

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COMITANCILLO

TESIS PROFESIONAL

TITULADO:

“EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CHILE DE AGUA *capsicum annum* L. EN AMBIENTES CONTROLADOS.”

QUE PRESENTA:

CECILIA CANDELARIA BARRIOS LUCAS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO
CON ESPECIALIDAD EN FITOTECNIA**

SAN PEDRO COMITANCILLO, OAX. MAYO DEL 2016



Agradecimientos

A Dios por darme la inteligencia y fuerza para continuar con mis estudios en los momentos difíciles pero antes que nada por permitirme seguir con vida.

Al Instituto Tecnológico de Comitancillo que me dio las herramientas necesarias para la realización de mis estudios y así lograr terminar mi carrera.

Al CIIDIR-IPN por darme la oportunidad de realizar mi residencia profesional y por todo el apoyo brindado durante mi estancia.

Al Doctor David Martínez Sánchez por sus asesorías, experiencias compartidas y apoyo en mi formación y realización de mi residencia profesional.

Al Ingeniero Néstor Pérez Paz por sus enseñanzas y apoyo incondicional, además de su paciencia, durante la etapa experimental de mi trabajo.

A Mis asesores por su tiempo e interés brindado al revisar este trabajo.

Al Dr. José Manuel Cabrera Toledo
M.C. Pedro Márquez Castillo
ING. Rodrigo Santiago Cabrera
M.C. Carlos Antonio Martínez

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico a Dios por ser la razón de mi existencia y llenarme de bendiciones todos los días; gracias Señor por darme fuerzas, por iluminar mi mente, y por permitirme culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres: Forinto Barrios Ramírez y Roselia Lucas José, por todo su amor, su confianza, por vivir y ser ellos mi fuente de superación y porque sin ellos no podría haber llegado a concluir mis estudios de licenciatura.

A mis hermanos Santos, Joel y Alma Delia Barrios Lucas, por haberme apoyado en todo momento y por creer siempre en mí.

A todos los amigos y compañeros (Ivonne, Maibí, Josefina, Doris, Lizbeth, Luis Fernando, Marina, con los que tuve la fortuna de convivir durante los años de mis estudios de la carrera, en especial a las juanas; Aurora Santiago Guendulain y Heidi Casique Millán, gracias por los grandes momentos pasados a su lado, por la experiencia y paciencia que tuvieron al apoyarme durante el desarrollo de mi tesis profesional.

A mi novio Juan Hernández Duran, por su amor incondicional y las asesorías brindadas en el desarrollo de la tesis profesional, y por creer siempre en mí.

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURA	vii
RESUMEN	v
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	2
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 General	3
1.1.2 Especifico.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN	4
1.2.1 Técnica	4
1.2.2 Económica.....	4
1.2.3 Social.....	5
1.2.4 Ecológica	5
CAPITULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Importancia socioeconómica del cultivo	6
2.2 Definición	7
2.3 Origen.....	7
2.4 Clasificación taxonómica.	8
2.5 Descripción morfológica.	9
2.6 Exigencias edáficas y climáticas	10
2.7 Principales plagas del chile de agua <i>Capsicum annuum</i> L. en los Valles Centrales de Oaxaca.	13
2.7.1 Control de plagas y enfermedades	14
2.8 Sustratos	14
2.9 Descripción de los materiales para la elaboración de los sustratos orgánicos.....	15
2.9.1 Abono orgánico tipo Bocashi.....	15
2.9.2 Abono orgánico tipo “Natur abono”	16
2.10 Extractos vegetales	17
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS	18
3.1. Localización del área de estudio	18

3.2 Acondicionamiento del área experimental	19
3.2.1 Acondicionamiento del invernadero	19
3.2.2 Desinfección del invernadero	20
3.3 Preparación de abonos orgánicos	20
3.3.1 Tipo Bocashi	20
3.4 Abono orgánico tipo "Natur abono"	22
3.5 Supermagro	22
3.6 Preparación de extractos vegetales.	23
3.6.1 Cola de caballo <i>Equisetum arvense</i> L.	23
3.6.2 Fermento de chile, ajo y cebolla	24
3.6.3 Fermento de chile, ajo y alcohol	24
3.6.4 caldo sulfocálcico.....	25
3.7 Desinfección de charolas	25
3.8 Establecimiento de almácigos de chile de agua.....	26
3.9 Preparación de las camas de siembra	27
3.10 Trasplante del chile de agua <i>Capsicum annuum</i> L. en las camas de siembra.....	28
3.10.1 Actividades culturales.....	30
3.11 Aplicación de abonos orgánicos al chile de agua	30
3.11.1 Aplicación de "Natur abono"	30
3.10.1 Aplicación de Bocashi	31
3.12 Aplicación de extractos vegetales	32
3.12.1 Fermento de chile, ajo y cebolla.	32
3.12.2 Cola de caballo <i>Equisetum arvense</i> L	32
3.12.3 Chile, ajo y alcohol.....	33
3.13 Riegos.....	33
3.14 Manejo del cultivo	34
3.14.1 Tutorado.....	34
3.14.2 Polinización	35
3.14.3 Guano y algas marinas	35
3.14.4 Fertilización con Súper magro.....	35
3.15 Cosecha	36

3.1	Diseño experimental.....	37
3.17	Tratamientos (factores en estudio)	38
3.18	Variables en estudio.....	39
3.18.2	Altura de la planta.	39
3.18.3	Diámetro del tallo.	39
3.18.4	Número de hojas.	40
3.18.5	Número de flores.....	40
3.18.6	Número total de frutos (Rendimiento)	40
3.19	Análisis estadístico.....	41
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....		42
4.1	Altura de planta.....	42
4.1.2	Diámetro del tallo	46
4.1.3	Número de hojas	50
4.1.4	Número de flores.	54
4.1.5	Número de frutos.	60
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		65
5.1	Conclusiones.....	65
5.2	Recomendaciones	66
CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA.....		67

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Página
1	Clasificación taxonómica del Chile de agua <i>Capsicum annuum</i> L.....	8
2	Presencia de plagas durante el desarrollo del establecimiento del cultivo del chile de agua.....	13
3	Control de plagas y enfermedades de extractos vegetales durante el establecimiento del ciclo productivo del chile de agua.....	14
4	Factores en estudio del chile de agua <i>Capsicum annuum</i> L.....	37
5	Tratamientos del chile de agua <i>Capsicum annuum</i> L.....	38
6	Análisis de varianza para altura de la planta del chile de agua.CIIDIR.2015.....	43
7	Análisis de varianza para diámetro del tallo del chile de agua.CIIDIR.2015.....	46
8	Análisis de varianza para la variable número de hojas de chile de agua.CIIDIR.2015.....	51
9	Análisis de varianza para la variable número de flores del cultivo de chile de agua.CIIDIR.2015.....	54
10	Análisis de varianza de número de frutos. CIIDIR.2015.....	60

ÍNDICE DE FIGURA

Figura N°		Página
1	Planta de chile de agua	10
2	Estructura de la Flor.....	10
3	Localización del CIIDIR, 2015.....	18
4	Acondicionamiento del invernadero .CIIDIR, 2015.....	19
5	Preparación de abonos orgánicos tipo bocashi. CIIDIR, 2015.....	21
6	Abono orgánico. CIIDIR, 2015.....	22
7	Preparación de supermagro.CIIDIR, 2015.....	23
8	Preparación de extractos vegetales. Cola de caballo. CIIDIR, 2015.....	24
9	Desinfección de charolas. CIIDIR, 2015.....	25
10	Llenado de charolas para la siembra. CIIDIR, 2015.....	27
11	Germinación de las semillas de chile de agua. CIIDIR, 2015.....	27
12	Preparación de las camas de siembra. CIIDIR, 2015.....	28
13	Croquis del diseño experimental en el cultivo de chile de agua.CIIDIR, 2015.....	29
14	Trasplante del chile de agua. CIIDIR, 2015.....	30
15	Aplicación de natur abono. CIIDIR, 2015.....	31
16	Aplicación de Bocashi. CIIDIR, 2015.....	31
17	Aplicación de extractos vegetales. CIIDIR, 2015.....	33
18	Tutorado de las plantas. CIIDIR, 2015.....	34
19	Cosecha del chile de agua. CIIDIR, 2015.....	36
20	Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable altura de la planta de chile de agua para el factor plástico en el CIIDIR, 2015.....	43
21	Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable altura de la planta de chile de agua para el factor sustrato. CIIDIR, 2015.....	44

22	Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable altura de la planta de chile de agua para la interacción plástico x sustrato x suelo. CIIDIR, 2015.....	45
23	Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable diámetro del tallo de chile de agua para el factor sustrato CIIDIR, 2015.....	47
24	Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable diámetro del tallo de chile de agua para la interacción plástico – sustrato. CIIDIR, 2015.....	48
25	Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable diámetro del tallo de chile de agua para la interacción sustrato – colecta. CIIDIR, 2015.....	48
26	Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable diámetro del tallo de chile de agua para plástico - sustrato – colecta. CIIDIR, 2015.....	49
27	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de hojas del chile de agua para el factor colecta. CIIDIR, 2015.....	51
28	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de hojas del chile de agua para la interacción plástico – colecta. CIIDIR, 2015.....	51
29	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de hojas del chile de agua para la interacción sustrato – colecta. CIIDIR, 2015.....	52
30	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de hojas del chile de agua para la interacción plástico-sustrato-colecta CIIDIR, 2015.....	53
31	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para el factor plástico. CIIDIR, 2015.....	55
32	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para el factor sustrato. CIIDIR, 2015.....	55
33	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para el factor colecta. CIIDIR, 2015.....	56
34	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para la interacción plástico – sustrato. CIIDIR, 2015.....	57
35	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para la interacción plástico – colecta. CIIDIR, 2015.....	57
36	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para la interacción sustrato – colecta. CIIDIR, 2015.....	58

37	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para la interacción plástico-sustrato – colecta. CIIDIR, 2015.....	58
38	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de frutos del chile de agua para el factor sustrato. CIIDIR, 2015.....	60
39	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de frutos del chile de agua para el factor colecta. CIIDIR, 2015.....	61
40	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de frutos del chile de agua para la interacción: plástico-sustrato. CIIDIR, 2015.....	61
41	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de frutos del chile de agua para la interacción: sustrato-colecta. CIIDIR, 2015.....	62
42	Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de frutos del chile de agua para la interacción: plástico-sustrato-colecta. CIIDIR, 2015.....	62

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el Centro de Investigación Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional, dependiente del Instituto Politécnico Nacional-Unidad Oaxaca (CIIDIR-IPN OAXACA). El trabajo consistió en el efecto de 3 principales factores, sustratos: Bocashi, Natur abono y suelo, color de cubierta: Blanco, Verde y Transparente y colectas: Ejutla, Cuilapam. Se utilizó el diseño experimental por factoriales con tres factores, con tres repeticiones y, se evaluaron 18 tratamientos producto de la combinación de los plásticos, sustratos y colectas; cada unidad experimental estuvo constituida por 6 plantas, las variables estudiadas fueron sometidas a un análisis de varianza (ANOVA) mediante el paquete estadístico (SAS). Se detectaron diferencias significativas entre los factores plásticos, la cubierta plástica de color blanco obtuvo significativa en las variables altura de la planta con promedio de 113.66 cm, diámetro del tallo 1.69 cm, número de flores 26.66 y en número de frutos 26.00. Para el factor sustrato, la mezcla de suelo afectó positivamente proporcionando mayor respuesta en la variable altura de la planta con 113.66 cm, y la mezcla de bocashi proporciono el mejor promedio para número de hojas con 165.67 hojas por planta, número de frutos de 26.66 y número de frutos con 26.00, finalmente para el factor colecta, la variedad Ejutla fue la que manifestó mayores promedios para todas las variables en comparación a la colecta Cuilapam.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile *Capsicum annuum* L. es de gran importancia en México, debido a que nuestro país se considera como el centro de origen y domesticación de esta especie y en consecuencia por el gran número de tipos de chile que posee. Actualmente es una de las especies más importantes con usos múltiples, se estima que una de cada cuatro personas lo consume diariamente (Ortega *et al.*, 2000) en fresco o deshidratado, como ingrediente principal o como especia en comidas típicas, o en forma de productos industrializados, además de que es una fuente importante de Vitamina A y Vitamina C, de potasio y de calcio (Rincón y Zavala, 2000).

En Oaxaca se siembran diferentes tipos de chile desde las dulces hasta las más picantes, todas de diversos sabores, tamaños y colores. A su vez éstos se utilizan frescos, secos o preparados, bajo un gran abanico de variantes regionales. Pero en Valles Centrales se destaca por la alta producción de chile de agua y es la única región donde se siembra anualmente 1500 hectáreas con

un rendimiento promedio de 6 a 8 toneladas por hectárea, es por ello que se considera esta hortaliza como un símbolo de la región, además tiene gran importancia económica y social donde se cultiva y se consume desde 1986. En el 2014 Oaxaca ocupó el 11° lugar nacional de superficie ocupada con un aproximado de 149 hectáreas, dedicadas principalmente a los tipos Jalapeño, de Agua, Taviche, Soledad, Costeño y Huacle (López y Castro, 2014).

Uno de los principales problemas para el incremento de la producción del chile de agua es el uso irracional de fertilizantes y pesticidas, causando un alto costo de producción además de perjudicar al ambiente y a la salud humana. La agricultura alternativa promueve la biodiversidad del suelo, a través de la incorporación de la materia orgánica que nutra a los microorganismos de suelo pues son ellos los responsables que los nutrientes queden disponibles para las plantas, sin contar que también mejoran las condiciones físicas del suelo; estas mejoras pueden conseguirse mediante el empleo de abonos orgánicos, los cuales se definen como fertilizantes de origen natural y de los que dependen el quehacer de la agricultura orgánica. En el siglo XX con la llegada de la agricultura intensiva, cuando surge el problema de empobrecimiento de los suelos, este fenómeno paradójicamente se emplea inmediatamente después del descubrimiento de los fertilizantes minerales, en plena era de la agricultura química. En la actualidad la mayoría de los suelos agrícolas del país tiene un porcentaje de materia orgánica muy inferior al necesario para garantizar la estabilidad y la fertilidad del suelo (López y Castro, 2014).

El presente proyecto tiene la finalidad de estudiar abonos orgánicos que proporcionan mejores condiciones de crecimiento y nutrición a las plantas, así como la utilización de extractos vegetales para el control de plagas y enfermedades por lo que las plantas en su evolución han desarrollado mecanismos de defensas contra insectos, hongos y otros organismos nocivos que pueden ser utilizados como insecticidas botánicos al prepararlos como extractos vegetales acuosos, actuando estos en forma eficaz en el control de plagas y de esta forma, reducir el uso de plaguicidas y proteger el ambiente e influir positivamente en la economía de los productores. La utilización de los sistemas productivos busca una barrera entre el cultivo y los factores climáticos y bióticos que pudieran afectarlo. La utilización de ambientes controlados, como cultivo en invernadero, macrotúneles, etc. bajo un adecuado manejo agronómico, podrá aumentar la producción y mejorar la calidad de los frutos en los cultivos hortícolas (Martínez, 2010).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

Evaluar diferentes abonos orgánicos para la producción de chile de agua *Capsicum annuum* L. en ambientes controlados.

1.1.2 Especifico

a) Evaluar dos colectas de chile de agua *Capsicum annuum* L, empleando abonos orgánicos bajo diferentes cubiertas.

- b) Comparar las características agronómicas del cultivo de chile de agua *Capsicum annuum* L. con diferentes abonos orgánicos, bajo diferentes cubiertas.
- c) Determinar el rendimiento del cultivo de chile de agua *Capsicum annuum* L. con diferentes abonos orgánicos bajo diferentes cubiertas.

1.2 JUSTIFICACIÓN

1.2.1 Técnica

El cultivo de hortalizas (tomates y chiles) en los Valles Centrales de Oaxaca, se efectúa principalmente a cielo abierto, sin embargo en los últimos años ha ido creciendo su producción en ambientes controlados con el uso de invernaderos, macrotúneles, microtúneles y con cubiertas plásticas (Agribon). Con el uso de estas estructuras, se busca generar y adecuar alternativas tecnológicas que pueden incrementar y sostener los rendimientos.

Por lo que es necesario conocer los parámetros del chile de agua para programar el cultivo en épocas adecuadas para su desarrollo en condiciones protegidas para poder controlar la temperatura, la humedad relativa, la radiación solar, la fertilización, el riego, la polinización, las plagas y enfermedades, etc; y poder obtener una mayor rentabilidad.

1.2.2 Económica

Con esta investigación se podrá conocer los parámetros viables en el cultivo de chile de agua *Capsicum annuum* L con potencial económico en la región, su

producción se desarrollara en agricultura protegida (macrotúnel), los conocimientos que se genere ayudara a los productores de chile de agua a emplear métodos más eficientes que proporcionen una mayor rentabilidad.

1.2.3 Social

Con el presente trabajo y los conocimientos que se genere del cultivo de chile de agua *Capsicum annuum* L y las condiciones de manejo a experimentar se podrá motivar y capacitar a los productores para mejorar su sistema de producción y así optimizar sus recursos empleando técnicas adaptables al medio que contribuyan en la rentabilidad y calidad del producto.

1.2.4 Ecológica

El sistema de producción del cultivo de chile de agua se realizara lo más sustentable posible, lo cual se utilizara abonos orgánicos; Bocashi y Natur abono en una producción intensiva de chile de agua *Capsicum annuum* L., para el suministro de nutrientes a la planta y con ello eliminar el uso de fertilizantes químicos. Y para el control de plagas y enfermedades la utilización de extractos vegetales de esta forma reducir el uso de plaguicidas y proteger el ambiente. Se utilizara semilla originaria de la región de los Valles Centrales de Oaxaca para conservar la variabilidad existente.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia socioeconómica del cultivo

La importancia de la producción de chile de agua radica en forma exclusiva en el estado de Oaxaca, ya que, esta especie se cultiva solamente en el territorio Oaxaqueño, predominándose en la región de los Valles Centrales.

Jiménez (2010), señala que el chile de agua *Capsicum annuum* L. se cultiva durante todo el año, la comercialización generalmente se lleva a cabo en los mercados locales, principalmente en la “Central de Abastos “de la ciudad de Oaxaca. Se comercializa localmente en una unidad de medida, conocida como “carga“ o canastos de 35 kg y el precio varía de acuerdo a la época del año y a la calidad del producto. Actualmente cada fruto en fresco cuesta entre \$2.00 y \$3.00 (Ambrosio, 2007).

Este cultivo es generador de un elevado número de empleo rural, utilizando de 120 a 150 jornales por hectárea, donde se emplea un alto porcentaje de mano de obra femenil e infantil (López, 2007); y es un cultivo altamente redituable

constituyendo un importante fuente de ingresos para un gran número de familias campesinas (Jiménez, 2010); además, de que forma parte de la gastronomía típica regional (López, 2007). Por lo anterior, dicho cultivo cumple una función social y económica importante para los productores de la región La producción se lleva a cabo en campo abierto, cubiertas flotantes e incluso invernaderos; sin embargo, estos últimos representan altos costos de inversión inicial, aunque el rendimiento aumenta considerablemente (Vásquez, 2005).

2.2 Definición

El nombre se deriva del náhuatl, *chilli* y se aplica a números variedades y formas de la planta herbácea o subarborescente anual *Capsicum annum* de la familia de las solanáceas, aunque algunas corresponde a la especie arbustiva perenne *C. frutesces*. El chile es originario de México, Centro y Sudamérica se cultiva en tierras templadas y calientes (Muñoz, 1996).

2.3 Origen

Sobre el origen del chile de agua (guiña' o guiñ'i en Zapoteco) existen dos teorías, la menos aceptada indica que fue traída del norte del país a Oaxaca por un grupo de jornaleros agrícolas en temporada de pizca de algodón; y la segunda comentada por los productores y que aseguran que sus ancestros conocían este cultivo atribuyéndole más de cien años (López, 2007). Esto coincide con el hecho

de que en la actualidad no se tienen noticias de este cultivo en otras partes de la república, salvo en el caso del estado de Puebla que comienza a introducir almácigo de chile de agua, pero según lo mencionan productores y comerciantes, la semilla la adquieren en comunidades y mercados del Valle de Oaxaca de donde se presume, el chile de agua es originario y exclusivo (Vásquez, 2005).

2.4 Clasificación taxonómica.

La planta de chile de agua, se clasifica de la siguiente manera:

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del Chile de agua *Capsicum annum* L.
(López, 2005, Pérez y Castro, 2008).

Reino	Vegetal
División	Spermatophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotyledonae
Subclase	Coroliflorae
Orden	Tubiflorae
Suborden	Solanaceae
Tribu	Solanae
Genero	Capsicum
Especie	annuum
Tipo	Chile de agua

2.5 Descripción morfológica.

El chile de agua *Capsicum annuum* L. es una planta herbácea anual, con ramificaciones dicotómica, altura promedio de 60 cm (López, 2007). , raíz típica con un gran número de raíces secundarias en longitud promedio de 27 cm, tallo erecto (Figura 1), epigeo, herbáceo, semileñoso, cilíndrico, sin pubescencia, de color verde (Virgen, 2006). Sus hojas son alternas y ovaladas, con ápice acuminado, base atenuada, borde liso, pinnadamente nervadas, glabras en haz y envés (Bayer de México, S.A de C.V. 2011).

Flores axilares, solitarias, completas y perfectas (Figura 2). El peciolo mide 3 cm, de largo. Cáliz gamopétalo, formado por siete sépalos y es membranoso corto y resistente. Corola fusionada hacia la base, pétalos blancos en número de cinco y residuos. El ápice está formado de lóbulos acutados y redondeados, epipetalos, hipogineos y de seis estambres con filamentos cortos. Las antenas son dehiscentes, longitudinales y basificadas, el gineceo es supero y el estilo corto. Sus estimas son capitados y de placentación axilar (Nuez, 2000).

Fruto es una baya de forma cónica alargada con una longitud promedio de 14 cm y 5 cm de diámetro en su base, pedúnculo grueso de 5 a 10 mm de diámetro, glabro y de 3 cm de largo aproximadamente, es de color verde oscuro, verde amarillento, rojo intenso y brillante en su madurez, pericarpio delgada que va, aproximadamente, de 1 a 3 mm de espesor (López, 2007 b).



Figura 1. Planta de chile de agua



Figura 2. Estructura de la Flor

2.6 Exigencias edáficas y climáticas

a) Temperatura

Para la germinación requiere una temperatura optima entre 20 a 30 °C, soportando una mínima de 13 y una máxima de 35 °C,; por arriba de esta temperatura, es difícil que se produzca germinación (Nuez, *et al.*, 2003).

Con temperaturas de 20 a 25 °C, la germinación se inicia entre los 7 a 8 días después de la siembra (Valadez, 1993).

Para el crecimiento vegetativo demanda de 20 a 25 °C en el día y de 16 a 18 °C en la noche. Durante la floración y fructificación necesita de temperaturas óptimas que van de 26 a 28 durante el día y de 18 a 20. Las bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral dan lugar, entre otras cosas, a la malformación de flores con pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, entre otras anomalías. Las bajas temperaturas durante el fructificación provocan la formación de frutos de menor tamaño que pueden presentar deformaciones (Zapata *et al.*, 1992).

López (2007), menciona que las localidades donde se establecen el chile de agua, presentan básicamente los climas semicalido subhúmedos (A) C (W "o) b (i') g y el semicalido seco BS1 (h') w" (i') g. el primero es un clima templado semicalido con lluvias en verano, que se caracteriza por ser el menos seco de los BS (secos o esteparios) (García, 1988).

b) Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 y el 70 %. Humedades relativas altas favorecen el desarrollo de enfermedades del follaje y dificultan la fecundación. Las altas temperaturas y humedad relativa baja pueden ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (Nuez *et al.*, 2003).

c) precipitación

La precipitación en las zonas productoras es de 561.4 a 746.6 mm con un periodo de lluvia definido de abril a octubre, a excepción del mes de agosto en el que con frecuencia se presenta la canícula (López, 2007 b).

d) Luminosidad

Es una planta exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estadios de desarrollo y durante la floración (Nuez *et al.*, 2003).

e) Suelo

Los suelos más adecuados para el cultivo del chile son los franco-arenoso, profundos, buen drenaje, con 3-4 % de materia orgánica. Los valores de pH óptimos oscilan entre 6.5 y 7.0, aunque pueden tolerar ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5.5). El pH óptimo del agua de riego está entre 5.5 y 7.0. Es moderadamente tolerante a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego (Nuez *et al.*, 2003).

Se cultiva principalmente en los suelos clasificados dentro de la serie Feozem, cuya formación es producto de acarreos aluviales en los márgenes de los ríos Atoyac y Salado. Este suelo se caracteriza por poseer una textura franca, aunque también se encuentran en menor escala en los suelos arcillosos, su pH es ligeramente alcalino, con valores de hasta 7.6 (López, 2007 b).

2.7 Principales plagas del chile de agua *Capsicum annuum* L. en los Valles Centrales de Oaxaca.

Una amplia variedad de plagas de insectos pueden causar daño significativo en plantaciones de chile de agua. Los gusanos cortadores (*Agrotis* y *Spodoptera spp.*), pueden ser plagas comunes en las primeras etapas de desarrollo de la planta. Más tarde en la plantación definitiva, los áfidos (*Myzus persicae*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y el psílido del tomate (*Paratrioza cockerell*) pueden llegar a niveles dañinos, aunque lo más importante es el hecho que éstos son vectores de varias enfermedades serias causadas por virus. El gusano del fruto del tomate (*Helicoverpa zea*) puede causar daño al follaje y fruto; el picudo o barrenillo del chile (*Anthonomus eugenii*) es considerado actualmente como la principal plaga del cultivo de chile de agua. En ocasiones este cultivo también puede ser afectado por la presencia de ácaros y minadores (López, 2007 a).

En el Cuadro 2, se identifica las principales plagas presentadas y el total de cada una durante los periodos de muestreo en el desarrollo del cultivo de chile de agua en ambientes controlados.

Cuadro 2. Presencia de plagas durante el desarrollo del establecimiento del cultivo del chile de agua

Plagas	15 días de muestreo	20 días de muestreo	30 días de muestreo
Pulga saltona <i>Epitrix Cucumeris</i>	0	15	0
Pulgones <i>Aphididae</i>	0	20	30
Araña roja <i>Tetranychus urticae</i>	0	8	20

(Bayer, 2012 y Barrios, 2015).

2.7.1 Control de plagas y enfermedades

En el Cuadro 3. Se describen los extractos vegetales utilizados en el control de plagas y enfermedades en el cultivo de chile de agua y las dosis utilizadas así como el tipo de efecto que tenía cada extracto vegetal de acuerdo a sus características en la preparación acuosa.

Cuadro 3. Control de plagas y enfermedades de extractos vegetales durante el establecimiento del ciclo productivo del chile de agua.

Plagas	Dosis gr/L	Fechas de aplicación					Efecto
		15 días	20 días	25 días	30 días	90 días	
Chile, Ajo y Cebolla	250/L	x		x		x	Repelente
Cola de caballo <i>Equisetum arvense</i> L	250/L		x		x		Fungicida y Acaricida
Chile, Ajo y Alcohol	100/L	x		x	x		Repelente, Insecticida y Fungicida
Caldo sulfocalcico	100/L				x	x	Fungicida, Acaricida, Insecticida y Repelente

(Barrios, 2015)

2.8 Sustratos

El sustrato puede asegurarse, sin exageración, el principal factor del que depende el éxito de un cultivo en contenedor, es la calidad del sustrato elegido y la finalidad más importante de un sustrato es producir una planta de alta calidad en un tiempo menor, a bajo costo (García, 2006).

El término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno (Calderón, 2006); sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (INFOAGRO, 2010).

Los Sustratos orgánicos: Son aquellos que tienen origen orgánico, y que aportan algunos o varios nutrimentos para el desarrollo de las plantas que crecen sobre ellos. Como principales sustratos orgánicos están los suelos naturales y modificados, la tierra de hoja de encino, hoja de pino, la corteza de los árboles, fibra de coco, cascarilla de arroz, estiércoles, las compostas y lombricompostas, la turba, entre otros (Bastida, 2002).

2.9 Descripción de los materiales para la elaboración de los sustratos orgánicos

2.9.1 Abono orgánico tipo Bocashi

La elaboración del abono tipo Bocashi se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos y temperaturas controladas a través de

poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos, que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición, aunque presenta en su composición mayor contenido de sales, pH y fósforo. Es un abono orgánico, rico en nutrientes necesario para el desarrollo de los cultivos, se obtiene a partir de la fermentación de materiales secos convenientemente mezclados. Los nutrientes que se obtienen de la fermentación de los materiales contienen elementos mayores y menores, los cuales forman un abono completo superior a las fórmulas de fertilizantes químicos. Se usa para suministrar los nutrientes necesarios y adecuados al suelo, donde son absorbidos por las raíces de los cultivos para su normal desarrollo. Se debe utilizar la mayor diversidad posible de materiales, para garantizar un mayor equilibrio nutricional del abono (Gallo y Viana, 2005).

2.9.2 Abono orgánico tipo “Natur abono”

“Natur Abono” es un fertilizante orgánico que se adapta para controlar plagas y enfermedades a través de microorganismos benéficos que aportan y liberan nutrientes, los cuales pueden ser adecuados para cubrir las necesidades específicas del cultivo agrícola. El natur abono es un mejorador y recuperador de suelos dañados, ya que aporta materia orgánica y microorganismos que desde la primera aplicación liberan nutrientes bloqueados al tiempo que regula los niveles de pH, incrementando la fertilidad del suelo. Aumenta el rendimiento de todo tipo de suelos ya que previene el uso excesivo de insumos químicos,

logra retener la humedad hasta 15 veces su peso, además de ser benéfico para el ambiente. (Manual Técnico, 2015).

2.10 Extractos vegetales

Se obtiene a partir de una solución resultado del tratamiento de plantas o partes de ellas, con un solvente, el cual es adicionalmente concentrado a través de evaporación, destilación o algún otro proceso. Los extractos de muchas plantas han mostrado tener compuestos de bajo peso molecular que inhiben el crecimiento de hongos *in vitro*. Las plantas han desarrollado diversas estrategias de defensa contra condiciones de estrés biótico y abiótico. Como parte de la protección química de las plantas frente a patógenos, una de las estrategias utilizadas por las plantas es la producción de metabolitos secundarios, con actividad antimicrobiana, en contra de herbívoros o con actividad antioxidante (Croteau *et al.*, 2000).

Los metabolitos secundarios están presentes en todas las plantas superiores, usualmente con una alta diversidad estructural. Los metabolitos secundarios también se conocen como “Fitoanticipinas”, y los compuestos que se producen en respuesta al ataque de patógenos son llamados “fitoalexinas”. Los patógenos responden a las defensas químicas de la planta hospedera por medio de genes que los ayudan a evitarlas, degradarlas y alteran su fisiología (Agrios, 2005)

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del área de estudio

El trabajo se realizó en condiciones de bioespacio en las instalaciones del Centro de Investigación Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional dependiente del Instituto Politécnico Nacional - Unidad Oaxaca (CIIDIR-IPNOAXACA), Localizado en el municipio, de Santa Cruz Xoxocotlan en la región de los Valles Centrales (Figura 3), perteneciente al Distrito del Centro. El cual se ubica en las coordenadas 17° 02' latitud norte, 96° 44' longitud oeste, a una altitud de 1,530 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2008).



Figura 3. Localización del CIIDIR, 2015

3.2 Acondicionamiento del área experimental

El área experimental consistió en un invernadero tipo macrotúnel con ventilación cenital con dimensiones de 23 metros de longitud por 6 metros de ancho con cubierta plástica de color blanco lechoso de calibre 700, verde clorofila de calibre 1000 y transparente de calibre 800. Las actividades que se desempeñaron fueron las siguientes.

3.2.1 Acondicionamiento del invernadero

Dentro de las actividades realizadas se encontraron las siguientes: se retiró el material del proyecto anterior, la eliminación de maleza fue de forma manual dentro y fuera del invernadero, dejándolo vacío (Figura 4).



Figura 4. Acondicionamiento del invernadero .CIIDIR, 2015.

3.2.2 Desinfección del invernadero

Se realizó la aspersión de un insecticida a base del ingrediente activo de cipermetrina a una dosis de 2 ml por cada litro de agua, la cual fue asperjada en el interior para la eliminación de insectos y larvas que pudieran incrementar su población y afectar el buen desarrollo del cultivo.

3.3 Preparación de abonos orgánicos

3.3.1 Tipo Bocashi

Para la preparación de este abono se apoyó de la cartilla diseñada por Jairo Restrepo y se realizaron algunas modificaciones.

1.- Se colocaron por capas los ingredientes en el siguiente orden: 50 kilos de tierra, 50 kilos de estiércol, 1 costal de carbón y 3 costales llenos de rastrojo.

2.- Los 4 kilos de panela se disolvió en agua tibia. Se diluyo en el agua que se fue utilizando.

3.- El agua se aplicó uniformemente mientras se hacia la mezcla de todos los ingredientes y solamente la necesaria.

4.-Se dieron 6 vueltas a toda la mezcla hasta lograr su uniformidad.

5.-Una vez mezclado, se extendió hasta una altura máxima de 50 cm.

6.- Se cubrió con costales.

A los primeros cuatro días se dieron 2 vueltas a la mezcla (por la mañana y tarde).

A partir del 4to. día se le dio una vuelta al día.

La fermentación del abono se logró a los 15 días y su grado de maduración apropiada y su temperatura fue igual a la temperatura ambiente, su color fue gris claro, quedando seco con un aspecto de polvo arenoso y su consistencia suelta (Figura 5) (Restrepo,1995).



Figura 5. Preparación de abonos orgánicos tipo Bocashi. CIIDIR, 2015.

3.4 Abono orgánico tipo "Natur abono"

El "Natur abono" se adquirió en el mercado, es un fertilizante orgánico que se adapta para controlar plagas y enfermedades a través de microorganismos benéficos que aportan y liberan nutrientes, los cuales pueden ser adecuados para cubrir las necesidades específicas del cultivo agrícola, (figura 6)



figura 6. Abono orgánico. CIIDIR,2015

3.5 Supermagro

Para la elaboración de supermagro se respaldó de la cartilla de Jairo Restrepo y se realizaron algunas modificaciones.

1.- En un recipiente de 20 litros (plástico y con tapa), se colocaron 2 kg. de estiércol fresco, 10 litros de agua, un litro de leche y un litro de melaza o 500 gr. de panela disuelta en agua tibia. Se revolvió bien y dejó fermentar por 3 días.

2.- Posteriormente, cada 3 días se diluyeron cada uno de los minerales en agua tibia y se les agregó un litro de leche y 500 gr. de panela.

Esta mezcla se agregó al fermentado anterior, revolviéndolo bien.

3.-Los ingredientes complementarios se fueron agregando con los minerales.

Después de haber agregado todas las sales, se tapó y se dejó fermentar por 30 días (figura 7) (Restrepo, 2000).



Figura 7. Preparación de supermagro. CIIDIR, 2015

3.6 Preparación de extractos vegetales.

3.6.1 Cola de caballo *Equisetum arvense* L.

Se cortaron las hojas en trozos de 1 cm². Después se colocaron en un recipiente con tapa, se agregó 1 litro de agua hasta que se cubriera totalmente, se dejó reposar por 12 horas a temperatura ambiente.

Al finalizar se procedió hervir, la mezcla por 15 minutos a fuego lento después se dejó reposar hasta que se enfrió, al finalizar este periodo se procedió a colar el líquido (separarlo del sólido), (Figura 8).



Figura 8. Preparación de extractos vegetales. Cola de caballo. CIIDIR, 2015.

3.6.2 Fermento de chile, ajo y cebolla

Se cortaron por trozos de 1 cm², la cebolla (previamente se quita la cutícula), al ajo (se le quita la cascara) y al chile se le quita el pedúnculo y se machacan.

Se añade un litro de agua, se tapa y deja reposar por 48 horas. Transcurridos estas horas se cuele y se vierte en un recipiente.

3.6.3 Fermento de chile, ajo y alcohol

Se cortaron por trozos de 1 cm², el ajo previamente se le quita la cascara, al chile se le retira el pedúnculo y se machacan. Se añade 500 ml de alcohol, se tapa y

se deja reposar por 24 horas. Al día siguiente se cuela y se vierte en un recipiente.

3.6.4 caldo sulfocálcico

Para elaborar el caldo sulfocálcico se apoyó de la cartilla de Jairo Restrepo y se realizaron algunas modificaciones.

Se colocó en un depósito metálico 25 litros de agua hasta que hierva, cuando el agua está hirviendo se le agrega 5 kilos de azufre y 2 kilos de cal, se mezcla constantemente con una pala de madera, aproximadamente una hora con fuego fuerte, la mezcla al cambiar de color amarillo a color rojo ladrillo; se deja reposar hasta que se enfríe, y se envasa en botellas de plásticos (Restrepo, 2007).

3.7 Desinfección de charolas

Se desinfectaron 4 charolas de poliestireno de 200 cavidades con solución de hipoclorito de sodio al 10%, (figura 9).



Figura 9. Desinfección de charolas. CIIDIR, 2015.

3.8 Establecimiento de almácigos de chile de agua.

Se programó la preparación de semilleros a los 40 días antes de ejecutar el trasplante al campo experimental definitivo, para lo cual se preparó en óptimas condiciones, para la germinación y desarrollo de las plántulas.

Esta técnica permitió un mejor control de las condiciones ambientales tales como: la temperatura (tapado), humedad (riegos), prevención de plagas, y el manejo adecuado del sistema de siembra y la selección de plántulas al momento del trasplante.

Se utilizaron plántulas producidas en charolas de poliestireno de 200 cavidades, de ellas se plantaron 2 charolas una por cada colecta, para asegurar la germinación de la plántula se utilizó el sustrato de Peat Moss marca Sunshi (Figura 10), (que contiene musgo Sphagnum y vermiculita, a una proporción de 80-20 respectivamente) proporcionando la suficiente humedad y nutrientes para la germinación.

El día 26 de junio se sembró en las charolas de poliestireno depositando dos semillas por cavidad a una profundidad de 1 a 1.5 centímetros, posteriormente se dio un riego saturando el sustrato su capacidad en contenido de humedad, finalmente se colocó las charolas una encima de otra y se cubrió con un plástico de color negro con la finalidad de aumentar las condiciones para la emergencia.

Se revisó cada tercer día la humedad de las mismas. La germinación (Figura 11), inicio a los 6 días después de la siembra; el día 6 de julio de la colecta Cuilapam y el 8 de julio la colecta Ejutla, las charolas se colocaron en un lugar definitivo

acompañadas en una estructura que evite el contacto con el suelo, para permitir la aireación y el drenaje.



Figura 10. Llenado de charolas para la siembra. CIIDIR, 2015



Figura 11. Germinación de las semillas de chile de agua. CIIDIR, 2015

3.9 Preparación de las camas de siembra

Las camas de siembra se formaron mezclando 5 carretillas llenas de materia orgánica y 8 carretillas llenas de estiércol (bovino), de una longitud de 22 metros por un metro de ancho; finalmente se desinfecto con cal, (figura 12).



Figura 12. Preparación de las camas de siembra. CIIDIR, 2015

3.10 Trasplante del chile de agua *Capsicum annuum* L. en las camas de siembra

El trasplante del chile de agua se desarrolló bajo invernadero, los surcos fueron formados por hileras de camas de siembra, separadas entre 20 cm entre planta y planta, cada bloque estuvo constituido por seis plantas de cada colecta (Cuilapam y Ejutla) y la separación del pasillo de 70 cm.

Esta actividad se realizó a los 38 días después de la germinación, cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 15 cm y de cuatro a seis hojas verdaderas, cepellón y apariencia sana. (Figuras 14 y 15).

Cada bloque fue constituido por un sustrato diferente (bocashi, natur abono y suelo), y una colecta (Cuilapam y Ejutla) por tipo de sustrato (figura 13).

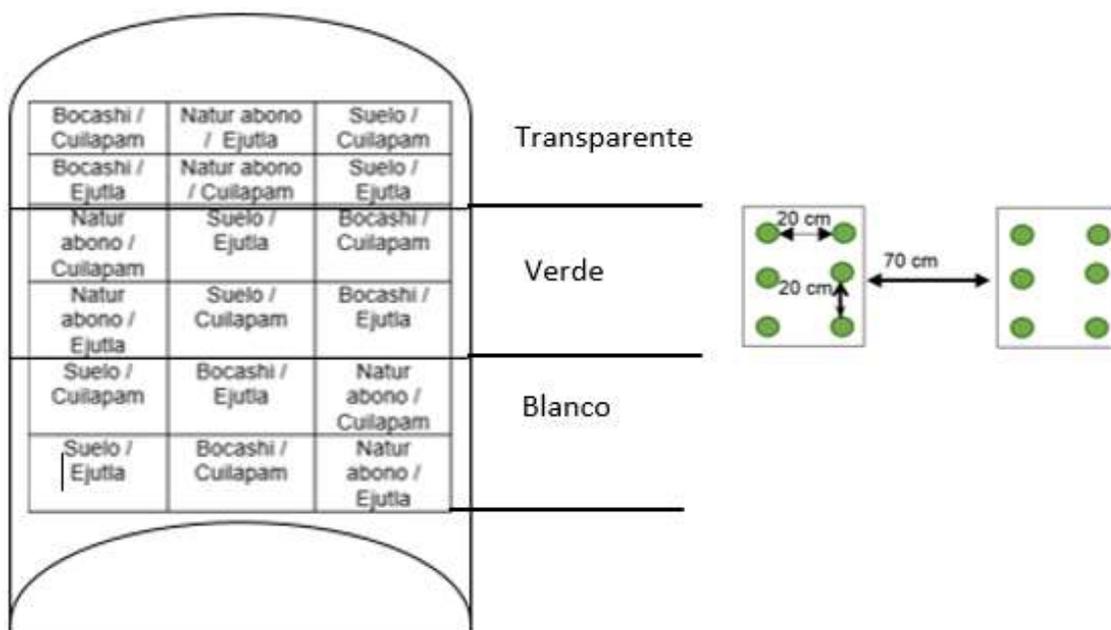


Figura 13. Croquis del diseño experimental en el cultivo de chile de agua. CIIDIR, 2015

Dos días antes de estas prácticas se aplicaron dos riegos a los almácigos y dos riegos a las camas de siembra, manteniendo la humedad hasta el trasplante. Esta labor se efectuó cuidando de que la raíz quedara vertical y el cuello de la plántula al nivel del sustrato.

Posteriormente al trasplante del chile de agua se aplicó una solución de 5 litros de cola de caballo de forma foliar con el objetivo de prevenir enfermedades ocasionadas por hongos.

Tres días después se aplicó una solución de 3 litros de súper magro en 25 litros de agua de forma foliar para nutrir a la planta de chile de agua.

3.10.1 Actividades culturales

Se realizaron labores culturales como la limpia en las camas de siembra para evitar la proliferación de hierbas que compitieran por nutrientes, con el fin de obtener las condiciones óptimas necesarias y de acceso para la toma de datos que permitan ver el efecto que puedan tener los abonos como sustratos en chile de agua *Capsicum annum* L.



Figura 14. Trasplante del chile de agua. CIIDIR, 2015

3.11 Aplicación de abonos orgánicos al chile de agua

3.11.1 Aplicación de "Natur abono"

En una báscula analítica se pesaron 500 gramos de "Natur abono" y se dispersó alrededor de la plántula al momento del trasplante de chile de agua *Capsicum annum* L., realizado a los 38 días después de la germinación (Figura 15).



Figura 15. Aplicación de Natur abono. CIIDIR, 2015

3.10.1 Aplicación de Bocashi

En una báscula analítica se pesaron 500 gramos de Bocashi y se dispersó alrededor de la plántula al momento del trasplante de chile de agua *Capsicum annuum* L, realizado a los 38 días después de la germinación (Figura 16)



Figura 16. Aplicación de Bocashi. CIIDIR, 2015.

3.12 Aplicación de extractos vegetales

Estas actividades se realizaron con el propósito de controlar las plagas que se presentaron en el transcurso de la investigación.

3.12.1 Fermento de chile, ajo y cebolla.

La primera aspersión se realizó a los 3 días después del trasplante y sucesivamente dos veces por semana en una bomba de 7 litros de agua se disolvió 1 litro del extracto de fermento de chile, ajo y cebolla y el resto aforado con agua hasta completar la capacidad de la bomba, la aplicación fue vía foliar durante el desarrollo de las plantas hasta la cosecha. Con el fin de prevenir las plagas del cultivo de chile de agua (pulgones y ácaros) y de enfermedades como el mildiu y cenicienta.

3.12.2 Cola de caballo *Equisetum arvense* L

La solución de cola de caballo se asperjó a los 6 días después del trasplante, y se continuó la aplicación una vez por semana, hasta el final de la producción de chile de agua, se utilizó una bomba de 7 litros; en el que se disolvió 1 litro de extracto de cola de caballo previamente reposado en 6 litros de agua y se realizó la aspersión de forma foliar para el control de enfermedades (mildiu) y la plaga (araña roja).

3.12.3 Chile, ajo y alcohol.

Se aplicó 3 veces durante la semana; en 1 litro de este extracto se mezcló con 6 litros de agua en una bomba 7 litros, para el control de pulgones, ácaros, mosca blanca y minador de las hojas.



Figura 17. Aplicación de extractos vegetales. CIIDIR, 2015

3.13 Riegos

Los almácigos se regaron diariamente, después del trasplante, los intervalos de riegos variaron entre uno a dos días dependiendo de las condiciones climatológicas que se presentaban durante el desarrollo del cultivo de chile de agua *Capsicum annuum* L.

3.14 Manejo del cultivo

Se realizó con la finalidad de proporcionarle al cultivo las condiciones propicias para su desarrollo adecuado. Las actividades que se llevaron a cabo fueron las siguientes.

3.14.1 Tutorado

El tutorado se inició cuando la planta de chile de agua alcanzó una altura de 30 cm, y sucesivamente cada 15 días conforme se desarrollaba la planta de chile de agua con la finalidad de mantener la planta erguida y con ello evitar que las hojas y frutos queden en contacto con el suelo y/o sustrato.

Esta labor se realizó con la ayuda de una rafia guiada de extremo a extremo de cada bloque (figura 17).



Figura 18. Tutorado de las plantas. CIIDIR, 2015

3.14.2 Polinización

La polinización se realizó manualmente agitando la rafia de cada planta y a los 38 días después del trasplante se colocaron ventiladores a los extremos del invernadero, esta labor se realizaba entre 9:00 am y las 13:00 pm, siendo la temperatura óptima de 21 °C y los 27°C. para este método.

3.14.3 Guano y algas marinas

Las aplicaciones del fertilizante Guano de murciélago y algas marinas, se realizaron con la finalidad de amarre de frutos de chile de agua ; con dosis de 30 ml x 7 litros de agua; 30 días después del trasplante del chile de agua y consecutivamente se aplicaron 2 aspersiones cada 10 días.

3.14.4 Fertilización con Súper magro

Se aplicó a los 36 días después del trasplante del chile de agua, consecutivamente cada 3 días, la aplicación se realizó vía foliar con una aspersora de 7 litros de capacidad. En ella se disolvieron 30 ml de súper magro, en 6 litros de agua. Con el fin de aportar nutrientes a la planta de chile de agua durante su desarrollo.

3.15 Cosecha

Se realizó manualmente el corte de los chiles de agua *Capsicum annuum* L. de acuerdo a su madurez fisiológica y al mismo tiempo se midieron diversas variables morfológicas del fruto (Figura 18). El primer corte se llevó a cabo a los 95 días después del trasplante (29 de septiembre del 2015) para todos los tratamientos, y después cada 8 días hasta finalizar la producción de chile de agua.



Figura 19. Cosecha del chile de agua. CIIDIR, 2015

3.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial con tres factores, completamente al azar, con 3 repeticiones

Se evaluaron 18 tratamientos, resultantes de la combinación factorial de tres tipos de cubierta plástica, tres tipos de sustrato y dos colectas (Cuadro 4)

Cuadro 4. Factores en estudio del chile de agua *Capsicum annuum* L.

Factores	Niveles
A. Color de cubierta	a) Blanco b) Verde c) Transparente
B. Sustrato	a) Bocashi b) Natur abono c) Suelo
C. Colecta	a) Ejutla b) Cuilapam

Modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \gamma_k + (T\beta)_{ij} + (T\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (T\beta\gamma)_{ijk} + \mu_{ijk}$$

Dónde:

Factores:

A= T_i (efecto del factor plástico)

B= β_j (efecto del factor sustrato)

C= γ_k (efecto del factor colecta)

$i= 1,2,3,\dots,\alpha$ (efecto del color de cubierta. Variable aleatoria)

$j= 1,2,3,\dots,b$ (efecto del sustrato. Variable aleatoria)

$k=1,2,\dots,c$ (efecto de la colecta. Variable aleatoria)

Interacciones:

A x B= $(T\beta)_{ij}$ (interacción plástico x sustrato)

A x C= $(T\gamma)_{ik}$ (interacción plástico x colecta)

B x C = ($\beta\gamma$) jk (interacción de sustrato x colecta)

A x B x C = ($T\beta\gamma$) ijk (interacción de plástico x sustrato x colecta)

μ = media general de los factores

Error = μ ijk de la media general y el efecto de los factores

3.17 Tratamientos (factores en estudio)

Se evaluaron 18 tratamientos, (Cuadro 5), los cuales estuvieron constituidos por tres repeticiones. Los tratamientos fueron distribuidos uniformemente por los factores de: plástico, sustrato y colecta).

Cuadro 5. Tratamientos del chile de agua *Capsicum annum* L.

Tratamientos		Factores de estudio		
N°	Denominación	Plástico	Sustrato	Colecta
T1	Pb-Sb-Ce	blanco	Bocashi	ejutla
T2	Pb-Sb-Cc	blanco	bocashi	cuilapam
T3	Pb-Sn-Ce	blanco	natura	ejutla
T4	Pb-Sn-Cc	blanco	natura	cuilapam
T5	Pb-Ss-Ce	blanco	suelo	ejutla
T6	Pb-Ss-Cc	blanco	suelo	cuilapam
T7	Pv-Sb-Ce	verde	bocashi	ejutla
T8	Pv-Sb-Cc	verde	bocashi	cuilapam
T9	Pv-Sn-Ce	verde	natura	ejutla
T10	Pv-Sn-Cc	verde	natura	cuilapam
T11	Pv-Ss-Ce	verde	suelo	ejutla
T12	Pv-Ss-Cc	verde	suelo	cuilapam
T13	Pt-Sb-Ce	transparente	bocashi	ejutla
T14	Pt-Sb-Cc	transparente	bocashi	cuilapam
T15	Pt-Sn-Ce	transparente	natura	ejutla
T16	Pt-Sn-Cc	transparente	natura	cuilapam
T17	Pt-Ss-Ce	transparente	suelo	ejutla
T18	Pt-Ss-Cc	transparente	suelo	cuilapam

Pb=Plástico blanco; Pv=Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Sb= Sustrato bocashi; Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo; Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam.

3.18 Variables en estudio

Las variables de altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, número de flores y número de frutos, se consideraron como parámetros de medición en el desarrollo del cultivo de chile de agua. Cada variable se midió de acuerdo a sus características fenológicas utilizando herramientas de medición diferente para cada una.

3.18.2 Altura de la planta.

Esta variable se determinó con la ayuda de un flexómetro y se midió en cm, desde la base del suelo hasta el ápice de la planta. La toma de datos se realizó el día 10 de agosto del 2015 y cada 15 días después del trasplante hasta que la planta alcanzó su madurez fisiológica.

3.18.3 Diámetro del tallo.

Con la ayuda de un vernier se midió de la base del tallo del chile de agua expresándose los datos en cm, la toma de datos se realizó el día 10 de agosto del 2015, y cada 15 días después del trasplante hasta que la planta alcanzó su madurez fisiológica.

3.18.4 Número de hojas.

El primer conteo se realizó el día 10 de agosto del 2015 y cada 15 días después del trasplante hasta que la planta alcanzó su madurez fisiológica. Se contaron manualmente las hojas verdaderas de cada planta de chile de agua.

3.18.5 Número de flores.

El conteo se realizó el día 21 de septiembre del 2015, cuando inicio la primera aparición de flores y cada 15 días sucesivamente, hasta alcanzar el 50% de flores de cada planta de chile de agua. Se contaron manualmente el número de flores,

3.18.6 Número total de frutos (Rendimiento)

El primer conteo de frutos se realizó el día 21 de septiembre del 2015 y sucesivamente cada 15 días hasta finalizar la producción de chile de agua, donde se contabilizó cada fruto que tenía la planta; el rendimiento se determinó con el número total de frutos de chile de agua, el primer corte de chile de agua fue el 30 de septiembre al 02 de noviembre del 2015, de cada repetición y tratamiento durante su desarrollo hasta la cosecha.

3.19 Análisis estadístico

Con base en el diseño experimental establecido se realizó un análisis de varianza utilizando el paquete estadístico SAS. La comparación de medias se hizo por el método Tukey ($P < 0.05$) para determinar las diferencias significativas para cada tratamiento y factor en estudio.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Altura de planta

La altura es un indicador del crecimiento y desarrollo de las plantas y ésta determina en gran parte su arquitectura, por lo que es importante medirla durante todo su ciclo productivo.

Los valores de altura de la planta en el ciclo productivo (Cuadro 6), muestran diferencias altamente significativas en factores de plástico y sustrato; al igual existe diferencia significativa en las interacciones de plástico x sustrato x colecta.

Al realizar el análisis de varianza para la variable altura del cultivo de chile de agua, indica que los diferentes tratamientos evaluados al menos uno es diferente.

Para identificar que factor e interacción influyó en la variable altura se utilizó la comparación de prueba de medias de (Tukey α 0.05), (Figura 20) donde se determinó que el mejor plástico para altura de la planta es el Blanco obteniendo un promedio mayor de 101.61 cm, seguido del plástico verde con un promedio de 86.13 cm y el menor promedio de 78.80 cm lo obtiene el plástico transparente.

Cuadro 6. Análisis de varianza para altura de la planta del chile de agua.CIIDIR.2015

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadros Medios	F-Valor	Pr > F
Plástico	2	4960.52	2480.26	17.88	<.0001
Sustrato	2	1622.25	811.12	5.85	0.0063
Colecta	1	294.00	294.00	2.12	0.1541
Plástico x Sustrato	4	692.13	173.03	1.25	0.3086
Plástico x Colecta	2	505.75	252.87	1.82	0.1762
Sustrato x Colecta	2	391.58	195.79	1.41	0.2570
Plástico x Sustrato x Colecta	4	1864.91	466.22	3.36	0.0195
Error	36	4994.66	138.74		
Total	53	15325.83			

Coef Var= 0.674101

media= 88.77778

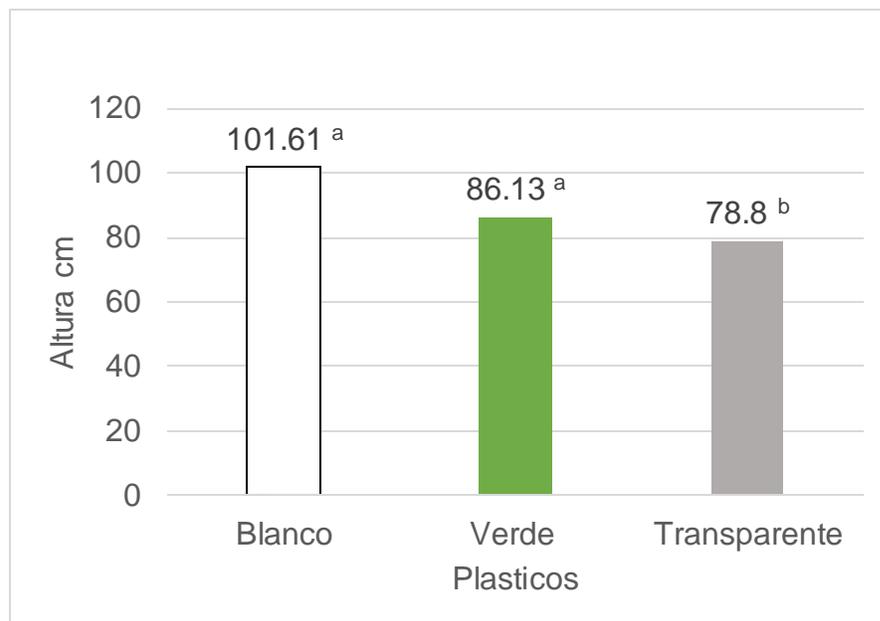


Figura 20. Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable altura de la planta de chile de agua para el factor plástico en el CIIDIR, 2015.

En la figura 21 se observa que existe diferencia altamente significativa entre los sustratos evaluados; los mejores sustratos fueron Suelo y Natur abono con una

altura promedio de 92.77 cm y 92.75 cm; el sustrato que proporciono el menor promedio de 81.02 cm para altura de la planta fue el Bocashi; por lo que el tipo de sustrato es determinante en el desarrollo de la planta de chile de agua.

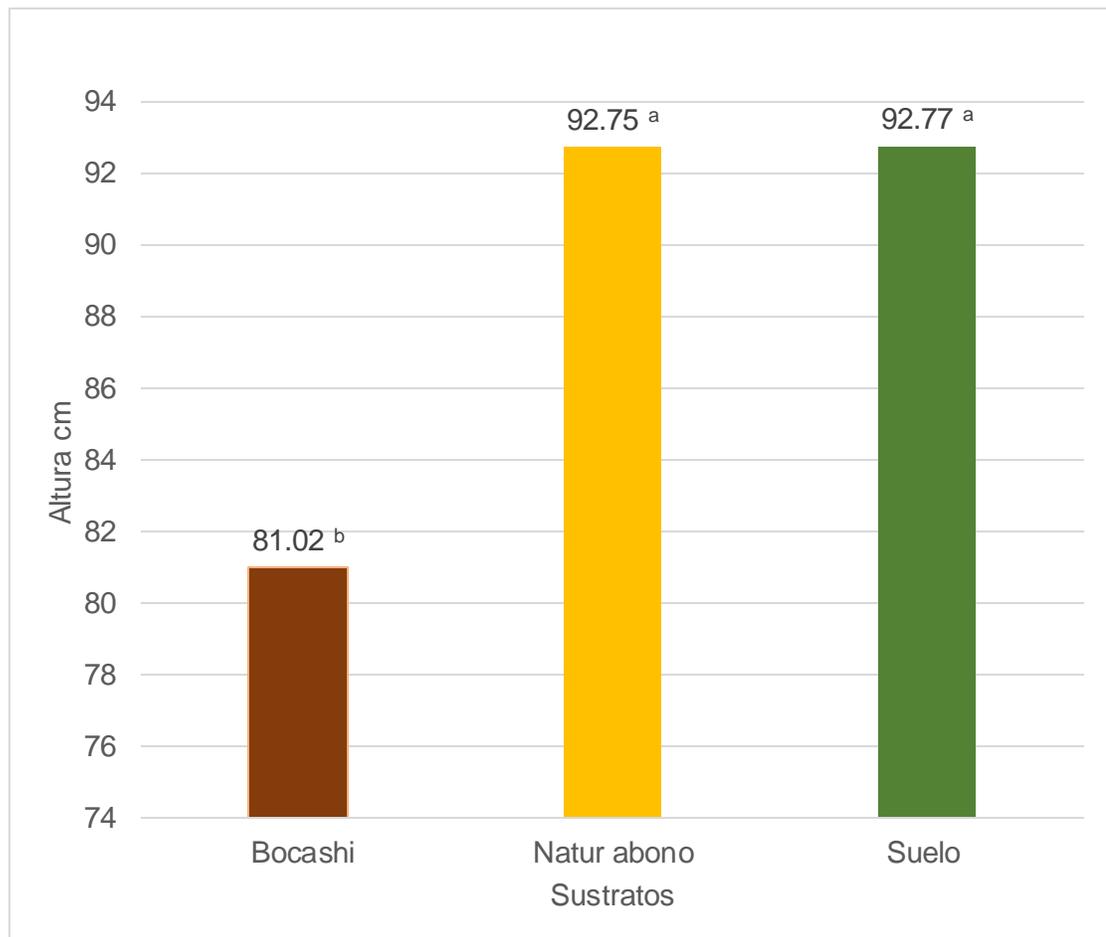


Figura 21. Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable altura de la planta de chile de agua para el factor sustrato en el CIIDIR, 2015.

En la comparación de medias (figura 22) para interacciones se observa que existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (anexo 1); donde se determina que el mejor tratamiento fue el plástico blanco, sustrato suelo y colecta Ejutla con un promedio de 113.66 cm, y el menor promedio de 62.83 cm, fue el tratamiento plástico transparente, sustrato bocashi y colecta Cuilapam.

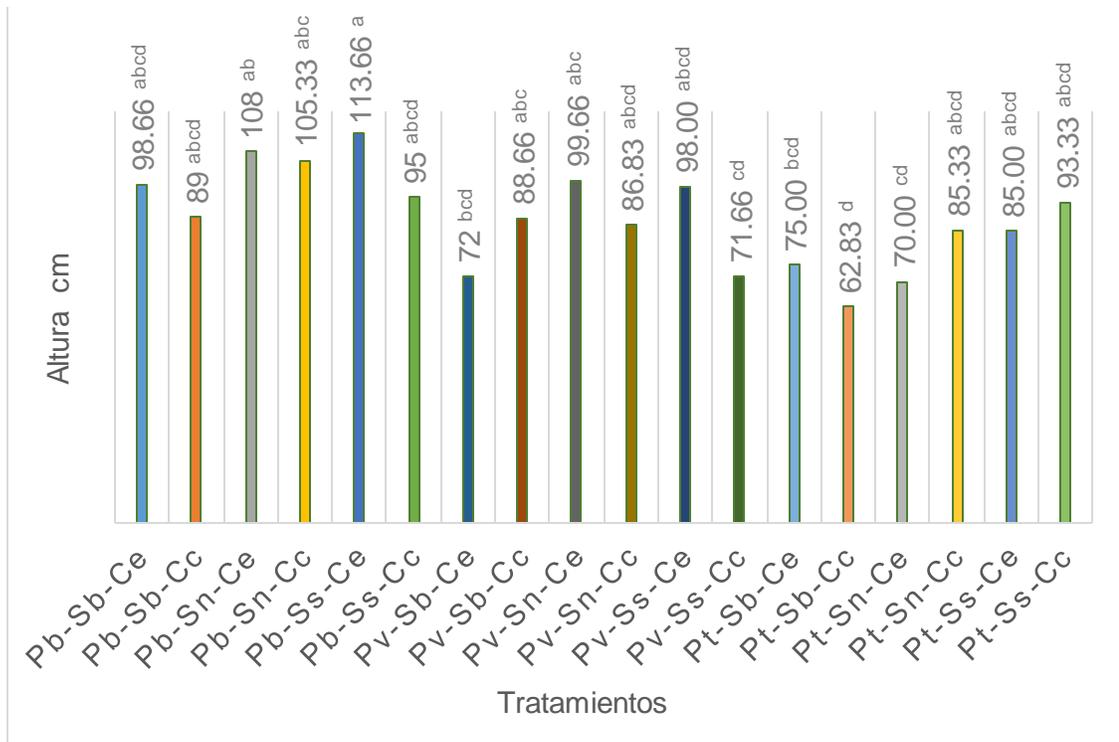


Figura 22. Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable altura de la planta de chile de agua para la interacción plástico-sustrato. CIIDIR,2015

Pb=Plástico blanco; Pv=Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Sb= Sustrato bocashi; Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo; Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam.

Sin embargo (Ortiz, 2012 y Castañeda, 2013) al realizar estudios de híbridos de chile de agua en Valles Centrales de Oaxaca demostraron que las variedades influyen en la altura de la planta, obteniendo un promedio de 94.80 cm y 94.2 cm respectivamente; al considerar que las variedades influyen en el crecimiento de la planta y los resultados del presente estudio se determinaron que las interacciones que se dan entre plástico blanco–sustrato suelo–colecta Ejutla se obtiene en promedio una altura de planta de 113.66 cm la cual es un valor mayor, al citado en el estudio de comparación al premejoramiento y evaluación de híbridos de chile de agua en Valles Centrales de Oaxaca.

4.1.2 Diámetro del tallo

El diámetro del tallo es un crecimiento secundario, por lo que es una variable que se mide para indicar la longitud de la misma desde la etapa inicial hasta su etapa final del ciclo de desarrollo, además es un factor importante que influye para el soporte de la carga de los frutos.

En el Cuadro 7, se presenta el análisis de varianza para el diámetro del tallo en donde se muestran las diferencias altamente significativas para tratamiento, factor sustrato y las interacciones compuestas por: sustrato- colecta y plástico-sustrato-colecta. Y solo existe diferencia significativa para la interacción plástico-sustrato.

Cuadro 7. Análisis de varianza para diámetro del tallo del chile de agua.CIIDIR.2015

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadros Medios	F-Valor	Pr > F
plástico	2	0.04	0.02	0.70	0.5027
Sustrato	2	0.75	0.37	12.13	<.0001
Colecta	1	0.06	0.06	2.07	0.1589
Plástico x Sustrato	4	0.56	0.14	4.60	0.0042
Plástico x Colecta	2	0.22	0.11	3.71	0.0344
Sustrato x Colecta	2	0.16	0.08	2.60	0.0879
Plástico x Sustrato x Colecta	4	1.05	0.26	8.48	<.0001
Error	36	1.11	0.03		
Total	53	3.98			

Coef Var= 14.57 media=1.20

Por lo que el valor de F calculada fue mayor a la de F tabulada al α 0.05, en el desarrollo de la planta de chile de agua. Lo que indica que los diferentes factores e interacciones evaluados al menos uno fue diferente.

Para identificar los factores e interacciones que determinaron en el diámetro del tallo se realizó la comparación de pruebas de medias de (Tukey α 0.05), del factor sustrato (Figura 23) donde se observa que el natur abono obtuvo el mayor promedio de 1.31 cm y el menor promedio de 1.04 cm y las interacciones de plástico – sustrato (figura 24) se determinó que las interacciones de plástico blanco - sustrato suelo tuvieron el mayor promedio de 1.40 cm y el menor fue de 1.00 cm en la interacción plástico blanco – sustrato bocashi; sin embargo en la interacción de sustrato - colecta (figura 25) el promedio mayor numéricamente fue de 1.35 cm conformado por el sustrato Natur abono y Colecta Cuilapam; finalmente para la interacción de los tres factores, plástico-sustrato-colecta (figura 26), el mayor promedio fue de 1.69 cm conformado por el plástico blanco – sustrato suelo – colecta Ejutla en el diámetro del tallo.

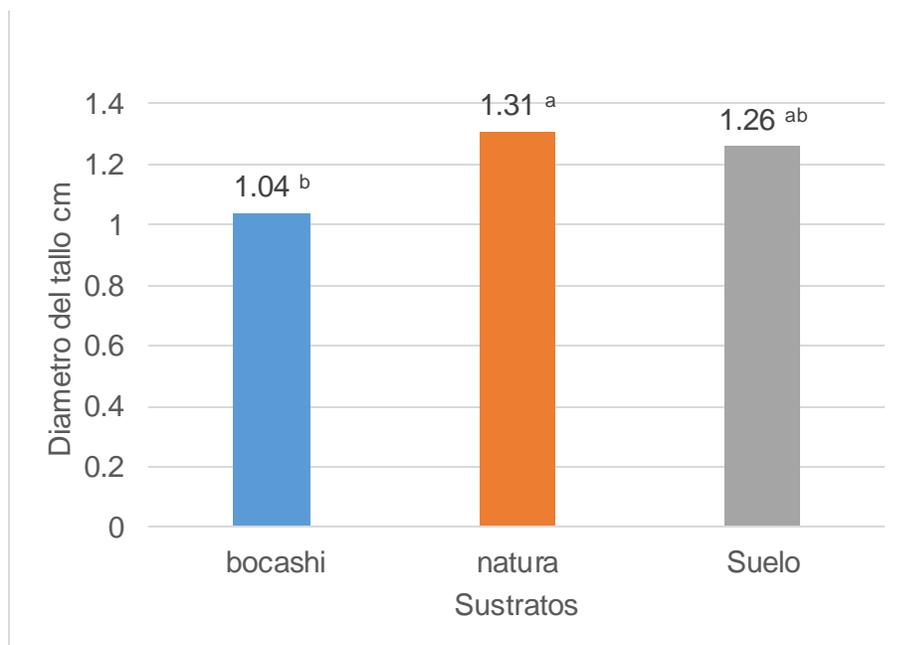


Figura 23. Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable diámetro del tallo de chile de agua para el factor sustrato en el CIIDIR, 2015.

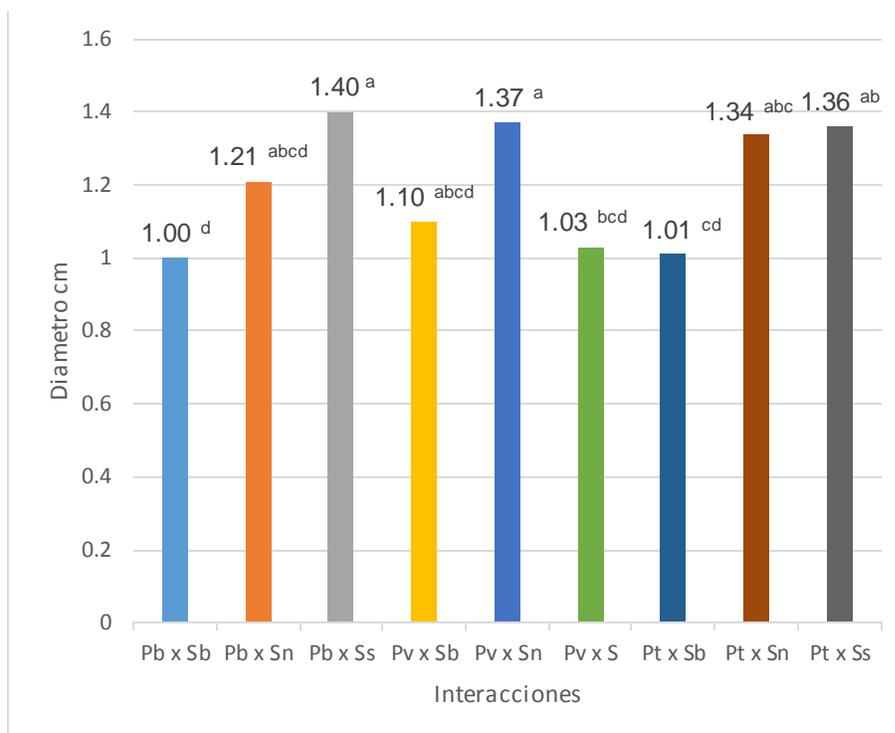


Figura 24. Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable diámetro del tallo de chile de agua para la interacción plástico - sustrato en el CIIDIR, 2015.

Pb=Plástico blanco; Pv=Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Sb= Sustrato bocashi; Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo.

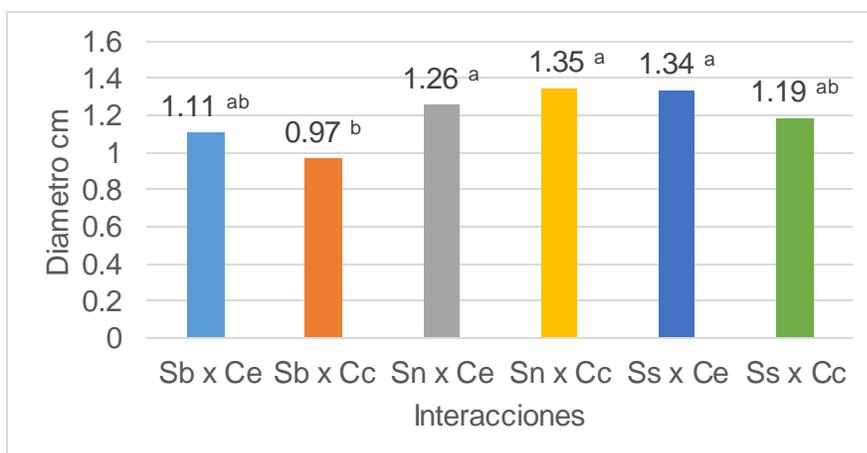


Figura 25. Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable diámetro del tallo de chile de agua para la interacción sustrato - colecta en el CIIDIR, 2015.

Sb= Sustrato bocashi; Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo. Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam.

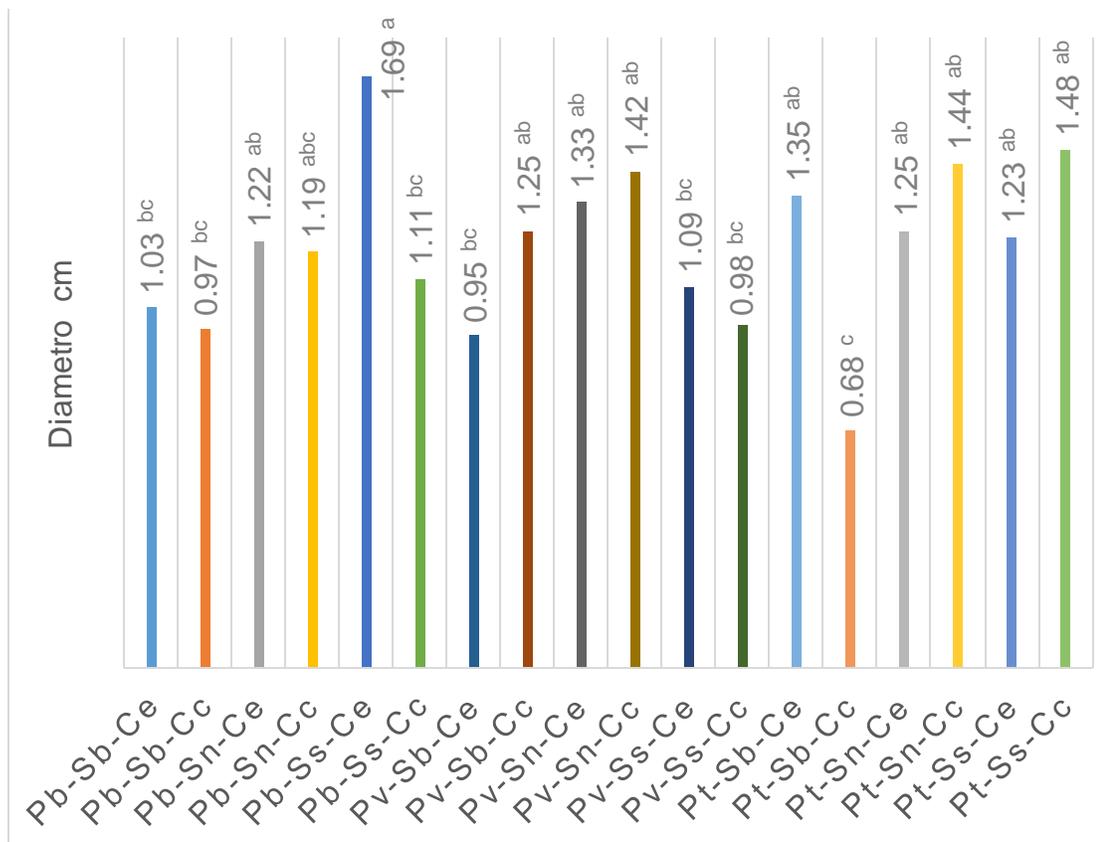


Figura 26. Pruebas de medias (Tukey α 0.05), de la variable diámetro del tallo de chile de agua para plástico - sustrato - colecta en el CIIDIR, 2015.

Pb=Plástico blanco; Pv=Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Sb= Sustrato bocashi; Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo; Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam

Rodríguez *et al.*, (2001), reportó que el diámetro del tallo en el cultivo de tomate, está en relación al tipo de sustrato utilizado, observando que a mayor diámetro se incrementó el número de frutos y en consecuencia el rendimiento de la planta, por lo que es esencial elegir el sustrato que será sustento para el buen desarrollo de la planta; lo que coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio donde los diámetros mayores de las plantas de chile de agua, se obtuvieron el factor sustrato y las interacciones plástico-sustrato; sustrato-colecta y plástico-sustrato-colecta. En estudios hidropónicos el sustrato debe ser inerte y por lo

tanto la mayor influencia en la nutrición de las plantas está dada por la concentración de nutrientes de las soluciones nutritivas (Rodríguez, 2004). Por otra parte, Valentín (2011) en su estudio de concentración de diferentes soluciones nutritivas en chile de agua, a los 105 días después del trasplante con una concentración del 100% obtuvo diámetros en promedio de 1.53 cm, siendo estos menores en comparación a los promedios obtenidos de la interacción de los tres factores dados por el plástico blanco –Sustrato suelo-Colecta Ejutla cuyos valores promediaron 1.69 cm a los 105 días después del trasplante.

4.1.3 Número de hojas

El número de hojas en una planta es una característica importante, porque en estas se encuentran los organelos que propician las múltiples funciones de crecimiento y desarrollo, además de ser factor importante en la determinación de flores y frutos.

En el Cuadro 8, se muestran las diferencias altamente significativas $P \leq 0.05$. En el factor colecta y las interacciones compuestas por: plástico-colecta, sustrato-colecta y plástico- sustrato-colecta. Para determinar cuáles fueron las colectas e interacciones de mayor promedio para el número de hojas se realizó la prueba de medias para cada una.

En el factor colecta (figura 27) la de mayor promedio de 146.03 hojas fue la colecta Ejutla seguida de la colecta Cuilapam siendo la de menor promedio de 115.25 hojas.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable número de hojas de chile de agua. CIIDIR.2015

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F
Plástico	2	1671.59	835.79	1.68	0.2011
Sustrato	2	3167.37	1583.68	3.18	0.0536
Colecta	1	12788.16	12788.16	25.66	<.0001
Plástico x Sustrato	4	3366.51	841.62	1.69	0.1739
Plástico x Colecta	2	1502.77	751.38	1.51	0.2350
Sustrato x Colecta	2	5444.11	2722.05	5.46	0.0085
Plástico x Sustrato x Colecta	4	6953.77	1738.44	3.49	0.0166
Error	36	17938.00	498.27		
Total	53	52832.31			

Cof. Var. 17.08

media 130.64

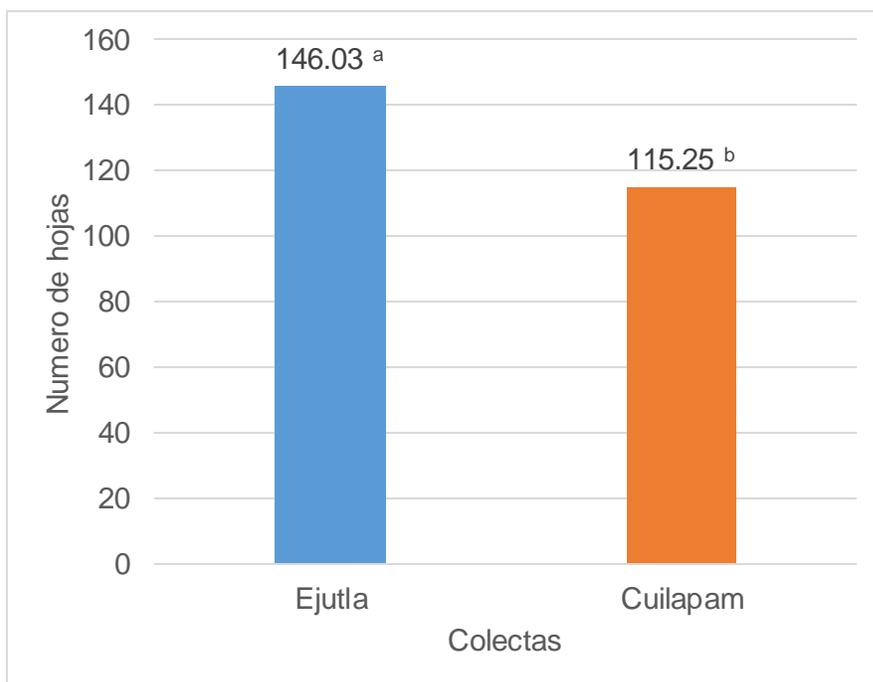


Figura 27. Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de hojas del chile de agua para el factor colecta CIIDIR, 2015.

En la interacción de plástico – colecta (figura 28) se observó que la interacción de mayor promedio de 152.67 hojas fue dada por el plástico transparente – colecta Ejutla; y la de menor número de hojas se promedió con un total de 105.67.

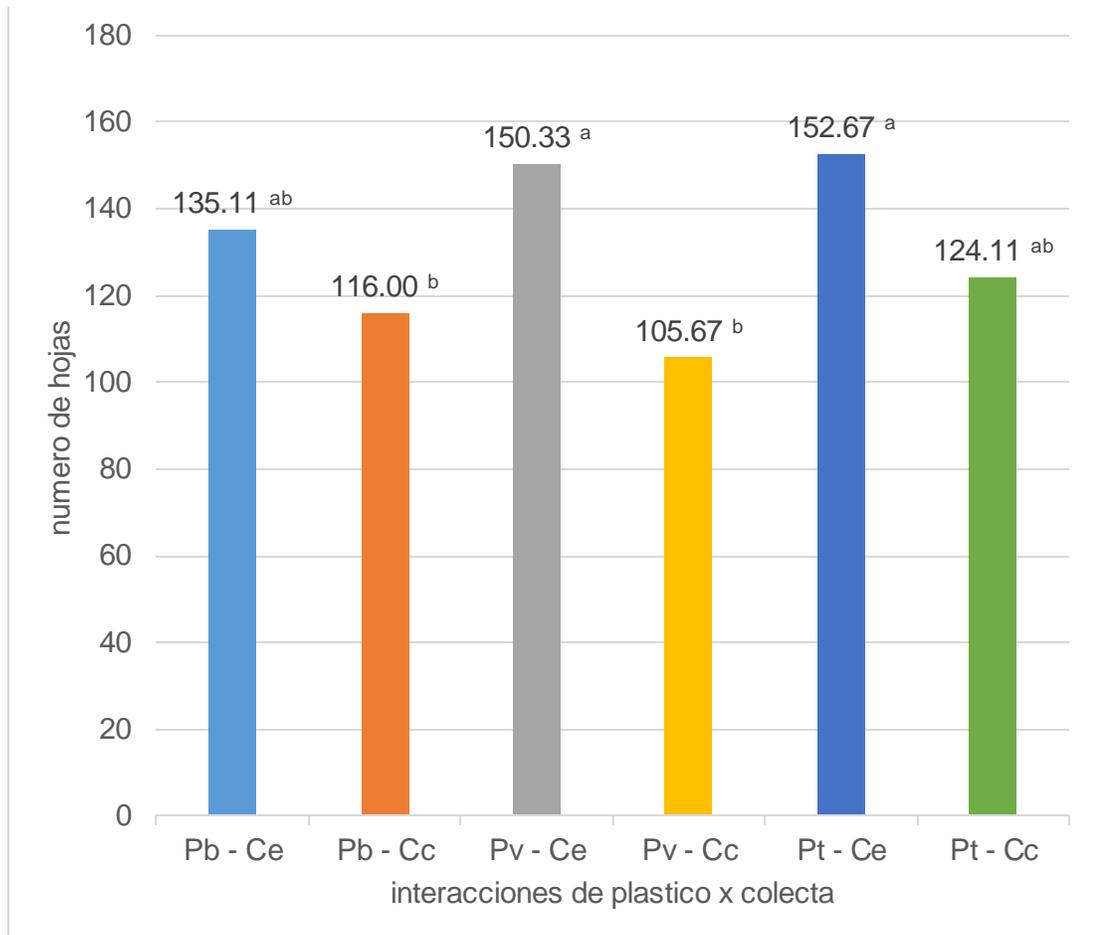


Figura 28. Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de hojas del chile de agua para la interacción plástico - colecta CIIDIR, 2015.

Pb=Plástico blanco; Pv=Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam

Se determina que en la interacción sustrato – colecta (figura 29) existe diferencias entre los factores evaluados; la interacción conformada por el sustrato bocashi-colecta Ejutla presentaron el mayor número de hojas con un total de 153.09. Finalmente, para la interacción de los tres factores: plástico- sustrato- colecta (figura 30) alcanzo un total de 165.67 hojas en el plástico trasparente – sustrato bocashi – colecta Cuilapam. Y el menor promedio de 73.0 hojas conformada por el plástico verde- sustrato suelo- colecta Cuilapam.

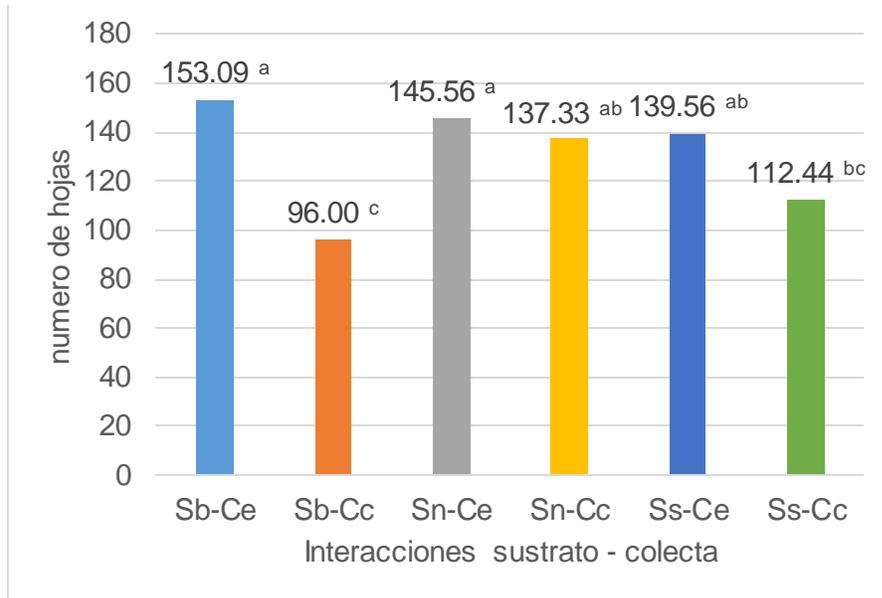


Figura 29. Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de hojas del chile de agua para la interacción sustrato - colecta CIIDIR, 2015.

Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo; Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam.

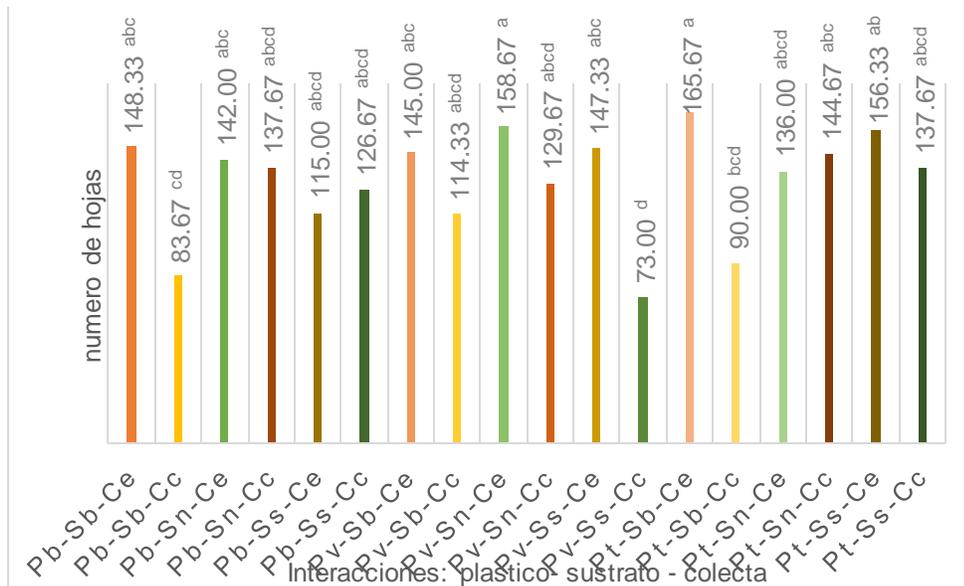


Figura 30. Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de hojas del chile de agua para la interacción plástico-sustrato-colecta CIIDIR, 2015.

Pb=Plástico blanco; Pv= Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Sb= Sustrato bocashi; Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo; Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam.

Villa, *et al* (2006) al realizar estudios de tres sustratos y dos colores de plástico en el desarrollo de plántulas de tomate de cascara, demostraron que a utilizar el sustrato de fibra de coco se obtiene mayor número de 4.6 hojas a los 30 días después de la siembra; sin embargo en las interacciones evaluadas con plástico transparente-sustrato bocashi-colecta Ejutla presentaron un promedio total de 165.67 hojas a los 105 después del trasplante.

4.1.4 Número de flores.

Esta variable es indispensable en el estudio ya que determina el número de frutos totales que la planta desarrolla durante su ciclo productivo. En esta variable existe diferencia altamente significativas $P \leq 0.05$ entre el factor: sustrato, colecta y en las interacciones: plástico-sustrato, plástico-colecta, sustrato-colecta y la interacción trifactorial de plástico-sustrato-colecta y diferencia significativa para el factor plástico (Cuadro 9)

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable número de flores del cultivo de chile de agua. CIIDIR.2015

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrados Medios	F-Valor	Pr > F
Plástico	2	20.33	10.16	4.57	0.0170
Sustrato	2	590.77	295.38	132.92	<.0001
Colecta	1	75.85	75.85	34.13	<.0001
Plástico x Sustrato	4	458.22	114.55	51.55	<.0001
Plástico x Colecta	2	132.25	66.12	29.76	<.0001
Sustrato x Colecta	2	63.81	31.90	14.36	<.0001
Plástico x Sustrato x Colecta	4	146.74	36.68	16.51	<.0001
Error	36	80.00	2.22		
Total	53	1568.00			

Coef Var=9.31 media=16.00

Se realizó pruebas de medias para determinar los factores e interacciones con mayor número de flores en la producción de chile de agua. El plástico que influyo para obtener mayor número de flores fue el plástico Verde teniendo un promedio total de 16.77 flores (figura 31). Para el factor sustrato (figura 32) los mayores promedios lo obtuvieron el natur abono con 18.61 flores y el bocashi obtuvo un total de 18.05 flores por planta; finalmente para la colecta (figura 31), Ejutla presento un promedio mayor de 17.18 flores/planta.

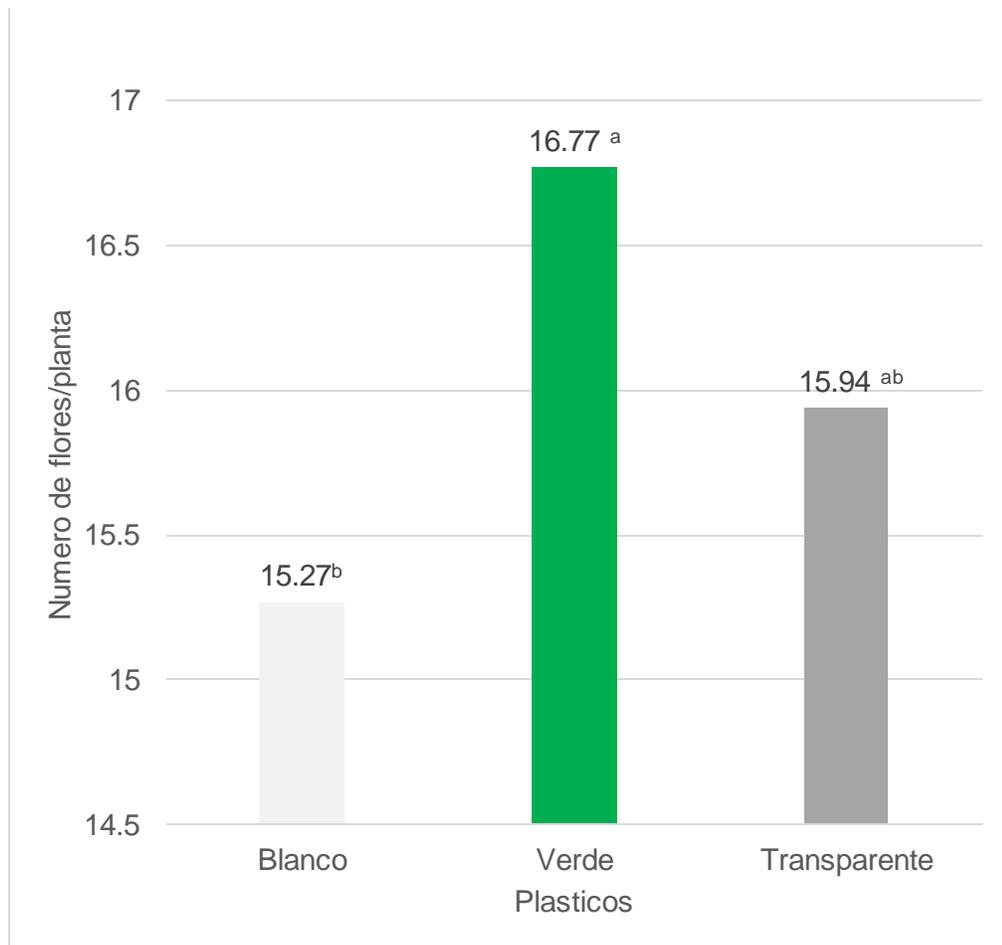


Figura 31. Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para el factor plástico. CIIDIR, 2015.

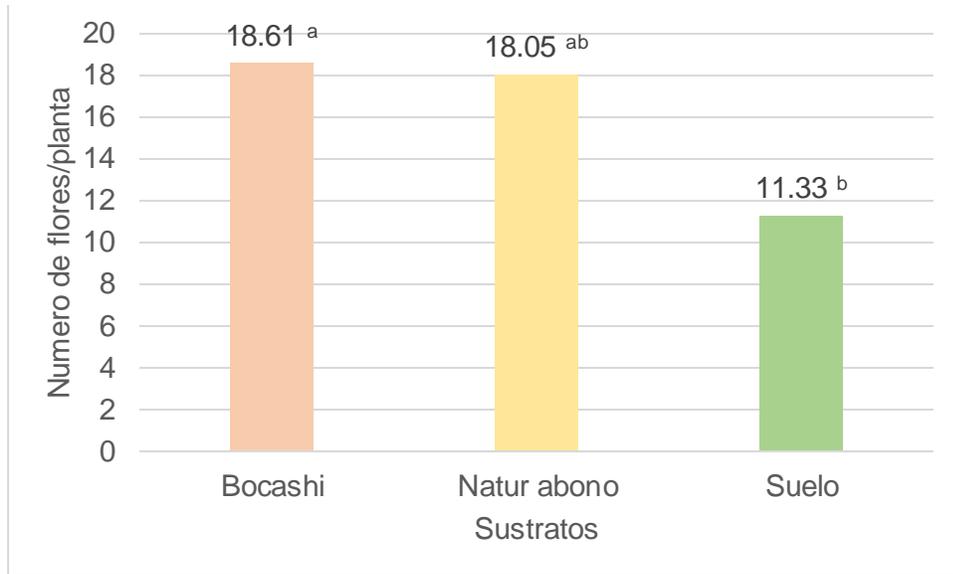


Figura 32. Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para el factor sustrato CIIDIR, 2015.

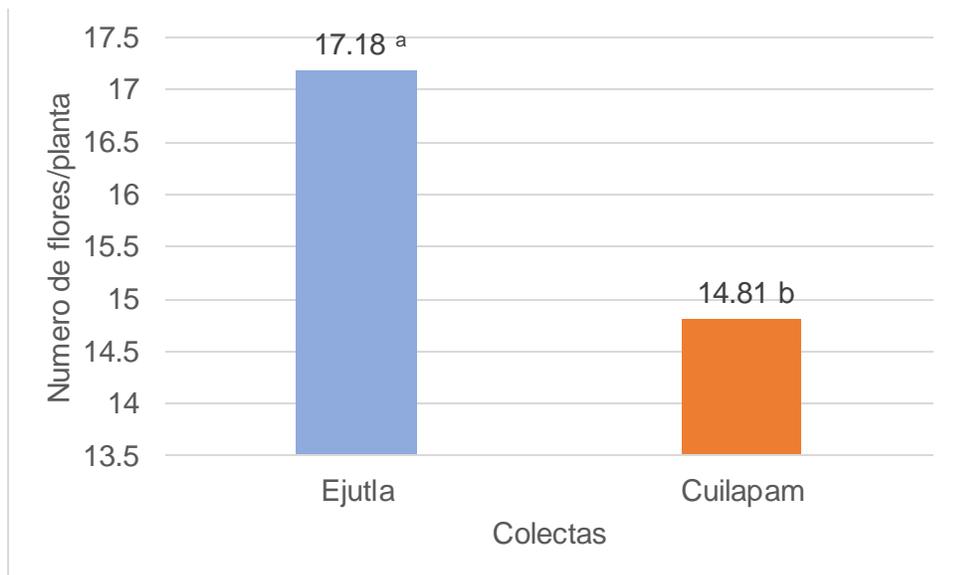


Figura 33 Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para el factor colecta CIIDIR, 2015.

Al realizar la prueba de medias (figuras, 34, 35, 36 y 37) se determinó que en las interacciones de plástico – sustrato, plástico – colecta, sustrato- colecta y plástico-

sustrato- colecta existe diferencias significativas por lo que se determina que al menos unos de los tratamientos es diferente.

Para el plástico – sustrato (figura 34); la interacción del plástico blanco y sustrato bocashi resultaron ser el mejor tratamiento en promedio con un total de 22.33 flores por planta. Para el plástico – colecta (figura 35) en ella se encontró que la mejor interacción se dio en el plástico verde – colecta Ejutla con un promedio de 19.88 flores por planta. Pero en la interacción sustrato – colecta (figura 36), el que resalto fue la interacción sustrato bocashi- colecta Ejutla con un total de 20.77 flores por planta. Finalmente, para la interacción trifactorial (figura 37) se observó que el mayor promedio de 26.66 flores por planta se conformó por el plástico blanco- sustrato bocashi- colecta Ejutla.

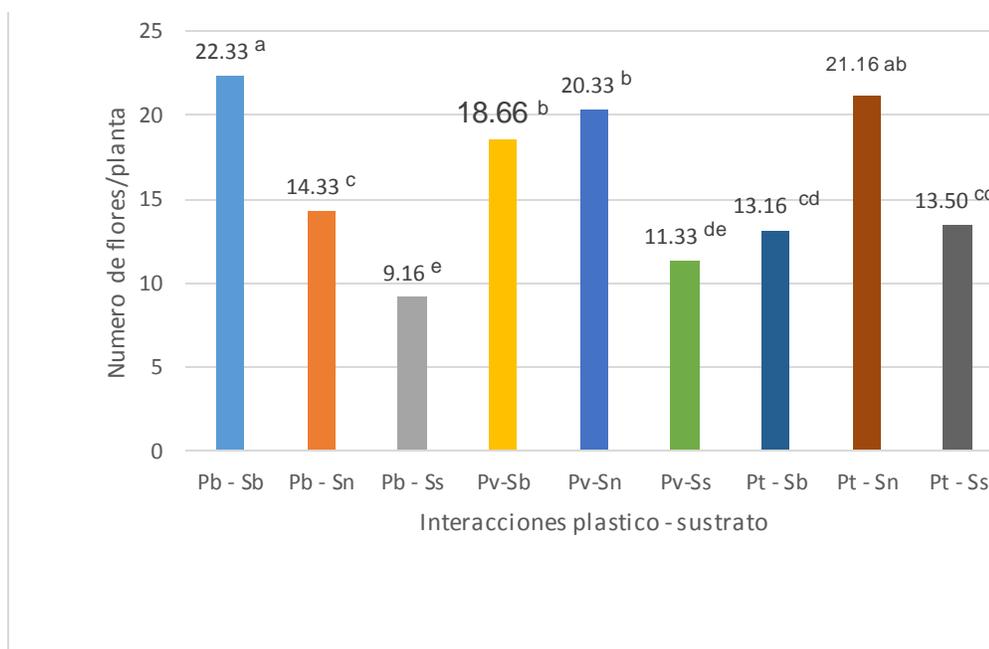


Figura 34 Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para la interacción plástico – sustrato. CIIDIR, 2015.

Pb=Plástico blanco; Pv= Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Sb= Sustrato bocashi; Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo

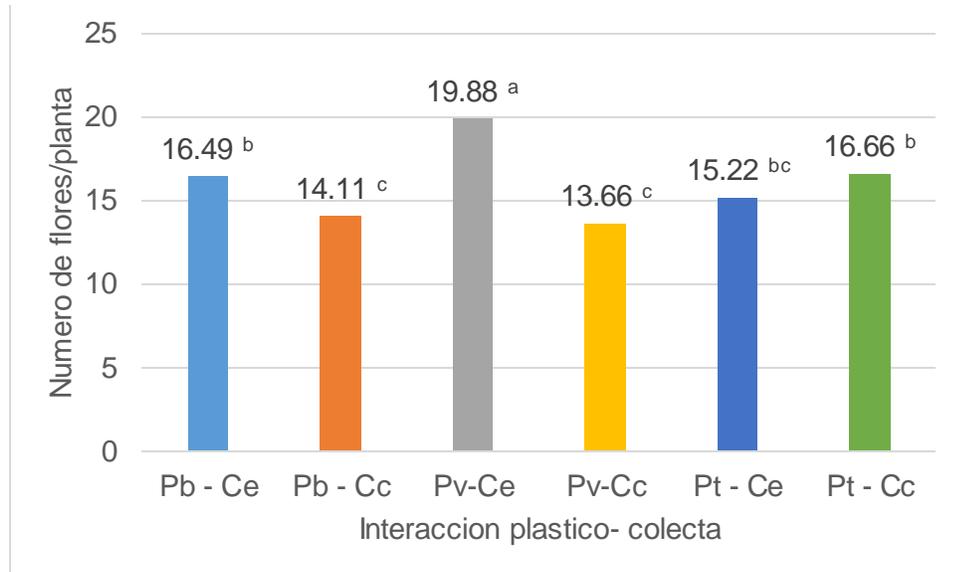


Figura 35 Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para la interacción plástico – colecta CIIDIR, 2015.

Pb=Plástico blanco; Pv= Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam.

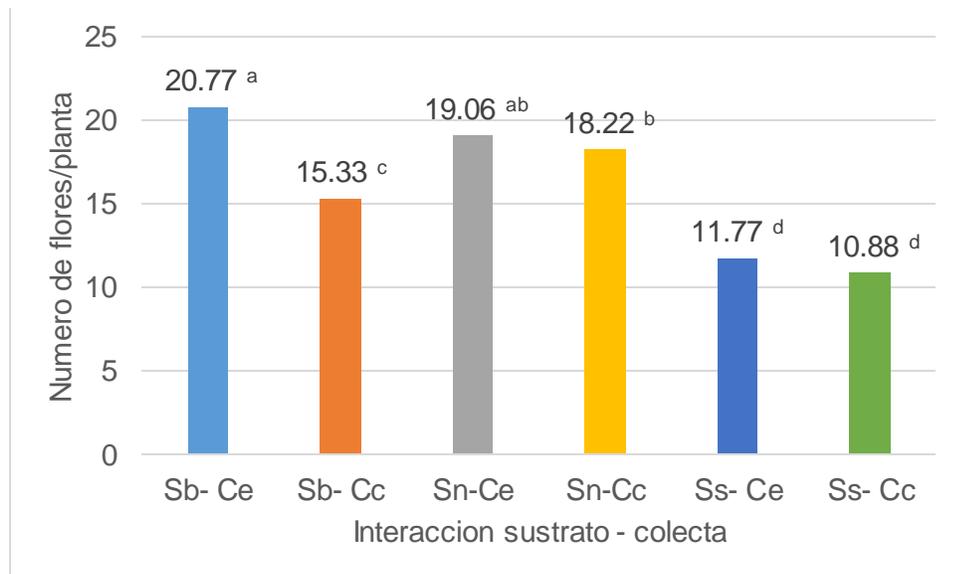


Figura 36 Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para la interacción sustrato – colecta CIIDIR, 2015.

Sustrato bocashi =Sb, Sustrato natur abono= Sn, Sustrato suelo= Ss; Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam.

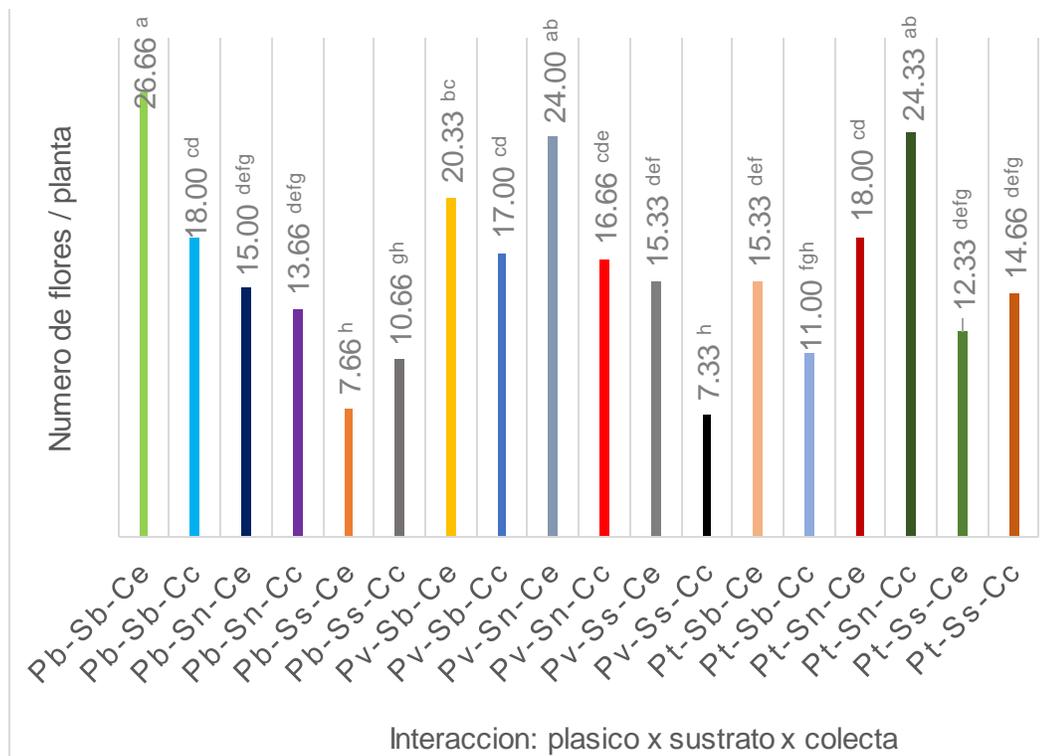


Figura 37 Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de flores del chile de agua para la interacción plástico- sustrato – colecta CIIDIR, 2015.

Pb=Plástico blanco; Pv= Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Sustrato bocashi =Sb, Sustrato natur abono= Sn, Sustrato suelo= Ss; Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam.

Hernández, (2015) al realizar estudios de efecto de niveles de podas en el rendimiento de colectas de chile de agua *Capsicum annum* L. en macrotuel, demostró que al no realizar podas en la colecta ejutla obtuvo una media de 32.32 flores por planta a los 120 días después del trasplante, sin embargo, en el presente estudio, las interacciones evaluadas con plásticos verde-sustrato bocashi-colecta Ejutla presentaron un promedio de 20.33 flores por planta a los 105 días después del trasplante.

4.1.5 Número de frutos.

El número de frutos es indispensable en cualquier estudio vegetal ya que en todo cultivo los factores que determinan el rendimiento son el número de flores y frutos totales en la planta.

En esta variable se realizó el análisis de varianza (cuadro 10) y se determinó que al menos uno de los tratamientos evaluados existe diferencia altamente significativa entre los factores de sustrato y colecta y las interacciones conformadas por: plástico-sustrato, sustrato-colecta y plástico- sustrato- colecta.

Se realizó la comparación de medias (Tukey α 0.05), para el factor sustrato (figura 38), en ella se observa que el mayor número de frutos de 18.38 está en el sustrato natur abono y para el factor colecta (figura 39) la que presento el mayor promedio es la colecta Ejutla con un total de 17.22 frutos y en la interacción plástico-sustrato (figura 40) se observa que la interacción plástico blanco-sustrato bocashi tiene un promedio de 22.00 frutos, y en la siguiente interacción sustrato-colecta (figura 39); lo obtienen los sustratos bocashi y natur abono y la colecta Ejutla con promedio de 19.33 frutos para ambos sustratos y finalmente para la interacción trifactorial compuesta por el plástico blanco-sustrato bocashi-colecta Ejutla obtienen un promedio de 26.00 frutos (figura 42).

Fuente .Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Plástico	2	8.11	4.05	0.016	0.8518
Sustrato	2	520.44	260.22	10.34	0.0003
Colecta	1	140.16	140.16	5.57	0.0238

Plástico x Sustrato	4	475.77	118.94	4.73	0.0036
Plástico x Colecta	2	131.44	65.72	2.61	0.0873
Sustrato x Colecta	2	13.77	6.88	0.27	0.7621
Plástico x Sustrato x Colecta	4	175.11	43.77	1.74	0.1627
Error	36	906.00	25.16		
Total	53	2370.83			

Cuadro 10. Análisis de varianza de número de frutos. CIIDIR. 2015

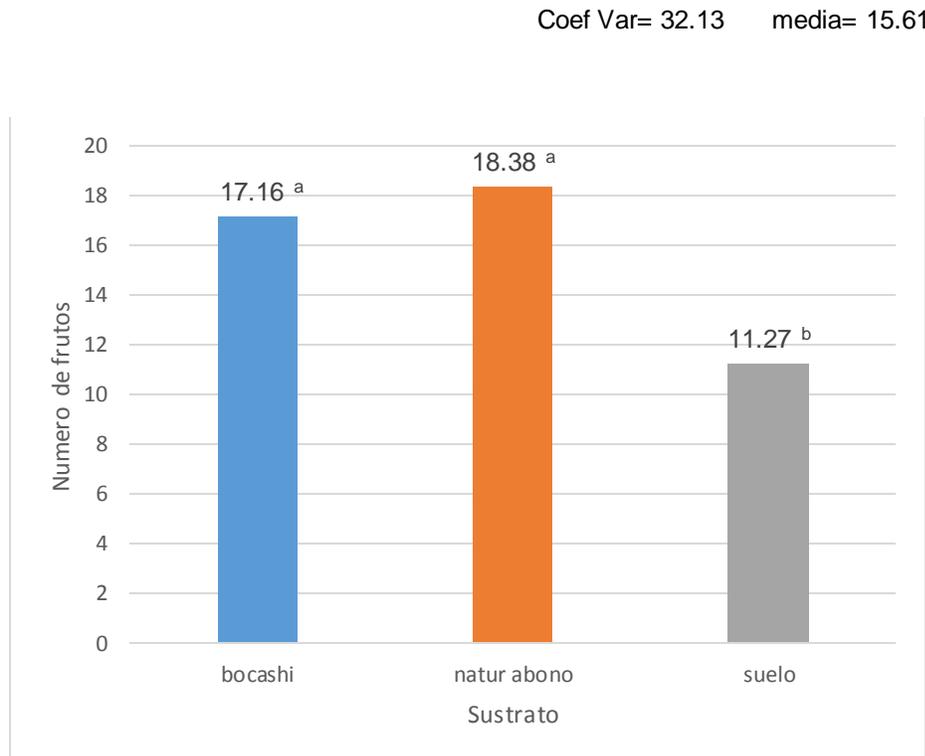


Figura 38 Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de frutos del chile de agua para el factor sustrato CIIDIR, 2015.

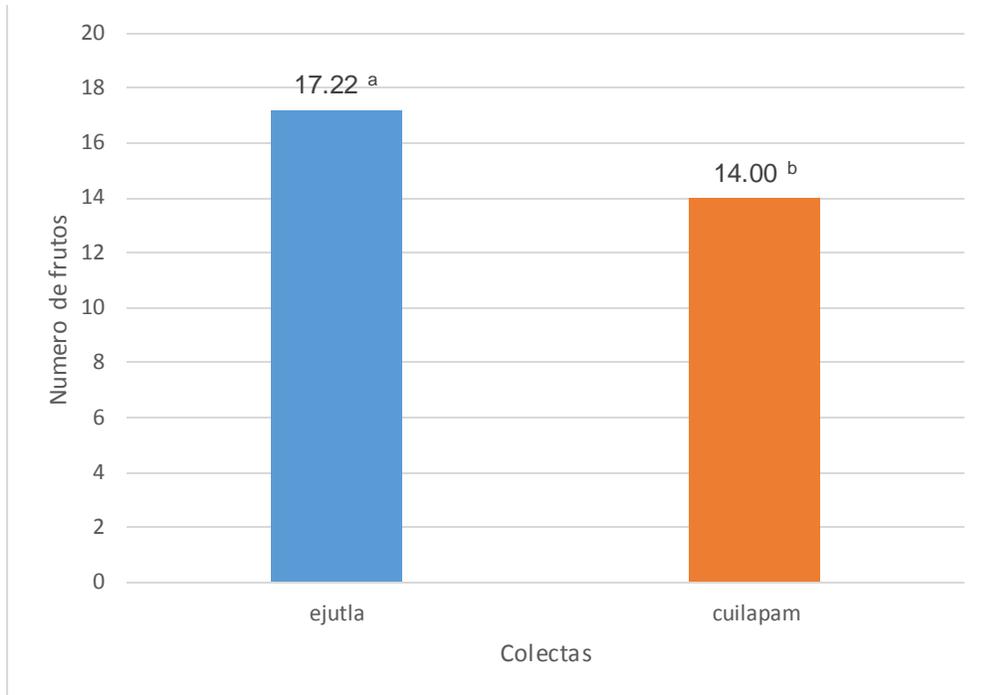


Figura 39 Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de frutos del chile de agua para el factor colecta CIIDIR, 2015.

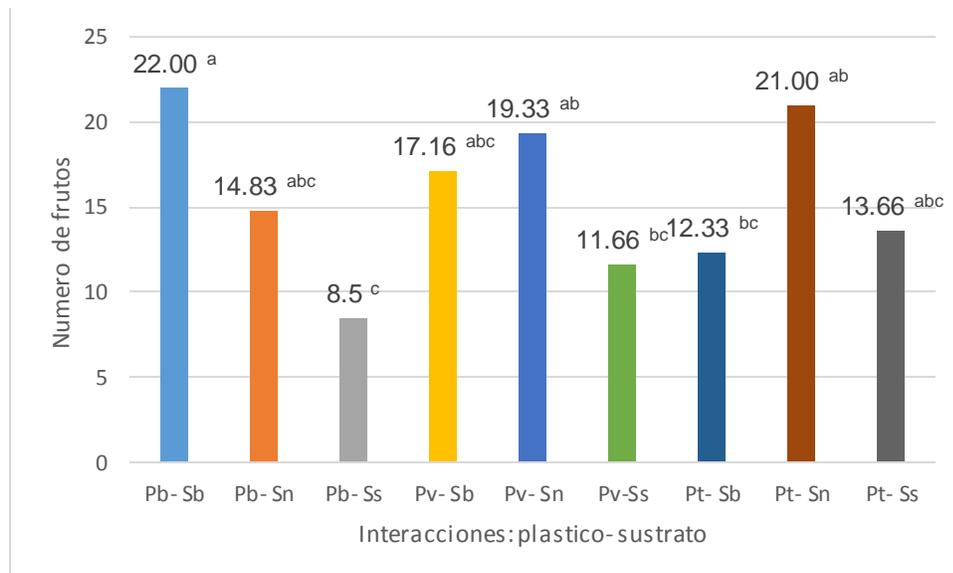


Figura 40 Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de frutos del chile de agua para la interacción: plástico- sustrato CIIDIR, 2015.

Pb=Plástico blanco; P=Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Sb= Sustrato bocashi; Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo

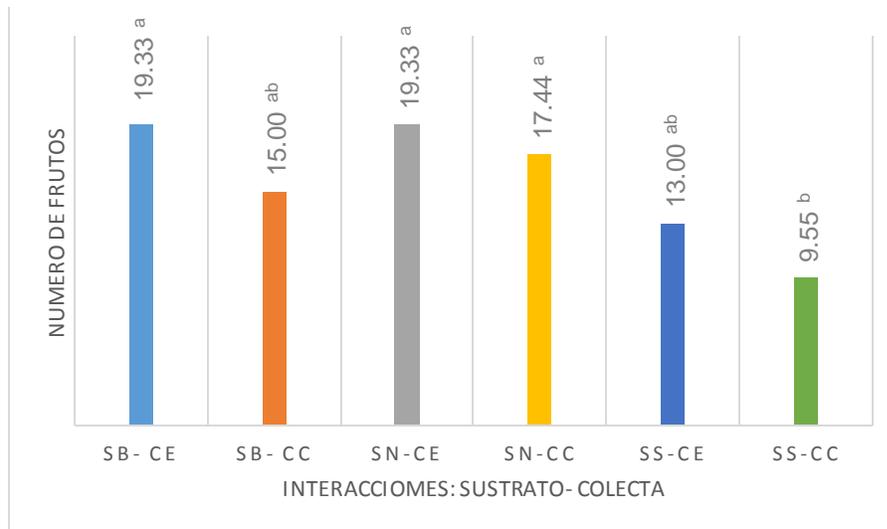


Figura 41 Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de frutos del chile de agua para la interacción: sustrato-colecta CIIDIR, 2015.

Sb= Sustrato bocashi; Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo; Ce= Colecta ejutla; Cc= Cuilapam.

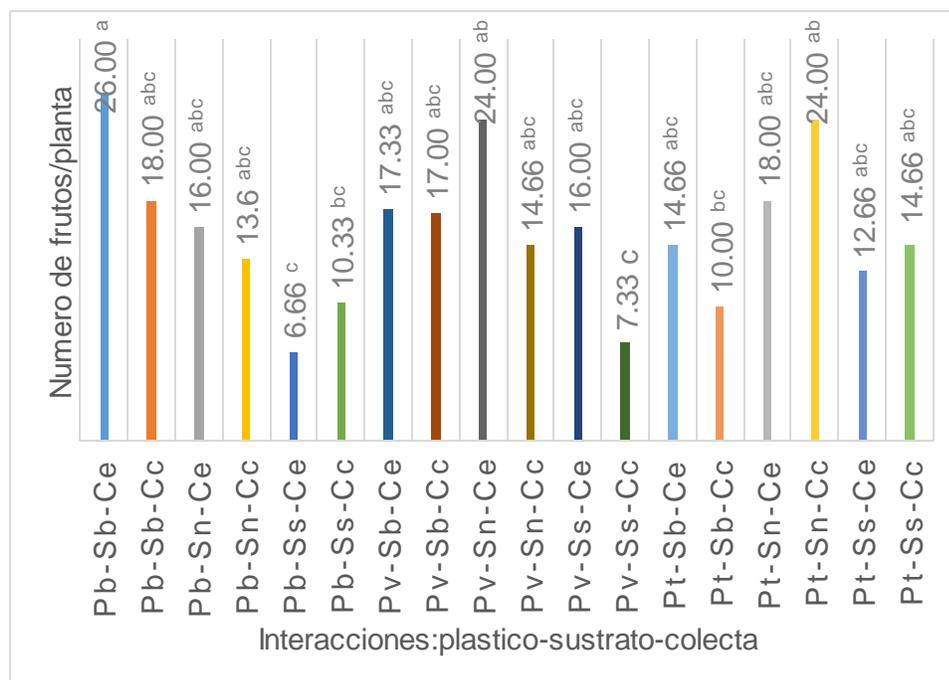


Figura 42 Prueba de medias (Tukey α 0.05), de la variable número de frutos del chile de agua para la interacción: plastico-sustrato-colecta CIIDIR, 2015.

Pb=Plástico blanco; Pv=Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Sb= Sustrato bocashi ; Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo; Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam.

Hernández,(2015) al realizar estudios de efecto de niveles de podas en el rendimiento de colectas de chile de agua *Capsicum annuum* L. en macrotúnel, demostró que al realizar podas al cuarto nivel a los 120 días ddt en la colecta de Ejutla se obtiene un promedio de frutos de 15.82 por planta, sin embargo en el presente estudio, las interacciones triples de plástico blanco-sustrato bocashi-colecta Ejutla presento un promedio mayor de 26 frutos por planta a los 105 ddt; influyendo el tipo de plástico y sustrato a utilizar durante el desarrollo de la planta de chile de agua.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Las variables de altura de la planta, diámetro del tallo; obtuvieron mayor promedio con las interacciones de plástico blanco-sustrato suelo-colecta Ejutla, con un promedio de 113.66 de altura y 1.69 diámetro.
2. En número de hojas el mejor promedio fue de 165.67 se encontró en la colecta Ejutla al usar plástico transparente y sustrato bocashi.
3. La colecta Ejutla mostro mayor promedio de 26.00 en número de flores por planta, cuando se establece plástico blanco y en el sustrato bocashi.
4. Para el número de frutos, la interacción que obtuvo el mayor rendimiento de 26.00 flores por planta fue: plástico blanco-sustrato bocashi-colecta Ejutla.
5. Para el factor plástico para las variables: altura de la planta el que resulto de mayor promedio de 113.66 cm, Diámetro del tallo de 1.69 cm, el número

de flores por planta de 26.66 y número de frutos de 26.00 por planta se obtuvieron en el plástico blanco. Sin embargo para la variable número de hojas por planta fue el plástico transparente 65.67.

6. Para el factor sustrato, las variables; altura de la planta con promedio de 113.66 cm y diámetro del tallo de 1.69 cm, el sustrato suelo es el que proporcione los mayores promedios; sin embargo para las variables número de frutos y flores se obtuvieron en el sustrato bocashi con promedios de 26.66 en número de flores y 26.00 número frutos por planta finalmente para la variable número de hojas el sustrato bocashi afecto positivamente con un total de 165.67 hojas por planta.
7. Finalmente para el tercer factor colecta, las variables; altura de la planta con 113.66 cm, diámetro del tallo de 1.69 cm, número de hojas de 165.67, número de flores 26.66 y número de frutos por planta de 26.00, lo proporcione la colecta Ejutla en comparación a la colecta Cuilapam.

5.2 Recomendaciones

1. Realizar la evaluación económica de los diferentes factores: plásticos, sustratos y colectas en el cultivo de chile de agua para determinar su rentabilidad óptima.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. 2005. Planta patología. Quinta edición. Elsevier , Academic Press.p 4.
2. Ambrosio S.,F., 2007. Análisis de los aspectos socio-culturales y económicos del agroecosistema chile de agua *capsicum annuum* L. en Cuilapam de Guerrero, Oaxaca.p 5.
3. Bastida T., A. 2002. El medio de cultivo de las plantas: sustratos para hidroponía y producción de planta ornamental. Serie de publicaciones Agribot: No. 4. Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México, 27 p.
4. Bayer de México, S.A de C.V, 2012. Guía de identificación de plagas y enfermedades del chile. p. 38.
5. Bayer de México, S.A. de C.V. 2011. Manual picudo del chile, información tecnica.Division. Bayer CropSciece. México, D. F.p 6.

6. Barrios.L.C.C.2015.Evaluacion de sustratos y extractos vegetales para la producción de chile de agua *capsicum annuum* L. en ambientes controlados. Residencia profesional. Instituto Tecnológico de Comitancillo.68 p.
7. Calderón, A. 2006. Sustratos agrícolas (en línea). Chile. Disponible en <http://www.biosustratos.cl/pdf/Sustratos%20agricolas1.pdf>
8. Castañeda. A.H.M.2013. evaluación de híbridos de chile de agua en invernadero. Tesis profesional. Instituto Tecnológico de los Valles de Oaxaca.19 p.
9. Croteau , R., Kutchan , TM y Lewis NG. 2000. Los productos naturales (metabolitos secundarios) .En Buchanan , B., Grisseem , W., Jones , R. (eds) Bioquímica y biología molecular de plantas . Vol 24. la sociedad americana de los fisiólogos vegetales. Maryland. Estados Unidos. . Pp 1250 - 1318.
- 10.Croteau, R., K. 2000. Productos Naturales (metabolitos secundarios) en la biología molecular de las plantas. Vol 24. Sociedad Americana de las plantas physiologists. Maryland. USA. 1250 – 1318 p.
- 11.Gallo, R; Viana, O. 2005. Evaluación agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantines de tomate *Lycopersicum esculentum* (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, UY, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 80 p.Disponible en <http://164.73.52.13/iah/textostesis/2005/3363gal1.pdf>
- 12.Garcia, E. 1988. Modificaciones al sistema climático de Köppen. Universidad Autónoma de México. D. F 246 p
- 13.García, M. 2006. Sustratos para la producción de plantines hortícolas (en línea). Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento Producción Vegetal Centro Regional Sur. 6 p.
- 14.Hernández D.J. 2015. Efecto de niveles de podas en el rendimiento de colectas de chile de agua (*Capsicum annum* L.), en macrotunel. Tesis profesional. Instituto Tecnológico de los Valles de Oaxaca.

15. INEGI 2008. Perspectiva estadística Oaxaca. Marzo 2012. Publicación trimestral. Oaxaca, Oax.p 5.
16. INFOAGRO (Información Agrícola, ES). 2010. Cultivo de tomate (en línea). España, Editorial Agrícola Española, S.A. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento>
17. J. J. Magdaleno-Villar¹; A. Peña-Lomelí¹; R. Castro-Brindis¹; A. M. Castillo-González¹; A. Galvis-Spinola²; F. Ramírez-Pérez¹; P. A. Becerra-López¹. 2006. efecto de tres sustratos y dos colores de plástico en el desarrollo de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, vol. 12, núm. 2, julio-diciembre, 2006, Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México. 153-158 p.
18. Jiménez. J. Leoncio. 2010. Acondicionamiento osmótico de semilla de chile de agua *Capsicum annum* L. para acelerar el proceso de germinación. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. p 5.
19. López L., P. 2007 b. El chile de agua: un chile típico de los Valles Centrales de Oaxaca. AGROproduce. No. 16: 8-19.
20. López L., P. S. 1989. Al rescate de la diversidad del chile *Capsicum spp.* en Oaxaca. "Avances del proyecto. Publicación especial. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP. Oaxaca, México. P 7.
21. López L., P.; y Castro G., H. 2014. La diversidad genética del chile *Capsicum spp.* INIFAP-CRUSO. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Libro técnico Núm. 1. Oaxaca, México. 36 p.
22. López L.P.; Galomo R.T.; Bravo M.E. 2005. El chile de agua; un chile típico de los valles Centrales de Oaxaca. Libro Técnico no. 5. 194 p.
23. López, L. P. 2007 a. Principales enfermedades de chile de agua en los Valles Centrales de Oaxaca. Revista Agro-Produce 7:15-8.

24. López, L. P. S.; CASTRO, G.F.H.1999. Al rescate de la diversidad del chile *Capsicum spp* en Oaxaca. Publicación especial. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca.INIFAP, Oaxaca.Mexico.p 7.
25. Manual Técnico de Natur Abono una Experiencia Biotecnológica aplicada al campo Mexicano. 2015. 20 p.
26. MORENO. L.J.P. 2011. Actividad Antifúngica de los Extractos Vegetales de *Piper eripodon* y *Zanthoxylum monophyllum* y sus metabolitos secundarios mayoritarios sobre dos hongos fitopatógenos de clavel *Dianthus caryophyllus*. Tesis de maestría Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía Bogotá, Colombia. p 20.
27. Muñoz, F.I. 1996. Taxonomía y distribución geográfica de los chiles cultivados en México. I.N.I.A. México. Folleto N°15.
28. Nuez V.,F.; R. GIL., Costa G. 2003. El cultivo de Pimientos, Chiles y Ajés. Ediciones Mundi-prensa.Mexico, D.F. 607 p.
29. Nuez V.F.2000. El cultivo de Pimiento, chiles y ajés. Ediciones Mundi Prensa. México. D.F.o Núm. 1. Oaxaca, México. 36 p.
30. Ortega Paczka R., Martínez Alfaro M.A. y Sánchez Jesús J. de J. 2000. Recursos Fitogenéticos Autóctonos. En: Recursos Fitogenéticos de México para la Agricultura, Informe Nacional. SNICS y SOMEFI A. C. Chapingo, México.
31. Ortiz. Z. A.A. 2012. Premejoramiento de chile de agua en Valles Centrales de Oaxaca. Residencia profesional Instituto Tecnológico de los Valles de Oaxaca.40 P.
32. Pérez G. M. y R. Castro B. 2008. El chile manzano. Universidad Autónoma de Chapingo. Mexico.128 p.
33. Restrepo R. J.1995. Abonos orgánicos fermentados experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil. Editorial Vecinos Mundiales.24 p.

34. Restrepo R. J. 2000. LA AGRICULTURA ORGÁNICA. El foliar Supermagro. Editorial Vecinos Mundiales. 2 p.
35. Restrepo R. J. 2007. Caldos Minerales. Editorial Feriva. Cali, Colombia. 20 p.
36. Rincón S. y F. Zavala G. (eds). 2000. Plántulas de hortalizas. Tesis de maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. Recursos Fitogenéticos de México para la Agricultura, Informe Nacional. SNICS y SOMEFI A. C. Chapingo, México.
37. Rodríguez D.A. 2004. formulaciom de soluciones nutritivas. In: Narvéez M.J.V(eds) hidroponía una nueva cultura agrícola. Chihuahua.
38. Rodríguez, R. Tavares, R. y Medina, H. 2001. Cultivo Moderno del Tomate 2ª. Ed. Ediciones Mundi-Prensa. España. 255 p
39. Valadez L., A. 1993. Producción de hortalizas. Editorial limusa. Grupo noriega Editores. México, D.F. 374 p.
40. Valentín M María C. 2011, evaluación de crecimiento y extracción de macronutrientes de chile de agua. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México.
41. Vásquez M., S. T. 2005. Fisiotecnia, bromatología y contenido de capsaicinoides en chile de agua *Capsicum annuum* L. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México. 92 p.
42. Virgen J.S. D. 2006. rentabilidad y mercadeo de la producción de chile de agua *Capsicum annum* L. bajo invernadero en el municipio de Ajoqueso de Aldama, Oaxaca. Tesis de licenciatura Universidad Autónoma de Chapingo, México.
43. Zapata N., M S Bañon A.; P. Cabrera F. 1992. El pimiento para pimentón. Ed. Mundi-prensa. Madrid. 240 p.

Anexo

Cuadro 1. Valores promedios de variables estudiadas en chile de agua *capsicum annum* L.

Tratamiento		Variables				
N°	Denominación	Altura cm	Diámetro cm	Número de hojas/planta	Numero de flores/planta	Numero de frutos/planta
T1	Pb-Sb-Ce	98.66 ^{abcd}	1.03 ^{bc}	148.33 ^{abc}	26.66 ^a	26.00 ^a
T2	Pb-Sb-Cc	89.00 ^{abcd}	0.97 ^{bc}	83.67 ^{cd}	18.00 ^{cd}	18.00 ^{abc}
T3	Pb-Sn-Ce	108.00 ^{ab}	1.22 ^{ab}	142.00 ^{abc}	15.00 ^{defg}	16.00 ^{abc}
T4	Pb-Sn-Cc	105.33 ^{abc}	1.19 ^{abc}	137.67 ^{abcd}	13.66 ^{defg}	13.66 ^{abc}
T5	Pb-Ss-Ce	113.66 ^a	1.69 ^a	115.00 ^{abcd}	7.66 ^{gh}	6.66 ^c
T6	Pb-Ss-Cc	95.00 ^{abcd}	1.11 ^{bc}	126.67 ^{abcd}	10.66 ^{gh}	10.33 ^{bc}
T7	Pv-Sb-Ce	72.00 ^{bcd}	0.95 ^{bc}	145.00 ^{abc}	20.33 ^{bc}	17.33 ^{abc}
T8	Pv-Sb-Cc	88.66 ^{abcd}	1.25 ^{ab}	114.33 ^{abcd}	17.00 ^{cd}	17.00 ^{abc}
T9	Pv-Sn-Ce	99.66 ^{abc}	1.33 ^{ab}	158.67 ^a	24.00 ^{ab}	24.00 ^{ab}
T10	Pv-Sn-Cc	86.83 ^{abcd}	1.42 ^{ab}	129.67 ^{abcd}	16.66 ^{cde}	14.66 ^{abc}
T11	Pv-Ss-Ce	98.00 ^{abcd}	1.09 ^{bc}	147.33 ^{abc}	15.33 ^{def}	16.00 ^{abc}
T12	Pv-Ss-Cc	71.66 ^{cd}	0.98 ^{bc}	73.00 ^d	7.33 ^{gh}	7.33 ^c
T13	Pt-Sb-Ce	75.00 ^{bcd}	1.35 ^{ab}	165.67 ^a	15.33 ^{def}	14.66 ^{abc}
T14	Pt-Sb-Cc	62.83 ^d	0.68 ^c	90.00 ^{bcd}	11.00 ^{fgh}	10.00 ^{bc}
T15	Pt-Sn-Ce	70.00 ^{cd}	1.25 ^{ab}	136.00 ^{abcd}	18.00 ^{cd}	18.00 ^{abc}
T16	Pt-Sn-Cc	85.33 ^{abcd}	1.44 ^{ab}	144.67 ^{abc}	24.33 ^{ab}	24.00 ^{ab}
T17	Pt-Ss-Ce	85.00 ^{abcd}	1.23 ^{ab}	156.33 ^{ab}	12.33 ^{efg}	12.66 ^{abc}
T18	Pt-Ss-Cc	93.33 ^{abcd}	1.48 ^{ab}	137.67 ^{abcd}	14.66 ^{defg}	14.66 ^{abc}

Pb=Plástico blanco; Pv=Plástico verde; Pt= Plástico transparente; Sb= Sustrato bocashi; Sn= Sustrato natura; Ss= Sustrato suelo; Ce= Colecta ejutla; Cc= Colecta cuilapam.