



UNIVERSIDAD DEL PAPAJOAPAN

Campus Loma Bonita

INGENIERÍA AGRÍCOLA TROPICAL

**EFFECTO DE LA DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CHILE SOLEDAD (*Capsicum
annuum* L.) EN LÍNEAS MEJORADAS Y MATERIAL
CRIOLLO**

TESIS PROFESIONAL

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

PRESENTA:

JOSÉ MAURICIO ALFONSO GARCÍA

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. ANA ROSA RAMÍREZ SEÑEZ

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO.

2022



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LA PRESENTE TESIS TITULADA “EFECTO DE LA DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CHILE SOLEDAD (*Capsicum annuum* L.) EN LÍNEAS MEJORADAS Y MATERIAL CRIOLLO”, PRESENTADA POR EL PASANTE JOSÉ MAURICIO ALFONSO GARCÍA, BAJO LA DIRECCIÓN DE LA DRA. ANA ROSA RAMÍREZ SEAÑEZ, HA SIDO APROBADA POR EL JURADO EXAMINADOR Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA TROPICAL

JURADO REVISOR

DRA. ANA ROSA RAMÍREZ SEAÑEZ
DIRECTORA DE TESIS

DR. ROGELIO E. PALACIOS TORRES
REVISOR

DR. HIPÓLITO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ
REVISOR

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO. 2022



Universidad del Papaloapan

FECHA:	22 de Marzo del 2022
AREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/070/2022
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

C. JOSE MAURICIO ALFONSO GARCIA
P R E S E N T E:

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada “EFECTO DE LA DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CHILE SOLEDAD (*Capsicum annuum* L.) EN LINEAS MEJORADAS Y METERIAL CRIOLLO” así como la programación del examen profesional bajo la dirección de la Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez.

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

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


MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
Vice-Rector Académico.



C.c.p. Dr Rogelio Enrique Palacios Torres Jefe de Carrera de la Ingeniería agrícola Tropical
C.c.p. L.P. Yesenia Barrientos Arenal. Jefa del Departamento de Servicios Escolares
C.c.p. Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez. Director de tesis.
C.c.p. Archivo.

OAXACA



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

CAMPUS LOMA BONITA

Oficio No. JCIAT/37/22

Loma Bonita, Oaxaca a 18 de marzo de 2022

M.E. YESENIA BARRIENTOS ARENAL
JEFA DEL DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
PRESENTE

Por este medio le comunico que la Jefatura de Carrera a mi cargo ha designado como jurado del proyecto de tesis titulado "**EFECTO DE LA DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CHILE SOLEDAD (*Capsicum annuum* L.) EN LÍNEAS MEJORADAS Y MATERIAL CRIOLLO**", para examen de titulación del egresado **C. JOSÉ MAURICIO ALFONSO GARCÍA**, a los profesores:

Presidente: Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres
Secretario: Dr. Hipólito Hernández Hernández
Vocal: Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez

Como suplentes:
Dra. Maribel Reyes Osornio
Dr. José Orbelin Gutiérrez Hernández

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

Atentamente

"Terra Uberrima, mens aperta"
Bou Lo tama, Chi Ji Jú

Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres
Jefe de la Carrera de Ingeniería Agrícola
Tropical



INGENIERÍA
AGRICOLA
TROPICAL

M.C. Héctor López Arjona
Vice-Rector Académico

c.c.p. Archivo

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita**, por cobijarme como segunda casa durante 5 años, proporcionándome conocimientos de excelencia y calidad, de los cuales me llevo lo mejor y que gracias a ellos culmino un logro más en mi vida.

A la **Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez**, por su apoyo incondicional y disponibilidad desde inicio de la carrera, así como en este proyecto y en las estancias profesionales, por sus conocimientos brindados en aula y campo. Por la confianza, amistad y en general gracias por todo.

Al **Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres** por la confianza, amistad y por todo el apoyo incondicional brindado cuando más lo necesitaba, muchas gracias.

Al **Dr. Hipólito Hernández Hernández** por su valioso apoyo incondicional y por sus conocimientos transmitidos en esta investigación, además por su tiempo y apoyo en mi trayecto como productor de chile soledad, muchas gracias.

Al **Dr. José Antonio Yam Tzec** por sus conocimientos brindados en el aula de clases, por la valiosa aportación en el desarrollo de un artículo científico, agradezco por su amistad y confianza.

A los profesores investigadores de Ingeniería Agrícola Tropical y a los que durante estos 5 años fueron parte de mi formación, el cual sin importar el orden les agradezco mucho por los conocimientos, experiencias transmitidas y sobre todo por su amistad.

Al **M.C. Moisés Ramírez Meras** Coordinador Regional de la Red de Innovación e Investigación de Hortalizas del INIFAP. Por la donación de semillas mejoradas (P13 y P15) de chile soledad para la realización de esta investigación, la cual servirá de apoyo para los productores de chile soledad. Gracias por todo el apoyo.

A mis compañeros y amigos: Amadeo, Rodolfo, Marco Acosta, Bernabé, Carmen, Ángel, Gerardo, Jorge, a los que faltan y sin importar el orden, les agradezco mucho por la amistad y los apoyos brindados, así como cada experiencia junto a ustedes, gracias.

De igual manera a **Amadeo, Bernabé, Rodolfo**, a los alumnos de la carrera que en el año de la investigación eran del grupo de **AT-2**, los cuales contribuyeron para que esta investigación se lleve a cabo.

DEDICATORIAS

A **Dios** por darme salud y fortaleza, ya que pude superar los inconvenientes presentados durante mi preparación; de igual manera por cuidar de mí y mi familia dándonos la fuerza para salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis Amados y admirables padres:

Sr. Juan Alfonso García y Sra. Beatriz García Ochoa, de todo corazón y con el respeto que se merecen, por el apoyo y sacrificio brindado en los momentos más difíciles, así como los valores y enseñanzas inculcadas para ser siempre una persona de bien y por permitirme llegar hasta donde estoy; por ser mi guía en mi preparación y sobre todo por darme la vida. Dios los bendiga y conserve por mucho tiempo más. **“Los Amo Papás”**.

A mis hermanos:

Leonardo García Ochoa

Juan Alfonso García

Por el apoyo brindado durante mi formación académica, ya que nunca me dejaron solo cuando más los necesite, de todo corazón gracias.

A mis primitos y sobrinos:

David, Melani, María Luisa, Robertito, Eli, Roberto, Brisell y los que faltan, gracias por los bellos momentos. Dios los bendiga.

A mis apreciables Abuelos:

Nicanor García Barragán y Emilia Ochoa Romero, Félix Alfonso Copto y Apolinaria Delgado Arroniz †.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	iii
CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. HIPÓTESIS.....	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1. Origen del chile verde (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	6
4.2. Clasificación taxonómica del chile verde (<i>Capsicum annuum</i> L.)	7
4.3. Pungencia de diferentes especies del género <i>Capsicum</i>	7
4.4. Importancia del chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	9
4.5. Características botánicas del chile soledad o chile serrano delgado (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	10
4.5.1. Planta	10
4.5.2. Tallo.....	11
4.5.3. Hojas	11
4.5.4. Flor	11
4.5.5. Fruto.....	12
4.5.6. Semilla.....	13
4.5.7. Raíz.....	13
4.6. Etapas fenológicas del cultivo de chile soledad	13
4.6.1. Germinación.....	13

4.6.2.	Plántula	14
4.6.3.	Crecimiento vegetativo	14
4.6.4.	Floración y fructificación	15
4.6.5.	Periodo de cosecha	15
4.6.6.	Características del fruto de chile soledad	16
4.7.	Requerimientos climáticos del chile soledad	16
4.7.1.	Temperatura (°C)	16
4.7.2.	Humedad relativa (%)	17
4.7.3.	Luminosidad	18
4.8.	Producción de cultivos en México	18
4.8.1.	Producción en cielo abierto	18
4.9.	Producción nacional de chile verde (<i>Capsicum annuum</i> L.)	19
4.10.	Producción de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) en México	20
4.11.	Producción de chile soledad en el estado de Oaxaca	21
4.12.	Producción de chile soledad en el estado de Veracruz	22
4.13.	Importancia de la fertilización química	23
4.14.	Semillas criollas	24
4.15.	Líneas mejoradas	25
4.16.	Variedades de polinización libre	26
5.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
5.1.	Localización del sitio experimental	28
5.2.	Clima	29
5.3.	Descripción del área de estudio	29
5.4.	Descripción del material vegetal	30
5.5.	Descripción del suelo del sitio del experimento	30
5.6.	Fertilización	33
5.7.	Tratamientos	35
5.8.	Manejo agronómico	36
5.8.1.	Preparación del terreno del estudio	36
5.8.2.	Siembra	36
5.8.3.	Trasplante	37
5.9.	Labores culturales	37

5.9.1.	Aporque.....	37
5.9.2.	Aplicaciones foliares.....	38
5.9.3.	Control de plagas y enfermedades.....	38
5.9.4.	Cosecha	39
5.10.	Variables evaluadas.....	39
5.10.1.	Desarrollo de la planta	39
5.10.2.	Variables morfológicas.....	39
5.11.	Variables de calidad de fruto.....	40
5.11.1.	Peso del fruto (g).....	41
5.11.2.	Longitud del fruto (cm)	41
5.11.3.	Diámetro del fruto (mm)	41
5.11.4.	Grosor de pericarpio (mm)	42
5.11.5.	Número de lóculos	42
5.11.6.	Grados Brix	42
5.11.7.	Acidez titulable.....	42
5.12.	Rendimiento por planta.....	43
5.13.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	43
6.	Datos de Temperatura promedio (°C), Humedad Relativa (%) durante el desarrollo de esta investigación.....	45
7.	RESULTADOS	47
7.1.	Morfología de la planta.....	47
7.1.1.	Altura de planta (cm)	47
7.1.2.	Diámetro de tallo (mm).....	49
7.1.3.	Número de ramificaciones.....	52
7.1.4.	Ancho de copa (cm)	54
7.2.	Calidad de fruto.....	57
7.2.1.	Peso de fruto (g).....	57
7.2.2.	Longitud de fruto (cm)	60
7.2.3.	Diámetro de fruto (mm)	63
7.2.4.	Grosor de pericarpio (mm)	67
7.2.5.	Número de lóculos.....	69
7.2.6.	Grados Brix o Sólidos solubles totales	70

7.2.7. Acidez titulable (% de Ácido cítrico)	74
7.3. Rendimiento.....	76
7.3.1. Rendimiento por planta (g)	76
7.3.2. Rendimiento total (t ha ⁻¹).....	77
8. CONCLUSIONES	80
9. LITERATURA CITADA	81
10. APÉNDICE	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del chile verde (<i>Capsicum annuum</i> L.) de acuerdo a GRIN (2014).....	7
Tabla 2. Clasificación de diferentes frutos del género <i>Capsicum</i> de acuerdo con su pungencia (López, 2003).	8
Tabla 3. Características y especificaciones de calidad establecidas por la Norma Mexicana de productos alimenticios no industrializados para consumo humano – chile fresco (NMX-FF-025-SCFI-2014).	16
Tabla 4. Producción de chile soledad a nivel nacional, del año agrícola 2020 en la modalidad de temporal.....	20
Tabla 5. Producción de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) en el estado de Oaxaca para el año 2020.....	21
Tabla 6. Producción de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) en el estado de Veracruz en el año 2020.....	22
Tabla 7. Propiedades físicas presentes en el suelo del sitio del experimento, análisis realizado por el laboratorio Fertilab.....	31
Tabla 8. Fertilidad del suelo del sitio del experimento, realizado por Fertilab.....	32
Tabla 9. Dosis de fertilización recomendada por el Campo Experimental de las Huastecas (CIRNE) para la producción de chile serrano.....	33
Tabla 10. Propuesta de la dosis de fertilización 1 para la producción de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal.	34
Tabla 11. Propuesta de la dosis de fertilización 2 para la producción de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal.	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del experimento (Google Earth, 2021).....	28
Figura 2. Croquis de la distribución de los tratamientos en campo.	35
Figura 3. Registros de Temperatura promedio (°C) y Humedad relativa (%) prevalientes durante el desarrollo de la investigación.	46
Figura 4. Evaluación de altura de planta (cm) en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.	49
Figura 5. Evaluación de diámetro de tallo (mm) en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.....	52
Figura 6. Evaluación de número de ramificaciones en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.....	54
Figura 7. Evaluación de ancho de copa (cm) en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.	56
Figura 8. Evaluación del peso de fruto (g) en 3 tamaños de fruto (grande, mediano y chico), en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.....	60
Figura 9. Evaluación longitud de fruto (cm) en 3 tamaños de fruto (grande, mediano y chico), en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.....	63
Figura 10. Evaluación del diámetro de fruto (mm) en 3 tamaños de fruto, (grande, mediano y chico), en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.....	66

Figura 11. Evaluación del grosor de pericarpio (mm) en 3 tamaños de fruto (grande, mediano y chico), en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.....	68
Figura 12. Evaluación número de lóculos en 3 tamaños de fruto (grande, mediano y chico) en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.....	70
Figura 13. Evaluación de la concentración de grados Brix o sólidos solubles totales, en 3 tamaños de frutos (grande, mediano y chico) a los 84 ddt, en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.	72
Figura 14. Evaluación de la concentración de grados Brix o sólidos solubles totales, en 3 tamaños de frutos (grande, mediano y chico) a los 105 ddt, en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.	73
Figura 15. Evaluación de la acidez titulable (% de Ácido cítrico) en dos muestreos, en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.....	75
Figura 16. Evaluación del rendimiento por planta (g) en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.....	77
Figura 17. Extrapolación del rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.....	79

ÍNDICE DE APÉNDICE

Apéndice 1. Evidencia fotográfica, durante el desarrollo de la investigación.....	95
Apéndice 2. Participación en eventos de divulgación científica.	103

EFECTO DE LA DOSIS DE FERTILIZACIÓN EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CHILE SOLEDAD (*Capsicum annuum* L.) EN LÍNEAS MEJORADAS Y MATERIAL CRIOLLO

José Mauricio Alfonso García

Grado: Ingeniero Agrícola Tropical

Universidad del Papaloapan, 2022

RESUMEN

La producción de chile verde a nivel mundial, posiciona a esta hortaliza en segundo lugar de importancia con una producción de 38,027,164 toneladas, siendo México considerado el segundo productor con una aportación de 3,324,260 toneladas. El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de dos dosis de fertilización sobre morfología, rendimiento y calidad de fruto en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal. El diseño experimental, fue parcelas divididas completamente al azar, con cuatro tratamientos y dos testigos, quedando establecidos de la siguiente manera: Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13 y los dos testigos: Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo. Los resultados muestran que la línea mejorada P15 con la fertilización 2 obtuvo los mejores resultados en rendimiento por planta con 489.43 g/planta y un rendimiento total de 14.76 t ha⁻¹, siendo estos hasta un 35.5 %

más que los resultados obtenidos por el tratamiento Fert 2 Test, utilizando el material criollo, el cual obtuvo 361.10 g/planta y un rendimiento total de 11.49 t ha⁻¹. La utilización de líneas mejoradas y la dosis de fertilización adecuada, en la producción de chile soledad en la región del Papaloapan puede ser considerada una alternativa para los productores de la región, ya que aumenta hasta un 28.5 % el rendimiento.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L., Loma Bonita, Oaxaca, Morfología, Temporal.

EFFECT OF FERTILITY DOSE ON YIELD AND QUALITY OF CHILE SOLEDAD (*Capsicum annuum* L.) IN IMPROVED LINES AND LANDRACE MATERIAL

José Mauricio Alfonso García

Degree: B.S. in Tropical Agricultural Engineering

Papaloapan University, 2022

ABSTRACT

The production of green chili worldwide, positions this vegetable in second place of importance with a production of 38,027,164 tons, being Mexico considered the second producer with a contribution of 3,324,260 tons. The objective of this research was to evaluate the effect on morphology, yield and fruit quality in improved lines and native seed of chili soledad (*Capsicum annuum* L.) under storm conditions and two doses of fertilization. The experimental design was completely randomly divided plots, with four treatments and two controls, being established as follows: Fert 1 P15= Fertilization 1 P15, Fert 2 P15= Fertilization 2 P15, Fert 1 P13= Fertilization 1 P13 and Fert 2 P13= Fertilization 2 P13 and the two controls: Fert 1 Test= Fertilization 1 Landrace material, Fert 2 Test= Fertilization 2 Landrace material. The results show that the improved line P15 with fertilization 2 obtained the best results in yield per plant with 489.43 g/plant and a total yield of 14.76 t ha⁻¹, these being up to 35.5 % more than the results obtained by the Fert 2 Test treatment, using landrace material, which obtained 361.10 g/plant and a total yield of 11.49 t ha⁻¹. The use of improved lines and the appropriate fertilization dose in the

production of solitude chili in the Papaloapan region can be considered an alternative for producers in the region, since it increases the yield to 28.5 %.

Keywords: *Capsicum annuum* L., Loma Bonita, Oaxaca, Morphology, Temporal.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile verde (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza que tiene una importante participación en el sector agroalimentario, sembrándose alrededor de 1.99 millones de hectáreas, de las cuales genera una producción a nivel mundial de 38,027,164 toneladas, siendo China el primer país productor de este cultivo con 18,079,019 toneladas. Por su parte México ocupa el segundo lugar en la producción de chile con 3,324,260 toneladas, en una superficie de 159,981 hectáreas, de las cuales se obtiene un rendimiento promedio de 21.05 t ha⁻¹ en la modalidad de riego más temporal (FAO, 2019).

De acuerdo con datos estadísticos proporcionados por el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), los principales estados productores de chile verde (*Capsicum annuum* L.) son: Chihuahua con 722,936.90 t (21.74 %), Sinaloa con 648,222.15 t (19.5 %), Zacatecas con 458,942.89 t (13.80 %), San Luis Potosí con 327,123.76 t (9.84 %) y Sonora con 223,431.53 t (6.72 %), aportando en conjunto el 71.5 % de la producción nacional. La producción a cielo abierto para este cultivo fue de 153,530 ha representado el 96 % de la producción total, el resto 6,451 ha se obtuvo utilizando agricultura protegida (malla sombra, macro túnel e invernadero) (SIAP, 2020).

El género *Capsicum* tiene cinco especies domesticadas las cuales son: *Capsicum annuum* L., *C. frutescens*, *C. baccatum* L., *C. pubescens* R., y *C.*

chinense Jacq. (Ruiz-Lau *et al.*, 2011). De estas especies cuatro están presentes en México, reportándose 64 tipos diferentes de chile en el país, de los cuales se pueden consumir de diferentes maneras, por mencionar se consumen en fresco, cocidos o industrializados; esta gran diversidad se ve reflejada en la riqueza culinaria del país (SIAP, 2019). Por su parte, Laborde, (1984) indica que en México el mejoramiento genético del chile (*Capsicum annuum* L.) ha dado el origen a nuevas variedades, las cuales suelen ser, más productivas, uniformes, además de ser más resistentes a enfermedades y de mejor calidad. Aunado a lo anterior, en México, se han utilizado los métodos de selección individual, selección masal, masal-estratificada y pedigrí para el desarrollo de diversos materiales como: chile serrano, jalapeño, habanero, ancho, puya, guajillo (Laborde y Pozo, 1982, Pozo y Ramírez, 1994, Ramírez, 2009). A diferencia de los tipos de chile antes señalados, para el cultivo de chile soledad no hay variedades mejoradas. Sin embargo, el Programa de Mejoramiento Genético del Centro de Investigación Regional del Noreste (CIRNE) Campo Experimental Las Huastecas del INIFAP, desarrolló una variedad de polinización libre de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) conocida como CHISER-522, esta variedad presenta tolerancia a mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria*) y a cenicilla (*Oidiopsis taurica*) y tiene un rendimiento promedio de 20.5 t ha⁻¹ bajo fertirrigación, además, se puede obtener un incremento del 50 % en comparación con los materiales criollos que se utilizan en la actualidad (Ramírez *et al.*, 2019).

La importancia del uso de fertilizantes químicos en la producción de diversos cultivos, se hacen con el objetivo, de complementar adecuadamente la nutrición, la cual a su vez se verá reflejada en la producción y calidad de diversos frutos, sin embargo, como todo producto químico, tiene ventajas y desventajas. Las ventajas que tiene la utilización del fertilizante químico es que su tasa de asimilación es alta en nutrientes, ya que tienen concentraciones mayores, que los fertilizantes orgánicos. Dentro de las desventajas de los fertilizantes químicos es que reducen la materia orgánica que contiene el suelo y el uso continuo e indiscriminado de este fertilizante, tiende a dañar los mantos freáticos de la zona (Villa *et al.*, 2005).

En la presente investigación se pretende hacer la evaluación de dosis de fertilización granular en el cultivo de chile soledad *Capsicum annuum* L., bajo condiciones de temporal. Pudiendo ser una alternativa de mejora para incrementar el rendimiento, además de la calidad del mismo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la morfología, rendimiento y calidad de fruto en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) con dos dosis de fertilización bajo condiciones de temporal en Loma Bonita, Oaxaca.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la morfología, rendimiento y calidad de fruto de líneas mejoradas y material criollo del cultivo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.), bajo condiciones de temporal.
- Evaluar el efecto de dos dosis de fertilización en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.), para incrementar el rendimiento y calidad de fruto bajo condiciones de temporal.

3. HIPÓTESIS

- El rendimiento y la calidad de fruto del chile soledad (*Capsicum annuum* L.) se incrementará, utilizando líneas mejoradas, bajo condiciones de temporal en Loma Bonita, Oaxaca.
- El rendimiento de las líneas mejoradas y del material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) se incrementará, con la utilización de dos dosis de fertilización bajo condiciones de temporal.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen del chile verde (*Capsicum annuum* L.)

México es conocido como centro de origen y domesticación de la especie *Capsicum annuum* L. siendo considerado uno de los cultivos más importantes desde el punto de vista cultural, agronómico, nutricional y económico (Aguirre *et al.*, 2017). Lo anterior coincide con Hernández (2014) quien menciona que el centro de origen y/o domesticación de este género *Capsicum* se llevó a cabo en Mesoamérica, específicamente en México. Así mismo Pickersgill, (1971) indica que el género *Capsicum annuum* L. es una de las especies más cultivadas, la cual es ampliamente reconocida por su nivel de importancia económica, la cual se encuentra distribuida a nivel mundial.

Debido a la gran variedad de climas que se presentan en México, se menciona que de las 27 especies descritas del género *Capsicum* son cinco las domesticadas: *C. baccatum*, *C. chinense*, (habanero) *C. frutescens*, *C. pubescens* (manzano o perón) y *Capsicum annuum* L. este último representado por las siguientes variedades, chile verde o serrano, jalapeño, negro, de árbol, pasilla, ancho (Laborde y Pozo, 1982; Pickersgill, 1997; López, 2003).

4.2. Clasificación taxonómica del chile verde (*Capsicum annuum* L.)

De acuerdo con el Sistema Integrado de Información Taxonómica (Red de Información de Recursos de Germoplasma) GRIN (2014). La clasificación taxonómica del chile verde, se indica a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del chile verde (*Capsicum annuum* L.) de acuerdo a GRIN (2014).

Reino	Vegetal
Subreino	Spermatophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Subfamilia	Solanoideae
Tribu	Capsiceae
Género	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>annuum</i> L.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de GRIN (2014).

4.3. Pungencia de diferentes especies del género *Capsicum*

La sustancia encargada de dar la pungencia a los chiles es la Capsaicina, este compuesto se encuentra de manera natural en los frutos, esta se encuentra en

diferente cantidad dependiendo del tipo de chile, cabe mencionar que la mayor concentración se encuentra en la semilla y en la cubierta que la rodea llamada "pericarpio" (Cedrón, 2013). En la Tabla 2 se muestran algunas variedades y especies del género *Capsicum* con su valor de pungencia en la escala Scoville.

Tabla 2. Clasificación de diferentes frutos del género *Capsicum* de acuerdo con su pungencia (López, 2003).

Clase	Unidades Scoville
Capsaicina pura	16,000,000
<i>Capsicum chinense</i> (Chile habanero)	150,000 - 325,000
<i>Capsicum annuum</i> (Chile piquín)	50,000 – 100,000
<i>Capsicum frutescens</i> (Chile tabasco)	30,000 – 60,000
<i>Capsicum pubescens</i> (Chile manzano)	30,000 – 60,000
<i>Capsicum baccatum</i> (Chile escabeche)	30,000 – 50,000
<i>Capsicum annuum</i> (Chile de árbol)	15,000 – 30,000
<i>Capsicum annuum</i> (Chile serrano)	10,000 - 20,000
<i>Capsicum annuum</i> (Chile jalapeño)	2,500 – 10,000
<i>Capsicum annuum</i> (Chile guajillo)	2,500 – 5,000
<i>Capsicum annuum</i> (Chile poblano)	1,000 – 2000
<i>Capsicum annuum</i> (Chile pasilla)	1,000 – 2,000
Pimientos	0 - 100

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de López (2003).

Por otra parte, Pérez *et al.*, (2003) mencionan que los compuestos químicos más importantes de los frutos de chiles son los carotenoides y capsaicinoides, estos son la base principal para dar el color y el sabor picoso a los chiles.

En la actualidad el chile es consumido diariamente en la alimentación de los mexicanos, por ser utilizado en diferentes platillos en todo México, muy degustable por su sabor y grado de picor (Cázares y Duch 2002).

4.4. Importancia del chile soledad (*Capsicum annuum* L.)

Este cultivo se siembra en la región del Papaloapan en Oaxaca y también en la región del Sotavento del estado de Veracruz. La producción en el estado de Oaxaca se realiza en condiciones de temporal, durante los meses que comprende agosto a marzo. Su proceso productivo es de tipo tradicional el cual va acompañada de algunos componentes tecnológicos como lo es la utilización de agroquímicos. La limitación de este cultivo es en cuestiones de problemas fitosanitarios principalmente enfermedades de naturaleza viral, además de presentar enfermedades en el follaje como *Alternaria* spp. y la *Cercospora* spp. (Aguilar *et al.*, 2010).

Aguilar *et al.*, (2010) indican que la producción de este cultivo, representa la principal fuente de ingreso de los horticultores de la región, localidades del Papaloapan en Oaxaca y del municipio de Puente Nacional en el estado de

Veracruz, involucran en el proceso productivo a todos los miembros de la familia. El consumo de esta hortaliza es principalmente en fresco preparado en salsas.

En la localidad de Bethania, la cual se encuentra ubicada en la región del Papaloapan durante el periodo de cosecha, hay detallistas (vendedores de volúmenes pequeños) del Distrito Federal y Puebla los cuales establecen un centro de acopio temporal, adquieren el total de la producción, distribuyéndola a nivel nacional, y se comercializa en la central de abastos del Distrito Federal como chile serrano delgado el cual es considerado como moderadamente picoso (Aguilar *et al.*, 2010).

4.5. Características botánicas del chile soledad o chile serrano delgado (*Capsicum annuum* L.)

4.5.1. Planta

El chile soledad o también conocido como chile serrano, es una planta herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual, la cual puede llegar a presentar una altura general de la planta de 30 hasta 125 cm. (Pérez *et al.*, 2008; Moreno *et al.*, 2006).

4.5.2. Tallo

De acuerdo con las características del chile soledad, el tallo que se presenta en esta hortaliza, tienen las siguientes características puede ser de apariencia leñosa de forma angular, erguido, ramoso y liso respecto a su diámetro, este puede variar de 0.71 a 1.9 cm (Pérez *et al.*, 2008).

4.5.3. Hojas

Las principales características de las hojas del chile soledad, suelen ser simples, a su vez suelen presentarse de manera alterna, generalmente suelen ser lisas, lustrosas, pueden ser brevemente o largamente pecioladas y lanceoladas, además, de que pueden llegar a medir 9.4 cm de largo y 4.75 cm de ancho y una longitud de peciolo de 10 cm (Vera *et al.*, 2016).

4.5.4. Flor

Las flores del chile soledad, presentan un color morado de las anteras y un color blanco de los filamentos (Vera *et al.*, 2016). Además, suelen ser hermafroditas, axilares, solitarias, pedunculadas, actinomorfas, gameopétalas rotadas o subrotadas, pueden presentar colores blancas, verdosas o purpúreas; el cáliz generalmente es corto pentalobulado. Respecto a la corola está constituida por cinco pétalos soldados los cuales pueden distinguirse por sus cinco lóbulos

periféricos; el androceo consta de cinco estambres cortos los cuales están insertados en la garganta de la corola, el ovario es súpero, bilocular o tetralocular, con los lóculos pluviovulados, y está superpuesto por un estilo simple (Moreno *et al.*, 2011b, Pérez *et al.*, 2008; López, 2010).

4.5.5. Fruto

El fruto es una baya de forma elongada, posición pendiente, textura lisa en la superficie, ápice agudo, color verde intenso antes de la madurez y de color rojo brillante en su madurez. Los frutos exhiben dos lóculos con una depresión interocular poco profunda, placenta compacta y con alto nivel de picor. El pericarpio mide de 1.0 a 2.0 mm de espesor, tiene un pedúnculo delgado (4 a 6 mm), glabro y de aproximadamente 3 cm de largo (Aguilar *et al.*, 2010).

De igual forma Moreno *et al.*, (2006); Moreno *et al.*, (2011b) y López, (2010) precisan las siguientes características del fruto, es de color verde, bilocular o trilocular de tamaño y forma variable, su color puede variar según su variedad y puede ser de color rojo, anaranjado, además puede variar en cuanto a su sabor, pudiendo ser dulce y picoso cuando esté maduro; su longitud puede ser de 3 a 5 cm, su diámetro puede llegar a ser hasta de 1 cm, está constituido por numerosas semillas pequeña que junto con las placentas se unen a la pared del fruto, el cual contienen una sustancia llamada “Capsaicina” encargada de dar el picor al fruto,

cabe mencionar que el peso del fruto puede fluctuar entre 8.5 a 10 g (Villa *et al.*, 2014).

4.5.6. Semilla

Respecto a las características de las semillas que contiene el chile soledad son generalmente deprimidas, reniformes, lisas y presentan una coloración amarillenta o blanco amarillenta (Castellanos y Muñoz, 2003).

4.5.7. Raíz

La raíz que suele presentar el cultivo de chile soledad suele ser de tipo pivotante y profunda, además de que cuenta con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una profundidad de 50 a 100 cm, cabe mencionar que el desarrollo radicular va a depender de factores como: tipo de suelo, disposición de agua y la temperatura (Castellanos y Muñoz, 2003).

4.6. Etapas fenológicas del cultivo de chile soledad

4.6.1. Germinación

El periodo de preemergencia puede variar entre los 8 a 12 días, cuando se presentan temperaturas altas este periodo suele acortarse. Es considerado un periodo importante, en el cual se pueden presentar consecuencias letales, en esta

etapa se presenta la máxima mortalidad (Olivera, 2007). Por su parte, Espadas (2014) indica que la temperatura óptima para esta etapa varía de los 20 a 25 °C, además, indica que para temperaturas mínimas y máximas suelen ser de 13 y 40 °C, respectivamente.

4.6.2. Plántula

Esta etapa inicia a partir de la emergencia de la semilla y su duración suele ser hasta la etapa previa al trasplante. Se dice que el final de esta etapa se determina cuando la planta ha alcanzado una altura aproximada de 10 cm o bien cuando presente una buena cantidad de raíces en el sustrato (cepellón). Este periodo puede llegar a comprender entre los 30 y 40 días después de la siembra (dds), además, de que puede prolongarse hasta los 60 días después de la siembra, si las condiciones ambientales no permiten el desarrollo óptimo de las plántulas (Olivera, 2007).

4.6.3. Crecimiento vegetativo

Para tener un adecuado crecimiento vegetativo, es importante mencionar que las temperaturas óptimas para esta etapa, durante el día oscila entre los 20 y 25 °C, y en la noche de 16 a 18 °C, pudiéndose presentar temperaturas máximas y mínimas de 15 y 32 °C respectivamente (Espadas, 2014).

4.6.4. Floración y fructificación

Olivera (2007) indica que esta etapa puede variar de los 60 a 90 días después de realizado el trasplante, pudiendo prolongarse hasta 120 días, y después de esa edad sigue produciendo flores y frutos. Es conveniente indicar que Espadas (2014) establece que la temperatura óptima en el día para tener un buen desarrollo se encuentra entre los 26 y 28 °C, y por la noche es de 18 a 20 °C, además, de identificar las temperaturas mínimas y máximas de 18 y 35 °C respectivamente, para este cultivo.

4.6.5. Periodo de cosecha

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarias, (2017) hace referencia, que el inicio de cosecha se puede realizar entre los 100 a 110 días. Aunado a esto, Lardizábal (2002) indica que la cosecha se debe de realizar cada 6 días, ya que si se aplaza más días el rendimiento de producción por planta tiende a reducirse por presentar tanta carga, si se realizan dos cortes por semana esto implica un incremento de los costos por mano de obra, además, que la planta suele presentar daños físicos en cada corte que se realiza.

4.6.6. Características del fruto de chile soledad

El chile soledad debe cumplir ciertas características y especificaciones de calidad establecidas por la Norma Mexicana de productos alimenticios no industrializados para consumo humano – chile fresco (NMX-FF-025-SCFI-2014), esta información se muestra en la Tabla 3, en la cual se describen las características del fruto de chile de árbol (serrano, criollo soledad).

Tabla 3. Características y especificaciones de calidad establecidas por la Norma Mexicana de productos alimenticios no industrializados para consumo humano – chile fresco (NMX-FF-025-SCFI-2014).

Chile de árbol (serranito, criollo soledad)				
	Chico	Mediano	Grande	Extra-grande
Largo (cm)	< 6,0	6,0 - 7,9	8,0 - 10,0	> 10,0
Ancho (cm)	0,7 - 1,0	0,7 - 1,0	0,7 - 1,0	0,7 - 1,0
Peso (g)	4,0	5,0	6,0	7,0

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la Norma NMX-FF-025-SCFI-2014.

4.7. Requerimientos climáticos del chile soledad

4.7.1. Temperatura (°C)

La temperatura suele ser un factor que influye en el crecimiento y metabolismo de las plantas, sin embargo, la mejor temperatura no es aquella que produce el crecimiento más acelerado, sino aquella que provoca un desarrollo más armónico, en función de las características de cada especie cultivada (Cano, 1998).

Aunado a lo anterior Wahid *et al.*, (2007) señalan que los efectos de la temperatura, pueden variar con el desarrollo del cultivo y las etapas fenológicas.

Taiz y Zeiger, (2006) establecen que las altas temperaturas dan como resultado menor crecimiento, productividad e índice de cosecha, como consecuencia de que el crecimiento y respiración de las raíces y de otros órganos decrece.

Por su parte Espadas (2014) indica que el ciclo vegetativo del chile, depende de las variedades y de la temperatura en las diferentes épocas o etapas de crecimiento (germinación, floración y maduración) además, de la duración del día y la intensidad luminosa. Esta hortaliza necesita una temperatura media diaria de 24 °C., la presencia de temperaturas debajo de los 15 °C, afectan su crecimiento y si se presentan temperaturas de 10 °C el desarrollo del cultivo se detiene. Si se presentan temperaturas superiores a los 35 °C afecta la fructificación, la cual sería muy débil o nula, sobre todo en presencia de aire seco.

4.7.2. Humedad relativa (%)

Serrano (1978) indica que el desarrollo normal del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) se encuentra en el intervalo de humedad entre 60 a 70 %, por lo cual es necesario disponer de adecuada ventilación. En periodo de floración y cuajado de fruto la humedad relativa optima oscila entre 50 y 70 %. Aunado a esto Olivera, (2007) menciona que, si se presentan humedades relativas mayores a las óptimas,

se puede tener problemas con enfermedades, además de que, si se presentan altas temperaturas y una humedad relativa baja, esto puede provocar excesiva transpiración en la planta y por ende se produciría la caída de flores.

4.7.3. Luminosidad

En cuanto a los requerimientos de luminosidad se indica que el cultivo de chile suele comportarse como una planta de día corto, aunque existen algunas especies que se comportan indiferentes a la duración del día. Es sabido que en general las plantas tienden a preferir un fotoperiodo intermedio. La planta de chile es muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la etapa de floración (Olivera, 2007).

4.8. Producción de cultivos en México

4.8.1. Producción en cielo abierto

El comportamiento de la agricultura en el año 2020 a nivel nacional, respecto a la producción a cielo abierto se realizó en 32 estados del país, obteniendo una superficie sembrada de un poco más de 18 millones de hectáreas en el año agrícola (primavera-verano + otoño-invierno) en la modalidad riego más temporal. Los estados más representativos por orden de importancia son: Veracruz 1,431,130 ha, Chiapas 1,233,110 ha, Tamaulipas 1,197,195 ha, Jalisco 1,189,847 ha, Zacatecas

1,185,066 ha, Sinaloa 1,058,766 ha, Chihuahua 1,006,631 ha, las cuales representan el 46 % del total de la superficie sembrada (SIAP, 2020).

La producción en cielo abierto se concentró en los siguientes cultivos: Maíz grano con una superficie de 7,472,356 ha, Frijol 1,711,962 ha, Avena forrajera 670,227 ha, Maíz forrajero 608,711 ha, Trigo grano 567,211 ha, Cebada grano 317,256 ha y Chile verde 153,530 ha, representando casi el 62 % de la producción a nivel nacional (SIAP, 2020).

4.9. Producción nacional de chile verde (*Capsicum annuum* L.)

El chile es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia económica a nivel nacional, no solo gastronómica, sino que en términos económicos es generadora de ingresos y de empleos directos e indirectos. Para el 2020 la superficie sembrada de esta hortaliza fue de casi 160 mil hectáreas de las cuales el 96 % fueron producidas a cielo abierto y solo el 4 % bajo condiciones de agricultura protegida (invernadero, malla sombra y macro túnel), obteniendo un rendimiento promedio de las tres modalidades de 76 t ha⁻¹ (SIAP, 2020).

Los estados en los cuales se concentra la mayoría de la superficie sembrada son: Zacatecas con 37,440 ha y una producción de 458,942.89 t, seguido de Chihuahua con 30,772 ha y una producción de 722,936.90 t, San Luis Potosí con 24,453 ha y una producción de 327,123.76 t, y Sinaloa con 14,438 ha y una producción de 648,222.15 t (SIAP, 2020).

4.10. Producción de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) en México

De acuerdo con el SIAP (2020) la producción de chile soledad en el año agrícola fue de 1,990 hectáreas de las cuales sólo se produce en dos estados, Oaxaca y Veracruz con una superficie sembrada de 600.46 y 1,389.95 ha respectivamente, obteniendo un rendimiento promedio entre ambos estados de 7.48 t ha⁻¹ (Tabla 4).

La importancia de la siembra de esta hortaliza es económica y social, el cultivo de chile genera por hectárea cerca de 220 empleos, el cual beneficia a las familias campesinas. cabe mencionar que es una de las principales solanáceas cultivadas en el estado de Oaxaca siendo los municipios de San Juan Bautista Tuxtepec los de mayor producción de este cultivo, además de Valle Nacional, Loma Bonita y pueblos aledaños, con una importancia productiva en promedio de 5 a 7 toneladas por hectárea en condiciones de temporal (Reyes, 2007).

Tabla 4. Producción de chile soledad a nivel nacional, del año agrícola 2020 en la modalidad de temporal.

Estado	Superficie Sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t ha⁻¹)
Oaxaca	600.46	3,319.01	5.53
Veracruz	1,389.95	13,105.51	9.43
Total	1,990.41	16,424.52	7.48

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP (2020).

4.11. Producción de chile soledad en el estado de Oaxaca

La producción de esta hortaliza solo se lleva a cabo en la modalidad de cielo abierto y de temporal, con una superficie de 600.46 ha, de las cuales su producción se describe en el Tabla 5.

Se puede observar que, en el municipio de San Juan Bautista, Tuxtepec se concentró la mayor superficie sembrada, estableciendo 130.07 ha, la cual obtiene una producción de 847.82 t y un rendimiento promedio de 6.48 t ha⁻¹, este último es superado por los rendimientos obtenidos en los municipios Loma Bonita (73.19 ha) y San José Chiltepec (39.56 ha), de los cuales se obtienen los siguientes rendimientos, 6.73 y 6.88 t ha⁻¹, respectivamente (SIAP, 2020).

Tabla 5. Producción de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) en el estado de Oaxaca para el año 2020.

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
Asunción Ixtaltepec	4.25	15.32	3.61
Ayotzintepec	29.08	137.43	4.73
Loma Bonita	73.19	492.40	6.73
San Felipe Jalapa de Díaz	30.92	123.06	3.98
San Felipe Usila	11.04	43.61	3.95
San José Chiltepec	39.56	272.09	6.88
San Juan Bautista Tuxtepec	130.07	847.82	6.48
San Juan Cotzocón	35.15	191.14	5.44
San Juan Lalana	30.08	128.61	4.28

San Lucas Ojtlán	82.98	377.51	4.55
San Pedro Ixcatlán	8.28	33.12	4.00
Santa María Jacatepec	35.47	192.50	5.43
Santiago Jocotepec	40.02	183.68	4.59
Santiago Yaveo	32.73	187.38	5.73
San Juan Bautista Valle Nacional	16.74	93.32	5.57
Total	600.46	3,319.01	5.53

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del SIAP, 2020.

4.12. Producción de chile soledad en el estado de Veracruz

La superficie sembrada de chile soledad en el estado de Veracruz fue de 1,389.95 ha, su producción solo es a cielo abierto y de temporal, esta superficie, se distribuyó en los siguientes municipios, Tabla 6.

Tabla 6. Producción de chile soledad (*Capsicum annum* L.) en el estado de Veracruz en el año 2020.

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
Tierra Blanca	8.95	36.67	4.10
Catemaco	243.00	2,553.93	10.51
Isla	234.00	2,035.30	8.70
Juan Rodríguez Clara	212.00	1,844.61	8.70
Playa Vicente	270.00	2,702.70	10.01
San Andrés Tuxtla	25.00	245.00	9.80
José Azueta	208.00	1,778.40	8.55
Santiago Sochiapan	189.00	1,908.90	10.10
Total	1,389.95	13,105.51	9.43

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del SIAP, 2020.

Actualmente el chile soledad se encuentra distribuido en toda la cuenca del Papaloapan, en algunos pueblos cercanos a Tuxtepec y en pueblos aledaños pertenecientes al municipio de Loma Bonita Oaxaca (Reyes, 2007). Es preciso mencionar que este cultivo se produce en la región del Papaloapan y el estado de Veracruz su establecimiento es de manera temporal, además, es necesario indicar que su etapa de producción comprende los meses de agosto hasta el mes de marzo (SIAP, 2020).

4.13. Importancia de la fertilización química

Los fertilizantes químicos son muy utilizados en la producción de diversos cultivos, y la utilización de estos, se hacen con el objetivo de complementar adecuadamente la nutrición, la cual a su vez se verá reflejada en la producción y calidad de diversos frutos. Sin embargo, como todo producto químico, tiene ventajas y desventajas. Las ventajas que tiene la utilización del fertilizante químico es que su tasa de asimilación es alta en nutrientes, ya que tienen concentraciones mayores, que los fertilizantes orgánicos. Dentro de las desventajas de los fertilizantes químicos es que reducen la materia orgánica que contiene el suelo y el uso continuo e indiscriminado de este fertilizante, tiende a dañar los mantos freáticos de la zona (Villa *et al.*, 2005).

La demanda nutrimental es uno de los componentes que permite precisar la dosis de fertilización a aplicar en el cultivo. Por otra parte, la falta de precisión de

este valor puede causar un déficit o un exceso de fertilización, lo que conlleva a un impacto negativo sobre el medio ambiente si es en exceso, así mismo si es un déficit no le permite al cultivo aprovechar su capacidad productiva (Nieves *et al.*, 2015).

Por su parte Poot, (2004) señala que, en la agricultura moderna, el uso desmedido de agroquímicos ha provocado la degradación de recursos naturales y la erosión tecnológica de los sistemas tradicionales de producción, poniendo en riesgo la productividad sustentable de los agroecosistemas.

4.14. Semillas criollas

La obtención de las semillas criollas es el producto de la hibridación entre especies introducidas con nativas (Chávez, 1993). Por su parte Robles (1983) indica que el agricultor selecciona las mejores semillas con base en sus características y de la planta proveniente, las semillas seleccionadas se mezclan y se toman las que van a ser utilizadas en siguiente ciclo de siembra.

Márquez (1985) menciona que los materiales criollos son cultivares nativos (criollos) o introducidos de otras regiones, las cuales se cultivan y se establecen por años en una región (acriollados). Estas son utilizadas en plantaciones comerciales; de estas se obtienen semillas para las siguientes generaciones. Aunado a lo anterior Laborde y Pozo (1982) precisan que ese material es de bajo rendimiento y de mala calidad, debido a la mezcla de subtipos, además de presentar variación morfológica y diversidad de formas de frutos y de hacerlos susceptibles a plagas y

enfermedades lo cual demerita la aceptación tanto comercial como industrial del producto.

La mayor diversidad de tipos de chiles criollos a nivel nacional se encuentra en el estado de Oaxaca, se han identificado al menos 25 diferentes tipos de chiles reconocidos por los diferentes grupos indígenas presentes en las ocho regiones del estado, de acuerdo a sus características específicas y usos culinarios (López y Castro, 2005).

4.15. Líneas mejoradas

Las líneas mejoradas son plantas con un cierto nivel de uniformidad, producidas mediante el proceso de mejoramiento genético y con mayor rendimiento que las plantas antecesoras. Reúnen características como mayor rendimiento, calidad de fruto, precocidad, resistencia a plagas y enfermedades, así como un buen desarrollo para las regiones que se recomiende (Espinosa *et al.*, 2009).

En los últimos años se han obtenido nuevas variedades de *Capsicum annuum* mejoradas genéticamente, con resistencia a diversos factores de interés como resistencia a plagas y enfermedades, además de calidad de fruto y rendimiento (Castañón-Nájera *et al.*, 2011). Aunado a lo anterior, Moreno *et al.*, (2011b) indican que la especie más importante desde el punto de vista agrícola y económico, es *Capsicum annuum*, debido a que contiene excelente potencial genético para poder desarrollar variedades mejoradas. Por tal motivo se debe de

hacer hincapié en la caracterización y rescatar la diversidad genética que existen en cuanto a los materiales criollos ya que presentan cualidades excelentes para seguir cultivando y hacer más eficiente la producción de este género (Rodríguez *et al.*, 2007).

Por su parte, Pozo (1981b) indica que las técnicas de mejoramiento genético del chile han radicado en la formación de la “línea pura”, utilizando las diferentes variantes de selección como lo son: masal, estratificada y recurrente, esto se realiza a partir de poblaciones locales o también conocidos como cultivares nativos, por último, se debe de concluir con la derivación de líneas mediante una selección individual.

4.16. Variedades de polinización libre

Las plantas de polinización libre pueden ser fecundadas de forma abiótica mediante el transporte del polen por medio del viento o el agua, además puede ser de forma biótica, empleando para ello animales como vectores en el transporte del polen (Bonilla, 2012; Pantoja *et al.*, 2014). Además, Bonilla, (2012) indica que diversos grupos, tales como invertebrados, aves o mamíferos, pueden actuar como polinizadores, esto debido a la necesidad de encontrar recursos para su alimentación, además de su desarrollo y reproducción.

La importancia de las plantas autógamas es que tienen la facilidad de autofecundación, así como también tienen un nivel bajo de fecundación cruzada y

mantienen su genotipo, por lo cual este tipo de plantas no intercambia sus genes (Pedro *et al.*, 2021). Por su parte Vallejo y Estrada (2016) indican que las plantas autógamias suelen considerarse como líneas puras porque descienden de sí mismas debido a la autofecundación, obteniendo líneas homocigotas para todos sus caracteres.

Aunado a lo anterior, una de las ventajas más importantes de las variedades de polinización libre, con respecto a los materiales híbridos, es el bajo costo de su adquisición ya que su proceso de obtención es más fácil, el cual suele darse por medio de los agricultores quienes resguardan su propia semilla de cosechas anteriores, debido a que será utilizada posteriormente para la siembra de su próximo ciclo (CIMMYT, 1999). Debido a que existen pocas variedades de chile soledad, las variedades de polinización libre, podrían ser una alternativa viable para mejorar la producción de este cultivo. Por ello, el Programa de Mejoramiento Genético del Campo Experimental Las Huastecas-CIRNE del INIFAP, desarrolló la variedad de polinización libre de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) CHISER-522.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del sitio experimental

La presente investigación se llevó a cabo bajo condiciones de temporal en la unidad experimental agrícola ubicada en las instalaciones de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita $18^{\circ} 05' 56.5''$ N $95^{\circ} 53' 48.0''$ W. La Universidad se localiza en la parte noreste de Oaxaca, en la región media de la cuenca del Papaloapan, ubicado en las coordenadas $95^{\circ} 53' 46.67''$ longitud oeste y $18^{\circ} 06' 3.74''$ latitud norte, a 23 msnm (INEGI, 2014) Figura 1.

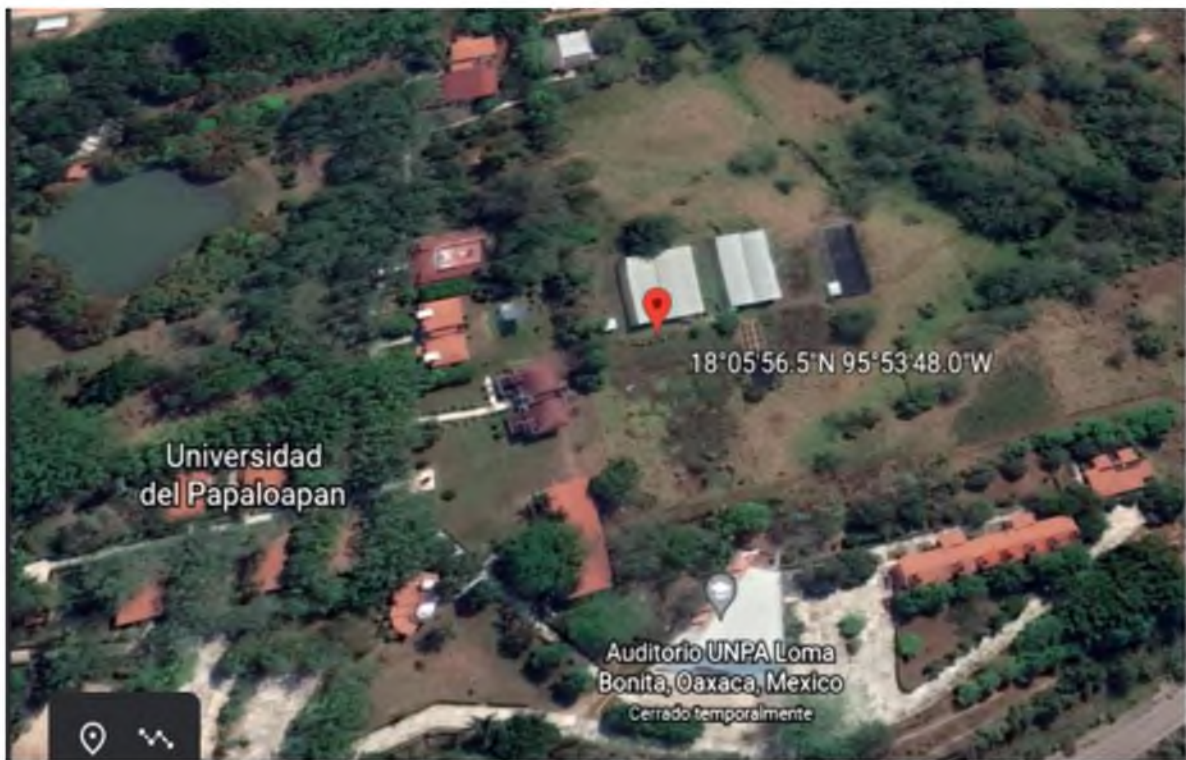


Figura 1. Ubicación del experimento (Google Earth, 2021).

5.2. Clima

Las condiciones climáticas de Loma Bonita, Oaxaca, donde se desarrolló esta investigación se tiene que es del tipo Am, el cual corresponde a un clima cálido húmedo, con la concentración máxima de lluvias presentes en verano, esta clasificación climática es según Köppen modificado por García (2004), de acuerdo con las condiciones de la República Mexicana. La temperatura promedio es de 25 °C mientras que la precipitación promedio es de 1,902 mm. Respecto al mes más cálidos es mayo, con una temperatura promedio de 34.7 °C; siendo el mes de enero en el que se presenta el mes más frío con una temperatura promedio de 16.6 °C. El mes más húmedo es julio con un promedio pluvial acumulado de 364.5 mm, mientras que el más seco es marzo con 25.5 mm de valor promediado (SMN, 2019).

5.3. Descripción del área de estudio

El área de estudio que se utilizó para la realización de esta investigación, se encuentra ubicada en el campo experimental del área agrícola ubicado a espaldas del edificio de Agro ingeniería de la Universidad del Papaloapan, la superficie fue de 40 m de ancho x 35 m de largo, lo cual corresponde a un área total de 1,400 m² siendo solamente utilizada 864 m².

5.4. Descripción del material vegetal

El material vegetal utilizado fue de dos líneas mejoradas de chile soledad P13 y P15 donadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Las Huastecas. La línea mejorada P15 presenta plantas vigorosas con una altura de 90 cm a 1.30 m de altura. Es de ciclo intermedio (80 días a floración y 110 días a inicio de cosecha) con frutos con un peso de 4.7 g en promedio, además de presentar una longitud promedio de 8.2 cm y diámetro de 1.1 cm, altamente uniformes. Además, presenta tolerancia a mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* y a cenicilla (*Oidiopsis taurica*) (Ramírez *et al.*, 2019). Respecto a la línea mejorada P13 presenta plantas menos frondosas con un promedio de altura de 70 a 80 cm de altura y frutos más pequeños. Además, se evaluó material criollo, proveniente de la localidad San Benito El Encinal comunidad perteneciente a Loma Bonita Oaxaca, obtenida por selección de plantas con frutos uniformes por los productores de esta región.

5.5. Descripción del suelo del sitio del experimento

El diagnóstico de tanto propiedades físicas, como de fertilidad de suelo, fue realizado por parte del laboratorio Fertilab, el resultado determina que el pH es de 4.46 (muy ácido). En la Tabla 7 se presentan los resultados del análisis de suelo del sitio del experimento, referente a las propiedades físicas: textura, punto de

saturación, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, conductividad hidráulica y su densidad aparente.

Tabla 7. Propiedades físicas presentes en el suelo del sitio del experimento, análisis realizado por el laboratorio Fertilab.

Clase Textural	Franco	
Punto de saturación	30.6 %	Mediano
Capacidad de Campo	16.2 %	Mediano
Punto de March. Perm.	9.64 %	Mediano
Cond. Hidráulica	7.40 cm/hr	Alto
Densidad Aparente	1.32 g/cm ³	

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del laboratorio Fertilab.

Además de la obtención de las propiedades físicas del suelo del sitio del experimento, también se obtuvo el análisis de la fertilidad del mismo, obteniendo: porcentaje de materia orgánica, además, de la concentración de macroelementos y microelementos los cuales se presentan a continuación (**Tabla 8**).

Tabla 8. Fertilidad del suelo del sitio del experimento, realizado por Fertilab.

Determinación	Resultado	Unidad
MO	2.86	%
P-Bray	62.0	Ppm
K	28.9	Ppm
Ca	207	Ppm
Mg	119	Ppm
Na *	27.5	Ppm
Fe	122	Ppm
Zn	0.66	Ppm
Mn	8.60	Ppm
Cu	0.54	Ppm
B	0.32	Ppm
Al *	142	Ppm
S	1.51	Ppm
N-NO ₃	36.1	Ppm

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por Fertilab.

5.6. Fertilización

Para la producción no se utilizó ningún sistema de riego, el cultivo se manejó completamente de temporal. Las dosis de fertilización que se aplicaron, se basaron en la fertilización recomendada para chile serrano por el Centro de Investigación Regional del Noreste (CIRNE, 2010) Campo Experimental las Huastecas, la cual fue utilizada como base (Tabla 9), de esta, se propusieron dos diferentes concentraciones de fertilización. Las fertilizaciones se muestran a continuación: (Tabla 10 y Tabla 11).

Respecto a la fertilización se hicieron 3 aplicaciones de fertilización granular, espaciadas de la siguiente manera: la primera aplicación se realizó al momento del trasplante, la segunda se aplicó un mes después del trasplante y la tercera aplicación, se realizó en la etapa de fructificación del cultivo, en la cual se agregó Calcio y Magnesio.

Tabla 9. Dosis de fertilización recomendada por el Centro de Investigación Regional del Noreste (CIRNE, 2010) Campo Experimental las Huastecas, para la producción de chile serrano.

Nitrógeno (N) kg ha ⁻¹	Fósforo (P) kg ha ⁻¹	Potasio (K) kg ha ⁻¹
254	102	294

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del CIRNE, (2010).

Tabla 10. Propuesta de la dosis de fertilización 1 para la producción de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal.

Fertilización 1 (g)					
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)
Aplicación 1	100	60	140		
Aplicación 2	100	00	180		
Aplicación 3	60	00	120	40	30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Propuesta de la dosis de fertilización 2 para la producción de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal.

Fertilización 2 (g)					
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)
Aplicación 1	100	60	120		
Aplicación 2	100	00	140		
Aplicación 3	60	00	80	40	30

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que las dosis de fertilización propuestas para esta investigación se ajustaron de acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis de suelo, realizados previamente, por el laboratorio Fertilab.

5.7. Tratamientos

Se realizó la evaluación de dos líneas mejoradas y material criollo de Chile soledad (*Capsicum annuum* L.) en temporal, utilizando dos dosis de fertilización de forma granular, en las diferentes concentraciones de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo, dando como resultado un total de 4 tratamientos y 2 testigos, quedando establecidos de la siguiente manera: Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13 y los dos testigos: Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo. A continuación, en la Figura 2 se muestra la distribución de los tratamientos en el sitio experimental.

FERT 1 P15	FERT 1 TESTIGO	FERT 1 P13	FERT 1P15	FERT2 P13	FERT 2 TESTIGO	FERT 2 TESTIGO	FERT 2 P15
FERT 1 TESTIGO	FERT 1 P13	FERT 1 P15	FERT 1 TESTIGO	FERT 2 P15	FERT 2 P13	FERT 2 P15	FERT 2 P13
FERT 1 P13	FERT1 P15	FERT 1 TESTIGO	FERT 1 P13	FERT 2 TESTIGO	FERT 2 P15	FERT 2 P13	FERT 2 TESTIGO

Figura 2. Croquis de la distribución de los tratamientos en campo.

5.8. Manejo agronómico

5.8.1. Preparación del terreno del estudio

La preparación del terreno consistió en la realización de camas con las siguientes medidas: largo de la cama de 6 m, ancho 0.8 m x 0.3 m de alto y la distancia entre cama fue de 1.2 m. Realizándose un total de 24 camas, la superficie total para el establecimiento del experimento fue de 864 m².

5.8.2. Siembra

La siembra se realizó el día 18 de julio de 2018 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizándose como sustrato turba peat-moss (Kekkilä®), el cual se humedeció hasta llegar a capacidad de campo. Posteriormente se hizo un orificio de aproximadamente 4 a 5 mm en cada cavidad, en donde se depositó la semilla, por último, se cubrió la semilla utilizando una ligera capa de sustrato. Se realizaron dos riegos dos veces al día, uno en la mañana y el otro en la tarde dependiendo de la humedad que se presentaba en el sustrato. A partir de la cuarta semana después de la siembra se empezó a regar con solución nutritiva Steiner (1961), cuyos fertilizantes fueron sulfato de potasio, nitrato de potasio, nitrato de calcio, nitrato de magnesio, sulfato de cobre y micronutrientes. Se aplicaron riegos a una concentración del 25 % hasta realizar el trasplante.

5.8.3. Trasplante

El trasplante se llevó a cabo a los 45 días después de la emergencia, el cepellón de las plántulas fue previamente sumergido en una solución de Captan (1.5 g L⁻¹) y Confidor (Imidacloprid a 1 mL L⁻¹). Los cuales se usaron como una medida preventiva para evitar la presencia de enfermedades fungosas e insectos, los cuales pueden afectar a las plántulas en sus primeras etapas después del trasplante. Posteriormente se realizó la colocación de la plántula a doble hilera sobre la cama, la distancia entre planta y planta fue de 30 cm.

5.9. Labores culturales

Las labores de cultivo que se realizaron a lo largo de la investigación, consistieron en la realización de aporques, aplicaciones foliares, además del monitoreo y control de plagas y enfermedades.

5.9.1. Aporque

Se realizó un adecuado aporcamiento de las plantas para evitar daños en el sistema caulinar durante el transcurso de la investigación, se realizó de forma manual y en ocasiones se utilizó el motocultor, esta labor se intensificó por la sobre carga que se presentó en la etapa de fructificación.

5.9.2. Aplicaciones foliares

Se realizaron aplicaciones foliares orgánicas en diferentes etapas fenológicas del cultivo, se aplicó NUTRIPRO®-Forte a razón de 4 mL L⁻¹, y NUTRIPRO® X-tra ALGA a razón de 4 mL L⁻¹ para la disminución de estrés hídrico de la planta, además de la aplicación de Micro Boro a razón de 3 mL L⁻¹ para el amarre de fruto, estas aplicaciones se realizaron con una bomba manual aspersora.

5.9.3. Control de plagas y enfermedades

Se hicieron monitoreos diarios, con la finalidad de poder detectar presencia de plagas y enfermedades que afectarán al cultivo, de esta manera evitando su proliferación.

Durante el ciclo del cultivo, se presentó daños por ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*), el cual se controló con la aplicación de Abamectina a razón de 0.5 mL L⁻¹. Además, también hubo presencia de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), la cual fue controlada con aplicaciones de jabón Axión® 3 gr L⁻¹ y aplicaciones del insecticida Imidacloprid a razón de 1 mL L⁻¹. La presencia de minador de la hoja (*Lyriomyza trifolii*) se combatió con aplicación de Abamectina a razón de 0.5 mL L⁻¹, así como también se presentó el gusano del cuerno (*Manduca sexta*), que fue controlado con Cipermetrina a razón de 1.5 mL L⁻¹.

Las enfermedades causadas por hongos que se presentaron fue *Phytophthora* spp. y *Phythium*, para su control se hicieron aplicaciones de Ridomil® 1 mL L⁻¹ con una mochila aspersora para su correcta aplicación.

5.9.4. Cosecha

Para determinar el rendimiento del cultivo, se realizó manualmente, la primera cosecha se efectuó a los 60 días después del trasplante (ddt). Las cosechas posteriores se hicieron cada 18 días consecutivamente, registrando un total de 5 cortes.

5.10. Variables evaluadas

5.10.1. Desarrollo de la planta

Para la evaluación morfológica del cultivo, se realizaron tres muestreos, llevándose a cabo de la siguiente manera: primer muestreo a los 72 ddt, el segundo muestreo a los 84 ddt y el tercer muestreo fue a los 105 ddt.

5.10.2. Variables morfológicas

La medición de las variables morfológicas se describe a continuación.

5.10.2.1. Altura de planta (cm)

La medición de esta variable se realizó utilizando un flexómetro, se midió la altura de la planta desde la base del tallo hasta su punto de crecimiento.

5.10.2.2. Diámetro del tallo (mm)

Para la medición de esta variable se utilizó un vernier digital marca Truper®, se midió el diámetro del tallo a 3 centímetros de altura a partir de la base del tallo.

5.10.2.3. Ancho de la copa (cm)

Esta variable se determinó con la utilización de un flexómetro, la cual consistió en determinar la distancia entre dos puntos extremos de la planta.

5.10.2.4. Número de ramificaciones

Esta variable se realizó manualmente, la cual consistió en contar el número de ramificaciones presentes por arriba de la bifurcación.

5.11. Variables de calidad de fruto

Para la determinación de las variables de calidad de fruto como: peso de fruto (g), longitud de fruto (cm), diámetro de fruto (mm) grosor de pericarpio (mm), número de lóculos, grados Brix, y acidez titulable. Se realizó de la siguiente manera: en cada

cosecha, se seleccionaron los frutos en tres grupos (grande, mediano y chico), después se hizo la selección de 10 frutos por cada grupo.

5.11.1. Peso del fruto (g)

Para la determinación de esta variable se definieron tres grupos en base al tamaño del fruto (grande, mediano y chico) después se llevó a cabo utilizando una báscula electrónica Rhino® BAPRE-3 en la cual se determinaron los pesos de los frutos por cada tratamiento.

5.11.2. Longitud del fruto (cm)

Se midió la longitud del fruto con la utilización de una cinta métrica, tomando la medida en línea recta desde la inserción del pedúnculo hasta el ápice del fruto.

5.11.3. Diámetro del fruto (mm)

Para la determinación de esta variable se utilizó un vernier digital marca Truper®, la medición se realizó en la parte media del fruto.

5.11.4. Grosor de pericarpio (mm)

Para la determinación de esta variable, se cortaron los frutos a la mitad y posteriormente se midió el grosor del pericarpio a cada fruto, utilizando un vernier digital marca Truper®.

5.11.5. Número de lóculos

Para la determinación de esta variable, los frutos se cortaron a la mitad y posteriormente se contó el número de lóculos presentes en cada fruto.

5.11.6. Grados Brix

Los frutos se trituraron en un mortero hasta obtener de dos a tres gotas de jugo y posteriormente se depositaron en el refractómetro digital marca HANNA® modelo HI 96801. Después se procedió a la toma de la lectura, el cual se obtuvo en un rango de medición de 0 a 85 °Brix.

5.11.7. Acidez titulable

Se utilizó un mortero para extraer el jugo del chile, se obtuvieron 10 mL de jugo, al cual se le añadieron 3 gotas del indicador fenolftaleína al 1 %, y se registró la cantidad de NaOH 0.1 N gastado hasta obtener un viraje a color rojo durante la

titulación química, según los procedimientos de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 1990).

5.12. Rendimiento por planta

Para la determinación de esta variable, se realizó la cosecha por tratamiento, después se pesaron todos los frutos cosechados, utilizando una báscula electrónica Rhino® BAPRE-3. de una capacidad de 3 kg.

5.12.1. Rendimiento total

Los resultados obtenidos para esta variable se obtuvieron de la siguiente manera: se pesó el total de frutos cosechados por tratamiento en una superficie de 920 m². Posteriormente se extrapoló a una superficie de 10,000 m² para obtener el rendimiento por hectárea.

5.13. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental que se utilizó en esta investigación, fue un diseño experimental en parcelas divididas completamente al azar, con cuatro repeticiones.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + Fi + \epsilon i(j) + Li + (FL)ij + \epsilon ij$$

Donde:

Y_{ij} = valor del i-ésimo de la dosis de fertilización, j-ésimo de las líneas mejoradas

μ = Media general

F_i = Dosis de fertilización

$\varepsilon_i(j)$ = Error de la parcela grande

L_i = Líneas mejoradas

$(FL)_{ij}$ = Interacción dosis de fertilización x líneas mejoradas

ε_{ij} = Error de la parcela pequeña y la parcela grande

Para las variables agronómicas de morfología se utilizaron un total de 4 plantas por tratamiento, cada planta se tomó como una repetición, donde cada cama tenía un total de 30 plantas. Para calidad de fruto se realizaron 3 muestreos de los cuales se clasificaron los frutos en 3 tamaños (grande, mediano y chico) tomándose 10 chiles por tratamiento, para las variables grados brix y acidez titulable se realizaron 2 muestreos. A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza y prueba de medias LSD Fisher, con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$, utilizando el programa estadístico InfoStat 2018.

6. Datos de Temperatura promedio (°C), Humedad Relativa (%) durante el desarrollo de esta investigación.

Para la determinación de los datos climáticos que predominaron en el desarrollo de esta investigación, se utilizó la Estación Meteorológica Automática (EMA) Marca Vantage® Pro2 DAVIS, la cual se encuentra instalada en el área experimental de la Universidad.

Los resultados de estos factores climáticos se presentan en la Figura 3. De acuerdo a los datos obtenidos, los meses que presentaron temperaturas promedio más elevadas fueron septiembre y octubre con 27.22 y 25.87 °C respectivamente. Las temperaturas promedio más bajas, se presentaron durante los meses de noviembre, diciembre y enero con 22.29, 22.55 y 22.62 °C respectivamente. Respecto a la Humedad relativa (%) el valor más alto se registró en el mes de septiembre con el 84.33 %, por el contrario el valor más bajo se obtuvo en el mes de octubre con el 75.55 %.

Aunado a lo anterior, Serrano (1978) indica que el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) suele adaptarse a climas tropicales, además, se indica que respecto a la temperatura para que este cultivo tenga un óptimo desarrollo, estas pueden oscilar entre 25 a 40 °C, respecto a la humedad relativa adecuada puede presentarse en un rango de entre 50 y 70 %. De acuerdo a los parámetros establecidos para el óptimo desarrollo de este cultivo y los datos obtenidos durante esta investigación, podemos observar que la temperatura se encuentra en el rango

establecido como óptimo, caso contrario, la humedad relativa si se ubica por encima de lo establecido como óptimo.

Se puede deducir que el uso de líneas mejoradas P15 y la aplicación de fertilización adecuada en el cultivo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) obtuvo un incremento en su rendimiento del 78.90 %, bajo condiciones de temporal, respecto a lo reportado por el SIAP del rendimiento promedio (8.25 t ha⁻¹) en el estado de Oaxaca y Veracruz, dando como resultado que los datos de humedad relativa que se presentaron durante la investigación, no repercutieron en el desarrollo del cultivo.

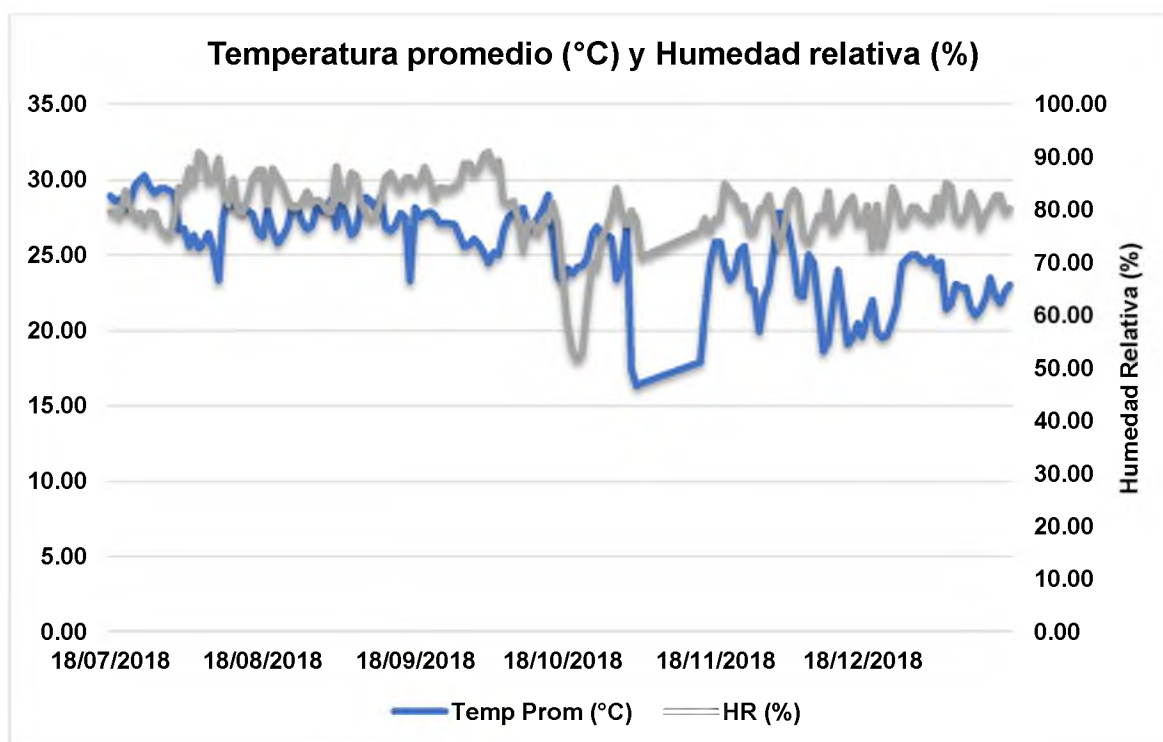


Figura 3. Registros de Temperatura promedio (°C) y Humedad relativa (%) prevalientes durante el desarrollo de la investigación.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la Estación Meteorológica Automática (EMA) instalada en la Universidad del Papaloapan.

7. RESULTADOS

7.1. Morfología de la planta

7.1.1. Altura de planta (cm)

Los resultados obtenidos para esta variable se observan en la Figura 4, en el primer muestreo (72 ddt) se puede ver que los mejores tratamientos fueron Fert 2 P15 y Fert 2 Test con una altura de 55.35 y 53.13 cm respectivamente, siendo estadísticamente iguales, sin embargo, estos dos tratamientos fueron superiores estadísticamente al resto de los tratamientos. Asu vez, el tratamiento que obtuvo el valor más bajo para esta variable se presentó en el Fert 1 P13 con tan solo 41.38 cm. Para el segundo muestreo (84 ddt) el tratamiento Fert 2 P15 obtuvo los mejores resultados con una altura de planta de 62.93 cm, siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos ($p \leq 0.05$). Nuevamente el tratamiento que obtuvo el valor más bajo para la altura de planta fue el Fert 1 P13 con 49.18 cm.

El tercer muestreo se realizó a los 105 ddt, obteniendo como resultado una altura de planta de 77.73 cm, en el tratamiento Fert 2 P15, siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos ($p \leq 0.05$). Se puede concluir que la utilización de la fertilización 2 la cual tiene menos contenido de Potasio y el uso de línea mejorada P15 influyen positivamente en los resultados de esta variable. Sin embargo, Ramírez *et al.*, (2019) hacen mención referente a la altura de planta del cultivo de chile soledad en la línea mejorada CHISER-522 la cual puede oscilar entre 90 y 130 cm.

Juárez-Alvarado (2014) quién evaluó genotipos de chile poblano en macrotúnel, con riego por goteo obtuvo una altura máxima promedio de planta de 103.75 cm a los 93 ddt.

Toledo *et al.*, (2011) evaluaron 49 variedades nativas de chile poblano cultivadas a cielo abierto, utilizando la fertilización de 140–80–60 kg ha⁻¹, reportaron valores de altura de planta que variaron de 38.00 hasta 57.00 cm.

Nieto *et al.*, (2002) evaluaron la morfología chile Anaheim (*Capsicum annuum*), utilizando tres diferentes dosis de composta (25, 50 y 100 t ha⁻¹) obteniendo la mayor altura de planta de 73.19 cm en el tratamiento con la aplicación de fertilización de 50 t ha⁻¹. Ascencio-Contreras (2013) quien evaluó material genético de chile “poblano” en campo abierto, con fertilización de 180-90-00 kg ha⁻¹, distribuido en un periodo de 127 días, obtuvo una altura de planta a los 46 ddt de 76.00 cm. Aunado a lo anterior, Bautista *et al.*, (2012) quienes evaluaron cinco genotipos de (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero, reportaron una altura de planta de 70 cm para chile “Costeño” a los 60 ddt.

Por su parte Martínez *et al.*, (2014) quienes evaluaron progenitores de los morfotipos de *Capsicum annuum* L. chile “Paradito” o conocido también como “Solterito”, bajo condiciones de invernadero, utilizando fertiirrigación, reportaron valores de 67.5 cm de altura de planta a los 60 ddt, valor inferior a los reportados en esta investigación. Sin embargo, difiere de lo reportado por Castellón *et al.*, (2014) quienes caracterizaron 52 progenitores de los morfotipos de *Capsicum*

annuum L. bajo condiciones de invernadero utilizaron el morfotipo “Solterito” obteniendo una altura de planta 101.3 cm a los 60 ddt.

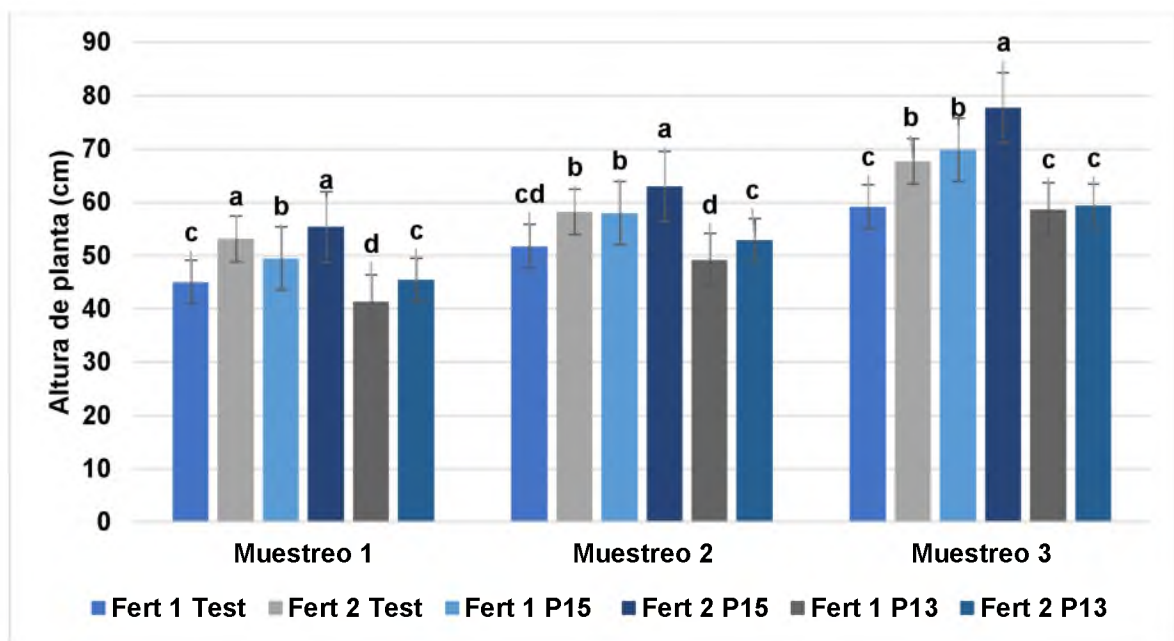


Figura 4. Evaluación de altura de planta (cm) en líneas mejoradas y material criollo de Chile Soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.1.2. Diámetro de tallo (mm)

Los resultados para esta variable se pueden observar en la Figura 5, para el primer muestreo (72 ddt) los mejores tratamientos fueron Fert 2 Test y Fert 2 P15 los cuales obtuvieron 10.18 y 10.10 mm respectivamente, entre estos tratamientos

no hubo diferencia significativa ($p \leq 0.05$), pero podemos observar que si la hubo con el resto de los tratamientos.

Para el segundo muestreo (84 ddt), los resultados indican que los tratamientos Fert 2 P15 y Fert 2 Test fueron los que obtuvieron mejores resultados con un diámetro de tallo de 12.10 y 11.48 mm respectivamente ($p \leq 0.05$). Referente a lo anterior, López-Martínez (2018) obtuvo para esta variable en el desarrollo del cultivo de chile soledad con material criollo (75 ddt), un diámetro de tallo de 12.00 y 9.97 mm en sustratos arena de río y tezontle respectivamente, bajo condiciones de invernadero, siendo sus resultados similares a los obtenidos en esta investigación. Moreno *et al.*, (2014) quienes evaluaron chile Húngaro (*Capsicum annuum*) utilizando mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones de agricultura protegida, obtuvieron un diámetro de planta de 0.83 a 1.26 cm a los 85 ddt siendo valores similares a los reportados en este estudio.

A los 105 ddt, se realizó el tercer muestreo, el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento Fert 2 P15 con un diámetro de tallo de 14.78 mm, resultado superior estadísticamente al resto de los tratamientos ($p \leq 0.05$), seguido del tratamiento Fert 2 Test en el cual se evaluó el material criollo de chile soledad dando un resultado de 13.09 mm. Es preciso señalar que los valores de diámetro de tallo obtuvieron los mejores resultados utilizando la aplicación de la Fertilización 2, la cual contiene menor concentración de Potasio en comparación con la Fertilización 1 y la utilización de semillas de la línea mejorada P15 y el material criollo. En relación con los valores

reportados por López-Martínez (2018) quien obtuvo a los 105 ddt, bajo condiciones de invernadero, un diámetro de tallo máximo de 13.89 mm.

Por otra parte, Cruz *et al.*, (2014) quienes evaluaron chile Serrano variedad 'Tampiqueño' utilizaron sustrato lombricomposta y tezontle con solución Steiner al 50 y 75 %, obtuvieron 16 mm de diámetro de tallo a los 80 ddt, siendo este resultado superior al obtenido en esta investigación. Sin embargo, estos autores obtuvieron un diámetro de tallo de 12 mm con solución Steiner al 25 %, siendo estos valores similares a los obtenidos en esta investigación, a partir del segundo muestreo.

Beltrán *et al.*, (2016) evaluaron sustratos orgánicos (estiércol solarizado 80 t y vermicomposta 60 t) bajo condiciones de campo abierto, en genotipos de chile jalapeño, teniendo como resultado un diámetro de tallo promedio de 0.63 mm en el genotipo Hmx8665 con sustrato vermicomposta.

Juárez-Alvarado (2014) quién evaluó genotipos de chile poblano en macrotúnel, con riego por goteo obtuvo diámetro de tallo de planta promedio de 13.87 mm a los 93 ddt. Por su parte Castellón *et al.*, (2014) quienes caracterizaron 52 progenitores de los morfotipos de *Capsicum annuum* L. bajo condiciones de invernadero evaluaron el morfotipo "Solterito" obteniendo un diámetro de tallo de 0.88 cm, valores menores a los encontrados en esta investigación.

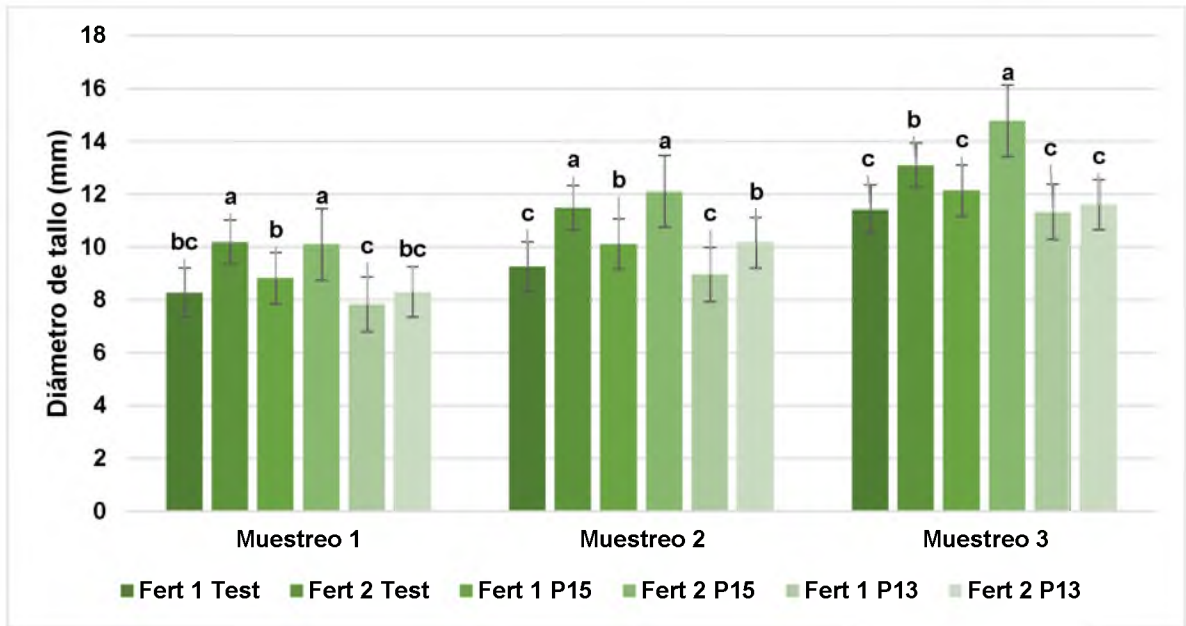


Figura 5. Evaluación de diámetro de tallo (mm) en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.1.3. Número de ramificaciones

El comportamiento de esta variable se puede visualizar en la Figura 6 en la cual se plasma la medición de los tres muestreos realizados en esta investigación (72, 84 y 105 ddt). Respecto al primer muestreo se obtuvieron los siguientes resultados, el tratamiento que fue estadísticamente mejor fue el Fert 1 Test con 6.2 ramificaciones, le siguen los tratamientos Fert 2 Test, Fert 2 P15, Fert 1 P15, los

cuales obtuvieron los siguientes resultados 5.78, 5.63 y 5.58 ramificaciones respectivamente, en los cuales no hubo diferencia significativa entre ellos ($p \leq 0.05$). Es necesario resaltar que el número de ramificaciones que se obtuvo en el muestreo dos, nos indican que los tratamientos Fert 1 Test y Fert 1 P15 no mostraron diferencia significativa entre ellos, pero si fueron superiores estadísticamente al resto de los tratamientos ($p \leq 0.05$), obteniendo valores de número de ramificaciones de 6.55 y 6.23, respectivamente.

Para el tercer muestreo de acuerdo a los resultados obtenidos, se puede observar que la dinámica de crecimiento se comportó de manera similar, los mejores tratamientos fueron los Fert 1 Test y Fert 1 P15 con un total de ramificaciones de 6.53 y 6.23 respectivamente ($p \leq 0.05$), los cuales no presentaron diferencias significativas, sin embargo, si hay diferencias significativas con el resto de los tratamientos. Los resultados de la variable número de ramificaciones indican que con la fertilización 1 la cual es alta en potasio obtuvo los mejores resultados, además de la utilización del material criollo. Cruz *et al.*, (2014) quienes evaluaron Chile Serrano variedad 'Tampiqueño' utilizaron sustrato lombricomposta y tezontle con solución Steiner al 75 %, obtuvieron 6.3 ramificaciones a los 40 ddt, siendo esto resultados similares a los obtenidos en esta investigación, sin embargo, a los 80 ddt, obtuvieron 9 ramificaciones, siendo este último superior a lo obtenido en esta investigación. Por su parte Toledo *et al.*, (2011) quienes evaluaron 49 variedades nativas de Chile poblano en cielo abierto, utilizando una fertilización de 140-80-60, aplicaron la mitad del N y todo el P y K a los 20 días después del trasplante (ddt) y

el resto del N a los 45 ddt, obtuvieron un valor máximo de número de ramificaciones de 6.8.

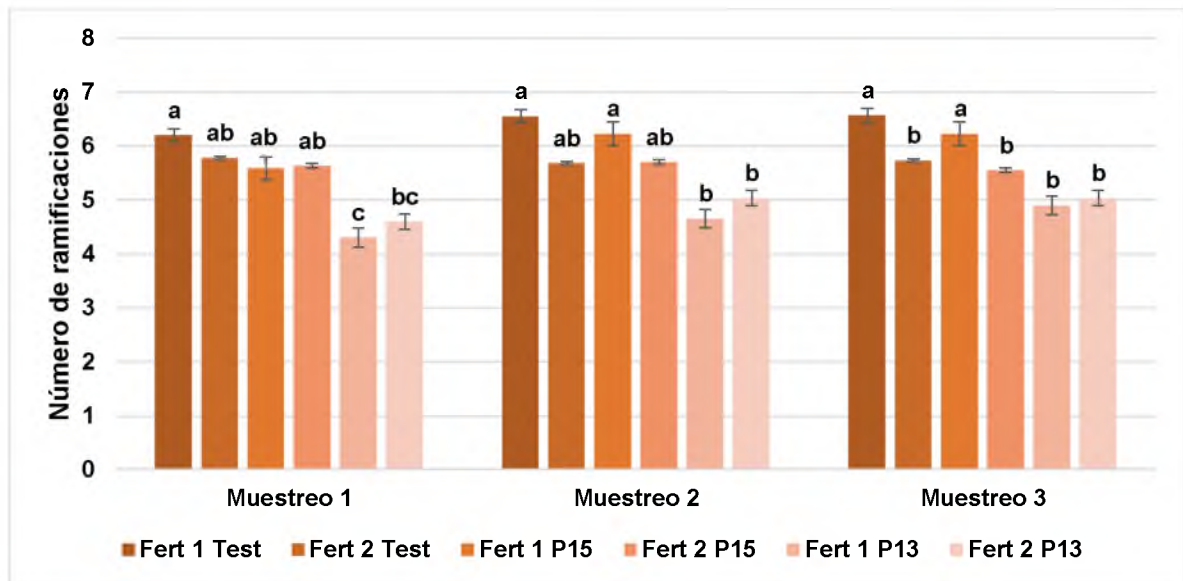


Figura 6. Evaluación de número de ramificaciones en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.1.4. Ancho de copa (cm)

Los resultados de esta variable se representan en la Figura 7, de acuerdo a los resultados obtenidos los mejores tratamientos para esta variable en el primer muestreo fueron Fert 2 Test y Fert 2 P15 con un ancho de copa de 56.73 y 55.60 cm respectivamente ($p \leq 0.05$). Sin embargo, entre estos tratamientos no

presentaron diferencia significativa, pero si hubo diferencias significativas con el resto de los tratamientos. Además, podemos observar que el tratamiento que obtuvo el valor más bajo para esta variable fue el Fert 1 P13 con un valor de 44.70 cm.

Para el segundo muestreo se puede observar que nuevamente los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados para esta variable, fueron Fert 2 Test y Fert 2 P15 obteniendo valores de ancho de copa de 62.80 y 62.25 cm respectivamente, además entre estos tratamientos no hubo diferencia significativa, en contraste con el resto de los tratamientos en los cuales si hubo diferencia significativa. Por el contrario, se puede observar que el tratamiento Fert 1 P13 fue el que obtuvo el valor más bajo con 52.53 cm.

Respecto al tercer muestreo se mantiene la tendencia de los tratamientos antes señalados, Fert 2 P15 y Fert 2 Test con 64.43 y 63.33 cm respectivamente, en los cuales no existió diferencia significativa entre ellos ($p \leq 0.05$), pero si hubo diferencia significativa con el resto de los tratamientos. Podemos observar que los tratamientos Fert 1 P13 y Fert 1 Test obtuvieron los valores más bajos para esta variable, con 53.01 y 51.5 cm respectivamente. Es importante indicar que, para obtener buenos resultados para el ancho de copa de este cultivo, podemos hacer uso de la fertilización 2 la cual tiene menor contenido de potasio y la utilización de la línea mejorada P15 o material criollo.

Por su parte Mata *et al.*, (2010) quienes evaluaron fertirrigación de chile Serrano con riego por goteo, indican que el híbrido HS-44 de chile Serrano tiene

una amplitud de copa la cual puede llegar a medir hasta 1.0 m de diámetro. Toledo *et al.*, (2011) quienes evaluaron 49 variedades nativas de chile poblano en cielo abierto, utilizando una fertilización de 140-80-60 kg ha⁻¹, aplicaron la mitad del N y todo el P y K a los 20 ddt y el resto del N a los 45 ddt, obtuvieron un valor máximo de ancho de planta de 44.3 cm valores inferiores a los encontrados en esta investigación.

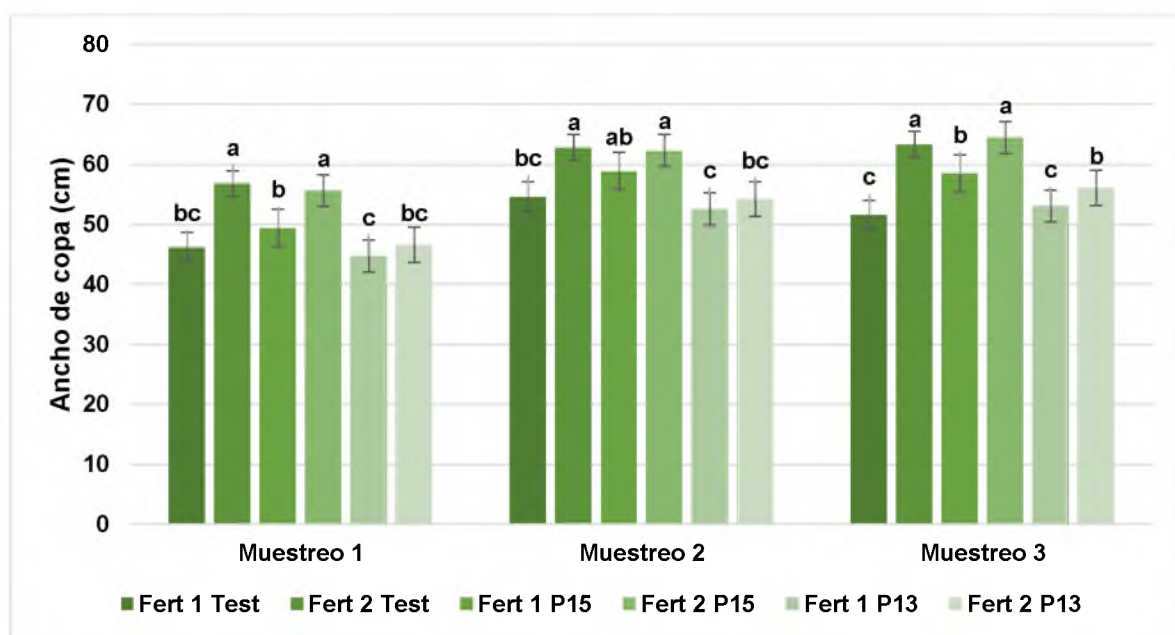


Figura 7. Evaluación de ancho de copa (cm) en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.2. Calidad de fruto

7.2.1. Peso de fruto (g)

En la Figura 8, se muestran los resultados obtenidos para el peso de fruto (g) de los 3 tamaños de fruto de chile soledad (grande, mediano y chico). Los resultados obtenidos para el peso de fruto del tamaño grande indican que el mejor tratamiento fue el Fert 1 P15 con 8.60 g estadísticamente fue superior al resto de los tratamientos. El tratamiento Fert 1 P13 obtuvo el valor más bajo con 4.67 g ($p \leq 0.05$). Respecto al peso de fruto de tamaño mediano, se muestran los siguientes resultados: los tratamientos Fert 1 P15 y Fert 2 P13 no mostraron diferencias significativas entre estos tratamientos, obteniendo un peso de 5.6 y 5.1 g respectivamente, sin embargo, si presentaron diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. El valor más bajo se presentó en el tratamiento Fert 1 P13 con 3.98 g.

Para el peso de fruto de tamaño chico, se puede observar que los tratamientos Fert 1 P15 (4.1 g) y Fert 1 P13 (4.0 g) no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero se puede observar que si hubo diferencias significativas con el resto de los tratamientos. Los resultados obtenidos para esta variable, indican que la utilización de la fertilización 1 menor proporción de potasio y el uso de la línea mejorada P 15 influyen positivamente en el peso del fruto del chile soledad.

Vera *et al.*, (2016) Indican que el peso de fruto del chile soledad puede oscilar entre 1.4 y 8.7 g. Por su parte Ramírez *et al.*, (2019) mencionan que el peso de fruto de la línea mejorada CHISER-522 se sitúa en los 4.7 g, este dato coincide con lo obtenido en los frutos de tamaño mediano de esta investigación. Sin embargo, para los frutos de tamaño grande el valor más alto se obtuvo con la Fertilización 1 y la línea mejorada P15 con 8.6 g, respecto al tamaño chico el valor más bajo en esta investigación se presentó en los tratamientos Fert 2 Test y Fert 1 P13 ambos con 3.1 g.

Corrales-Rodríguez (2018) quien evaluó dos progenitores de chile Soledad de la región de la sierra norte de Puebla (S5 y S6) bajo condiciones de invernadero, obtuvo un peso de fruto de 2.1 y 2.0 g respectivamente.

Por su parte López-Martínez (2018) quien evaluó material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) en dos sustratos, bajo condiciones de invernadero, reportó valores de peso de fruto en sustrato arena de río de 2.13 y 2.06 g en sustrato tezontle, a los 75 ddt, estos valores son inferiores a los reportados en esta investigación en la cual también fue evaluado material criollo de chile soledad reportando los siguientes valores para tamaño grande en los tratamientos Fert 2 Test y Fert 1 Test con 6.23 y 5.25 g respectivamente. Además, los datos obtenidos para tamaño mediano para los testigos Fert 1 Test y Fert 2 Test obtuvieron los siguientes resultados 4.31 y 4.08 g respectivamente, respecto al tamaño chico, en los testigos, en esta investigación se presentaron los siguientes resultados 3.10 y

3.63 g en los tratamientos Fert 2 Test y Fert 1 Test respectivamente, siendo superiores a los reportados por López-Martínez (2018).

Aunado a lo anterior Miranda-Molina (2014) quien evaluó chile Serrano, con cepas del género *Bacillus* sp. bajo condiciones de campo abierto, con una dosis de fertilización al suelo de 180-90-00 kg ha⁻¹ en 4 tratamientos (T1 (orgánico), T2 (convencional), T3 (orgánico-convencional) y T4 (testigo)). Los resultados no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, el valor obtenido a los 70 ddt para el peso de fruto fue de 9.33 g para el T4. Por su parte Valadez *et al.*, (2016) obtuvieron un valor de peso de fruto de 8.29 g a los 116 ddt, evaluando el genotipo de chile Serrano "Don Diego I" utilizando vermicomposta como abono orgánico.

Es importante mencionar que de acuerdo con las características y especificaciones de calidad establecidas por la Norma Mexicana de productos alimenticios no industrializados para consumo humano – chile fresco (NMX-FF-025-SCFI-2014) chile de árbol (serrano, criollo soledad). Podemos concluir que los resultados obtenidos para la variable peso de fruto (g) tamaño grande, superan las especificaciones establecidas por la Norma, en las cuales indican un peso de fruto (g) para el tamaño Extra-grande es de 7.0 g. En esta investigación el tratamiento Fert 1 P15 obtuvo un valor de peso de fruto de 8.6 g. De acuerdo con los valores obtenidos por los tratamientos Fert 2 P15 y Fert 2 Test con valores de 6.35 y 6.23 g en tamaño grande, podemos observar que en base a la NMX-FF-025-SCFI-2014

están bien clasificados como tamaño de fruto grande puesto que sobre pasan los 6.0 g establecidos.

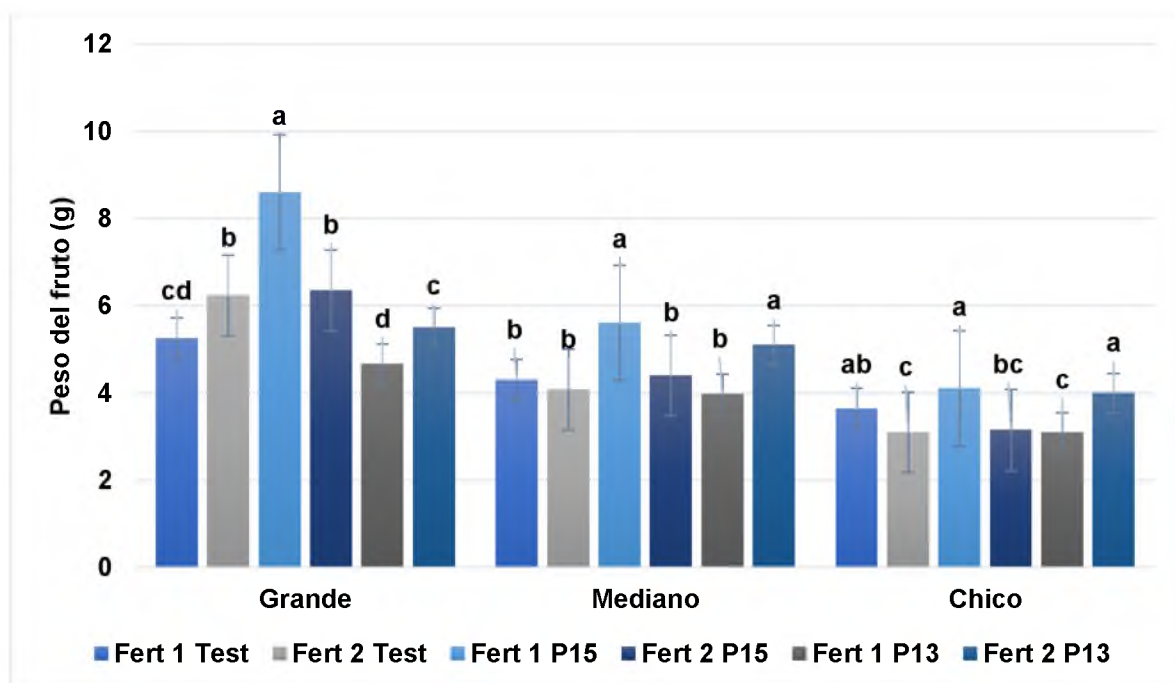


Figura 8. Evaluación del peso de fruto (g) en 3 tamaños de fruto (grande, mediano y chico), en líneas mejoradas y material criollo de Chile Soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.2.2. Longitud de fruto (cm)

De acuerdo con el análisis de esta variable que se realizó en 3 tamaños de fruto (grande, mediano y chico), los resultados obtenidos se muestran en la Figura 9, en chiles de tamaño grande, podemos observar que los mejores resultados se

obtuvieron en los tratamientos Fert 1 P15, Fert 2 Test y Fert 1 Test con valores de 9.83, 9.74 y 9.46 cm respectivamente en los cuales no hubo diferencia significativa, sin embargo si presentaron diferencias significativas con el resto de los tratamientos ($p \leq 0.05$).

Los resultados obtenidos en tamaño mediano de fruto, se puede observar que los tratamientos Fert 1 Test, Fert 1 P15, Fert 2 Test y Fert 2 P15 no mostraron diferencias significativas entre ellos, la longitud de fruto fue de 7.71, 7.57, 7.34 y 7.26 cm respectivamente, pero si hubo diferencias significativas con el resto de los tratamientos. Respecto al tamaño de fruto chico, se indica que los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados, se presentaron en los tratamientos Fert 1 Test y el Fert 2 Test con un valor de 6.83 y 6.53 cm respectivamente, los cuales no mostraron diferencias significativas, sin embargo, estos tratamientos son estadísticamente superiores al resto de los tratamientos.

Ramírez *et al.*, (2019) indican que la longitud promedio de fruto del chile soledad (*Capsicum annuum* L.) de la línea mejorada CHISER-522 es de 8.2 cm, sin embargo, estos valores fueron menores a los obtenidos en los frutos de tamaño grande en esta investigación utilizando la fertilización 1 mayor concentración de potasio, con la línea mejorada P15 además de la Fertilización 2 menor concentración de potasio con el uso de material criollo, estos tratamientos presentaron los valores más altos para longitud de fruto en tamaño grande.

Corrales-Rodríguez (2018) quien evaluó dos progenitores de chile Soledad de la región de la sierra norte de Puebla (S5 y S6) bajo condiciones de invernadero, obtuvo una longitud de fruto de 7.35 y 5.03 cm respectivamente, siendo estos resultados inferiores a los obtenidos en esta investigación. Miranda-Molina (2014) evaluó chile serrano, con cepas de *Bacillus* sp bajo condiciones de campo abierto, con una dosis de fertilización al suelo de 180-90-00 kg ha⁻¹ en 4 tratamientos (T1 (orgánico), T2 (convencional), T3 (orgánico-convencional) y T4 (testigo)). Los resultados no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el T2 a los 70 ddt, el que obtuvo un valor de longitud de fruto de 6.61 cm.

López-Martínez (2018) quien evaluó chile soledad material criollo (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero, utilizando dos sustratos arena de río y tezontle obtuvo una longitud de fruto de 6.12 y 5.95 cm a los 75 ddt respectivamente.

Por su parte López *et al.*, (2019) quienes evaluaron calidad y producción de chile Serrano y su efecto en la aplicación de fulvato de hierro, en invernadero, reportaron un valor de longitud de fruto de 11.53 cm en el tratamiento mezcla de ácidos fúlvicos y sulfato ferroso (FFe12) con 1,200 mg kg⁻¹. Caso contrario de Valadez *et al.*, (2016) quienes evaluaron cuatro genotipos de chile Serrano producidos bajo diferentes abonos orgánicos, el genotipo "Don Diego I" obtuvo una longitud de fruto de 7.30 cm a los 116 ddt. Sin embargo, Morán *et al.*, (2008) evaluaron 22 poblaciones de chile nativo de la especie *Capsicum annuum* L.

procedentes de nueve municipios del Estado de Puebla, bajo condiciones de invernadero, obteniendo para el tipo “Copi” una longitud de fruto de 11.2 cm.

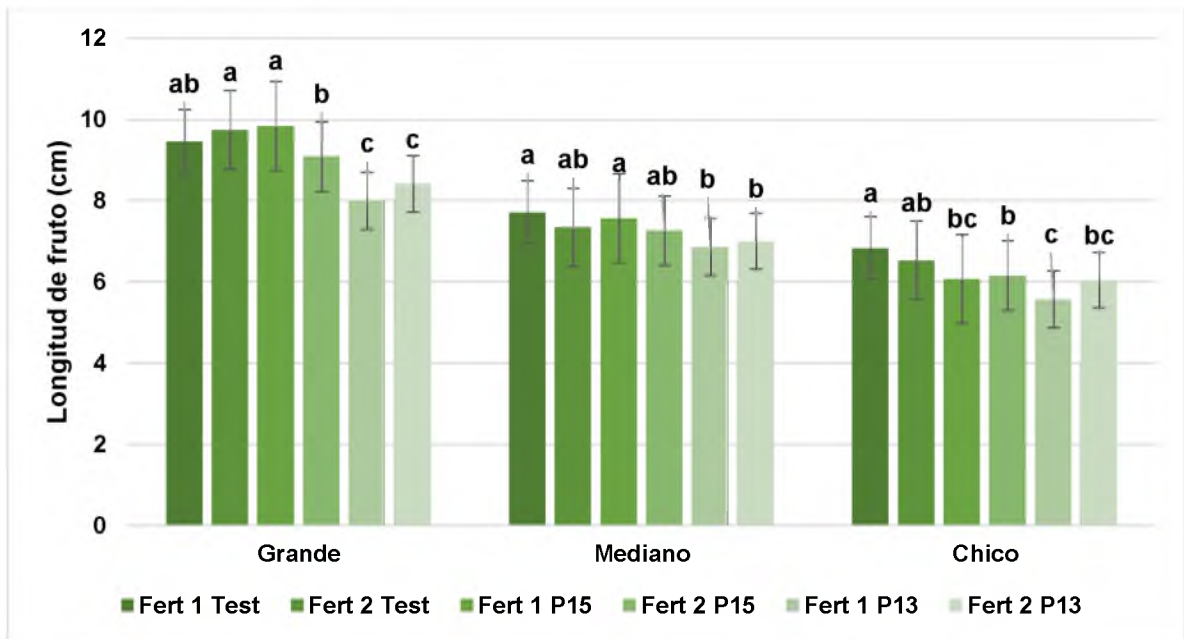


Figura 9. Evaluación longitud de fruto (cm) en 3 tamaños de fruto (grande, mediano y chico), en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.2.3. Diámetro de fruto (mm)

Los resultados obtenidos para el diámetro de fruto (mm) evaluados en los tres tamaños de chile (grande, mediano y chico) se muestran en la Figura 10, En los frutos de tamaño grande, el mejor tratamiento fue el Fert 1 P15 con 13.06 mm,

siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Para los frutos de tamaño mediano y chico, los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos Fert 2 P13, Fert 1 P15 y Fert 2 Test con 11.62, 11.09 y 11.01 mm respectivamente para el diámetro de fruto de tamaño mediano, con respecto al tamaño chico fue de 11.33, 10.72 y 10.62 mm respectivamente, siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos ($p \leq 0.05$).

Ramírez *et al.*, (2019) indican que el diámetro de fruto de la línea mejorada CHISER-522 puede obtener un diámetro de 1.1 cm, de acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, este valor coincide con los obtenidos en los frutos de tamaño grande, Fert 2 P15 y Fert 2 Test con 11.74 y 11.54 mm respectivamente. siendo solamente superado por el tratamiento donde se utilizó la fertilización 1 con la línea mejorada P15 con 13.06 mm. Con los resultados obtenidos se puede definir que el diámetro de fruto de mejor tamaño el cual se presentó en los frutos de tamaño grande, fue en la utilización de alta concentración de potasio Fert 1 y la línea mejorada P15.

Por otra parte, Corrales-Rodríguez (2018) quien evaluó dos progenitores de chile "Soledad" de la región de la sierra norte de Puebla (S5 y S6) bajo condiciones de invernadero, obtuvo un valor diámetro de fruto de 8.74 y 10.13 mm respectivamente.

Miranda-Molina (2014) evaluó chile serrano, con cepas de *Bacillus* sp. bajo condiciones de campo abierto, con una dosis de fertilización al suelo de 180-90-00

en 4 tratamientos (T1 (orgánico), T2 (convencional), T3 (orgánico-convencional) y T4 (testigo)). Los resultados no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el T1 el que obtuvo el valor más alto de diámetro de fruto de 1.68 cm.

Sin embargo, Valadez *et al.*, (2016) quienes evaluaron cuatro genotipos de chile Serrano producidos con diferentes abonos orgánicos, obtuvieron un valor de diámetro de fruto de 1.59 mm en el genotipo “Don Vicente” a los 116 ddt, siendo este valor superior a lo obtenido en esta investigación.

Por su parte López-Martínez (2018) quien evaluó material criollo de chile soledad en invernadero en dos sustratos arena de río y tezontle obtuvo un diámetro de fruto de 6.92 mm en arena de río y 6.73 mm en tezontle. Los valores obtenidos en los tratamientos donde se utilizó material criollo fueron los siguientes, para el tamaño grande en los tratamientos Fert 2 Test y Fert 1 Test de 11.54 y 9.58 mm respectivamente. Para tamaño mediano fueron de 11.01 mm en el tratamiento Fert 2 Test y de 9.77 mm en el tratamiento Fert 1 Test. Para el tamaño chico se obtuvieron los siguientes resultados 10.62 mm en el Fert 2 Test y de 9.45 mm para el tratamiento Fert 1 Test. Estos datos indican que en todos los tamaños (grande, mediano y chico) los valores obtenidos son superiores a los reportados por López-Martínez (2018). Aunado a lo anterior López *et al.*, (2019) quienes evaluaron chile “Serrano” bajo condiciones de invernadero, además de la utilización de mezcla de ácidos fúlvicos y sulfato ferroso (FFe12) con 1,200 mg kg⁻¹, reportan un valor

máximo de diámetro de fruto de 1.6 cm, siendo valores superiores a los obtenidos en esta investigación.

De acuerdo con los valores obtenidos para esta variable, respecto al tamaño grande el tratamiento Fert 1 P15 fue de 13.06 mm de diámetro, se puede observar que con base a la tabla de la Norma (NMX-FF-025-SCFI-2014) este resultado sobre pasa la clasificación de Extra-grande la cual es de 0.7-1.0 cm.

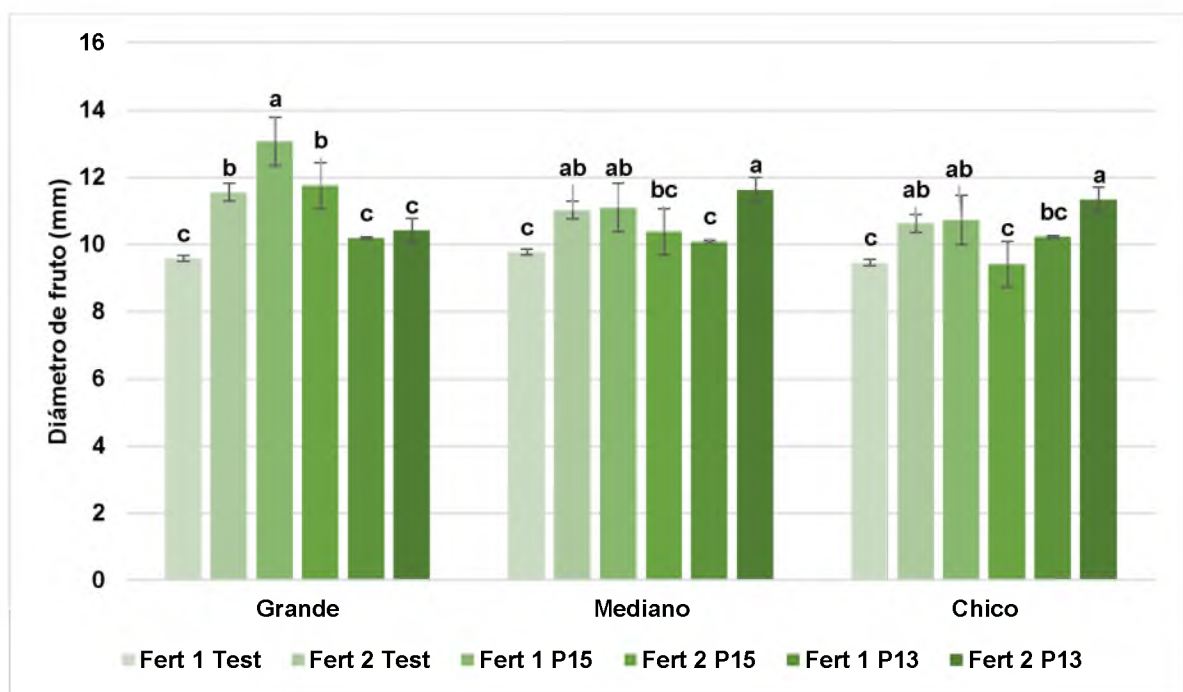


Figura 10. Evaluación del diámetro de fruto (mm) en 3 tamaños de fruto, (grande, mediano y chico), en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

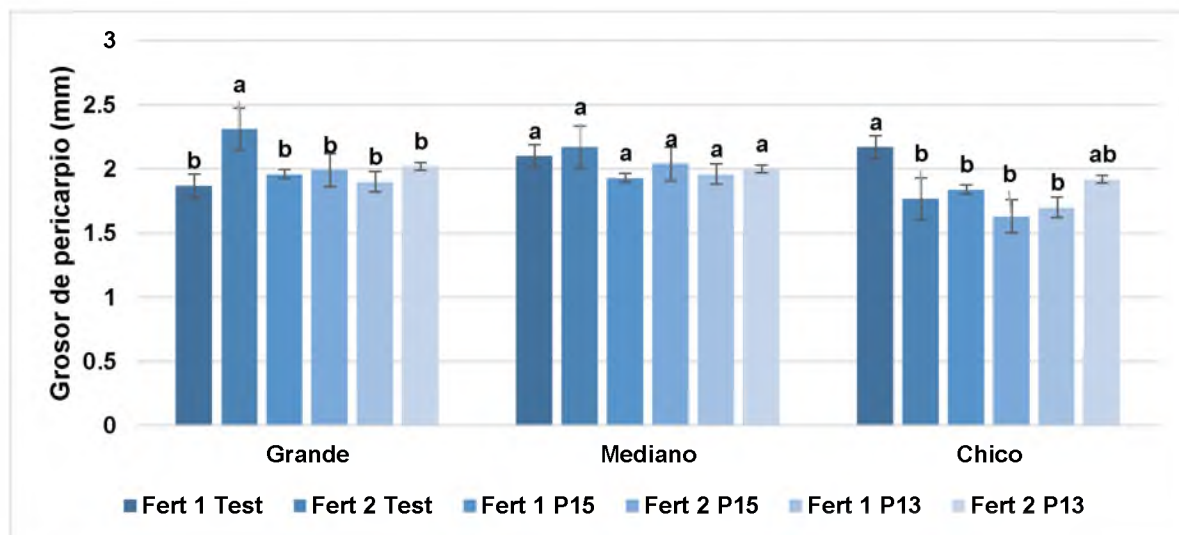
Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.2.4. Grosor de pericarpio (mm)

Los resultados del grosor de pericarpio (mm) se muestran en la Figura 11, evaluándose en los 3 tamaños de fruto (grandes, medianos y chicos), los valores obtenidos para esta variable en los frutos de tamaño grande indican, que el mejor tratamiento fue el Fert 2 Test con 2.31 mm, siendo estadísticamente mejor que el resto de los tratamientos ($p \leq 0.05$). Los frutos de tamaño mediano no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Respecto a los frutos de tamaño chico, los tratamientos Fert 1 Tes y Fert 2 P13 no presentaron diferencia significativa entre ellos con un grosor de pericarpio de 2.17 y 1.92 mm respectivamente, sin embargo, si mostraron diferencias significativas con el resto de los tratamientos. Podemos concluir que los resultados obtenidos en esta variable indican que el uso de la fertilización 2 baja en concentración de potasio y el uso material criollo interviene positivamente sobre el grosor de pericarpio del chile soledad.

Además, Aguilar *et al.*, (2010) indican que el grosor o espesor de pericarpio del chile Soledad oscila entre 1.0 a 2.0 mm. Sin embargo, Vera *et al.*, (2016) mencionan que el grosor de pericarpio del chile soledad puede tener un valor promedio de 2.26 mm. Aunado a lo anterior Lannes *et al.*, (2007) mencionan que el grosor de pericarpio suele ser un rasgo muy importante para su destino en el mercado, lo ideal es seleccionar frutos con pericarpio grueso, lo cual propicia ventajas como: un posible aumento en el rendimiento, ofrece resistencia a heridas

durante el manejo y traslado de los frutos, además de indicar que el grosor de pericarpio en frutos del género *Capsicum* puede correlacionarse con el contenido de sólidos solubles totales, donde los chiles con grosor de pericarpio más finos, suelen presentar mayor contenido de °Brix. Sin embargo, Corrales-Rodríguez (2018) evaluó dos progenitores de chile “Soledad” de la región de la sierra norte de Puebla (S5 y S6) bajo condiciones de invernadero, obtuvo un valor de grosor de pericarpio de 1.01 y 1.39 mm respectivamente, siendo estos valores inferiores a lo obtenido en esta investigación. López-Martínez (2018) obtuvo valores de grosor de pericarpio de 1.32 y 1.23 mm en sustrato arena de río y tezontle respectivamente, utilizando material criollo de chile soledad, bajo condiciones de invernadero,



resultados inferiores a los encontrados en esta investigación.

Figura 11. Evaluación del grosor de pericarpio (mm) en 3 tamaños de fruto (grande, mediano y chico), en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.2.5. Número de lóculos

Los resultados de esta variable se muestran en la Figura 12, los tratamientos Fert 1 Test y Fert 2 P15 obtuvieron los mejores resultados, con 3 y 2.8 número de lóculos respectivamente, los cuales no mostraron diferencia significativa, pero si son estadísticamente superiores al resto de los tratamientos. Para el tamaño mediano hubo cinco tratamientos que no presentaron diferencias significativas entre sí, (Fert 1 Test, Fert 1 P15, Fert 2 P15, Fert 1 P13 y Fert 2 P13) sin embargo, si fueron estadísticamente superiores al tratamiento Fert 2 Test el cual obtuvo el valor más bajo para esta variable con solo 2.3 lóculos ($p \leq 0.05$).

El tamaño chico de fruto presentó cinco tratamientos con los mejores resultados, los cuales no presentaron diferencias significativas Fert 2 P13, Fert 1 P15, Fert 1 Test, Fert 2 Tes y Fert 1 P13, estos tratamientos si mostraron diferencias significativas con el tratamiento Fert 2 P15 el cual solo presentó 2.4 número de lóculos. Con respecto a los resultados mencionados anteriormente, Aguilar *et al.*, (2010) indican que los frutos de chile Soledad suelen exhibir 2 lóculos. Por su parte, Vera *et al.*, (2016) mencionan que el fruto de chile soledad puede presentar de 2 hasta 3 números de lóculos. López-Martínez (2018) reporta como resultado de su

investigación en material criollo de Chile Soledad, un número de lóculos en sustrato arena de río de 2.27 y para el sustrato tezontle indica 2.12 número de lóculos.

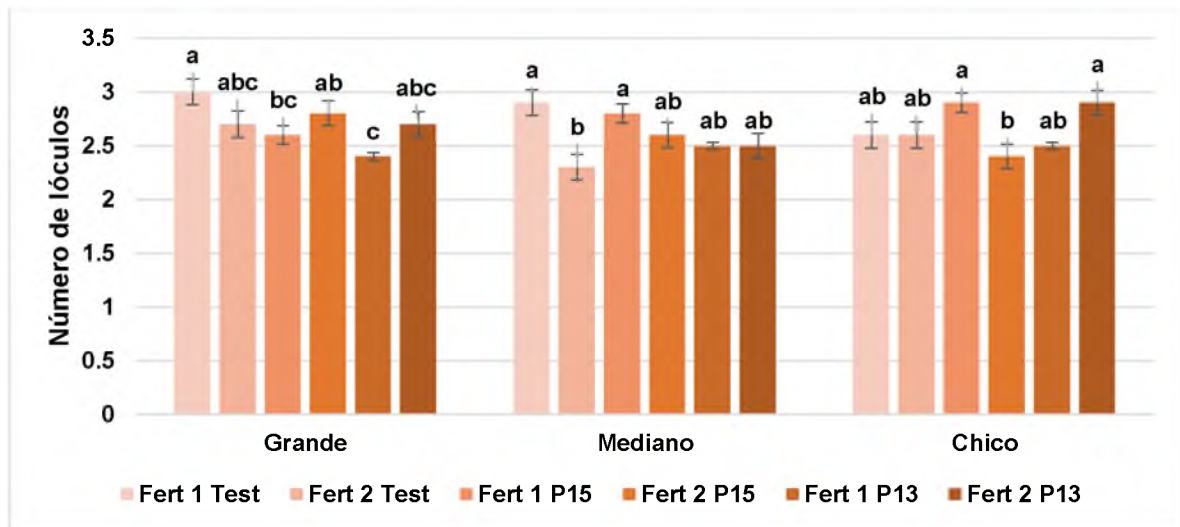


Figura 12. Evaluación número de lóculos en 3 tamaños de fruto (grande, mediano y chico) en líneas mejoradas y material criollo de Chile Soledad (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.2.6. Grados Brix o Sólidos solubles totales

Los resultados de esta variable, se muestran en la Figura 13 (84 ddt), respecto al fruto de tamaño grande, no hubo diferencias significativas en cuatro tratamientos Fert 2 Test, Fert 1 P13, Fert 1 Test y Fert 2 P13 teniendo como resultados 5.53, 4.7, 4.53, y 4.33 grados Brix respectivamente, siendo estos estadísticamente superiores al resto de los tratamientos. En el tamaño mediano de fruto no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, sin embargo,

para el tamaño chico, se puede observar que los mejores tratamientos fueron el Fert 2 P15 y Fert P13 con un valor de 6.07 y 5.67 grados brix respectivamente, estos tratamientos son estadísticamente superiores al resto de los tratamientos ($p \leq 0.05$). Se observa que de acuerdo a estos resultados el uso de las líneas mejoradas P15 y P13 con la fertilización 2 incrementan la concentración de grados Brix a diferencia del resto de los tratamientos.

Lannes *et al.*, (2007) mencionan que la acumulación de sólidos solubles en el grosor de pericarpio de *Capsicum annuum* es correlacionado positivamente con el contenido de materia seca de la fruta, lo cual indica que por cada 1 % de aumento en el contenido del peso seco, los grados Brix aumentan aproximadamente el 0.28 %. Por su parte, López *et al.*, (2019) indican que en la evaluación de grados Brix en chile "Serrano" bajo condiciones de invernadero y la utilización de mezcla de ácidos fúlvicos y sulfato ferroso de (FFe2) con 200 mg kg⁻¹ obtuvieron valores de 6.85 grados Brix o sólidos solubles totales, resultados superiores a los obtenidos en esta investigación, cabe mencionar que el chile "Serrano" es una especie diferente al usado en esta investigación el chile Soledad (*Capsicum annuum* L.).

Morales-Díaz (2014) quien evaluó dosis de fertilizante foliar Mastergrow en chile jalapeño (*Capsicum annuum*) var. Grande bajo condiciones de invernadero, obtuvo un valor de 7.75 grados brix.

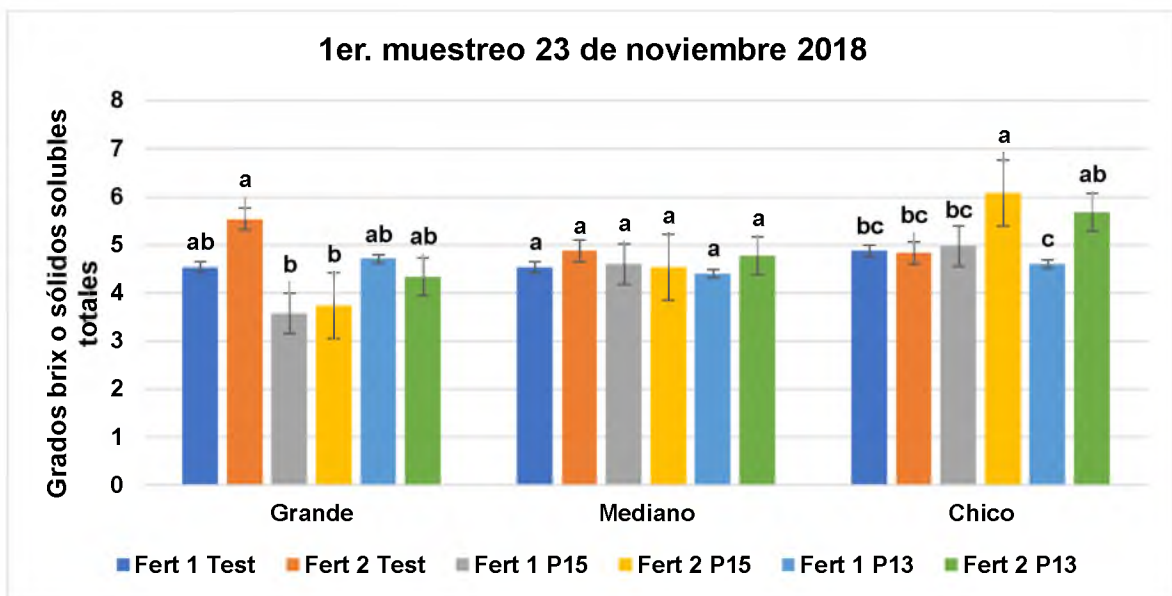


Figura 13. Evaluación de la concentración de grados Brix o sólidos solubles totales, en 3 tamaños de frutos (grande, mediano y chico) a los 84 ddt, en líneas mejoradas y material criollo de Chile Soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

En el segundo muestreo el cual se realizó a los 105 ddt, se muestran los siguientes resultados en la Figura 14, para el tamaño de fruto grande los mejores tratamientos fueron el Fert 2 P13 y el Fert 2 Tes, obteniendo 4.43 y 4.27 grados brix respectivamente, siendo estadísticamente iguales, sin embargo, son estadísticamente mejores que el resto de los tratamientos. Para el tamaño mediano de fruto el mejor tratamiento fue el Fert 2 P13 con un valor de 5.67 grados brix, siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Para el tamaño de fruto chico los mejores tratamientos fueron el Fert 2 P13, Fert 2 P15 y Fert 2 Test

con 5.47, 5.37 y 4.8 grados brix respectivamente ($p \leq 0.05$) los cuales no mostraron diferencia significativa, sin embargo, son estadísticamente superiores que el resto de los tratamientos. Por su parte Miranda Molina (2014) quien evaluó chile serrano, con cepas de *Bacillus* sp bajo condiciones de campo abierto, con una dosis de fertilización al suelo de 180-90-00 en 4 tratamientos (T1 (orgánico), T2 (convencional), T3 (orgánico-convencional) y T4 (testigo)), siendo el mejor tratamiento el orgánico con un valor de 8.16 °Brix a los 55 ddt y el tratamiento convencional con un valor de 8.03 °Brix a los 70 ddt.

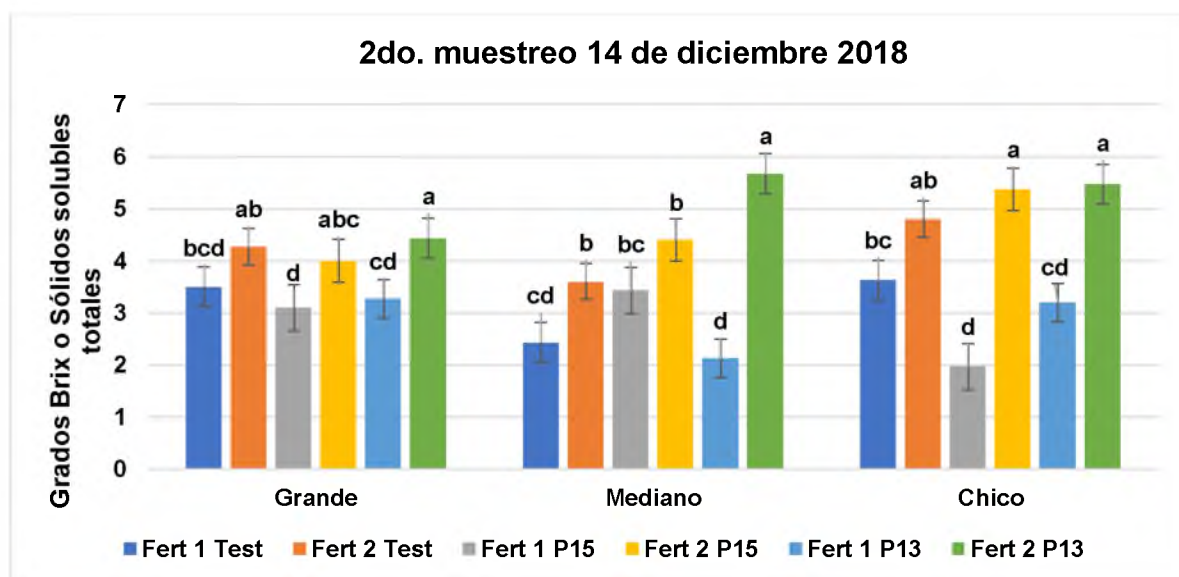


Figura 14. Evaluación de la concentración de grados Brix o sólidos solubles totales, en 3 tamaños de frutos (grande, mediano y chico) a los 105 ddt, en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.2.7. Acidez titulable (% de Ácido cítrico)

Los resultados de esta variable, se muestran en la Figura 15, se puede observar que en el primer muestreo (84 ddt) no hubo diferencias significativas entre cinco tratamientos, siendo el mejor tratamiento para tamaño grande fue el Fert 1 Test con un valor de 0.12 (% de ácido cítrico), sin embargo, no presentó diferencias estadísticamente con los tratamientos Fert 2 Test, Fert 2 P15, Fert 1 P13 y Fert 2 P13, por lo contrario el tratamiento Fert 1 P15 fue inferior estadísticamente ($p \leq 0.05$). Para el segundo muestreo (105 ddt) se puede observar que no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Los resultados obtenidos para esta variable indican que las dosis de fertilización y el uso de líneas mejoradas o material criollo no influyen en la concentración del ácido cítrico.

García *et al.*, (2014) quienes indican que el porcentaje de ácido cítrico para pimientos varía entre 0.1 y 0.4 %; dentro de este rango se ubican los resultados obtenidos en esta investigación.

Miranda-Molina (2014) realizó una evaluación de chile serrano, con cepas de *Bacillus* sp. bajo condiciones de campo abierto, con una dosis de fertilización al suelo de 180-90-00 kg ha⁻¹ en 4 tratamientos (T1 (orgánico), T2 (convencional), T3 (orgánico-convencional) y T4 (testigo)), no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos siendo el mejor tratamiento el orgánico con un valor de acidez titulable 3.06 a los 55 ddt, a los 70 ddt no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos T1, T3 y T4 siendo el mejor tratamiento para esta variable el T1 con 3.03.

Flores *et al.*, (2018) quienes realizaron un evaluación fisicoquímica y capacidad antioxidante de chiltepín silvestre en 6 comunidades, y la evaluación de dos índices de madures, reportaron una acidez titulable de 0.47 % en los frutos cosechados en la localidad de Potrero más el índice de madurez 2 (color rojo en madurez comercial), valores superiores a los obtenidos en esta investigación, debido a la etapa de madurez de la evaluación.

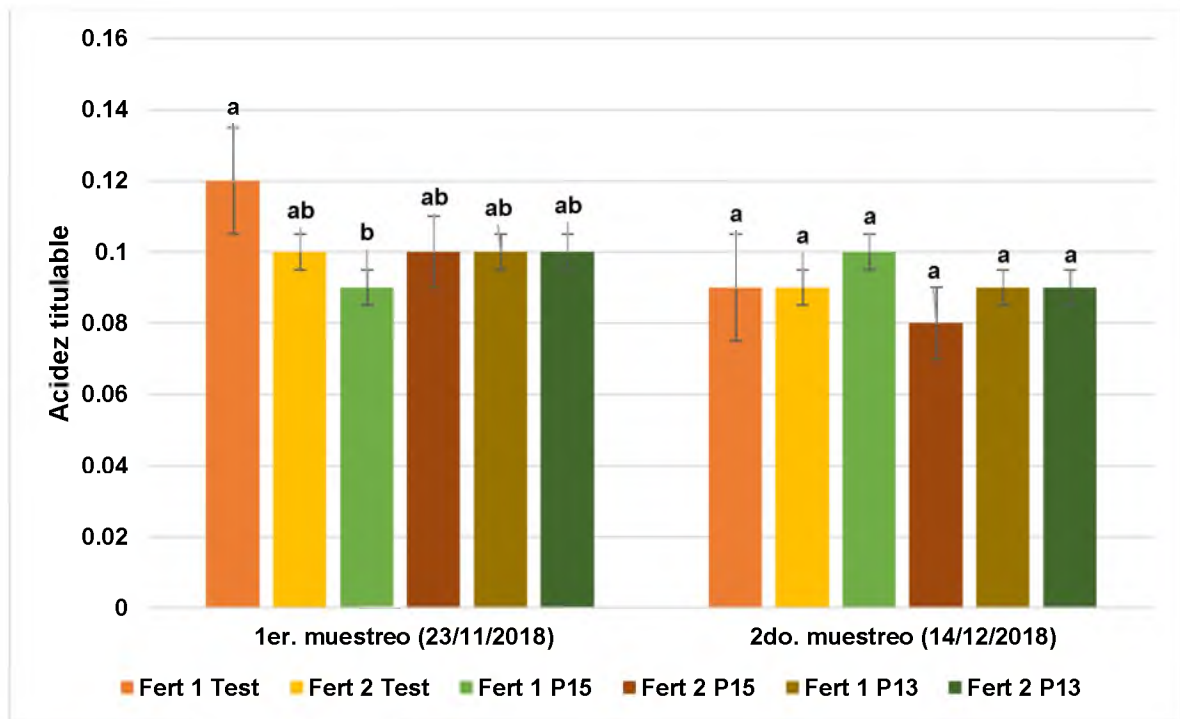


Figura 15. Evaluación de la acidez titulable (% de Ácido cítrico) en dos muestreos, en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.
 Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.
 Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.3. Rendimiento

7.3.1. Rendimiento por planta (g)

Los resultados obtenidos para la variable rendimiento por planta por tratamiento se observan en la Figura 16, el tratamiento que obtuvo el mejor resultado fue el tratamiento Fert 2 P15 obteniendo un rendimiento por planta de 489.43 g, siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos ($p \leq 0.05$). Por el contrario el tratamiento que obtuvo los valores más bajos para esta variable fue el tratamiento Fert 1 P13, con un rendimiento por planta de 158.30 g.

Sin embargo, la utilización de la línea mejorada P15 con la fertilización 2 con baja concentración de potasio, obtuvo un 35.53 % más de rendimiento por planta que el tratamiento Fert 2 Test (material criollo). Es preciso señalar que los resultados obtenidos en esta investigación para los tratamientos Fert 1 Test y Fert 2 Test, en los cuales se utilizó material criollo de Chile Soledad, con diferentes concentraciones de potasio, son superiores a los reportados por López-Martínez (2018) quien evaluó el cultivo de Chile Soledad (*Capsicum annuum* L.) criollo, bajo condiciones de invernadero y la utilización de dos sustratos arena de río y tezontle obtuvo un rendimiento por planta de 251.54 y 136.39 g respectivamente. López *et al.*, (2019) indican que en la evaluación rendimiento por planta (g) en Chile "Serrano" bajo condiciones de invernadero y la utilización de mezcla de ácidos fúlvicos y sulfato

ferroso de FFe12 (1,200 mg kg⁻¹), el valor más alto para esta variable fue de 452.3 gramos por planta, estos valores son menores a los obtenidos en esta investigación.

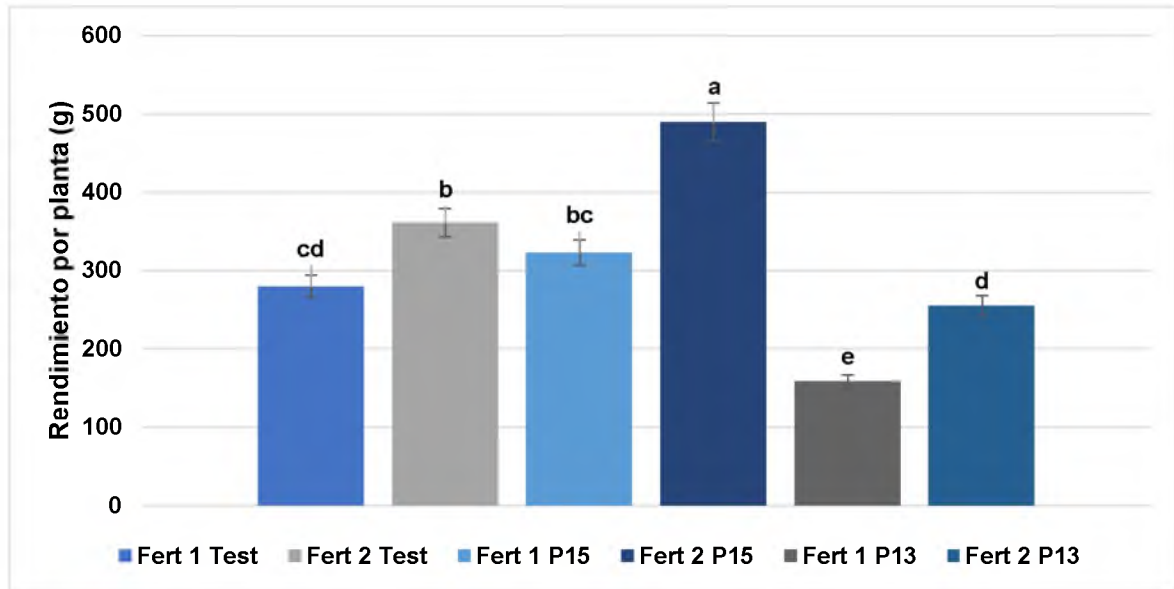


Figura 16. Evaluación del rendimiento por planta (g) en líneas mejoradas y material criollo de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

7.3.2. Rendimiento total (t ha⁻¹)

El rendimiento total, se muestra en la Figura 17, se puede observar que el mejor tratamiento fue el Fert 2 P15 con un rendimiento extrapolado de 14.76 t ha⁻¹ el cual es estadísticamente superior al resto de los tratamientos ($p \leq 0.05$). De acuerdo con los resultados obtenidos podemos identificar que el mejor tratamiento

en donde se empleó el material criollo, fue Fert 2 Test con un rendimiento extrapolado de 11.49 t ha⁻¹, sin embargo, es menor un 28.5 % con relación a los resultados obtenidos por la línea mejorada P15 y dosis de fertilización 2.

Sin embargo, Domínguez *et al.*, (2014) quienes evaluaron densidades de siembra en chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal con una fertilización de 110-46-30 t ha⁻¹, fraccionada en dos partes, todo el P y K y la mitad de N a los 5 dds y la otra mitad de N a los 30 dds, obtuvieron un rendimiento de 12.00, 18.88 y 21.9 t ha⁻¹ en las densidades de 27 778, 40 000 y 62 500 plantas ha⁻¹, respectivamente. Se puede deducir que la producción de 12.00 t h⁻¹ es menor a la obtenida en esta investigación con la utilización de la fertilización 2 y la línea mejorada P15. Por su parte Corrales-Rodríguez (2018) quien evaluó dos progenitores de chile Soledad de la región de la sierra norte de Puebla (S5 y S6) bajo condiciones de invernadero, obtuvo un rendimiento de 9.00 y 7.40 t ha⁻¹ respectivamente. Aunado a lo anterior López-Martínez (2018) quien evaluó un material criollo de chile soledad, bajo condiciones de invernadero y la utilización de dos sustratos arena de río y tezontle reportó rendimientos de 10.06 y 5.47 t ha⁻¹, estos valores son menores a los obtenidos en la presente investigación.

Cabe hacer mención que los valores reportados por el SIAP (2020) indican que la producción promedio de chile soledad en el estado de Oaxaca, fue de 5.53 t ha⁻¹, es importante definir que los productores utilizan material criollo, el cual es seleccionado por ellos mismos, este valor es inferior a los obtenidos en esta

investigación con un valor promedio de producción de 14.76 t ha⁻¹, utilizando la línea mejorada P15 y con la dosis de fertilización 2 (concentración baja en potasio).

En esta investigación también se utilizó el material criollo en los tratamientos Fert 1 Test el cual obtuvo un rendimiento total de 8.48 t ha⁻¹ siendo un 53 % superior a los reportado por el (SIAP, 2020) en cambio el tratamiento Fert 2 Test, obtuvo un rendimiento total de 11.49 t ha⁻¹, el cual supera los rendimientos reportados por los productores en 107.77 %.

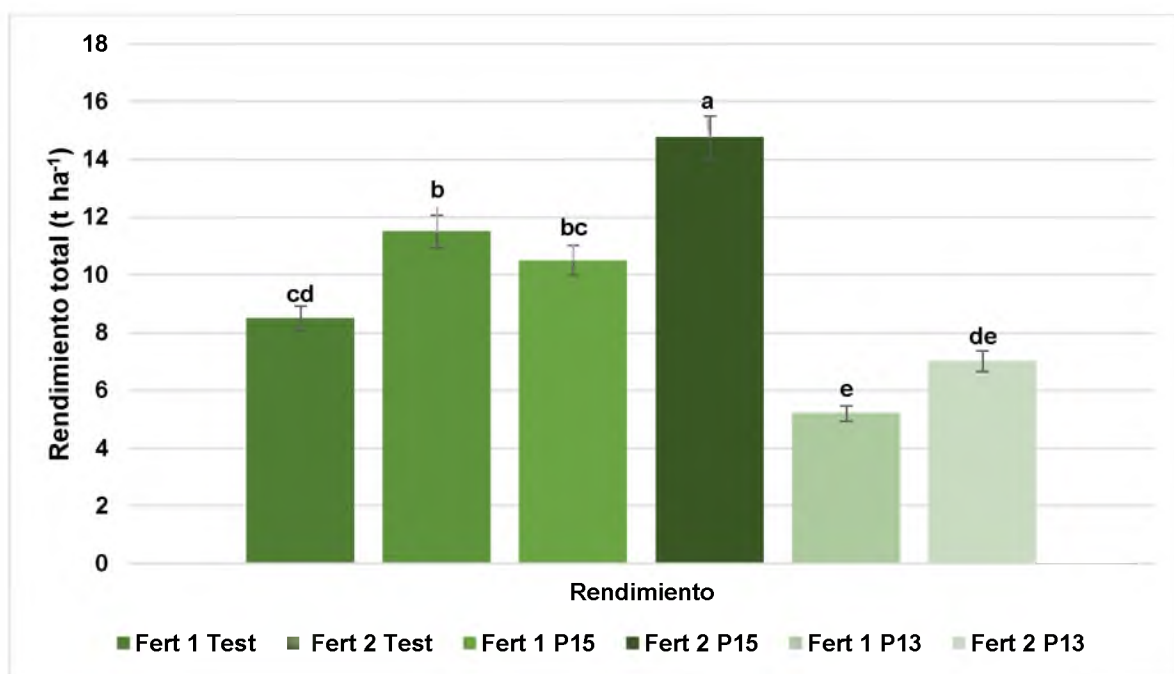


Figura 17. Extrapolación del rendimiento total (t ha⁻¹) en líneas mejoradas y material criollo de Chile Soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, y dos dosis de fertilización.

Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo, Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo, Fert 1 P15= Fertilización 1 P15, Fert 2 P15= Fertilización 2 P15, Fert 1 P13= Fertilización 1 P13 y Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.

Letras distintas entre barras, indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$), utilizando la prueba LSD Fisher.

8. CONCLUSIONES

La producción de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de temporal, utilizando la línea mejorada P15 con la fertilización 2 obtuvo los mejores resultados en las variables de crecimiento y rendimiento bajo condiciones de temporal en Loma Bonita, Oaxaca.

Los resultados para la variable calidad de fruto, determinado en los tres tamaños (grande, mediano y chico), indica que el uso de la fertilización 1 ya sea con la línea mejorada P13 o el material criollo (Testigo) obtuvieron los mejores resultados para estas variables, en comparación con la línea mejorada P15 y fertilización 2.

La utilización de líneas mejoradas y la dosis de fertilización adecuada, en la producción de chile soledad en la región del Papaloapan puede ser considerada una alternativa para los productores de la región, ya que aumenta hasta un 28.5 % el rendimiento, en comparación con la utilización de material criollo.

9. LITERATURA CITADA

- Aguilar R., V. H; Corona T., P; López L., L; Latournerie M, L; Ramírez M, M; Villalón M, H; y Aguilar C, J. A. 2010. Los chiles de México y su distribución. SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, ITConkal, UANL, UAN. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 114 p.
- Aguirre M, C. L; Iturriaga D, G.; Ramírez P, J. G; Covarrubias P, J; Chablé M, F. y Raya P, J.C. 2017. El chile (*C. annuum* L.), cultivo y producción de semilla. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. México. 5(1): 19-31.
<http://www.somecta.org.mx/Revistas/2017-1/2017-1/3.%20chileAguirre.pdf>
- Ascencio C., D. O. 2013. Evaluación del rendimiento de variedades de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) en campo abierto y en macrotúnel. [Tesis de Licenciatura en Ingeniero Agrónomo Fitotecnista]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Agronomía y Veterinaria. 57 p.
https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3481/IAF1_EVA01301.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Association of Official Analytical Chemists, (AOAC). 1990. Official Methods.
<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>
- Bautista C., M.; Carrillo R., J.C.; Chávez S., J.L.; Villegas A., Y. 2012. Diferencias morfológicas entre variantes de chile (*Capsicum annuum* L.) de Oaxaca, en invernadero. In Memorias de la IX Convención Mundial de Chile.373-379 p.
https://www.researchgate.net/publication/230852164_Diferencias_morfol

[ogicas entre variantes de chile *Capsicum annuum* L de Oaxaca en i
nvernadero](#)

- Beltrán M, F. A.; García H., J. L.; Ruiz E., F. H.; Valdez C., R. D. Preciado R., P.; Fortis H., M. y González Z., A. 2016. Efecto de sustratos orgánicos en el crecimiento de seis variedades de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 3(7): 143-149. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282016000100015#a15f1
- Bonilla, M. A. 2012. La polinización como servicio ecosistémico. En: Iniciativa colombiana de polinizadores (ICPA), Capítulo I: abejas. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Humboldt. Bogotá, Colombia. Pp. 1-103.
- Cano A, F. M. 1998. Potencial exportable de chiles en fresco, de una zona libre de plagas. <http://www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/.shtm/>
- Castañón N, G; Ramírez M, M; Ruiz S, R. y Mayek P, N. 2011. Aplicación de marcadores AFLP para explorar heterosis en *Capsicum* spp. *Phyton*, International Journal of Experimental Botany. 80: 53-58.
- Castellanos J., Z. y Muñoz R., J.J. 2003. Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Celaya, Guanajuato, México.
- Castellón M., E; Carrillo R., J. C; Chávez S., J. L y Vera G., A. M. 2014. Variación fenotípica de morfotipos de chile (*Capsicum annuum* L.) nativo de Oaxaca, México. *Phyton* (Buenos Aires) International Journal of Experimental

Botany. 83(2): 225-236. Recuperado en 09 de marzo de 2022, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572014000200002&lng=es&tlng=es.

Cázares S., E., y J. Duch G. 2002. La diversidad genética de las variedades locales de maíz, frijol, calabaza y chile, y su relación con características culinarias. Manejo de la Diversidad de los Cultivos en los Agroecosistemas Tradicionales. Chávez J. L., J. Tuxill y D. I. Jarvis (eds). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. Pp. 250-255.

Cedrón J. C. 2013. La Capsaicina. Revista Química. 27:1-2. Recuperado a partir de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/7590>

Centro de Investigación Regional Noreste, (CIRNE) 2010. Fertirrigación de chile serrano con riego por goteo en el sur de Tamaulipas. Libro técnico N° 2. Primera ed. ISBN:978-607-425-465-5 176 p. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/854.pdf>

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 1999. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre. Segunda edición. México, D.F.: ISBN: 970-648-038-2 16 p. <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/762/68195.pdf>

Chávez, A. J. L. 1993. Tipos de cruza y poblaciones. Mejoramiento de plantas 1. Ed. Trillas. 136 p.

Corrales-Rodríguez M. A. (2018). Mejoramiento de chile de árbol y soledad a través de cruza intervarietales. [Tesis de Maestría del Programa de Postgrado en

[http://colposdigital.colpos.mx:8080/ispui/bitstream/10521/3165/1/Corrales
Rodriguez MA MC Genetica 2018.pdf](http://colposdigital.colpos.mx:8080/ispui/bitstream/10521/3165/1/Corrales_Rodriguez_MA_MC_Genetica_2018.pdf)

Cruz C., E; Can C., Á; Bugarín M., R; Pineda P., J; Flores C., R; Juárez L., P. y Alejo S., G. 2014. Concentración nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato. Revista Fitotecnia Mexicana, 37(3), 289-295. Recuperado en 24 de septiembre de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802014000300016&lng=es&tlng=es)

[73802014000300016&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802014000300016&lng=es&tlng=es)

Domínguez B., A. V; Quevedo G., A; Tinoco A., C. A; Alvarado G., L. C y Velásquez S., M. G. 2014. Densidades de siembra de chile soledad (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de temporal en la lima, Veracruz. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan. Editorial Agrícola Tuxpan. Vol. 2 No. 1 ISSN: 2007-6940. 128-131 p. DOI: <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v2i1.272>

Espadas R., L. M. 2014. Comportamiento del chile X' cat ik bajo condiciones de invernadero. SEP. SES, DGEST, ITZM. Juan Sarabia, Quintana Roo. 43 p.

Espinosa, A., Tadeo, M., Turrent, A., Gómez, N. 2009. El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. Revista Ciencias. 92, octubre-marzo. 118-125 p. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/14839/14139>

Flores, G., P; Franco, B., A; Hernández, M., J; Moreno, L., S; Hernández, P., J. L y Pinedo, E., J. M. 2018. Evaluación fisicoquímica y capacidad antioxidante

de chiltepín silvestre de Nuevo León, México. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. 3: 529-534.

<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/9/88.pdf>

Food and Agriculture Organization (FAO) 2019. Cantidades de producción de chiles, pimientos picantes, pimientos (verdes) por país. Consultado el 17 de junio de 2021 en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>.

García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto Nacional de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, D. F.

García, C. M; Toledo, M. E.M; González, A; Moya, M; Font, R; Gómez, P; Moreno, R. J. M y Del Río, C. M. 2014. Perfil físico-químico y nutricional de distintas tipologías de pimiento. Almería. Conserjería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Formato digital (e-book) – (Áreas de Producción Agraria, Mejora y Biotecnología de Cultivos y Postcosecha e Industria Agroalimentaria). Pp. 1-28.

Google Earth (2021). <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>

GRIN. 2014. National Plant Germplasm System: Peppers. Germplasm Resources Information Network. Disponible en: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?id=8904>

Hernández V. S. 2014. Importancia del chile silvestre (*Capsicum annuum*) como recurso genético de México. Mensaje Bioquímico. UNAM. 41: 289-304.

- InfoStat. 2018. Software Estadístico. Disponible en línea en: www.infostat.com.ar
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2014. Consultado el 13 de marzo de 2020 en: <https://www.inegi.org.mx/default.html>
- Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2017. CHISER-522, variedad de chile serrano delgado o soledad. Programa de investigación: Hortalizas 2 p.
- Juárez-Alvarado J. P. 2014. Evaluación del rendimiento de tres variedades de chile poblano (*Capsicum annuum* L.), en macrotúnel. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad De Agronomía y Veterinaria. 68 p.
- Laborde, C., J. A. 1984. Presente y pasado del chile en México. Publicación especial No. 85. INIA. México.
- Laborde, C., J. A. y O. Pozo C. 1982. Presente y pasado del chile en México. SARHINIA. México 80 p.
- Lannes, S. D., Finger, F. L., Schueler, A. R., Casali, V. W. 2007. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruit. *Sci Hortic* 112: 266-270. DOI 10.1016/j.scienta.2006.12.029
- Lardizábal, R. 2002. Manual de producción de chile jalapeño. Centro de Desarrollo de Agronegocios. 26 p.
- López, L. P. 2010. Generación de una variedad específica de chile Soledad (*Capsicum* spp.) en la Cuenca del Papaloapan, Oaxaca. AGROproduce. Órgano Informativo de Fundación Produce Oaxaca A.C.

- López, L., P. y H., Castro, G. 2005. Al rescate de la diversidad genética del chile (*Capsicum* spp) en Oaxaca, México. In: Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas, Zacatecas, México. Pp. 253-258.
- López, R. G. O. 2003. Chilli. La especia del nuevo mundo. Revista Ciencias 69: 66-75.
- López, S. R., Peña, R. F. M., Sánchez, B. F., Lozano, C. C J., Benavides, M. A., y González, F. J, A. 2019. Efecto de un fulvato de hierro sobre calidad y producción de frutos de chile “Serrano”. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10(6): 1367-1378.
- López-Martínez G. 2018. Desarrollo, rendimiento y características del fruto de los cultivos de chile habanero *Capsicum chinense* Jacq. y chile soledad *Capsicum annuum* L. en dos sustratos bajo invernadero. [Tesis de Licenciatura. Universidad del Papaloapan], Campus Loma Bonita, Oaxaca. 59 p.
- Márquez S., F. 1985. Genotecnia Vegetal Tomo I. editorial AGT EDITOR, S. A. México. 357p.
- Martínez M., R; Méndez I., I; Castañeda A., H. M; Vera G., A. M; Chávez S., J. L; & Carrillo R., J. C. 2014. Heterosis interpoblacional en agromorfología y capsaicinoides de chiles nativos de Oaxaca. Revista Fitotecnia Mexicana, 37(3): 199-207. Recuperado en 20 de septiembre de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802014000300004&lng=es&tlng=es.

Mata V, H; Vázquez G, E; Ramírez M, M y Patishtán P, J. 2010. Fertirrigación de chile Serrano con riego por goteo en el sur de Tamaulipas. Instituto Nacional de Investigadores Forestales Agrícolas y Pecuarios. Centro de Investigación Regional del Noreste (CIRNE) Campo Experimental Las Huastecas. Libro Técnico 2. Primera Edición. ISBN 978-607-425-465-5.
<http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/854.pdf>

Miranda-Molina F. D. 2014. Efecto del manejo orgánico sobre la producción, la calidad nutrimental y nutracéutica del chile serrano (*Capsicum annuum* L.). [Tesis de Maestría en Ciencias y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro]. Facultad de Química. Santiago Querétaro, Querétaro. 84 p.

Morales Díaz J. L. 2014. Evaluar la calidad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con la Aplicación de Fertilizante Foliar (Mastergrow) en Invernadero. [Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro] Repositorio Institucional - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Saltillo, Coahuila.

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1167/40048%20MORALES%20DIAZ,%20JORGE%20LUIS%20%20%20%20%20%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Morán B., S. H; Aguilar R., V. H; Corona T., T; Castillo G., F; Soto, H., R. M. y San Miguel C., R. 2008. Capsaicinoides en chiles nativos de Puebla, México.

- Moreno R., A; Rodríguez D., N; Reyes C., J. L; Márquez Q., C. y Reyes G., J. 2014. Comportamiento del chile húngaro (*Capsicum annuum*) en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias 46(2): 97-111.
- Moreno, A., Aguilar, J. y Luévano, A. 2011b. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. Revista Mexicana de Agronegocios, 29: 763-774.
- Moreno, P. E. del C.; Martínez, D. M. T.; Reyes, L. D.; Pérez, M. C. A.; Peña, L. A.; Espinosa, R. P. 2006. Intensidad de color y contenido de antocianinas en chile guajillo (*Capsicum annuum* L.). Revista Chapingo Serie Horticultura 12(1): 135-140.
- Nieto G, A.; Murillo A, B.; Troyo D, E.; Larrinaga M, J. A.; García H, J. L. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. Interciencia. Caracas, Venezuela. 27 (8): 417-421.
- Nieves G, F.; Alejo S, G.; Luna E, G.; Lemus F, G.; Juárez L, P; y Salcedo P, E. 2015. Extracción y Requerimientos de Fósforo en Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) "Big Brother" Interciencia. 40 (4): 282-286.
- Norma Mexicana NMX-FF-025-1982. Productos alimenticios no industrializados para uso humano. Fruta fresca. Chile (*Capsicum* spp.) especificaciones.

Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-025-1982.PDF>

Olivera L., M. 2007. Manual de producción de chile en invernadero. [Tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro Qro. 102 p.

Pantoja, A.; Smith-Pardo, A.; García, A.; Sáenz, A., Rojas, F. 2014. Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y El Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. Santiago, Chile. ISBN: 978-92-5-308099-1. 56 p.
<https://www.fao.org/3/i3547s/i3547s.pdf>

Pedro, H., J. J; Blas, C., W. G; Reyes, P., D. B; Rodríguez, L., L. F; Rosales, R., R. F; Ruíz, Á., J; Salas, P., F. M; Sánchez, Ll., M. N; Vázquez, R., L. S; Veras, R., Y; Ventura, A., E. E; Villena, U., W. E y Yabar, R., Y. I. 2021. Mejoramiento genético en plantas autógamas. REBIOL, Revista de Investigación Científica 41(1):136-153
<http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2021.41.01.14>

Pérez, C. L. M.; Castañón, N. G.; Mayek, P. N. 2008. Diversidad morfológica de chiles (*Capsicum* spp.) de Tabasco, México. Cuadernos de Biodiversidad.11-22 p. Disponible en:
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/7713/1/cuadbiod27_02.pdf

- Pérez, G A, Martin H D, Sies H, Stahl W. 2003. Incorporation of carotenoids from paprika oleoresin into human chylomicrons. *British Journal of Nutrition*. 89 (6): 787-793. DOI:10.1079/BJN2003842.
- Pickersgill, B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (Genus *Capsicum*). *Evolution* 25: 683-691.
- Pickersgill, B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica* 96 (1): 129-133.
- Poot, M. J. E. 2004. Agricultura ecológica y manejo de plagas en comunidades rurales de Tabasco. *Rev. Diálogos* 14:15-20.
- Pozo C., O. y Ramírez M., M. 1994. Gigante Ebano y Paraíso, nuevas variedades de chile serrano en México. Campo Experimental Sur de Tamaulipas. INIFAP. Folleto Técnico No. 10. México. 17 p.
- Pozo, C, O. 1981b. Determinación del porcentaje de polinización cruzada en chile Serrano (*C. annum* L.) Resúmenes del Congreso de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Ramírez, M., M. 2009. Informe Técnico: Jaguar, variedad de polinización libre de chile habanero. INIFAP, Campo Experimental Las Huastecas. México. 8 p.
- Ramírez, M., M; Arcos, C., G; Méndez, A., R; y Meneses, M., I. 2019. Variedades e híbridos de chile para el trópico de México pp. 29-37. In: Meza, V. V; Chay, C., A. J; Ramírez, S., A. R; Palacios, T., R. E; Valenzuela. J., N; Alcántar, V., J. P y Kido, C. T. M. Eds. Producción Agropecuaria: Un enfoque

integrado. Universidad del Papaloapan, campus Loma Bonita. Primera edición. Loma Bonita Oaxaca, México. ISBN: 978-607-98543-1-7

Reyes, M., J. J. 2007. Componentes tecnológicos de impacto en chile soledad Oaxaca. Paquete tecnológico de chiles, FUNDACIÓN PRODUCE OAXACA, A. C. pp. 22-26.

Robles, S., R. 1983. Producción de Granos y Forrajes. Cuarta Edición. LIMUSA. México. 608 p.

Rodríguez, J., Peña, O. B. V., Gil, M. A., Martínez, C. B., Manzo, F., Salazar, L. L. (2007). Rescate in situ del chile `Poblano´ en Puebla, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 30(1): 25-32.

Ruiz-Lau N., Medina, I., F. Martínez, E., M. 2011. El chile habanero: su origen y usos. Página de internet: http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_3/PDF/Habanero.pdf.

Serrano, C. Z. 1978. Tomate, pimiento y berenjena en invernadero. Colección Agrícola Práctica No. 27. Publicaciones Extensión Agraria. Madrid España. pp. 161-174.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2019. Chile verde para todos los gustos. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/articulos/chile-verde-para-todos-los-gustos>.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2020. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreaagricola/>.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN) 2019. Normales Climatológicas. <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL20237.TXT> fecha de consulta: 23 de enero de 2022.

Steiner A., A. 1961. A Universal Method for Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition. *Plant Soil*. 15: 134-154.

Taiz, L., & E. Zeiger. 2006. *Plant Physiology*. 4th ed. Sinauer Associates Inc., Sunderland, M.A., USA.

Toledo, A. R; López, S. H; Antonio, L. P; Guerrero, R. J de D; Santacruz, V. A y Huerta, D. A. 2011. Características vegetativas, reproductivas y de rendimiento de fruto de variedades nativas de Chile "Poblano" *Revista Chapingo Serie Horticultura* 17(3): 139-150 versión On-line ISSN 2007-4034 versión impresa ISSN 1027-152X
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17n3/v17n3a6.pdf>

Valadez, S. Y. M., Olivares, S. E., Vázquez, A. R. E., Esparza, R. J. R., Preciado, R. P., Valdez, C. R.D. y García H., J.L. 2016. Calidad y concentración de capsaicinoides en genotipos de Chile Serrano (*Capsicum annuum* L.) producidos bajo fertilización orgánica. *ΦYTON Revista internacional de botánica experimental*. ISSN 0031 9457. 85: 21-26.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572016000100005

Vallejo, C. F. y Estrada, S. E. 2016. Mejoramiento Genético de Plantas: Segunda Edición. Universidad Nacional de Colombia.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52016>

Vera, S. K.S., Cadena, I. J., Latournerie, M. L., Santiaguillo, H. J. F., Rodríguez, C. A. Basurto, P. F.A., Castro, Lara. D., Rodríguez, G. E., López, L. P., Ríos, S. E. 2016. Conservación y utilización sostenible de las Hortalizas Nativas de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, México. 132p.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/205919/DIAGN_STICO_HORTALIZAS.pdf

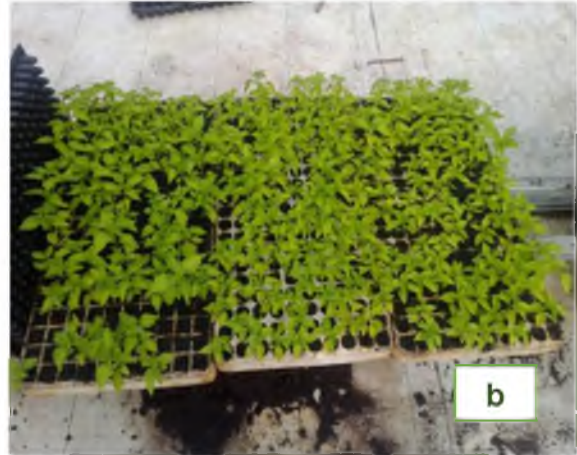
Villa, C. M. M., Catalán V. E., Inzunza I. M. y L. A Román. 2005. Manejo de la fertilización en plántulas de tomate para trasplante. Agrofaz. 5(3): 1-4.

Villa, C., M., Catalán V., E. A.; Inzunza I., M. A.; Román L., A.; Macías R., H. y Cabrera R., D. 2014. Producción hidropónica de chile habanero en invernadero. CENID-RASPA, SAGARPA, INIFAP. Delegación Coyoacán, México, D.F. 45 p.

Wahid, A., S. Gelani, M. Ahsraf, and M.R. Fooland. 2007. Heat tolerance in plants: an overview. Environ. Exp. Bot. 61:199-223.

10. APÉNDICE

Apéndice 1. Evidencia fotográfica, durante el desarrollo de la investigación.



Fotografías 1, 2, 3 y 4. a) Siembra de semilla criolla y líneas mejoradas de chile soledad (*Capsicum annuum* L.) en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando peat moss como sustrato, b) Plántula en la charola, c) Preparación del terreno y d) Tratamiento al cepellón de las plántulas en una solución de Captan (1.5 g L^{-1}) y Confidor (Imidacloprid a 1 mL L^{-1}) para realizar el trasplante.



Fotografías 5 y 6. Formación de camas y realización de trasplante.



Fotografías 7 y 8. Toma de variables morfología de la planta a) altura de planta (cm) y b) ancho de copa (cm).



Fotografías 9 y 10. a) Toma de diámetro de tallo (mm) y b) deshierbe manual de maleza.



Fotografía 11. Aplicación de dosis de fertilización granular por tratamiento.



Fotografías 12 y 13. Utilización del motocultor para la realización del aporque en plantas.



Fotografías 14 y 15. Cosecha de frutos para la toma de datos de rendimiento y variables de calidad de fruto por tratamiento.



Fotografía 16 y 17. Toma de datos de calidad de fruto del tratamiento **Fert 1 Test= Fertilización 1 Material criollo.**



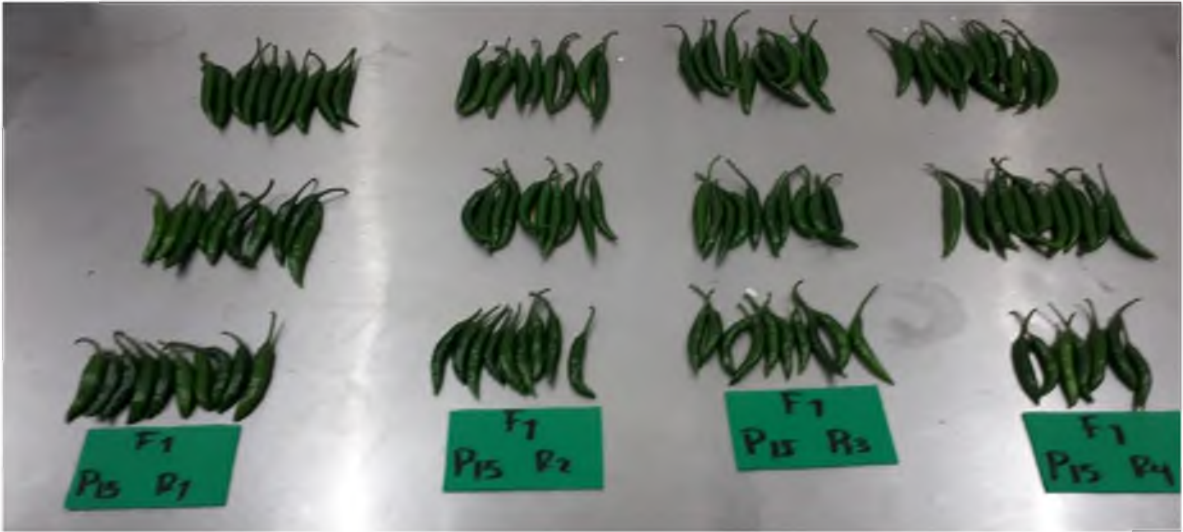
Fotografía 18. Toma de datos de calidad de fruto del tratamiento **Fert 2 Test= Fertilización 2 Material criollo.**



Fotografía 19. Toma de datos de calidad de fruto del tratamiento **Fert 1 P13= Fertilización 1 P13.**



Fotografía 20 y 21. Toma de datos de calidad de fruto del tratamiento **Fert 2 P13= Fertilización 2 P13.**



Fotografía 22. Toma de datos de calidad de fruto del tratamiento **Fert 1 P15= Fertilización 1 P15.**



Fotografía 23. Toma de datos de calidad de fruto del tratamiento **Fert 2 P15= Fertilización 2 P15.**



Fotografía 24 y 25. Extracción del jugo de los chiles por tratamiento, utilizando un mortero para la determinación de calidad de fruto (acidez titulable).



Fotografía 26 y 27. Determinación de acidez titulable, en los diferentes tratamientos.

Apéndice 2. Participación en eventos de divulgación científica.

Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 28, No. 1, 2019, E-ISSN: 2071-0054

Technical Note

Testing of Technical and Operational Factors of a Walking Tractor with Plow and Cultivator

Evaluación de factores técnicos y de operación de un motocultor con arado y cultivador



<http://opn.to/a/o0iT7>

Dr. J. Antonio Yam-Tzec ^{1*}, Amadeo Santos-Chávez ¹, Santos Pérez-Ortiz ¹, Mauricio Alfonso-García ¹

¹Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Loma Bonita, Oaxaca, México.

ABSTRACT: Nowadays in Mexico, there is an increasing in the acquisition of small tractors and walking tractors under 18 hp of power, however, there are no data on their operation. A walking tractor was evaluated with two implements plow and cultivator. The methodology used for the evaluation was the [NMX-O-182-SCFI-2003](#) adapted. The test was fact on an area of 200 m², in Papaloapan University, beginning with the operation of tillage with the plow and ending with the cultivator. The conditions in the soil were the slope of less than 5% and 10.9-14.2% humidity. The work quality indexes evaluated were the angle of rotation obtaining averages of 0.79 m in the plow and 0.69 m for the cultivator, the average fuel consumption were 16 L/ha for the plow and of 12 L/ha for the cultivator. Work depths obtained were 0.14 m for the plow and 0.07 m for the cultivator.

Keywords: tractor, steering radius, fuel consumption, machinery test.

RESUMEN: En México, existe auge en la adquisición de pequeños tractores y motocultores que no rebasan los 18 hp de potencia, sin embargo, no existen datos sobre la operación de los mismos que permitan al productor tomar decisiones. Se evaluó un motocultor con dos implementos arado surcador y cultivador. La metodología utilizada para la evaluación del conjunto agrícola fue la [NMX-O-182-SCFI-2003](#), adaptada al motocultor. La prueba se llevó a cabo en una superficie de 200 m², en las instalaciones de la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita, iniciando con la operación de labranza con el arado de doble surco y terminando con el cultivador. Las características evaluadas fueron los radios de giro obteniendo promedios de 0,79 m en el arado de doble surco y 0,69 m para el cultivador, el consumo promedio de combustible es de 19,25 L/ha para el arado de doble surco y de 11L/ha para el cultivador. Se obtuvieron profundidades de trabajo 0,14 m para el arado de doble surco y 0,07 m en el cultivador.

Palabras clave: tractores, viraje, consumo de combustible, prueba de maquinaria.

INTRODUCTION

The farm tractor is an important tool for agricultural activities because it reduces time, physical labor, increases the amount of surface worked, allows a wide range of implements for different activities to increment agricultural production

Similarly, reducing production costs allows overcoming the seasonal shortage of labor and releasing work in critical periods for other productive activities ([Palacios y Ocampo, 2012](#)).

The Valencia Institute of Exportation (2006) cited by [Negrete et al. \(2012\)](#) and [Negrete et al. \(2013\)](#), indicates that in Mexico 34% of the population is engaged in agricultural tasks with very small land areas, 85% of farmers have no more than 5 ha of arable land, including 90% does not reach 3 ha. That indicates the need to use light machinery, one option is the purchase of motor cultivator by its low cost of acquisition

*Author for correspondence: J. Antonio Yam-Tzec, e-mail: correovam@hotmail.com

Received: 25/02/2018

Accepted: 10/12/2018



DAÑO DE *Liriomyza trifolii* (DIPTERA: AGROMYZIDAE) EN GENÓTIPOS DE CHILE SOLEDAD (*Capsicum annuum* L.)

José Mauricio Alfonso-García, Amadeo Santos-Chávez, Hipólito Hernández-Hernández✉, Rogelio Palacios-Torres, Ana Rosa Ramírez-Seañez y Bernabé Cruz-Pablo

Ingeniería Agrícola Tropical. Universidad del Papaloapan. Campus Loma Bonita. Avenida Ferrocarril s/n, Ciudad Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca, México. C. P. 68400.

Autor de correspondencia: polo13_87-08@hotmail.com

RESUMEN. El daño causado por *Liriomyza trifolii* puede reducir la producción de diversos cultivos. El objetivo de este estudio fue evaluar el daño de *L. trifolii* sobre tres genotipos de chile soledad (*Capsicum annuum* L.; P13, P15 y Criollo) bajo dos dosis de fertilización. Para ello, se realizaron cuatro muestreos cada 15 días del 30 de octubre de 2018 al 11 de enero de 2019. Se contó el número de hojas por planta y el número de hojas dañadas con minas. El rendimiento por planta se estimó con la cosecha realizada en ese periodo. La presencia del daño de *L. trifolii* fue más severo en el muestreo 3 con un 51 % de hojas minadas. La línea P15 presentó mayor número de hojas por planta, número de hojas dañadas (muestreos 1 y 3), y mayor rendimiento. La fertilización 2 presentó menor porcentaje de hojas dañadas y mayor rendimiento.

Palabras clave: Minador, rendimiento, defoliación.

Damage of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in genotypes of Soledad chili (*Capsicum annuum* L.)

ABSTRACT. The damage caused by *Liriomyza trifolii* could reduce crop production. The objective of this study was to evaluate the damage of *L. trifolii* on the soledad chilli (*Capsicum annuum* L.; P13, P15 and Creole) under two fertilization doses. For this, four samplings were made every 15 days from October 30, 2018 to January 11, 2019. The number of leaves per plant and the number of leaves damaged by mines were counted. The yield per plant was estimated with the harvest made in that period. The presence of *L. trifolii* damage was more severe in sampling 3 with 51% of mined leaves. The line P15 presented a higher number of leaves per plant, number of damaged leaves (samples 1 and 3), and higher yield. The fertilization 2 presented a lower percentage of damaged leaves and higher yield.

Key words: Leaf miner, yield, defoliation.

INTRODUCCIÓN

El género *Liriomyza* Mik cuenta con 376 especies descritas (Anónimo, 2005). En México sólo se tienen registradas 10 especies pertenecientes a este género (Martínez y Étienne, 2002; Palacios *et al.*, 2008; Palacios *et al.*, 2015; Hernández *et al.*, 2009; Valenzuela *et al.*, 2016). Los adultos del minador de la hoja emergen antes del mediodía, comúnmente, los machos emergen primero que las hembras; el apareamiento se realiza 24 horas después y con una sola cópula es suficiente para que todos los huevos se fertilicen (CABI, 2005). Debeko *et al.* (2007) mencionan que las hembras hacen picaduras en las hojas, provocando pequeñas heridas que son utilizadas para ovipositar y alimentarse, aunado a que las larvas se alimentan de la lámina foliar. Los machos son incapaces de provocar daño de picadura sobre las hojas, pero se ha observado que se alimentan de las heridas hechas por las hembras (Murphy y LaSalle, 1999). La mayoría de las especies son minadoras de hojas, sin embargo, se pueden encontrar especies como *L. angulicornis* (Malloch) que se alimenta y forma galerías en tallos, además especies que se alimentan de semillas. Las familias botánicas preferidas por este género son Asteraceae, Fabaceae, Acanthaceae, Asclepiadaceae, Brassicaceae, Lamiaceae, Saxifragaceae y Solanaceae (Spencer y Steyskal, 1986). Existen tres especies que se