSS	340.27 b	15.45

Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Tukey ($p \leq 0.05$). CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.

La tercera cosecha de los frutos en las diferentes cubiertas de agricultura protegida, en campo abierto se presentó el mayor promedio en el peso de los frutos con una media de 391.10 g en comparación con la casa sombra, en invernadero se presentó un aborto de flores del 95 % de todas las plantas por lo que reporto una tercera cosecha (Cuadro 3).

Cuadro 4. Análisis de medias sobre la cosecha del peso de los frutos de pepino en todo el ciclo en tres tratamientos.

Tratamientos	Medias (g)	Error estándar
CAB	384.31 a	5.58
INV	357.53 b	11.29
CSS	370.76 a b	6.57

Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Tukey ($p \leq 0.05$). CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.

Durante todo el ciclo del cultivo el peso de los frutos en las cubiertas de agricultura protegida presentó diferentes valores, campo abierto reportó el mayor promedio en el peso de los frutos de 384.31 g en comparación con las cubiertas invernadero y casa sombra (cuadro 4).

Cuadro 5. Análisis de medias sobre la longitud de los frutos de pepino en todo el ciclo en los tres tratamientos,

Tratamientos	Medias (cm)	Error estándar
CAB	19.76 b	0.25
INV	41.13 a	0.50
CSS	21.86 b	0.29

Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Tukey ($p \leq 0.05$). CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.

Para la variable longitud cm de los frutos de pepino en las diferentes cubiertas de agricultura protegida y campo abierto, se reportaron diferentes valores, en el invernadero los frutos presentaron un mayor promedio con una media de 41.13 cm en comparación con la cubierta casa sombra y campo abierto (Cuadro 5).

Cuadro 6. Análisis de medias sobre el diámetro de los frutos de pepino en todo el ciclo en las tres áreas de trabajo.

Tratamientos	Medias (cm)	Error estándar
CAB	5.74 a	0.03
INV	3.06 c	0.06
CSS	5.11 b	0.04

Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Tukey ($p \leq 0.05$). CAB= campo abierto, INV= invernadero y CSS= casa sombra.

Para la variable diámetro cm de los frutos de pepino en las diferentes cubiertas de agricultura protegida y campo abierto, se encontraron diferentes valores, en campo abierto los frutos presentaron un mayor promedio con una media de 5.74 cm en comparación con la cubierta casa sombra e invernadero (Cuadro 6).

Cuadro 7. Rendimiento por planta, peso promedio y peso de frutos por cosecha cultivados en los tres tratamientos.

Tratamiento	Rendimiento (g/planta)	Peso promedio de fruto (g)	Peso de fruto por cosecha (g)
CAB	2113.4 a	384.2 a	385.2 a
CSS	1897.5 ab	372.6 ab	377.3 a
INV	1204.4 b	357.53 b	370.0 b

Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Tukey ($p \leq 0.05$). INV= invernadero, CSS= casa sombra y CAB= campo abierto.

En la variable rendimiento gramo/planta, peso promedio de los frutos y peso de los frutos por cosecha no se mostraron diferencias significativas en invernadero, casa sombra y campo abierto (cuadro 7).

Cuadro 8. Rendimiento por metro cuadrado y por hectárea, cultivados en los tres sistemas de producción.

Tratamiento	Rendimiento (g/planta)	Rendimiento 1 m² (4 p)	Rendimiento 10,000 m²
CAB	2113.4 a	8.453 kg	84,536 kg
CSS	1897.5 b	7.59 kg	75,900 kg
INV	1204.4 c	4.817 kg	48,176 kg

Letras minúsculas diferentes entre columnas indican diferencia significativa de acuerdo con la prueba de medias Tukey ($p \leq 0.05$). CAB= campo abierto, CSS= casa sombra y INV= invernadero.

En la variable rendimiento g/planta campo abierto y casa sombra no fueron diferentes significativamente, sin embargo, en el invernadero se presentó el valor más bajo de rendimiento de 1204.4 g/planta, (Cuadro 8).

Los siguientes gráficos describen el rendimiento y la caracterización física de los frutos de pepino (*Cucumis sativus* L.) en las diferentes cubiertas de agricultura protegida invernadero, casa sombra y campo abierto.

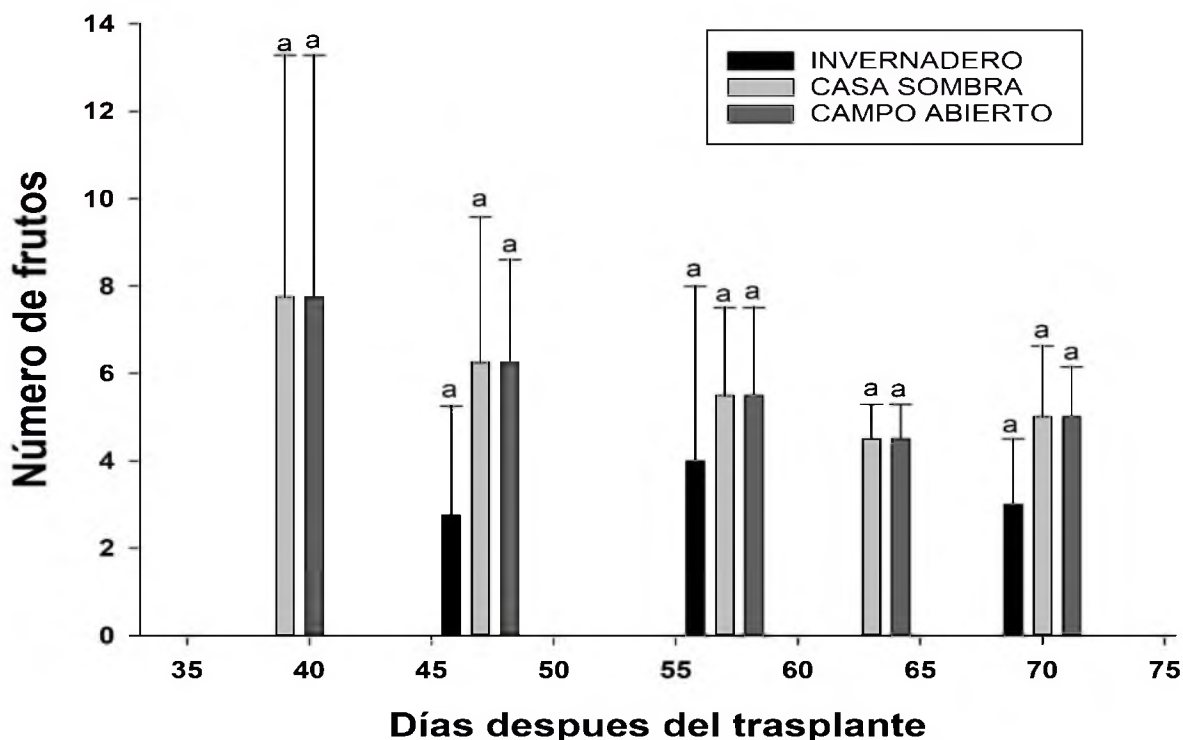


Figura 6. Número de frutos contabilizados durante todo el ciclo del cultivo en las diferentes cubiertas de agricultura protegida: invernadero, casa sombra y campo abierto. Las letras minúsculas entre las barras indican la prueba de medias LSD Fisher ($P \leq 0.05$).

En la cubierta casa sombra a los 40 días después del trasplante presentó el mayor número de frutos, sin embargo, en campo abierto los días 50, 60 y 70 se obtuvieron más número de frutos (Figura 6).

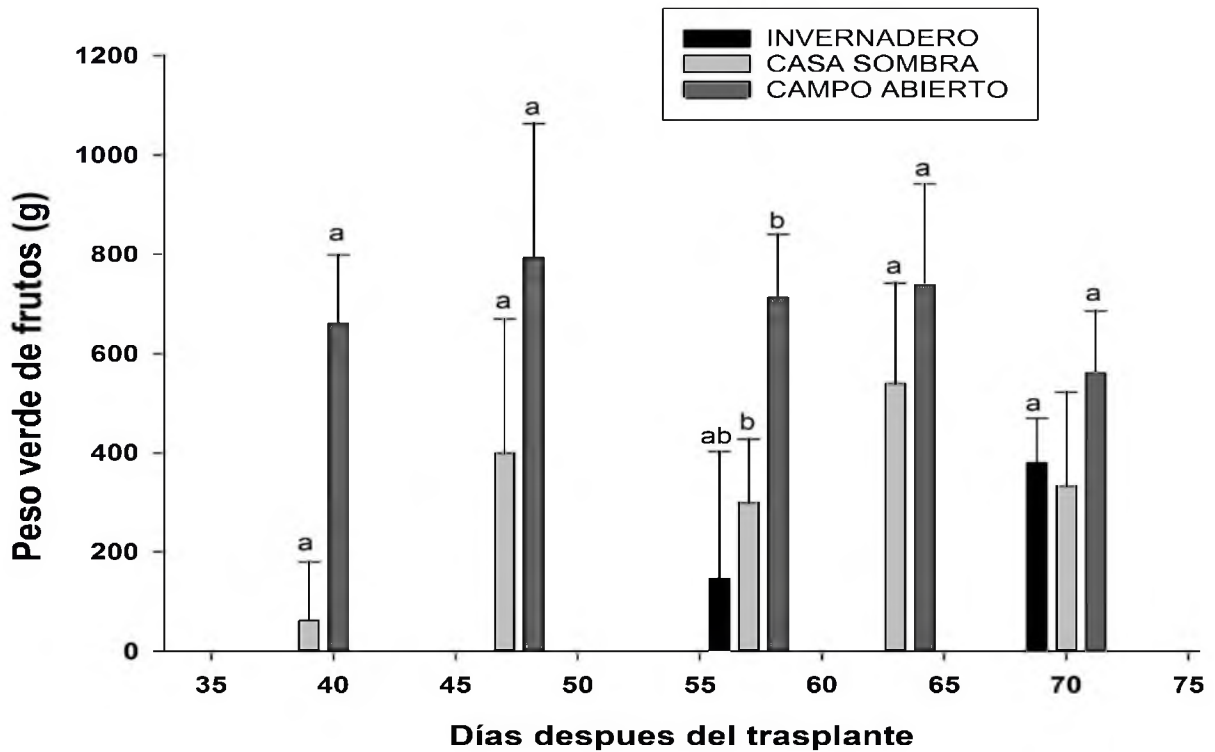


Figura 7. Peso verde de los frutos después de la cosecha en las diferentes cubiertas de agricultura protegida: invernadero, casa sombra y campo abierto. Las letras minúsculas entre las barras indican la prueba de medias LSD Fisher ($P \leq 0.05$).

Los resultados obtenidos del análisis estadístico de la experimentación, de la producción de pepino en los tres sistemas de producción, se encontró que el mayor peso de frutos en verde, se manifestó en campo abierto, en los días 40, 50, 60 y 70 después del trasplante, en comparación con los sistemas de producción casa sombra e invernadero (figura 7).

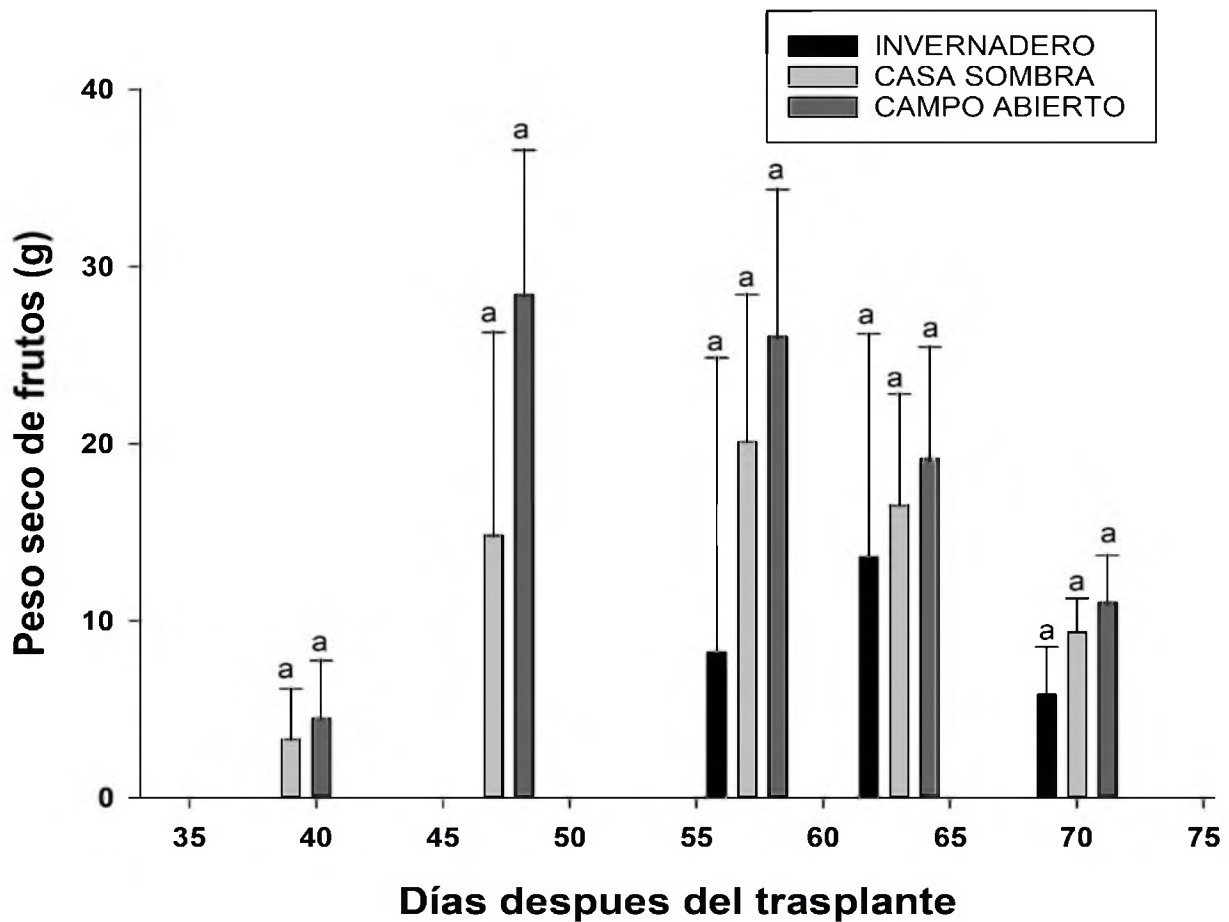


Figura 8. Peso seco de los frutos después de la cosecha en las diferentes cubiertas de agricultura protegida: invernadero, casa sombra y campo abierto. Las letras minúsculas entre las barras indican la prueba de medias LSD Fisher ($P \leq 0.05$).

Los resultados obtenidos del análisis estadístico de la experimentación, de la producción de pepino en los tres sistemas de producción, se encontró que el mayor peso seco de los frutos se reportó en campo abierto a los 50 y 60 días después del trasplante en comparación con casa sombra e invernadero (figura 8).

Relación entre la radiación solar y PAR contra el rendimiento en las diferentes cubiertas de agricultura protegida, (invernadero, casa sombra y campo abierto) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.).

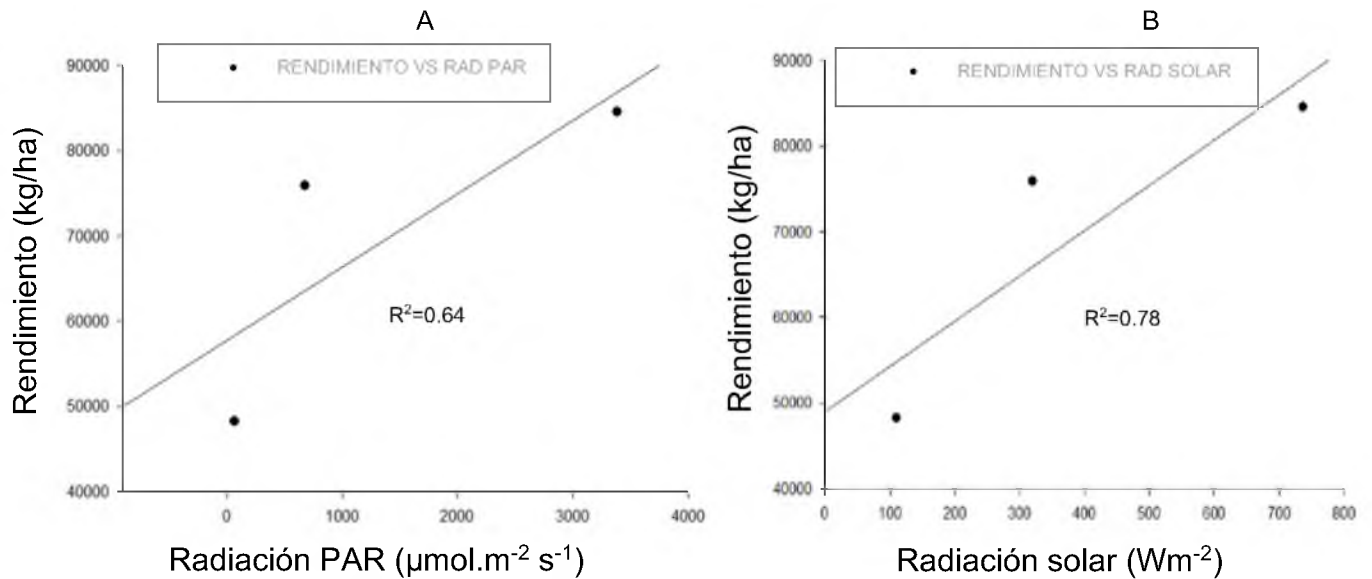


Figura 9. A) Ajuste para la variable radiación PAR y B) ajuste de variable para la radiación solar. Relación de la regresión lineal de variables de pepino en invernadero, casa sombra y campo abierto.

Para el caso de la radiación PAR la ecuación de regresión lineal corresponde a

$$y = 8.59x + 57679.77$$

y para el caso de radiación solar es $y = 52.82x + 48978.79$

con los valores de coeficiente R² como se muestran en el gráfico anterior (figura 9).

7. DISCUSIONES

De los frutos de pepino en función de la radiación solar y radiación PAR permitió identificar y reconocer sus diferencias en el rendimiento y características físicas en tres diferentes cubiertas de agricultura protegida invernadero, casa sombra y campo abierto, estos resultados concuerdan en algunos casos y difieren en otros, con estudios realizados por diferentes autores

En esta investigación la media del peso de los frutos de pepino en invernadero fue de 357.53 g, resultado que coincide con López *et al.*, (2015), quienes reportaron un peso promedio de 380 g bajo condiciones de invernadero, así mismo Té (2008), menciona que el peso del fruto en pepino americano fluctúa de 300 a 400 g en invernadero, Chacón y Monge, (2020), también se encuentran entre el rango con pesos de 232.63 g a 463.98 g.

Así mismo en este trabajo, en invernadero se reportaron medias para las variables longitud y diámetro de los frutos de pepino 41.13 y 3.06 cm respectivamente, estos datos difieren a los reportados por Chacón y Monge, (2020), quienes evaluaron diferentes tipos de pepino, donde reportaron una longitud de 18.18 a 33.77 cm y en diámetro 4.32 y 4.94 cm. Chacón y Monge, (2016) evaluaron seis genotipos de pepino en invernadero, estos autores reportaron una longitud que oscilan de 26.3 y 39.3 cm., estos resultados tiene una cercanía concordancia con lo encontrado y un diámetro de los frutos de 4.6 y 5 cm los cuales difieren de lo obtenido en este trabajo de investigación.

De los análisis estadísticos realizados, se encontró que en casa sombra se obtuvo una media en el peso de los frutos de pepino de 370.76 g, este resultado difieren con los de Diédhiou, (2017), quien reportó un peso promedio de los frutos de pepino

de 540.72 g esto debido a la aplicación de abonos orgánicos, sin embargo, los resultados son superiores a los mencionados por Ayala-Tafoya *et al.*, (2015) quienes reportan una media en el peso de los frutos de 279 g y con promedios para las variables diámetro y longitud de 3 cm y 18 cm, este resultado es diferente con lo expuesto en esta investigación donde se obtuvo una media para las mismas variables de 5.11 y 21.86 cm respectivamente.

En esta investigación, en campo abierto, la variable longitud de los frutos de pepino se presentó una media de 19.76 cm y un diámetro de 5.74 cm, así mismo con un peso de los frutos de 384.31 g, estos resultados difieren con lo reportado con Marcano *et al.*, (2012), donde obtuvieron pepinos con un promedio de longitud de 21.31 cm y un peso de 157.10 g y 201.05 g, por otro lado, González *et al.*, (2018) reportaron el peso de frutos de pepino en condiciones de organoponía de 398 g con longitudes de 14.3 a 16 cm y diámetros de 4.1 a 4.6 cm, sin embargo, Rodríguez y Castillo (2010), reportaron promedios en el diámetro de los frutos de pepino entre 4.24 y 4.55 cm siendo inferiores a lo reportado por esta investigación.

El rendimiento de los frutos de pepino obtenidos en esta investigación por m² en las diferentes cubiertas de agricultura protegida mostraron diferencias significativas, siendo en campo abierto donde se encontró mayor rendimiento de 8.453 kg/m², este resultado difiere con lo mencionado por diferentes autores como González *et al.*, (2018) y González *et al.*, (2009), quienes reportaron un rendimiento inferior en frutos de pepino para la variedad Inivit y SS-5 de 3.9 y 4.859 kg/m².

En esta investigación, en el sistema de producción en invernadero se obtuvo un rendimiento de 4.81 kg/m² siendo similar con lo reportado por Rahil y Qanadillo, (2015) quienes obtuvieron rendimientos de 4.51 y 5.95 kg/m² en la variedad Nasim

bajo invernadero, sin embargo, son inferiores por los mencionados por Monsalve *et al.*, (2011) con el híbrido Azabache obtuvieron en invernadero un promedio de 8.5 kg/m², (Pérez, 2015) en los frutos de pepino con las variedades Roxynante y Estrada reportaron un promedio de 12.2 y 12.5 kg/m² respectivamente bajo cubierta de invernadero, por su parte Chacón y Monge, (2017) en invernadero reportaron un promedio en los genotipos Primavera y Corinto de 12.99 y 14.29 kg/m².

Lo reportado por esta investigación la cubierta casa sombra se encontró un rendimiento de frutos 7.59 kg/m², estos resultados son similares por lo mencionado por Gutiérrez *et al.*, (2014) donde obtuvieron rendimientos en frutos de genotipo Alanis F1 de 8.09 y 8.89 kg/m², Pérez, (2015) obtuvo en frutos de pepino variedad Roxynante y Estrada un promedio de 8.9 y 8.8 kg/m² respectivamente, sin embargo difieren con lo reportado por Diedhiou (2017), menciona que para la variedad turbo obtuvo una medias de 18.79 kg/m² este rendimiento pudo ser por la fertilización combinada química-orgánica., sin embargo Ayala *et al.*, (2015) muestran resultados inferiores para la variedad de pepino Modán F1 de 5.2 kg/m².

Las características físicas y el rendimiento de los frutos de pepino tienen una relación en función de la radiación solar y radiación PAR en las diferentes cubiertas de agricultura protegida invernadero, casa sombra y campo abierto.

Sandari *et al.*, (2003) en invernadero observaron una reducción del rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) debido a una baja incidencia de radiación PAR por efecto de sombreo, este resultado es similar a lo mostrado por esta investigación en el invernadero se reportó una menor influencia de radiación PAR con un

promedio de $68.88 \mu\text{mol.m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ presentando frutos de menor calidad., Bagdonaviciene *et al.*, (2015) reportaron una menor asimilación de CO_2 en pepino (*Cucumis sativus* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cuando las plantas recibieron entre 400 y 200 $\mu\text{mol.m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de radiación PAR; sin embargo, Mendoza, (2011) menciona que la tasa fotosintética de las plantas C3 es poco eficiente con alta radiación funcionando muy bien con $800 \mu\text{mol.m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, saturándose con irradiancias mayores.

Ombodie *et al.*, (2015) reportaron que el color de una cubierta plástica o malla sombra, reduce la cantidad y características de la radiación solar total y la fotosintéticamente activa que incide sobre las plantas. Diaz, (2000), al comparar películas plásticas para invernadero, menciona que se debe tener el mayor porcentaje posible de transmisión de radiación fotosintéticamente activa hacia el interior del invernadero para maximizar la productividad de la cosecha de los cultivos establecidos. Por su parte Maroto, (2008), menciona que, a una temperatura adecuada, los fenómenos fisiológicos de la planta como la fotosíntesis, respiración y transpiración son fuertemente influenciados, además de todos los procesos físicos y químicos de la planta como la permeabilidad celular, estabilidad enzimática y translocación de líquidos.

Caldari, (2007), en su experimento con pepinos, menciona que el pepino es un cultivo con altos requerimientos de humedad relativa, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día entre 60 y 70 % y durante la noche de 70 a 90 %. Esto concuerda con lo reportado por esta investigación obteniéndose un rango de humedad relativa de 81 a 88 %.

8. CONCLUSIONES

En los diferentes sistemas de producción el mayor rendimiento de los frutos se vio reflejado en campo abierto y casa sombra con 2113.4 y 1897.5 g/p respectivamente, contrariamente en el sistema invernadero se presentó con el menor rendimiento de 1204 g/p.

Para la variable longitud frutos en el sistema de producción invernadero se mostró el valor con 41.13 cm en comparación con la cubierta casa sombra 21.86 cm y campo abierto 19.76 cm.

en campo abierto se presentó con mayor diámetro de frutos con 5.74 cm en comparación con los sistemas de producción invernadero y casa sombra. esto debido a la influencia de la radiación solar que se presentó con una media de 727.49 (Wm^{-2}) y radiación PAR reportada de 3346.47 $\mu\text{mol.m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

La influencia de los valores reportados de radiación solar (316.46 Wm^{-2}) y radiación PAR ($671.49 \mu\text{mol.m}^{-2} \text{s}^{-1}$) para la casa sombra, la longitud de los frutos de pepino resultó mayor en comparación con los otros dos sistemas de producción.

Por lo tanto, para los meses de septiembre a diciembre se recomienda producir pepinos en campo abierto y casa sombra para la región del Papaloapan.

9. LITERATURA CITADA

- Antonio, L., M., C. (2020). Simulación del crecimiento de pepino (*cucumis sativus* L.) y jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de casa sombra y campo abierto. [Tesis de ingeniería]. Universidad Del Papaloapan Campus Loma Bonita Oaxaca.
- Ayala, T., F., Sánchez, M., R., Partida, R., L., Yáñez, J., G., M., Ruiz, E., H., F., Velázquez, A., J., T., Valenzuela, L., M., y Parra, D., M., J. (2015). Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(1), 93–99.
- Ayala, T., F., Yáñez, J., M. G., Partida, R., L., Ruiz, E., F. H., Campos, G., H., Vásquez, M., O., y Díaz, V., T. (2015). Producción de pepino en ambientes diferenciados por mallas de sombreo fotoselectivo. *Información Técnica Económica Agraria*, 111(1), 3-17. <https://doi.org/10.12706/itea.2015.001>
- Ayala, T., F., Zatarain, L., D., M., Valenzuela, L., M., Partida, R., L., Velázquez, A., T., Díaz, V., T., y Osuna, S., J., A. (2011). Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a radiación solar transmitida por mallas sombra. *Terra Latinoamericana*. 29(4): 403-41.
- Bagdonavičienė, A., Brazaitytė, A., Jankauskienė, J., Vaštakaitė, V., and Duchovskis, P. (2015). Effect of the photosynthetic photon flux density of industrial light-emitting diode lamps on assimilative indices in salad and vegetable transplants. *Žemės ūkio Mokslai*. 22(4):173-180.
- Bastida, T., A., y Flores, E., G., (2016). Tecnologías y Estructuras de la Agricultura Protegida Mexicana. II Congreso Nacional De Riego Y Drenaje Comeii 2016 1–8.

Bojacá, C., R., Bogotá, U., De, y Tadeo, J. (2018). *Producción de pepino bajo invernadero editores académicos: carlos bojacá y oscar monsalve (Issue May)*.

Calderi, J., P. (2007). Manejo de la luz en invernaderos. Los beneficios de luz de calidad en el cultivo de Hortalizas. I Simposio Internacional de Invernaderos. México, D.F. Pp 1-5.

Castronuovo, D., Russo, D., Libonati, R., Faraone, I., Candido, V., Picuno, P., Andrade, P., Valentao, P., & Milella, L. (2019). Influence of shading treatment on yield, morphological traits and phenolic profile of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Scientia Horticulturae*, 254(April), 91–98.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.077>

Chacón, P., K., y Monge, P., J., E. (2016). Evaluación del rendimiento y la calidad de seis genotipos de pepino (*Cucumis sativus* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 323-332.
<http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5069>

Chacón, P., K., y Monge, P., J., E. (2017). Rendimiento y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) cultivado bajo invernadero. *Pensamiento Actual*, 17(29), 39-50.
<https://doi.org/10.15517/pa.v17i29.31550>

Chacón, P., K., y Monge, P., J., E. (2020). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: comparación entre tipos de pepino. *Revista Tecnología En Marcha*, 33(1), 17-35. <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v33i1.5018>

Consultado el 25 de enero del 2021.

Cummings, L., G., Foo, E., Weller, J., L., Reid, J., B., & Koutoulis, A. (2008). Blue and red photoselective shade cloths modify pea height through altered blue irradiance perceived by cry1 photoreceptor. *Journal of Horticultural Science &*

Biotechnology 83: 663-667. Recuperado de.

<http://dx.doi.org/10.1080/14620316.2008.11512440>.

Di Rienzo, J., A., Casanoves, F., Balzarini, M., G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C., W., InfoStat versión (2020). Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Díaz, R., C., De la Cruz, P., J., M., y Ramos, H. (2018). Nuevas y competitividad: implicaciones en una unión monetaria. *Rev. Econ. Mundial*, 49, 39-56. doi: <https://doi.org/10.33776/rem.v0i49.3887>

Díaz, S., T. (2000). Plásticos, cubiertas a medida para invernaderos. La industria del invernadero. Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp: 138-143.

Diédhiou, I. (2017). Respuesta del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*, L.) a la aplicación de abonos orgánicos en diferentes sistemas de producción. [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía y Veterinaria, México, 100p.

Durán, R., F. (2014). *Seguridad alimentaria: cultivando hortalizas* (No. Doc. 26962) CO-BAC, Bogotá).

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2022. Production Indices. <https://www.fao.org/faostat/es/#home> Consultado el 07 de mayo del 2024.

Fischer, G., Patricia, P., C. (2015). Efecto de la radiación solar en la calidad de los productos hortícolas. Memorias Congreso Internacional de Hortalizas en el Trópico: La Olericultura <https://www.researchgate.net/publication/256575856>

Flores, O., F., Martinez, S., G., Quiroz, R., C., Diaz, S., R., F., Romero, V., E., M. (2012). Análisis de la transmitancia de luz en un invernadero para producción de

- jitomate. *Acta Universitaria*, 22(1), 5–10. <https://doi.org/10.15174/au.2012.298>
- FUMIAF, (2005). Cultivo de pepino europeo en invernaderos de alta tecnología en México. Fundación Mexicana para la investigación Agropecuaria y Forestal, A.C. Sagarpa, México. p. 37.
- Gálvez, H., F., (2004). El cultivo de pepino en invernadero, en *Manual de producción Hortícola en invernadero*, 2da edición, Editorial INTAGRI, Celaya, México.
- García, E., (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (para adaptarlas a las condiciones climáticas de la República Mexicana). Tercera Edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México.
- Ghoulem, M., El Moueddeb, K., Nehdi, E., Boukhanouf, R., & Kaiser Calautit, J. (2019). Greenhouse design and cooling technologies for sustainable food cultivation in hot climates: Review of current practice and future status. *Biosystems Engineering*, 183, 121–150. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.04.016>
- González, G., L. G., Jiménez, A., M. C., Castillo, C., D., Paz, M., I., Cambara R., A., Y., y Falcón, R., A. (2018). Respuesta agronómica del pepino a la aplicación de QuitoMax en condiciones de organoponía. *Centro Agrícola*, 45(3), 27-31.
- González, L., G., Arteaga, M., C., J., Pupo, J., S., y Rodríguez, A., F. (2009). Evaluación de tres dosis de Quitosana en el cultivo de pepino en un periodo tardío. *Centro Agrícola*, 36(4), 85-88.
- Gutiérrez, V., M., O., Lagunas, Á., A., M., Román, E., C., Serna, J., M., y López, M., R. (2014). El sistema de tutorado y poda sobre el rendimiento de pepino en

ambiente protegido. *Interciencia*, 39(10), 712-717.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932433005>

Hemming, S., Kempkes, F., Van Der Braak, N., Dueck, T., & Marissen, N. (2006). Filtering natural light at the greenhouse covering - Better greenhouse climate and higher production by filtering out NIR? *Acta Horticulturae*, 711, 411–416.

<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.711.58>

Huertas, L. (2008). El control ambiental en invernaderos: radiación. *Horticultura*, No 203, 54–55.

InfoAgro. (2020). Pepino, Revista InfoAgro.com, Edición de Aniversario, N° 7. 6-9

Inforural, México potencia mundial en agricultura protegida. Disponible en:

<https://www.inforural.com.mx/mexico-potencia-mundial-en-agricultura->

[protegida/](https://www.inforural.com.mx/mexico-potencia-mundial-en-agricultura-). Consultado: 29 de enero del 2024.

INIFAP. (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) (2014). Tecnología para producir tomate en casa malla para el norte de Tamaulipas, Centro de Investigación Regional del Noreste, Campo Experimental, Rio Bravo, Folleto para productores No. MX-0-310301-49-03-13-10-60.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM (s.f.). Generalidades de la radiación ultravioleta. Consultado 28 de junio del 2024.

<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/generalidades-de-la-radiacion->

[ultravioleta.](http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/generalidades-de-la-radiacion-)

ITIS. (Integrated Taxonomic Information System), (2023). Clasificación taxonómica.

https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_val

[ue=1077773#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_val) Consultado 06 de septiembre del 2023.

- Juárez, L., P., Bugarín, M., R., Castro, B., R., Sánchez, M., A., L., Cruz, C., E., Juárez, R., C., R., Alejo, S., G., Balois, M., R. (2011). Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Departamento de fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo.
- López, E., J., Ortega, S., G., López, M., A., H., León, J., J., Puente, E., O., R., y Amador, B., M. (2015). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. *European Scientific Journal*, 11(24).
- López, Z., C., M., (2003). Cultivo del pepino, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), Guía Técnica Núm. 17; 44 p. Consulta electrónica:
<http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Pepino%202003.pdf>
- Marcano, C., Acevedo, I., Contreras, J., Jiménez, O., Escalona, A., y Pérez, P. (2012). Crecimiento y desarrollo del cultivo pepino (*Cucumis sativus* L.) en la zona hortícola de Humocaro bajo, estado Lara, Venezuela. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(8), 1629-1636.
- Márquez, Q., C., Robledo, T., V., Benavides, M., A., Vázquez, B., M., Cruz, L., E., Estrada, B., M., y López, E., S. (2014). Uso de mallas sombra: una alternativa para la producción de tomate cherry. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(2), 175–180.
- Mendoza, A., B. (2011). La importancia de la temperatura en la productividad de hortalizas en invernadero. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. *Saltillo, Coah*, 01-17.

- Monsalve, Ó., I., Casilimas, H., A., y Bojacá, C., R. (2011). Evaluación técnica y económica del pepino y el pimentón como alternativas al tomate bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, pp. 69-82.
- Morato, J., V. (2008). Elementos de horticultura general. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp 481.
- Mortensen, L., M., & Stromme, E. (1987). Effects of light quality on some greenhouse crops. *Scientia Horticulturae*, 33(1-2), 27-36. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(87\)90029-X](https://doi.org/10.1016/0304-4238(87)90029-X).
- Murillo, G., y Sánchez, D., (2016). Producción de Hortalizas en la Región Chorotega mediante Ambientes Protegido (en línea). Boletín 61 del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola bajo Ambientes Protegidos ISSN-1656-4401, 2-4. Disponible en: [http://www.maq.go.cr/bibliotecavirtual/BoletinAP11\(61\).pdf](http://www.maq.go.cr/bibliotecavirtual/BoletinAP11(61).pdf)
- Ombodi, A., Zoltán, P., É., K., Szuvandzsiev, P., Taskovics, Z., T., Kohazi-Kis, A., Kovacs, A., & Helyes, L. (2015). Effects of external coloured shade nets on sweet peppers cultivated in walk-in plastic tunnels. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(2), 398-403.
- Ortiz, C., J., Sánchez, C., F., Mendoza, C., M., C., y Torres, G., A. (2009). Características deseables de plantas de pepino crecidas en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32: 289-294.
- Ortiz, J., B., Jiménez, S., L., Morales, G., M., Quispe, L., A., Turrent, F., A., Rendón, S., G., y Rendón, M., R., (2013). Nivel de adopción de tecnologías para la producción de jitomate en productores de pequeña escala en el estado de Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(3), 447-460.

- Padilla, K. C., y Pérez, J. E. M. (2017). Rendimiento y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) cultivado bajo invernadero. *Pensamiento Actual*, 17(29), 39-50.
<https://doi.org/10.15517/pa.v17i29.31550>
- Páez, A., y López, V., P., C. (2000). Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv . Río Grande en la época mayo-julio . Efecto del sombreado Growth and physiological responses of tomato plants cv . Río Grande during may to july season . Effect of shading. *Fac.Agron*, 17, 173–184.
- Pérez, O., M. (2015). Productividad de variedades de pepino europeo (*Cucumis sativus* L.) bajo cultivo hidropónico en malla y multitúnel. *Intagri, México [En línea]*. Consultado 10 de julio del 2024. <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/productividad-variedades-de-pepino-europeo>
- Pinillos-Villamizar, J., A., Diaz-Rodriguez, J., R., P., y Osorio- Camacho, J., S.(2019). Los nuevos retos del comercio internacional colombiano y su transformación a nivel mundial. *Visión Internacional Journal of International Business and Borders*.
<https://doi.org/10.22463/27111121.3059>
- Pino, M., del. (2013). El Pepino. *Contacto Rural*, 3, 10–11.
- Pratt, L., y Ortega, M., J. (2019). Agricultura en México. Elaboración de la metodología para el primer bono verde agrícola certificado.
- Rahil, M., H., & Qanadillo, A. (2015). Effects of different irrigation regimes on yield and water use efficiency of cucumber crop. *Agricultural Water Management*, 148, 10-15. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.09.005>
- Ramírez, M., G., Rico, G., E., Ocampo, V., R., Guevara, G., R., G., y Soto, Z., G., M. (2012). Efecto del manejo cultural y sombreado sobre la productividad del pepino (*Cucumis sativus* L.). *CIENCIA@ UAQ*. p. 1-9.

- Rebollar-Rebollar, S., Ramírez-Abarca, O., y Hernández-Martínez, J. (2022). Competitividad y valor agregado de pepino persa (*Cucumis sativus* L.) en agricultura por contrato: estudio de caso. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 40.
- Reyes, G., C., E. (2012). Dinámica nutrimental y rendimiento de pepino en sistemas hidropónicos con recirculación de solución nutritiva. [Tesis de maestría]. Instituto de Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México, 82 p.
- Rodríguez, F., P., y Castillo, C., J. (2010). Producción local de pepino (*Cucumis Sativus* L.) Híbrido Sarig 454 y su impacto sobre el crecimiento y productividad del cultivo en dependencia de la biofertilización foliar en un agroecosistema santiaguero. *Ciencia en su PC*, (2), 114-124.
- SADER, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo rural). (2019). Agricultura protegida: otra manera se cultiva. <https://www.gob.mx/sader/articulos/agricultura-protegida-otra-manera-de-cultivar?idiom=es> Consultado (25/Septiembre/2023).
- SADER, (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/pepino-mexicano-el-favorito-de-muchos#:~:text=En%202021%20su%20producci%C3%B3n%20fue.de%20pepino%20a%20nivel%20mundial>. Consultado 07 de mayo del 2023.
- Sánchez, M., Ahuja, S., y Acevedo, R. (2015). Producción de Piña Cayena Lisa y MD2 (*Ananas comosus* L.) en condiciones de Loma Bonita, Oaxaca. *Manual TI*, 100.

- Sandri, M., A., Andriolo, J., L., Witter, M., & Dal Ross, T. (2003). Effect of shading on tomato plants grow under greenhouse. *Horticultura Brasileira*, 21, 642-645. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362003000400013>
- Santos, B., M., Obregón-Olivas, H., A., y Salamé-Donoso, T., P. (2010). Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida: HS1182/HS1182, 8/2010. EDIS, 2010(6).
- Sengar, S., H., y Kothari, S. (2008). Economic evaluation of greenhouse for cultivation of rose nursery. *A.J.A.R.* 3: 435-439.
- SIAP, (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2021). Cierre de la producción agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consultado 11 de mayo del 2023.
- SIAP, (Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA). (2013). México. Disponible en: <http://www.campomexicano.gob.mx/boletinsiap/002-e.html>. Consultado: 21 de septiembre del 2022.
- Sierra, C., F. (2011). *Análisis y evaluación de riesgos de incidencias naturales en el sistema productivo agrario intensivo de almería* [Doctoral dissertation, Universidad de Almería].
- Sierra, E., Cruz, J., y Donaire, R. (2005). Guías Tecnológicas De Frutas Y Verduras. El Cultivo de Pepino, 15, 1–13. <http://dicta.gob.hn/files/2005,-El-cultivo-del-pepino.-F.pdf>.
- Solórzano, M. (2013). Atlas Nacional de Ambientes Protegidos de Costa Rica (en línea). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Consultado el 06 de mayo del 2023. Disponible en

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3154/atlas_nacional_a_mmbientes_protegidos_cr.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sorrentino, G., Cerio, L., & Alvino, A. (1997). Effect of shading and air temperature on leaf photosynthesis, fluorescence and growth in lily plants. *Scientia Horticulturae*, 69(3–4), 259–273. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(97\)00016-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(97)00016-2)

Té, G., E. (2008). Producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de invernadero. [Tesis de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro].

Valera, D., Molina, F., y Gil, J. (2001). Dossier Expo-Agro Almería: Las mallas como técnica de control climático en invernaderos. *Vida rural*, 8(139): 50-52 Vallejo.

WANG, Y., Bo, HUANG, R., dong, & ZHOU, Y., F. (2021). Effects of shading stress during the reproductive stages on photosynthetic physiology and yield characteristics of peanut (*Arachis hypogaea Linn.*). *Journal of Integrative Agriculture*, 20(5), 1250–1265.

Yang, X., Wang, X., Wang, L., Wei, M. (2012). Control of light environment: A key technique for high-yield and high-quality vegetable production in protected farmland. *Agricultural Sciences* 3: 923-928.

Zamudio, G., B., y Félix, R., A, (2014). Producción de pepino bajo condiciones de invernadero en los Valle Altos de Estado de México, Folleto Técnico. 56, INIFAP, Metepec, Edo, México. Consulta electrónica: <https://studylib.es/doc/5473231/producci%C3%B3n-de-pepino-bajo-invernaderoen-valles-altos-del>