

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Producción del chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) cultivado con abonos orgánicos con riego por cintilla y rodado en la Comarca Lagunera

POR

ELVA IXCHEL LANDEROS ORTIZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

*Producción del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) cultivado con abonos orgánicos con riego por cintilla y rodado en la Comarca Lagunera*

**POR:
ELVA IXCHEL LANDEROS ORTIZ**

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dra. Norma Rodríguez Dimas
Presidente


MC. Rafael Avila Cisneros
Coasesor


Dr. Alejandro Moreno Reséndez
Coasesor


Dr. J. Isabel Márquez Mendoza
Coordinador de la División De Carreras Agronómicas

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO

Dr. Ramiro González Ávalos
Coasesor
**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

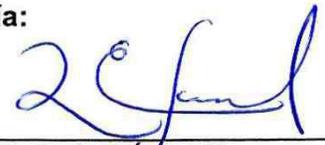
*Producción del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) cultivado con abonos orgánicos con riego por cintilla y rodado en la Comarca Lagunera*

**POR:
ELVA IXCHEL LANDEROS ORTIZ**

**TESIS
INGENIERO AGRÓNOMO**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

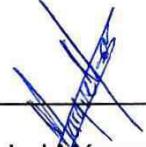

Dra. Norma Rodríguez Dimas
Asesor Principal


MC. Rafael Ávila Cisneros
Asesor


Dr. Alejandro Moreno Reséndez
Asesor

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO


Dr. Ramiro González Ávalos
Asesor


Dr. J. Isabel Márquez Mendoza
Coordinador de la División De Carreras Agronómicas


COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2022

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y amor a mi familia.

Quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio. A ellos les dedico este trabajo porque han fomentado en mí el deseo de superación en la vida, lo que ha contribuido en la realización de este trabajo.

A mi ángel en el cielo, Carlos Daniel quién en vida fue ejemplo para mí de amor, fortaleza y optimismo.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento primeramente a Dios, por dame vida, salud y permitirme poder realizar uno más de mis más grandes propósitos.

A mis Padres, Martin y Ma. Elva por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por depositar cada día su confianza en mí y en mis expectativas; gracias por estar dispuestos a acompañarme en cada una de mis metas y ayudarme, guiarme y motivarme en los procesos.

A mis hermanos, Emmanuel, Ana Isabel y Karla Gabriela por todo el aliento que me han brindado, por ser la mejor compañía en todo momento; gracias por llenar de alegría mi vida.

A mi Alma Mater, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de formarme profesionalmente y como persona. Agradezco profundamente lo aprendido durante mi estancia como estudiante.

A la Dra. Norma Rodríguez Dimas, por haberme guiado y acompañado en esta etapa con toda su experiencia profesional, su persistencia, motivación y amabilidad que fueron fundamentales para mí durante todo este proceso.

A mis asesores, M.C. Rafael Ávila Cisneros y Dr. Alejandro Moreno Reséndez por el apoyo y los consejos para el desarrollo de este trabajo.

A mis amigas y compañeras Fátima Palacio y Arleth Cisneros, gracias por su amistad y por compartir dentro y fuera de la escuela momentos inolvidables. A mi amigo y compañero Huber Álvarez Avilés por compartir sus conocimientos y por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo. Y a todos mis compañeros y amigos presentes y pasados que alguna vez me ayudaron o me motivaron para no rendirme.

RESUMEN

La capacidad reproductiva o fertilidad del suelo es uno de los parámetros de mayor importancia que existe en la agricultura convencional para tener altos rendimientos y cultivos de calidad, por esta razón es de gran envergadura conservar esta característica del suelo, que con el tiempo y el uso excesivo se ha ido deteriorando, además, el uso de productos de origen inorgánico paralelamente ha ido desgastando, de forma acelerada, la vida útil del suelo como medio de cultivo. Por esta razón, es necesario implementar técnicas adicionales como la nutrición vegetal, conservación y restauración del suelo para poder alargar los años de vida de un suelo, ya que es el principal medio de cultivo en el mundo. Además, las hortalizas, desempeñan un papel importante en la alimentación diaria de las personas, por lo que es necesario cuidar los medios tradicionales que de producción actuales que existen, con la finalidad de seguir aprovechándolos. Dentro de estas hortalizas, de gran importancia en el mundo, se encuentra el chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*), como una fuente económica de gran importancia, y considerando también el valor social que aporta al generar empleos en todas las zonas donde se cultiva, tanto en México como en el mundo. El estudio se llevó a cabo en el periodo de primavera–verano del 2020, en el campo de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad-Laguna ubicada en periférico y carretera a Santa Fe Torreón, Coahuila, México. Se realizó el experimento utilizando un diseño experimental de bloques al azar, con arreglo factorial (2 x 4) ocho tratamientos, comparando dos factores simultáneamente, riego rodado y riego por goteo, al mismo tiempo se evaluó la nutrición por medio de una solución nutritiva inorgánica, fertilización

sintética (testigo) y dos fuentes de fertilización orgánica (compost y vermicompost). La dosis de fertilización sintética correspondió a: 185 –103 – 313 unidades de N-P-K. Se evaluaron las variables: Rendimiento, número de frutos por planta, contenido de NPK en. Así como para calidad de fruto: peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial, espesor de pulpa, número de lóculos y pungencia. Se obtuvo un rendimiento estadísticamente superior en el riego por cintilla, de $124 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ mostrado un rendimiento 42 % superior al rendimiento con riego por gravedad, en el factor de fertilización se generó el mayor rendimiento en el tratamiento con VC, obteniendo una media de $87.56 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. En cuanto a los parámetros de calidad, no se observó una diferencia significativa en los tratamientos vermicompost, compost y químico, en comparación con el testigo. De igual forma, en los parámetros de altura y diámetro del tallo, los tratamientos de vermicompost, compost y químico presentaron valores estadísticamente iguales, de la misma forma para el parámetro de peso del fruto entre los tratamientos no se registró diferencia significativa. Sin embargo, si existe una diferencia entre los cuatro tratamientos, (compost, vermicompost, químico, testigo), bajo diferentes sistemas de riego.

Palabras Clave: Abonos orgánicos, compost, rendimiento y riego por goteo

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
HIPÓTESIS.....	3
I. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
1.1 El cultivo de chile jalapeño.....	4
1.1.1 Generalidades del cultivo.....	4
1.2 Descripción Morfológica	5
1.2.1 Sistema radicular.....	6
1.2.2 Tallo.....	6
1.2.3 Hoja	6
1.2.4 Flor	7
1.2.5 Fruto.....	7
1.2.6 Semilla.....	8
1.3 Manejo del cultivo	8
1.4 Requerimientos edafoclimáticos	9
1.4.1 Suelo.....	9
1.4.2 Temperatura	10
1.4.3 Humedad.....	11
1.4.4 Luminosidad.....	12
1.5 Producción de chile en el Mundo	12
1.6 Producción de chile en México	14
1.7 Requerimientos nutricionales.....	16
1.8 Fertilización Orgánica.....	18
1.9 Riego	20
1.9.1 Riego por goteo.....	21
1.9.2 Riego por gravedad.....	22
II. MATERIALES Y MÉTODOS	24

2.1	Sitio experimental	24
2.1	Localización de la Comarca Lagunera.	24
2.2	Desarrollo del Experimento.	24
2.2.1	Preparación del terreno.....	24
2.2.2	Siembra	25
2.2.3	Trasplante	25
2.2.4	Labores culturales.....	26
2.2.5	Control de plagas y enfermedades	26
2.2.6	Fertilización.....	27
2.3	Composición y diseño de los tratamientos.....	28
2.4	Cosecha	29
2.5	Variables de respuesta.....	30
2.6	Diseño experimental.....	32
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1	Rendimiento.....	33
3.2	Calidad del fruto.....	34
3.2.1	Diámetro polar	34
3.2.2	Diámetro ecuatorial	35
3.2.3	Peso del fruto	36
3.2.4	Pungencia.....	37
3.2.5	Diámetro del tallo	38
3.2.6	Altura de la planta.....	40
3.2.7	Número de frutos.....	41
3.2.8	Número de lóculos.....	42
3.2.9	Composición Nutricional	43
IV.	CONCLUSIÓN.....	45
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46
VI.	REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	53
VII.	APÉNDICE	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 . Tratamientos aplicados para el cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en dos sistemas de riego.	27
Cuadro 2 Composición nutrimental de los tratamientos orgánicos aplicados para el cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.)	28
Cuadro 3 Fertilizantes utilizados en el tratamiento sintético.	29
Cuadro 4 Evaluación de variables agronómicas obtenidas durante el experimento de producción de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en un sistema de riego rodado y por cintilla, con diferentes abonos orgánicos.	30
Cuadro 5 Rendimiento total (t•ha-1) de fruto en cada tratamiento en la producción de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.)	33
Cuadro 6 Diámetro polar en el cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.	35
Cuadro 7 Diámetro ecuatorial en el cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.	36
Cuadro 8 Peso del fruto en el cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.	37
Cuadro 9 Grado de pungencia en el cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.	38
Cuadro 10 Diámetro del tallo en el cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.	39
Cuadro 11 Altura de planta en centímetros en el cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.	40
Cuadro 12 Número de frutos en el cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.	42
Cuadro 13 Número de lóculos en el cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.	43
Cuadro 14 Composición nutrimental del cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.	44
Cuadro 15 A Cuadros medios para la calidad de fruto, peso del fruto, diámetro polar y ecuatorial, de tomate con fertilización sintética y orgánica en la interacción con dos sistemas de riego en campo.	55
Cuadro 16 A Composición nutrimental del cultivo de chile jalapeño (<i>Capsicum annuum</i> L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.....	56

INTRODUCCIÓN

El chile verde (*C. annuum L.*) es una de las especies mayormente cultivada en México, además de ser el país donde existe la mayor diversidad del género *Capsicum*, por lo que se le considera como el centro de origen. En México se cuenta con una superficie de 29,417.60 ha sembradas (SIACON, 2013). Es una especie de gran importancia, debido a su consumo cotidiano, siendo parte fundamental de la gastronomía icónica del país, ya que su consumo, varía en diferentes formas: en fresco, seco y procesados; además la gran importancia económica por su alto consumo y los empleos por la alta mano de obra que requiere (SIAP, 2010).

El consumo de esta hortaliza es muy popular en el país, sin embargo, México no figura como el principal productor, ocupando el segundo lugar a nivel mundial por debajo de China (SIAP-SAGARPA 2015). Sin embargo, aunque se trata de una de las especies mayormente cultivada en el país tanto para consumo nacional como para exportación; la producción de chile jalapeño se enfrenta a diversos problemas, entre ellos la capacidad de los suelos, que se deteriora ciclo a ciclo para mantener cultivos de alta calidad (Ruíz, 1996; Nieto 2002). Una de las recomendaciones para solucionar este problema, es el uso de abonos orgánicos, debido a la concentración de nutrientes con las que cuentan, la presencia de microorganismos benéficos que ayudan en la descomposición de materia orgánica (Scullion, 1998). Debido al deterioro de los suelos por la agricultura, es necesario buscar sistemas alternativos de producción como el de cultivos sin suelo, sin embargo, el uso de abonos

orgánicos ofrece una solución para los sistemas tradicionales de producción en suelo, donde al aplicar abonos orgánicos se busca igualar o superar el rendimiento del cultivo (Nieto Garibay, 2002). El rendimiento y calidad del cultivo depende de varios factores tanto internos y externos como el clima, suelo, agua y factores nutrimentales. La nutrición del cultivo es un factor de suma importancia para un buen rendimiento (Puertos, 2011).

La aplicación de abonos orgánicos es recomendada para mejorar las propiedades físicas del suelo, incrementando la presencia de materia orgánica, mejora la capacidad de intercambio catiónico, presencia de microorganismos que ayudan en la descomposición de la materia orgánica. Con la aportación de materia orgánica y su descomposición, por medio de los microorganismos, se reutilizan los nutrientes presentes en el abono y restos de materia orgánica, así de esta forma, se aportan los nutrientes a los cultivos (Salter, 2004). Sin embargo, el contenido nutricional de los abonos orgánicos es reducida, por lo que su capacidad como fuente de nutrientes es baja en comparación con fertilizantes sintéticos u inorgánicos (Álvarez *et al.*, 2009). Sin embargo, el uso excesivo de agroquímicos alerta a los consumidores por la contaminación que genera en los suelos agrícolas y los productos resultantes de cultivos manejados con agroquímicos (García-Hernández, 2009). Como alternativa para la reducción del impacto generado por los agroquímicos, los sistemas de producción orgánica son técnicas en crecimiento para obtener productos inocuos (Rodríguez, 2008). La agricultura orgánica tiene como principal objetivo la producción, conservando el ambiente.

OBJETIVOS

Evaluar la producción y calidad de chile jalapeño bajo diferentes fertilizantes: compost, vermicompost y sintético, bajo un sistema de riego por goteo y rodado a cielo abierto.

HIPÓTESIS

La aplicación de abonos orgánicos podrá favorecer la calidad del chile jalapeño, así como su producción.

El uso de un sistema de riego localizado aumenta la producción y calidad de fruto en el cultivo de chile jalapeño.

I. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 El cultivo de chile jalapeño

1.1.1 Generalidades del cultivo

Tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales del centro y sur de América, donde ha sido cultivado y usado desde tiempos muy antiguos; era utilizado por los indígenas para condimentar sus comidas y constituía un alimento importante en la alimentación (Ayala, 2020). Existen registros que comprueban que esta especie fue domesticada entre los años 7,000 al 2,555 a. C en la zona centro y noreste de México, debido a su importancia nutrimental como base de la alimentación de las culturas mesoamericanas, junto a otras hortalizas de gran importancia como maíz, calabaza y frijol; esto permitió que las culturas mesoamericanas expandieran su uso por toda la república mexicana (Hernández *et al.*, 2016). Se encontraron vestigios de variedades silvestres (semillas) que datan de 5,000 años antes de nuestra era, reafirmando la teoría que, incluye al chile jalapeño en la alimentación diaria de las culturas prehispánicas como parte de su dieta común (Waizel y Camacho, 2011).

En México a todas las especies del género "*Capsicum*" se les conoce con el nombre de chile, cuya palabra se deriva del término náhuatl "Chili". (Jesús *et al.*, 1995). Culturalmente es un símbolo de identidad para los mexicanos, sin embargo, su distribución y uso se ha extendido a lo largo del mundo por su uso gastronómico (Intagri, 2020). Aunque se cultivan diferentes especies del género *capsicum*, el jalapeño es el de mayor relevancia por su alto valor comercial y el

impacto socioeconómico (Ruiz, 2007). El género *Capsicum* incluye 40 tipos de especies (Ayala, 2020). México se destaca a nivel mundial por tener la mayor variabilidad genética de *C. annuum*, que ha dado origen a un gran número de variedades o tipos de chiles, entre los que sobresale el jalapeño, serrano, de árbol, ancho, pasilla y guajillo (CONAPROCH, 2006). Dentro de estas variedades, comúnmente las clasificamos de acuerdo con su picor de menor a mayor. Variando en su forma, sabor y picor (Mendoza, 2012). El chile más popular a nivel nacional e internacional es el jalapeño o también conocido como cuaresmeño, muy utilizado en la industria en fresco (Aguirre *et al.*, 2015). A pesar de que es una planta de comportamiento bianual, se cultiva de forma anual, ya que los brotes que surgen durante la segunda etapa del ciclo son de menor calidad, tamaño y menos vigorosos (Intagri, 2020).

1.2 Descripción Morfológica

La planta de chile es angiosperma dicotiledónea (López- Riquelme, 2003). Es monoica, Tienen flores masculinas y femeninas separadas en el mismo pie y es autógama es decir se auto fecunda; Pero no se descarta que pueda ser fecundada por otra planta que se encuentre cerca (Mendoza, 2012). Todas las plantas de chile pertenecen al género *Capsicum*. Los estudios taxonómicos señalan que existen cinco especies domesticadas: *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. pubescens*, *C. frutescens* y *C. annuum*, de las cuales esta última *C. annuum* es la más importante al agrupar la mayor diversidad de variedades (Ramírez, 2002).

1.2.1 Sistema radicular

El sistema radicular es pivotante y profundo, puede llegar de 70-120 cm provisto y reforzado de un número elevado de raíces adventicias, y lateralmente se extienden a 120 cm de diámetro alrededor de la planta. Sin embargo, la mayor parte, únicamente se desarrollan en profundidades de 5 a 40 cm en el suelo (Romero, 1999). La raíz principal es fuerte y es frecuentemente dañada durante el trasplante (Hernández 2003).

1.2.2 Tallo

El tallo es de crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continúa ramificando de forma dicotómica hasta el final de su ciclo, los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas (SARH, 1994). En ocasiones una rama se vuelve más fuerte y crece en sentido de la ramificación transitoria de menor importancia de esta manera se forman las ramificaciones principales que determinan la forma y carácter de la planta (Pérez *et al.*, 1998).

1.2.3 Hoja

La hoja es entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un peciolo largo y poco aparente; Tamaño de hojas 1.5 a 12 cm de largo y 0.5 cm a 7.5 cm de ancho aproximadamente (Hernández, 2003). El haz es glabro y de color verde y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja. Como una prolongación del peciolo, del mismo modo que las nerviaciones

secundarias que son pronunciadas y casi llegan al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna.

1.2.4 Flor

Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y la corola es blanca (Hernández, 2003). Los pedicelos miden de 1.5 cm de longitud, el cáliz es ligeramente dentado, aproximadamente de 2 mm de longitud, generalmente alargado y cubriendo la base de los frutos, la corola es rotada, campanulada, dividida en cinco o seis partes, mide de 8 a 15 mm de diámetro, blanca o verdusca, con cinco o seis partes, estambres insertados cerca de la base de la corola, las anteras son angulosas. Su fecundación es autógama, no supera el 10 % de alogamia. La polinización cruzada por insectos es de 80 % (Mendoza, 2012).

1.2.5 Fruto

Su fruto es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, con una gran cantidad de semillas se encuentran insertadas en una placenta cónica de disposición central (Elba, 2007). Tiene una forma cónica y un tamaño de 8.5 x 3 cm y un pedúnculo de 3 cm, el cuerpo del fruto es oblongo, con un grado intermedio de pungencia, su color es verde y cambiante a rojo cuando madura, con pericarpio acorchado en diferentes grados (Hernández, 2003). Está formado por tres capas: el epicarpio o capa externa, el mesocarpio o zona carnosa

intermedia y el endocarpio. Con epidermis lisa que resalta de dos a tres lóculos (Hernández, 2015).

1.2.6 Semilla

La semilla del fruto tiene una forma aplastada hemidiscoidal. El lado más recto presenta el hilo, cicatriz que queda en la zona del funículo al madurar y separarse de la semilla de la placenta. La superficie es relativamente lisa, sin aspecto pubescente o tomentoso. La mayoría de las semillas se sitúan en la región de la placenta central (corazón). Todas las especies cultivadas de *Capsicum* tienen semillas de color amarillo y su peso y tamaño están correlacionados con el tamaño del fruto (Nuez *et al.*, 1996). Son abundantes y miden de 3 a 5 mm de longitud de un color amarillo pálido, el porcentaje de germinación puede mantenerse durante cuatro a cinco años (Mendoza, 2012).

1.3 Manejo del cultivo

Uno de los factores más importantes para la producción de chile jalapeño, es la elección de la variedad que mejor se adapte a nuestras condiciones, tomando en cuenta la mejor variedad que se adapta mejor a las condiciones de nuestro medio. Existen dos formas de establecer el cultivo, por medio de siembra directa o de trasplante, sin embargo, la siembra directa presenta hasta un 15 % más de germinación que el trasplante, pero es más susceptible a daños por *Damping off* por lo que se vuelve más riesgoso. La mejor época de siembra comprende de un periodo del 20 de febrero al 15 de marzo. La siembra dentro

de este periodo dependerá de las condiciones y riesgos que se pretendan correr con aspectos edafoclimáticos. Después de este periodo de siembra, se ha reportado una disminución de producción de $370 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ por cada día de retraso y es más susceptible a daños por plagas y enfermedades (INIFAP, 2015).

Se recomienda el uso de una densidad de siembra de 44,444 plantas por hectárea para producción de chile jalapeño, con un distanciamiento y arreglo de:

- Distanciamiento entre camas 1.50 m
- Doble hilera
- Distancia entre líneas de 30 a 40 cm
- Distancia entre plantas de 30 cm

1.4 Requerimientos edafoclimáticos

El ambiente es un conjunto de factores externos que pueden favorecer o afectar el buen desarrollo de un organismo en un medio natural (Zevada, 2005). El cultivo de chile es una planta exigente en cuanto a factores de desarrollo. Para que esto se produzca se requieren condiciones climáticas favorables (Barreto, 2006).

1.4.1 Suelo

El chile jalapeño es una hortaliza que se desarrolla bien en terrenos sueltos, de este modo las raíces se encuentran libres para desarrollarse, con buen escurrimiento y baja tasa de estancamiento, con buena profundidad, además de ser rico en materia orgánica (Fersini, 1982). El cultivo del chile se

adapta a diferentes tipos de suelo, pero prefiere suelos profundos, de 30 a 60 centímetros de profundidad, de ser posible, francos arenosos, francos limosos o francos arcillosos, En el caso de suelos arcillosos deben tener buen drenaje y estar bien preparados antes de la siembra para evitar acúmulos de agua que favorecen la incidencia de enfermedades en la raíz (Pérez *et al.*, 2005). Es recomendable que los suelos tengan un contenido de materia orgánica del 3-4 % (Barreto, 2006). Se puede manejar en cultivo con suelos extremos (arcillosos o arenosos), sin embargo, el manejo es un poco más laborioso (Lardizabal, 2002).

El chile se adapta y desarrolla en suelos con pH desde 6.5 a 7.0. Este cultivo es moderadamente tolerante a la acidez. Sin embargo, por abajo o arriba de los valores indicados no es recomendable su siembra porque afecta la disponibilidad de los nutrientes (Arcos *et al.*, 1998).

El muestreo del suelo es indispensable para el inicio de cada segundo ciclo de producción, además de preparar el suelo treinta días antes de la siembra, preparando el suelo a una profundidad de 25 a 30 cm. Las camas altas tienen grandes ventajas, al aumentar el drenaje y aireación (Lardizabal, 2002).

1.4.2 Temperatura

La planta de chile se distingue por sus altos requerimientos de temperatura y humedad edáfica, para crecer y desarrollarse bien requiere que la temperatura del aire esté arriba de 15 °C, a temperaturas de -13 °C el crecimiento y desarrollo se retardan (Mendoza, 2012). El rango de temperaturas para una menor

germinación es de 24 a 29 °C. Los saltos térmicos de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna ocasionan desequilibrios vegetativos (InfoAgro, 2016).

La temperatura del suelo es muy importante tanto en la germinación como en el desarrollo del sistema radicular. La temperatura más baja que toleran las semillas al momento de germinar es de 12 a 13 °C, y la a germinación tarda entre 20 y 25 días; entre 20 y 25 °C la germinación tarda entre 7 y 8 días. A temperaturas medias de 24 °C el chile se desarrolla de forma correcta, debajo de 15 °C el crecimiento se refleja de forma baja o lenta, y en temperaturas de 10 °C el desarrollo se paraliza completamente. También hay que tomar en cuenta que temperaturas muy altas afectan el desarrollo del cultivo, temperaturas superiores a 35 °C la fructificación se ve afectada, bajando la tasa de fructificación hasta casi ser nula. En condiciones óptimas del ciclo de producción, el cultivo debe tener por lo menos tres meses de calor para un buen desarrollo (Leusur, 2006).

1.4.3 Humedad

Esta hortaliza tiene un requerimiento hídrico de 600 a 900 mm de precipitación para cumplir de forma satisfactoria el desarrollo del cultivo distribuidos de forma regular para tener una humedad relativa uniforme en toda la superficie de siembra (García y Nava, 2009). La humedad relativa óptima oscila entre el 50 y el 70 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas

temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y frutos recién cuajados (Barreto, 2006).

1.4.4 Luminosidad

El cultivo de chile es una hortaliza demasiado exigente en cuanto a los requerimientos de luz, sobre todo en las etapas de crecimiento, floración y fructificación, sin embargo, estos requerimientos son más bajos en la etapa de maduración del fruto (Mondragón, 2005). Responde a días cortos y días neutros, es decir menos de 12 hasta 14 horas de luz (Ruiz *et al.*, 2007).

1.5 Producción de chile en el Mundo

Actualmente se realizan diversas investigaciones en el mundo, que tienen como finalidad, mejorar los modelos de producción del chile jalapeño, de este modo satisfacer la necesidad de productos alimenticios que crece día con día y al mismo tiempo mejorar los sistemas de producción para tener un impacto ambiental bajo. La agricultura orgánica es uno de los modelos de mayor relevancia, ya que está encaminada a la producción, mejorando algunas propiedades del suelo, ya sean físicas, químicas o biológicas mediante la adición de productos orgánicos (García, 2014).

La producción mundial de chile jalapeño (*C. annum*), presenta un incremento en la superficie de producción, debido a la demanda de este producto. Se estima que su consumo se aproxima al 25 % de la población total, por lo que su rendimiento aumentó a un 40 % de acuerdo con la tendencia de crecimiento

que se observa desde hace 11 años, derivado de la aplicación de nuevos sistemas de producción (SHCP, 2014). Este incremento de producción está ligado al desarrollo de la agricultura protegida. El uso de estructuras de protección para mantener las condiciones idóneas de desarrollo, así como una mejora en los manejos agrícolas (Labores, nutrición, sanidad, inocuidad) se refleja en los incrementos de rendimiento. Se observan rendimientos en la agricultura protegida de $12.3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, en comparación con los rendimientos de campo abierto de $1.8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (Intagri, 2020).

China se reportó para 2018 como el principal productor a nivel mundial con el 49.45 % de la producción, seguido por México (9.19 %), Turquía (6.95 %), Indonesia (6.91 %) y España (3.47 %). Estos cinco países reunieron poco más del 75 % de la producción mundial de chile y el 67.67 % de la superficie cosechada en 2018 (FAOSTAT, 2020). Dentro de este grupo de países, España reportó un mayor rendimiento por unidad de superficie con $6.2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, seguido de Turquía ($2.77 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), China ($2.36 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), México ($2.15 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) e Indonesia ($0.82 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) (FAOSTAT, 2020). Sin embargo, debido a la implementación de altas tecnologías para sistemas de producción, refleja el incremento en los rendimientos que superan $20 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ como Reino Unido ($31.85 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), Bélgica ($28 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) y países bajos ($27 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) (Intagri, 2020).

1.6 Producción de chile en México

El chile como condimento es el producto agrícola más representativo de México, aporta el 20.2 % en la producción de hortalizas a nivel nacional (Intagri, 2020). Es una de las hortalizas de mayor importancia económica por su alta rentabilidad y demanda laboral (Espinosa, 2020). Además de sus propiedades terapéuticas como analgésico, anti-inflamatorio y antioxidante (Gonzales *et al.*, 2015). En los últimos 15 años la superficie destinada al cultivo de chile ha oscilado en un rango de 40 mil hectáreas, manteniéndose en un promedio de 147 mil hectáreas anuales del cultivo en el país (Intagri, 2020).

El SIAP reporta una producción nacional en el año 2020 de 3, 324,260 toneladas de chile de todas las variedades, y el chile jalapeño ocupa un 25 % de la producción con 855,804.36 toneladas. México se divide en tres zonas productoras: a) Norte y Noreste, con una alta productividad, gracias a la alta tecnificación, enfocándose en la producción de chile fresco. b) Centro o Bajío, esta zona representa una baja productividad debido a los métodos de producción de mediana tecnificación, por lo que los rendimientos son de baja y mediana calidad, enfocándose en la producción en seco. c) Sur y Sureste, con un rendimiento bajo, al igual que en la zona centro, por su baja tecnificación y por ende baja calidad. Sin embargo, no existe un factor que garantice el rendimiento de un cultivo, es un resultado de diversos factores, tanto externos como internos (Caro *et al.*, 2014).

El chile se produce todo el año, aunque la producción, se mantiene más baja durante los meses de abril y junio. Es cultivado en todo el territorio nacional, la mayor productividad se encuentra en los estados de Chihuahua, Sinaloa, San Luis Potosí. Se conocen alrededor de 90 variedades de este producto, sin embargo, el mercado es dominado únicamente por 30 variedades, dentro de estas variedades se encuentra el chile jalapeño (SIAP, 2013).

Los rendimientos más altos en la producción de chile jalapeño durante el año 2020 se observaron en los estados de Chihuahua con una producción de 381,359 t, Sinaloa con 127,517.29 toneladas, Michoacán con 80,038.48 toneladas, Jalisco con 60,222.87 t y sonora con 49,403.65 t; los cuales constituyen poco más del 80 % de la producción de chile jalapeño en el territorio nacional (SIAP, 2020).

El chile ocupa el octavo lugar en cultivos de mayor importancia para el México, alcanzando alrededor de 13 millones de pesos anualmente, entre comercio interno y exportación. Sin embargo, la superficie de producción ha disminuido en comparación con el año 2005 y el volumen de producción no ha incrementado (SHCP, 2014). El jalapeño ocupa el 37 % de la superficie destinada a la producción de chile, complementando con el resto de las variedades que se manejan México (SIAP, 2010). La época de mayor producción y exportación del chile en México se da en el ciclo de otoño-invierno, debido al elevado rendimiento, alta calidad de fruto y elevados precios que alcanza este durante la época invernal; sin embargo, los mejores rendimientos se obtienen en sistemas de

producción protegidos como invernaderos ya que aíslan los factores ambientales que pueden afectar el desarrollo del cultivo durante esta época (Intagri, 2020).

La producción a campo abierto es el más extenso en la república mexicana ya que presenta un menor costo de inversión, sin embargo, debido a este tipo de sistema el cultivo suele estar expuesto a los factores climáticos, a incidencias con plagas y enfermedades, ya que no existe una barrera física que lo proteja de estas (Intagri, 2020).

1.7 Requerimientos nutricionales

La nutrición juega un papel importante en el ciclo biológico de las plantas. Los aspectos más importantes de la nutrición, es la relación mutua entre aniones y cationes, esta debe corresponder a la que demandan las plantas (Urrestarazu, 2000). La gran mayoría de los cultivos requieren de dieciséis elementos esenciales para un buen desarrollo entre macro y microelementos (Puertos y Gastelu, 2011). Conocidos comúnmente como esenciales y en cantidades diferentes, en el caso de los elementos de mayor demanda tenemos; (N) nitrógeno, (P) fósforo, (K) potasio, (Ca) calcio, (Mg) magnesio, (S) azufre; que son elementos requeridos en grandes cantidades y (Fe) hierro, (Mn) manganeso, (B) boro, (Zn) zinc, (Cu) cobre, (Mo) molibdeno y (Cl) cloro; elementos de bajo requerimiento (catalán, 2007). La fertilización ayuda a la conservación de nutrientes en el suelo, de este modo los nutrientes se encuentran en el suelo para disposición de las plantas. Así mismo al encontrarse disponibles en el suelo para que las plantas los aprovechen y de este modo obtener mayores rendimientos. La aplicación de fertilizante se realiza con un buen balance de nutrientes que

requiere la planta y no únicamente el nutriente más deficiente, con ayuda de análisis de suelos y cálculos de nutrición para aplicar la dosis necesaria en el tiempo requerido (MCCH, 2012).

Existen diferentes tipos de aplicación de la fertilización, aunque generalmente se aplican directamente al suelo para ser absorbidos por la raíz, existen diferentes métodos de absorción, sin embargo, de acuerdo con la complejidad de aplicación los costos resultan más elevados; un ejemplo de esto es la fertilización foliar donde los nutrientes se aplican directamente en el follaje de la planta y de esta manera ser aprovechado en las zonas de interés (Yáñez 1998). La fertilización directa en el suelo está destinada a sustituir, mantener o aumentar la disponibilidad de nutrientes y de este modo aumentar el potencial de producción que tiene un suelo, de este modo los nutrientes estarán a disposición de las plantas (Zevada, 2005).

Sin embargo, existen diferencias entre la fertilización sintética u inorgánica y la fertilización orgánica. La principal diferencia es el tiempo de aprovechamiento y residualidad por parte de los fertilizantes sintéticos o inorgánicos, ya que generan un desequilibrio en el suelo mientras que los orgánicos tardan más tiempo en ser aprovechados, pero actúan como mejoradores de las distintas características físicas y químicas del suelo (MCCH, 2012).

1.8 Fertilización Orgánica

El sistema de producción tradicional (suelo), necesita trabajarse de forma responsable y sustentable, es decir sin afectar las características físicas y químicas del medio. El uso excesivo de productos de origen inorgánico o sintético es de gran preocupación por los problemas ambientales y la presencia de residuos en los suelos (García-Hernández, 2009). Para reducir el impacto de los agroquímicos y a obtención de productos inocuos, es recomendable la aplicación de residuos orgánicos para mejorar aspectos como fertilidad y propiedades físicas del suelo (Pagliai *et al.*, 2004). Los fertilizantes orgánicos o biofertilizantes se clasifican en grupos de acción directa e indirecta. Los de acción directa agrupan un conjunto de microorganismos que realizan acciones benéficas en los tejidos, es decir dentro de la planta y no en el medio en el que se encuentran; en el caso del segundo grupo de acción indirecta, actúan en el medio en el que se encuentra la planta y mejoran las condiciones del medio para posteriormente ser aprovechadas por la planta (Pizzani *et al.*, 2009).

Con la aplicación de abonos orgánicos se puede nutrir los cultivos establecidos, así mismo se pueden reducir costos de producción ya que representan una menor inversión, además de reorientar el sistema de producción hacia una agricultura sustentable (Salter, 2004). Los beneficios del uso de abonos orgánicos son amplios, aportan materia orgánica y nutrientes al suelo. Influencian directamente en tres características del suelo (Morón y Alayón, 2014).

- Físicas: Los abonos orgánicos mejoran la estructura y textura del suelo, además de mejorar la absorción de radiación y luz, también mejora la permeabilidad del suelo influyendo directamente en la aireación y el drenaje del suelo (Nieves-González, 2013).
- Químicas: En cuanto a las capacidades químicas, los abonos mejoran la capacidad de intercambio catiónico, aumentando directamente la fertilidad del suelo (Nieves-González, 2013).
- Biológicas: Al incorporar materia orgánica al suelo, se incorporan indirectamente microorganismos benéficos al suelo que ayudan en la síntesis de elementos para absorción por parte de las plantas (Nieves-González, 2013).

La nutrición por medio de abonos orgánicos ayuda en prácticas como rotación de cultivos. La mayoría de los abonos orgánicos son ricos en nutrientes esenciales, sin embargo, la concentración de nutrientes varía de acuerdo con el origen de la materia orgánica o del proceso de elaboración, en general la mayoría son producto del compostaje (Nieves-González., 2013).

El usos de estos abonos orgánicos han tomado gran importancia por diversas razones, una de ellas es la ventaja económica, ya que que mejora las prácticas agrícolas, y se refleja en una disminución de costos de producción, pero así mismo los costos de venta incrementan considerablemente al entrar en un mercado de agricultura orgánica, sin embargo, el principal objetivo del uso de los abonos se ve impulsado principalmente por la preocupación de la contaminación generada por los productos agrícolas de origen inorgánico, esto permitirá

mejorar la calidad de producción, y mantener los ecosistemas de producción por un tiempo prolongado (De la Cruz *et al.*, 2009) representando una alternativa ecológica para satisfacer las necesidades nutrimentales del cultivo (Lamas *et al.*, 2003)

1.9 Riego

El riego es un factor importante en el manejo de cultivos para maximizar la eficiencia y productividad del cultivo. Igualmente, para maximizar el uso de este elemento es importante la implementación de un sistema de riego localizado, es decir que únicamente se usa la cantidad necesaria y en el lugar deseado (catalán, 2007). Existe la necesidad de incrementar la eficiencia del riego mediante la mejora de estos sistemas de riego, especialmente en cultivos de un alto valor comercial como lo son las hortalizas (Inzuza *et al.*, 2006). El chile jalapeño es un cultivo con altas demandas hídricas, sin embargo, es una planta con un grado de dificultad para hacerse de este elemento y con un poco resistencia al exceso, por lo que el uso del sistema de riego adecuado para el cultivo y la superficie de siembra es un problema al elegir un mal sistema por un riego bajo o en exceso puede causar grandes mermas en el rendimiento (Antonio, 2011), provocando serios problemas fisiológicos como amarilla miento del follaje, detención de la floración y en algunos casos bloquear la oxigenación en el sistema radical (Arredondo, 1996).

Los métodos de riego se pueden clasificar en dos grupos: sistemas de riego por superficie y sistemas de riego localizado. El primer grupo se centra en la aplicación de riego extensivo, es decir abarcar el total de la superficie regada

y el segundo hace referencia a la aplicación del riego en un lugar en específico, donde se necesita (Demin, 2014). No debe haber una deficiencia de humedad en el suelo en el ciclo total del cultivo, ya que la falta de humedad provoca problemas como el aborto o flores de caídas. Lo ideal es mantener la humedad del suelo uniforme. Igualmente, la frecuencia de los riegos dependerá de la edad de la planta y las condiciones ambientales, y las técnicas utilizadas para retención de humedad (Arredondo, 1996). Todos los sistemas de riego, si son bien utilizados son de gran aprovechamiento, igualmente todos los sistemas tienen ventajas y desventajas, sin embargo, lo más importante del sistema es aplicar el agua suficiente al observar el desarrollo del cultivo (Lardizábal, 2002).

1.9.1 Riego por goteo

Los sistemas de riego por goteo permiten conducir el agua mediante una red de riego y aplicarla mediante unos pequeños emisores que lo dosifican en pequeñas cantidades de forma periódica. Denominados riegos localizados, ya que humedecen un sector del suelo, donde se localiza los órganos de absorción de la planta. Una de las ventajas al utilizar riegos localizados, es la aplicación de pequeños volúmenes de agua en diferentes periodos de tiempo o de forma repetitiva, esto reduce en gran medida los riesgos de tener un estrés hídrico (Liotta, 2015) Igualmente de acuerdo con su diseño, el agua es transportada a presión, pero depositada con un dosificador o gotero que nos evita problemas de encharcamiento (Demin, 2014).

1.9.2 Riego por gravedad

También conocido como riego por desborde o anegamiento, consiste en dejar escurrir el agua desde canales. En este método de riego el suelo se humedece al mismo tiempo que el agua va cubriendo la superficie de siembra. Dicha inundación debe ser natural aprovechando la elevación del nivel de los ríos. Para llevar a cabo este método de riego, usualmente el distanciamiento entre surcos es mayor que el ancho de las camas, quedando una faja de terreno considerable, de este modo el agua entra verticalmente por efecto gravitatorio y de ajuste capilar. Igualmente hay que tomar en cuenta las características topográficas del terreno, si el relieve del terreno es llano, pendientes, ondulado; que frenan el avance del agua o lo aceleran. La inundación controlada como sistema de riego, puede ser continua en el caso de cultivos con altas demandas hídricas o intermitente en el caso de los cultivos con requerimientos medios de agua, donde la humedad repone al suelo en intervalos, ya que el agua se infiltra a medida que fluye en la superficie (Jiménez, 2013).

El terreno debe contar con un buen drenaje, ya que, una vez concluido el riego, el agua se infiltra en el horizonte del suelo, por debajo de las raíces que corresponde al agua percolada en profundidad para un riego excesivo, esto significa pérdidas mayores de agua al tardarse en infiltrar de un extremo a otro (Liotta, 2015). Este tipo de riego se aplica entre canales o surcos, donde el agua avanza de un sitio más alto a otro más bajo, o en terrenos de una nivelación igual. Este sistema de riego se adapta a cultivos hortícolas o frutales. Es importante que el agua quede en total disposición del cultivo, la eficiencia de este sistema

es muy baja en comparación con otros sistemas, llegando a un 40 % de efectividad (Demin, 2014).

El riego por inundación es bastante eficiente cuando los niveles y longitud son apropiados de acuerdo con el suelo, los caudales son de medianos a grandes, para reducir el tiempo de avance y se tiene un buen control de malezas, esto para evitar la competitividad entre el cultivo y la maleza. Igualmente debemos tomar en cuenta que el avance el agua es menor por la geometría del surco es decir la forma, permite manejar caudales reducidos y únicamente moja parcialmente la superficie el suelo no es totalidad (Liotta, 2015).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Sitio experimental

El experimento, se realizó de enero a julio de 2021, durante el periodo estacional primavera-verano, en el campo experimental ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, Con ubicación geográfica de 25° 32' N, 103° 14' O, a una altitud de 1120 msnm.

2.1 Localización de la Comarca Lagunera.

La Comarca Lagunera, es una zona conformada por seis municipios del estado de Coahuila y quince del estado de Durango denominada así por la presencia de trece lagunas, ubicadas en esta área. La Comarca Lagunera se localiza a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. Geográficamente la región lagunera está formada por una enorme planicie semidesértica de clima caluroso y con un alto grado de aridez (SAGARPA, 2007).

2.2 Desarrollo del Experimento.

2.2.1 Preparación del terreno.

La preparación previa del terreno para realizar el experimento consistió en, realizar un rastreo en el sitio experimental, a 10 cm de profundidad,

posteriormente un barbecho a 30 cm de profundidad, con la finalidad de suavizar el terreno para facilitar el desarrollo radicular. Por último, se inició con el levantamiento y preparación de las camas de cultivo, con dimensiones de 30 m de largo x1.60 m de ancho, por último, se adaptó el sistema de riego, colocando la cintilla de calibre 6000 a lo largo del surco y colocando los goteros a una distancia de 20 cm, por último, se aforó para calcular el gasto del sistema de riego ($1L \cdot h^{-1} \cdot \text{Gotero}^{-1}$).

2.2.2 Siembra

La siembra se realizó el 14 de febrero del 2021. La germinación de las semillas se realizó en charolas de unicel de 200 cavidades utilizando como sustrato Peat moss, colocándose una semilla por cavidad.

2.2.3 Trasplante

El trasplante se realizó el 28 de marzo de 2021, cuando las plantas presentaban características óptimas de trasplante; como las primeras hojas verdaderas o una altura de 15 cm. En días posteriores a la siembra, se hicieron los preparativos para el trasplante, haciendo los orificios en los surcos, donde se colocarían las plántulas a 30 cm de distancia entre plantas, se estableció a doble hilera con una distancia de 70 cm entre hileras.

2.2.4 Labores culturales

Una vez que se estableció el cultivo en el sitio experimental, iniciaron los trabajos de mantenimiento o labores culturales de la planta. Comenzando con la eliminación de maleza o deshierbe que se presenta en el terreno de forma manual, utilizando un azadón. Esta actividad es recurrente durante todo el ciclo de la planta y de gran importancia,

La aplicación de insecticidas y fungicidas se realizó únicamente cuando se presentaron dichas incidencias, realizando una aplicación correctiva. Posteriormente se realizaron dos aplicaciones más de forma preventiva para reducir la incidencia de plagas y enfermedades. La cosecha, se llevaba a cabo en cuatro cortes cada dos semanas, una vez que los frutos reunían las características de corte, como lo es color, firmeza y tamaño.

2.2.5 Control de plagas y enfermedades

A lo largo del ciclo de cultivo, se presentaron incidencias en plagas y enfermedades, a las cuales se realizó una detección tempranas y corrección para eliminación y control de plagas y enfermedades. Se realizaron monitoreos constantes del cultivo para una identificación rápida y atender el problema lo más pronto posible. En relación con las plagas, hubo presencia de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y minador de la hoja (*Liriomyza bryoniae*). En enfermedades se observó únicamente tizón tardío (*Phytophthora infestans*), ocasionadas por la presencia de una plaga.

Para contener los daños por plagas y enfermedades se realizaron aplicaciones correctivas y preventivas de agroquímicos; Muralla (imidacloprid + betacyflurhrin) en una concentración de 20 mL•L⁻¹ de agua y Celeste (clortalonil) en una concentración de 250 mL•1 mL⁻¹ de agua.

2.2.6 Fertilización

La fertilización orgánica se realizó manualmente aplicando una dosis de 2 kg (20 t•ha⁻¹) cada metro cuadrado según su tratamiento vermicompost y compost.

Cuadro 1 . Tratamientos aplicados para el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en dos sistemas de riego.

Sistema de riego	Tratamiento	Aplicación
Rodado	Testigo	--
	Compost	2 kg•m ⁻³
	VC	(20 kg•ha ⁻¹)
	Químico	N-P-K ha 185-103-313
Cintilla	Testigo	--
	Compost	2 kg•m ⁻³
	VC	(20 kg•ha ⁻¹)
	Químico	N-P-K /ha 185-103-313

2.3 Composición y diseño de los tratamientos

Cuadro 2 Composición nutrimental de los tratamientos orgánicos aplicados para el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.)

Tratamiento	N	P	K	pH	Ce
	(%)				(ds•m ⁻¹)
Compost	1.21	0.72	1.08	9.1	0.96
Vermicompost	0.86	0.65	1.23	8.9	1.33
Suelo	6.3	16.7	253	8.4	1.47

N= nitrógeno, P= fósforo, K= potasio, pH= medida del grado de acidez o alcalinidad, CE= conductividad eléctrica.

La fertilización sintética que se aplicó en el cultivo de chile jalapeño fue de 185 –103 – 313 unidades de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente por hectárea.

Cuadro 3 Fertilizantes utilizados en el tratamiento sintético.

Fertilizantes	1a Plantación y establecimiento	2a Floración y cuajado	3a Inicio de maduración	4a Fase de cosecha
Nitrato de calcio (g)	60-120	300-420	405-540	675
Nitrato de magnesio (g)	20	140-216	216	360
Nitrato de potasio (g)	55	385	495	825
Ácido fosfórico (ml)	86	86	169-246	281

2.4 Cosecha

El periodo productivo o de cosecha, comenzó 70 días después del trasplante, realizando cuatro cortes a lo largo del experimento. Los cortes eran programados para realizarse cada dos semanas, cuando los frutos presentaban los requisitos para ser considerados como un fruto maduro, a partir de la etapa de producción. Una vez que los frutos fueron cortados, separados e identificados por tratamientos se trasladaron al laboratorio, para continuar con los procesos de evaluación de las variables

2.5 Variables de respuesta

Las variables agronómicas para evaluar durante el desarrollo del experimento de producción de chile jalapeño se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4 Evaluación de variables agronómicas obtenidas durante el experimento de producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en un sistema de riego rodado y por cintilla, con diferentes abonos orgánicos.

Variable Respuesta	Materiales y equipo empleado	Metodología
Diámetro de tallo (DT)	Vernier	La lectura de este parámetro se realizó tomando mediciones de la parte inferior del tallo, realizando una medición transversal. Estos datos se registraron semanalmente a partir del trasplante hasta la etapa de producción.
Altura de planta (AP)	Cinta métrica	La medición de altura de planta (AP) se realizó, semanalmente, desde el inicio del trasplante hasta la etapa de producción; midiéndose en centímetros.
Número de frutos cosechados (NF)	Bolsas	Colocando los frutos cosechados de cada planta evaluada en bolsas previamente rotuladas, posteriormente se realizó el conteo manual de frutos (NF)
Número de lóculos (NL)	Cuchillo	Para evaluar esta variable, se cortó el fruto a la mitad, y se procedió a contar

		el número de lóculos (NL) que presentaba.
Diámetro Ecuatorial (DE)	Vernier	Para la determinación de esta variable se colocó el fruto de forma transversal sobre un vernier, registrando la longitud en centímetros de diámetro ecuatorial (DE).
Diámetro Polar (DP)	Vernier	Para la determinación del diámetro polar (DP) se colocó el fruto de forma horizontal y se midió su largo en centímetros.
Peso de fruto. (PF)	Báscula digital	Se eligieron al azar tres frutos de cada tratamiento y repetición; los cuales fueron pesados uno por uno en una báscula digital, registrando su peso en gramos.
Pungencia.	Análisis Sensorial	Dividir los frutos por tratamientos y debidamente limpios y desinfectados por medio de un examen organoléptico utilizando el sentido del gusto, se mide la escala (del 1 al 5) de picor de cada tratamiento. Entre cada degustación se toma un sorbo de agua para un mejor análisis.

2.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial (2x4): Factor A: (riego) con 1.- riego rodado y 2.- riego por goteo Factor B: (fertilización) 1.-solución nutritiva sintética, 2.- control y 3.- fertilización orgánica compost, 4.-vermicompost (VC). Para un total de ocho tratamientos. Los tratamientos y el testigo se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar. Los datos se analizaron con análisis de varianza y la prueba de comparación de medias múltiples de Tuckey ($p < 0.01$) en el factor riego y ($p < 0.05$) para el factor fertilizante, utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión. 9.0

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Rendimiento

El ANOVA presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), (cuadro 5), en factor riego, igualmente una diferencia significativa ($P < 0.05$) en factor fertilizante y no significativo en su interacción RXF mostrando un coeficiente de variación de 39 % y una media de producción de $87.5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. En el riego por cintilla, el rendimiento superó en 42 % al rendimiento obtenido con el riego por gravedad. En la prueba de comparación de medias, la mayor producción se aprecia en la fertilización con compost y con riego por cintilla con $124 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Y los resultados de menor producción, se obtuvieron en el testigo con el riego por gravedad con $35.94 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, en cuanto al factor fertilizante, el tratamiento de VC obtiene la mayor producción en rendimiento con una media de $87.56 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$

Cuadro 5 Rendimiento total ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) de fruto en cada tratamiento en la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*).

FERTILIZANTE	CINTILLA	GRAVEDAD	MEDIAS
COMPOST	124.68	70.06	97.37ab
QUIMICO	101.72	68.79	85.25b
VC	114.47	87.56	101.01a
TESTIGO	105.88	35.94	70.91b
	111.68	65.58	
PROMEDIO			

VC =vermicompost, medias con la misma letra son iguales estadísticamente al 5 %

3.2 Calidad del fruto

3.2.1 Diámetro polar

En los resultados de diámetro polar (Cuadro 6), el uso de abonos orgánicos para la producción de chile jalapeño, se observó una diferencia significativa en el factor riego, donde los mejores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos bajo un sistema de riego por cintilla. En cuanto a el factor de fertilización, se obtiene una diferencia significativa entre el tratamiento testigo, con respecto a los demás tratamientos, siendo inferior. Se aprecia que, existe una diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo, siendo estadísticamente iguales los tratamientos compost, químico y vermicompost, pero superiores al testigo. Sin embargo, los valores de los tratamientos bajo un sistema de riego por cintilla son superiores a los de riego rodado, siendo superior el tratamiento compost.

El resultado obtenido en este trabajo de investigación oscila entre 8.4 cm a 9 cm, son superiores en la variable de diámetro polar, en comparación con los expuestos por De Lira (2015), que reportó un promedio de 5.11 cm, en el tratamiento con mejor comportamiento (testigo). Igualmente, los resultados de esta investigación superan a los obtenidos por Pérez (2017) que tiene el mejor resultado en el tratamiento tratado bajo una fertilización inorgánica a base de la solución nutritiva Steiner con un promedio de 5.8 cm. Estos valores se encuentran dentro de los correspondientes rangos de 5.2-9.3 cm, 2.0 -3.0 cm y 10.8 -35.8 g

reportados por (Vásquez *et al.*, 2010) similares resultados en longitud de chile fueron reportados por (Morón y Alayón, 2014).

Cuadro 6 Diámetro polar en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.

Fertilizante	Cintilla	Gravedad	Medias
Compost	9.3	5.7	7.5 a
Químico	9	6.1	7.6 a
Testigo	8.4	5.2	6.8 b
VC	8.6	6.2	7.4 a
Medias	8.8 a	5.8 b	

VC =vermicompost, medias con la misma letra son iguales estadísticamente al 5 %

3.2.2 Diámetro ecuatorial

En los resultados de diámetro ecuatorial (Cuadro 7), existe una diferencia significativa en el factor riego, sin embargo, en el factor de fertilización no existe una diferencia significativa debido al efecto de los tratamientos, obteniendo valores estadísticamente iguales en los cuatro tratamientos. Se observan una diferencia entre los valores de los tratamientos bajo el sistema de riego por cintilla, ya que son superiores en su mayoría a los tratamientos con un riego rodado. Se mantiene una superioridad en los valores del tratamiento inorgánico que, presenta un comportamiento superior en el factor riego. Pérez (2017), obtuvo un promedio de 1.4 cm de diámetro ecuatorial en sus tratamientos, ubicándolos por debajo de la mitad en comparación con los rendimientos

obtenidos en esta investigación. Los resultados obtenidos por Valenzuela (2014), coinciden con los expuestos en esta investigación, sin embargo, el uso de sustratos orgánicos influyo en el diámetro ecuatorial de los frutos, ya que los mayores rendimientos se obtuvieron en sustratos orgánicos, sin embargo, en suelo los resultados obtenidos son inferiores a los de esta investigación quedando en 2.6, coincidiendo con lo expuesto por Velásquez (2004), quien afirma que los mejores valores con respecto al diámetro de los frutos, se obtienen de los frutos que se extraen de cultivos establecidos en suelo.

Cuadro 7 Diámetro ecuatorial en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.

Fertilizante	Cintilla	Gravedad	Medias
Compost	2.8b	2.1ab	2.4ab
Químico	3.0a	2.2a	2.6a
Testigo	2.6b	2.0b	2.3b
VC	3.0a	2.2 ^a	2.6 ^a
Medias	2.9 ^a		

VC =vermicompost, medias con la misma letra son iguales estadísticamente al 5 %

3.2.3 Peso del fruto

Para peso de fruto el análisis de varianza registró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en el factor riego, fue significativo ($P \leq 0.05$) en fertilización y no significativo en la interacción RXF. Se puede observar que los valores

obtenidos por los tratamientos en un sistema de riego localizado son superiores (Cuadro 8).

Hernández (2015) mantiene una media con respecto al peso del fruto de 36.65 y presenta el mejor comportamiento en el tratamiento bovino. Los resultados de este trabajo se asemejan a los resultados de Cruz-Crespo *et al.* (2010), menciona que el crecimiento de las plantas fue igual o mejor cuando se utiliza VC.

Cuadro 8 Peso del fruto en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.

Fertilizante	Cintilla	Gravedad	Medias
Compost	35.8	14	24.9 a
Químico	32.5	15.8	24.3 a
Testigo	30.0	10.8	20.4 b
VC	33.2	14.7	24.0 a
Medias	33.0a	13.9 b	

VC =vermicompost, medias con la misma letra son iguales estadísticamente al 5 %

3.2.4 Pungencia

El análisis de varianza no presento diferencia altamente significativa en la pungencia (Cuadro 9), en el factor riego, fertilización y RXF al ($P \leq 0.01$) presentó una media de 3.4 la concentración de picor registrado en el presente trabajo osciló de 2.6 a 4.5 de pungencia los tratamientos con riego por cintilla y fertilización con compost muestra el mayor valor y los tratamientos inorgánicos,

en ambos riegos muestra menor cantidad de picor. Los resultados obtenidos en esta investigación son inferiores en la variable de pungencia, en comparación con los expresados por Rodríguez (2005), que presenta un valor moderado de 11.

Cuadro 9 Grado de pungencia en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.

Pungencia		Riego	
Fertilizante	Cintilla	Gravedad	Medias
Compost	4.5 a	3.3 bc	3.8 a
Químico	2.8 c	2.6 c	2.7 b
Testigo	2.9 c	3.5 b	3.2 b
VC	4.5 a	3.1bc	3.8 a
Medias	3.7 a	3.1 b	

VC =vermicompost, medias con la misma letra son iguales estadísticamente al 5 %

3.2.5 Diámetro del tallo

La producción de chile jalapeño mediante el uso de diferentes abonos, bajo dos sistemas de riego diferentes, presentó una diferencia significativa entre los tratamientos en el factor diámetro de tallo (Cuadro 10). El tratamiento de compost bajo un riego por cintilla supero a los demás tratamientos. Existe una diferencia entre los tratamientos, bajo los sistemas de riego diferentes, donde los tratamientos; sintético, testigo y VC que se manejó bajo riego por cintilla, son ligeramente superiores a los tratamientos donde se usó el riego rodado. Estos

resultados son inferiores a los obtenidos por Altamirano (2015), en este experimento se obtuvieron diámetros superiores a los obtenidos en esta investigación, en comparación con los resultados del factor de riego con cintilla, los resultados obtenidos son menores.

Comparado con un trabajo igualmente orgánico, los rendimientos son iguales o ligeramente mayores a los obtenidos por Morales (2007), quien expone que el tratamiento con mejor rendimiento presenta un diámetro de 1.8 mm, que en comparación con los resultados de este trabajo, es ligeramente inferior a los obtenidos en esta investigación, en este trabajo de investigación, las plantas bajo un sistema de riego por cintilla y riego rodado, presentan valores superiores en el factor diámetro de tallo.

Cuadro 10 Diámetro del tallo en el cultivo de chile *jalapeño* (*Capsicum annuum* L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.

Fertilización	Cintilla	Gravedad	Media
Compost	2.13	1.72	1.93 a
Químico	2	1.48	1.74 b
Testigo	1.84	1.34	1.59 b
VC	1.83	1.58	1.70 b
Media	1.95 a	1.53 b	

VC =vermicompost, medias con la misma letra son iguales estadísticamente al 5 %.

3.2.6 Altura de la planta

En el factor de altura de planta (Cuadro 11), presentó una diferencia significativa entre los sistemas de riego, donde el riego por cintilla presenta valores superiores a los del riego rodado. En cuanto al factor fertilización, de igual forma no se observa una diferencia significativa, siendo estadísticamente iguales, los cuatro tratamientos.

En comparación con otros trabajos de investigación, se observa que la diferencia de los resultados obtenidos por Mora (2018), los valores de altura obtenidos en este trabajo de investigación son superiores tanto en el sistema de riego rodado y en el riego por cintilla, obteniendo valores elevados al doble. En comparación con el uso de abonos orgánicos, Moreno (2015) evaluó el comportamiento del cultivo de chile mediante la aplicación de diferentes abonos orgánicos de origen bovino, caprino y ovino y presentó valores por debajo de la mitad a los obtenidos en este trabajo.

Cuadro 11 Altura de planta en centímetros en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.

Fertilización	Cintilla	Gravedad	Media
Compost	89.8 a	63.5 c	76.6 a
Sintético	84.5 ab	76.8b	80.7 a
Testigo	86.0 ab	54.7c	70.3 a
VC	87.6 a	64.0 c	75.8 a
Media	87.0a	64.8 b	

VC =vermicompost, medias con la misma letra son iguales estadísticamente al 5 %

3.2.7 Número de frutos

En la variable de calidad de número de frutos (Cuadro 12), podemos observar que no existe una diferencia significativa en el factor riego, donde ambos sistemas presenta valores estadísticamente iguales, igualmente en el factor fertilización, no existe una diferencia significativa, en ambos valores del testigo en los dos sistemas de riego son superiores a los tratamientos (abonos). Igualmente, se aprecia la diferencia de valores obtenidos entre los tratamientos, donde los tratamientos bajo el riego rodado son superiores a los tratamientos de riego localizado (cintilla).

El valor total de frutos en los cuatro tratamientos, (VC, compost, inorgánico y testigo), presentados en este trabajo de investigación, superan en gran medida a los presentados por Lira (2015), que obtuvo una media de 36.75 frutos en el tratamiento con mejor rendimiento y 36.66 en el testigo.

Los resultados de Lira (2015), coinciden con los expuestos por Benítez (2016), que presentó un valor máximo de 34 frutos, en el tratamiento con mejor comportamiento, y un promedio de 23 a 24 frutos. En ambos estudios, el rango de valores se encuentra por debajo de cincuenta frutos, encontrándose por debajo de la media de los valores presentados en esta investigación.

Cuadro 12 Número de frutos en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.

Fertilizante	Cintilla	Gravedad	Medias
Compost	125.6	135	130
Químico	121	135	128
Testigo	163	222	142
VC	115	136	126
Medias	131	132	

VC =vermicompost, medias con la misma letra son iguales estadísticamente al 5 %

3.2.8 Número de lóculos

En las variables de calidad, para número de lóculos (Cuadro 13) el análisis de varianza no encontró diferencias altamente significativas en los tratamientos riego, ni en fertilización y no significativo en la interacción RXF. Siendo así, infiero que el uso de abonos para la producción de chile jalapeño no influye en este parámetro al igual que el sistema de riego.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Román (2016) que no obtuvo una diferencia significativa en el número de lóculos. Del mismo modo Álvarez (2021), no obtiene una diferencia estadísticamente significativa evaluando dos sistemas de riego, por lo que podemos asumir, que tanto el uso

de abonos orgánicos como el uso de diferentes sistemas de riego, no influye directamente en el resultado de este parámetro.

Cuadro 13 Número de lóculos en el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.

Fertilizante	Cintilla	Gravedad	Medias
Compost	3	2.8	2.9 ^a
Químico	3	2.8	2.9a
Testigo	3	2.4	2.7a
VC	3	2.6	2.8 ^a
Medias	3a	2.6a	

VC =vermicompost, medias con la misma letra son iguales estadísticamente al 5 %

3.2.9 Composición Nutrimental

En cuanto a la composición nutrimental (Cuadro 13), de los frutos obtenidos durante este trabajo de investigación, se observa que no existe una diferencia significativa en el apartado de proteína, ya que presentan valores estadísticamente iguales. Sin embargo, analizando la presencia de cada nutriente en los frutos, es evidente que existe una diferencia significativa en el factor riego, donde los valores obtenidos por el sistema localizado (Cintilla) supera en su mayoría, a los valores obtenidos por el riego rodado.

En los resultados de Magnesio, existe una diferencia significativa, entre el valor obtenido por los tratamientos en diferentes sistemas de riego.

Los valores obtenidos en este trabajo de investigación coinciden con los rangos expuestos por Salazar (2012), donde sugiere un rango del requerimiento

nutricional de la planta de chile jalapeño; (N) 2.4 – 4.0, (P) 0.4 – 1.0, (K) 3.4 – 5.29, (Ca) 0.55 – 1.80 y (Mg) 0.28 – 0.49. Sin embargo esta coincidencia únicamente la podemos observar en los tratamientos bajo abonos orgánicos con un sistema de riego localizado. Sin embargo, en una investigación de extracción de nutriente por Inzunza (2010), los rangos obtenidos por él oscilan entre los obtenidos en esta investigación; N (3.5), P (0.54), K (6), igualando o superando los valores, igualmente los datos obtenidos por Inzunza (2010).

Cuadro 14 Composición nutrimental del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.

Riego	Fertilizante	Proteína	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Cu	Mn
Cintilla	Compost	19.65	6.025	0.465	4.64	2.03	0.715	0.16	132.5	29 b	11.5	63 d
			a	a	b	b	b	a			a	
Cintilla	Químico	19.55	5.34	0.46	4.74	1.89	0.61	0.115	109.5	27 b	10 c	41.5 e
			b	a	ab	b	b	b				
Cintilla	VC	20.3	5.855	0.46	4.86	2.08	0.695	0.15	105	28.5	10.5	54.5 d
			a	a	a	b	b	a		b	b	
Cintilla	Testigo	19.36	3.1 c	0.140	1.92	3.39	1.04	0.055	271.9	30.97	10.25	136.6
				d	c	a	a	c		b	b	bc
Gravedad	Compost	19.65	3.2 c	0.14	1.87	3.64	0.535	0.085	288.6	29.24	10.26	156.3
				d	c	a	b			b	b	b
Gravedad	Químico	19.55	3.15	0.184	1.96	3.65	0.947	0.07	245.1	37.3	10.14	120.13
			c	c	c	a	a			a	b	c
Gravedad	VC	20.3	3.25	0.167	1.93	3.45	0.987	0.05	247.05	32.14	10.1	151.7
			c	cd	c	a	a	c		b	bc	b
Gravedad	Testigo	21.885	3.5 c	0.222	1.91	3.60	0.983	0.127	312.05	32.74	10.56	182.37
				b	c	a	a	ab		a	b	a
Tukey		4	4.17	0.279	1.91	2.96	0.81	0.101	21.3	30.8	10.4	149.4
		Ns	**	**	**	**	*	**	Ns	**	**	**

IV. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, se acepta la hipótesis que el uso de abonos orgánicos es un camino viable como método para producción de chile jalapeño en la Comarca Lagunera, pues beneficia en varios aspectos de calidad y rendimiento y puede superar los valores de una fertilización sintética y encaminarlo a una agricultura sostenible. Sin embargo, la elección del sistema de riego localizado es un factor importante por considerar para el uso eficiente del agua y aprovechar de la mejor manera los beneficios aportados por los abonos orgánicos al cultivo.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguirre, E.; Muñoz, V. 2015. El chile como alimento.

Altamarino. F, J. 2015. Evaluación de nueve cultivares de chile jalapeño en la comunidad de San Luis Ajajalpan, Tecali, Puebla. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Álvarez. A, H. 2021. Evaluar el rendimiento y calidad de tomate orgánico con dos sistemas de riego en campo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Álvarez. J. David, D. Aurora. Gómez, N. Samuel León y F. Antonio Gutiérrez. 2009. Integrated management of inorganic and organic fertilizers in maize cropping. *Agrociencia* 44.

Antonio. 2011. Evaluación de nitrógeno en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) aplicando dosis de fertilización orgánica (composta y vermicomposta) a campo abierto. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Arcos, C.G.; Hernández, H.J.; Uriza, A.D.E.; Pozo, C.O y Olivera, S.A. 1998. Tecnología para Producir Chile Jalapeño en la Planicie Costera del Golfo de México. INIFAP. Folleto Técnico No. 24

Arredondo, A. M. 1996, Efecto de cuatro tipos de acolchado en el cultivo de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) var. Tampiqueño 74 en el campo experimental de marin, N, L. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Nuevo León

Ayala Sigcha Crisaida Abigail, 2020. "Producción del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L Cv. Jalapeño) con la aplicación de diferente dosis de biofertilizantes orgánicos foliares en la comunidad de Chipe Hamburgo 2". Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Cotopaxi.

Barreto, A. P. 2006. Estudio De Algunos Componentes del Comportamiento Reproductivo en Chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Benítez, G. N. 2016. Comportamiento de chile jalapeño (*Campsicum annumm L.*) inoculado con *Glomus intaradices* (Schenck), fertilizado con vermicompost en cpndiciones de campo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Caro, M.; Leyva, C.; Ríos, J. 2014. Competitividad mundial de producción de chile verde de México. Revista de economía 83.

Catalán, V. E. 2007. Fertilización y riego del cultivo de chile en la región lagunera, CENID-RASPA, Gómez Palacio Durango México.

Consejo Nacional del Sistema Producto Chile (CONAPROCH). 2006. Situación Actual del Sistema Producto Chile. Tampico, Tamaulipas. México.

De la Cruz, L. E., Estrada, B. M., Robledo, T. V., Osorio, O. R., Márquez, H. C., Sánchez, H. R. 2009. Producción de tomate en invernadero con compost y vermicompost como sustrato. Universidad y Ciencia vol.25. no 1. ISSN 0186.

Demin, P. E. 2014. Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego. Métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Catamarca.

Espinosa-Palomeque, B., Cano-Ríos, P., Salas-Pérez, L., González-Rodríguez, G., Reyes-González, A., Ayala-Garay, A. V., & Preciado-Rangel, P. (2020). Vermicompost on the production and nutraceutical quality of jalapeño pepper fruits (*Capsicum annum L.*). *Terra Latinoamericana*, 38(4), 795-803.

Fersini, a. 1982. Horticultura Practica. 2a edición aumentada, editorial DIANA, México, D. F., pp. 428-429

Flores, R. 2011. Nutrición en chile jalapeño (*Capsicum annum L.*) Bajo condiciones de sombreadero en la región lagunera. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

García S. J. A y Nava, P. R. J. 2009. El chile jalapeño: su cultivo de temporal en quintana roo. Instituto Nacional de Investigación Regional Sureste. Folleto Técnico No 2. INIFAP, Chetumal, Quintana Roo, México

García, J. B. 2014. Evaluación de características agronómicas al aplicar mastergrow en chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) en invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

García-Hernández, J. L.; Valdez, C. R. D.; Servin-Villegas, R.; Murillo-Amador, B.; Rueda-Puente, E. O.; Salazar-Sosa, E.; Vázquez-Vázquez, C.; Troyo-Domínguez, E. 2009. Manejo de plagas en la producción de hortalizas orgánicas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Vol. 10, Num. 1. Universidad Autónoma de Yucatán México.

González-Zamora, A., Sierra-Campos, E., Pérez-Morales, R., Vázquez-Vázquez, C., gallegos-Robles, M. A., López-Martínez, J. D., & García-Hernández, J. L. (2015). Measurement of capsaicinoids in chiltepin hot pepper: a comparison study between spectrophotometric method and high-performance liquid chromatography analysis. *Journal of Chemistry*, 2015.

Hernández, Juan José. 2003. "Técnicas de cruzamiento y polinización en chile jalapeño (*capsicum annuum L.*). Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio narro. Saltillo, Coahuila, México.

INTAGRI. 2020. Cultivo de Chile en México. Serie Hortalizas, Núm. 21. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 6 p.

Inzunza-Ibarra, M. A.; Villa-Castorena, M.; Catalan-Valencia, E. A. y Roman-Lopez, A. (2010). Extracción de nutrientes y producción de chile jalapeño bajo acolchado plástico y niveles de riego. *Terra Latinoamericana*, 28(3).

Inzuza, M. A.; Mendoza, F.; catalán, E. A.; Villas, M. M.; Sánchez, I.; Róman, A. 2006. Productividad del chile jalapeño en condiciones de riego por goteo y acolchado plástico. *Fitotec* 30.

Jesús, M. V., & de Jesús, M. D. C. (1995). Chile jalapeño (*capsicum annuum l*) en cultivo hidropónico y diferentes sustratos autóctonos, bajo condiciones de invernadero. Tesis de liceniatura. Universidad de Guadalajara.

Lamas, N. M. A.; Flores, O.; N.; Sanchez, R. G.; Galavis, R. R. 2003. Agricultura orgánica. FIRA. Boletín informativo. Una oportunidad sustentable de negocios

para el sector agroalimentario mexicano. Boletín informativo. Num. 332. Vol. XXXV. México.

Lardizabal. R. 2002. Manual de producción de chile jalapeño. Fintrac Inc. Centro de Desarrollo de Agronegocios.

Leusur, I. 2006. Manual del cultivo del chile: una guía paso a paso, Trillas, México. Pp 80.

Liotta, M. Tec. Hidráulico. Resp Riego y Drenaje INTA. 2015. Manual de capacitación: Riego Superficial.

Liotta, M. Tec. Hidráulico. Resp Riego y Drenaje INTA. 2015. Manual de capacitación: Riego por Goteo. Argentina.

Lira, M. C. 2015. Producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con fertilización orgánica en el sistema de riego por jarrones porosos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

López- Riquelme G.O. 2003. Chilli: la especia del nuevo mundo. Ciencias 69:67-75

MCCH, Maqita Cushunchic, 2012. Fertilización Orgánica. Disponible en: file:///C:/User/acer/Downloads/29_Fertilizacion_Organica_01.pdf

Mendoza, P. B. 2012. Producción y eficiencia en uso de agua en chile jalapeño (*Capsicum annum L.*) Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Mondragón, S. L. 2005. Producción de jitomate en invernadero. 1ra ed. México.

Mora. M. J. 2018. Crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*), bajo fertilización orgánica en casa sobra y campo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Morales, A. C. 2007. Producción de plántulas de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) bajo películas fotoselectivas. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Moreno, C. L. 2015. Producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con fertilización orgánica en el sistema de riego por jarrones porosos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Morón, A.; Alayón, J. A. 2014. Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México Redalyc.

Nieto-Garibay A., Murillo- Amador B., Troyo-Diéguez E., Larrinaga-Mayoral J. A., y J. L. García Hernández. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum L.*) en zonas áridas. INCI Vol.27 No.8. Caracas ago.

Nieves-González, F., Alejo-Santiago, G., Luna-Ezquivel, G. 2013 Técnicas sustentables para el manejo de la producción de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq.*) Revista Bio Ciencias. 2.

Nuez, F.R., G. Ortega y J. Costa. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Edición Mundi-prensa. Madrid España. Pp. 94-105;

Pagliai, M.; Vignozzi, N.; Pellegrini, S. 2004. Soil structure and the effect of management practices. Soil Till. Res.

Pérez M. L., Casillas B. A. S. y Ramírez M. R. 2005. El cultivo de chile y su importancia económica en el norte del estado de Guanajuato, México. Universidad de Guanajuato. México. 109 p

Pérez G., M., F. Márquez S. y A. Peña L. 1998. Mejoramiento Genético de Hortalizas

Puertos, B.; Gastelu, E. S. 2011. Evaluación de diferentes dosis de fertilizantes de chile jalapeño J-7 (*Capsicum annuum L.*) en la región de Amatlán de los reyes, Veracruz. Tesis de licenciatura

Rodríguez, N., Cano, P., Figueroa, U., Palomo, A., Favela, E., Álvarez, V., Márquez, C., y Moreno, A. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Revista fitotecnia mexicana, año/vol. 31.

Román, A. M. 2016. Producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) cultivados con abonos orgánicos en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Ruiz C., J.A., G. Medina G., I. J. González A., H.E. Flores L., G. Ramírez O., C. Ortiz T., K.F. Byerly M. y R.A. Martínez P. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda Edición. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 564 p

Ruiz. 2007, El cultivo de chile en México y el mundo, (artículo científico), fundación produce Oaxaca México.

Salazar, J. F; Juárez, L. P. 2012. Requerimiento nutricional en plantas de chile (*Capsicum annuum L.*). Revista Biociencias 2(2): 27-34. Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit.

Salter, C. 2004. Compost Tea – Rebuilding Soil & Plant Biological Health. New México Recycling Coalition Conference.

Sánchez, S., Hernández, M. y Ruz, F. 2011. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. Rev. Pastos y Forrajes. 34(4). Pp. 375-392.

SARH. 1994. Sistema producto- chile en: Datos básicos secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaria de Agricultura Dirección General de Política Agrícola. Pp 13.

Scullion, J., Eason, W.R., Scott, E.P. 1998. The effectivity of arbuscula mycorrhizal fugi from high input conventional and organic grassland and grass-arable rotations. Plant soil 2004.

SHCP. Secretaria de Hacienda y Crédito Público, 2014. Panorama del chile en: Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal, Pesquero.

Vázquez, D., Salas-Pérez L., González J. A., De la Cruz E., Sánchez E. y Preciado P. 2020. Commercial and nutraceutical quality Jalapeño pepper affected by salicylic and acid levels. *Interciencia* 45(9):423-427.)

Yáñez. R. J. 1998. Penetración, absorción y translocación de nutrientes aplicados vía foliar, Memorias del primer Simposium Nacional Sobre Nutrición de cultivos, Querétaro, Querétaro.

Zevada. K. J. 2005. Aplicación de nitrógeno y magnesio para estimular el contenido de clorofila y los parámetros de crecimiento en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Sonora.

VI. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- Hernández, D., & Ocotero, V. M. (2016). Chile. *The future of copper and sustainable development*. *Copper, 2016*, 14.
https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Chile.pdf
- InfoAgro. El cultivo de pimiento. 2016. Disponible en:
<http://www.infoagro.com/hortalizas/pimineto.htm>.
- INIFAP. 2012. Chile Jalapeño. Disponible en:
www.inifapcirme.gob.mx/Biblioteca/Paquetes2012/143.pdf
- INIFAP. 2015. Paquete tecnológico para chile jalapeño: Disponible en:
<https://www.producechihuahua.org/paqs/PT-003Chile1.pdf>
- Jiménez, L. J. 2013. Manual MÉTODOS DE RIEGO. Disponible en:
<http://fundacionsuna.org/wp-content/uploads/PDF/Jaime-Lamo/MANUAL-M%C3%89TODOS-DE-SISTEMAS-DE-RIEGO.PEF>
- Ramírez, J. 2002. El Chile. Disponible en: <http://campus.fortunecity.com/auburn/868/elchile/>
- Rodríguez, L. A. 2005. Preferencia del consumidor por el chile Piquin en comparación de otros chiles en el norte de México. Redalyc, org. 11.Pp. 4. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60911214>
- Romero H. A. 1999. El Chile. Disponible en: <http://campus.fortunecity.com/auburn/868/elchile/>
- SIACON. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Consulta 2002-2013. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2012parcialisaconzip/>

SIAP. 2010. Servicio de Información agroalimentaria y pesca. México es primer lugar mundial en la producción de chile verde. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/produccion-chile.verde/>

SIAP. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca. Un panorama del cultivo de chile. Disponible en: <http://infosiap.siap.gom.mx/imagenes/stories/infogramas/100705-monografiachile.pdf>

SIAP. 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera. <http://www.sagarpa.gob.mx/delegaciones/jalisco/boletines/paginas/B0322011.aspx>.

Waizel, José y Roxana Camacho. 2011. El género Capsicum spp, (Chile). ALEPH ZERO. Disponible en: <http://www.fitoterapia.net/biblioteca/pdf/artiulo%20chile%20revista&aleph%20zero60.pdf>

VII. APÉNDICE

Cuadro 15 A Cuadros medios para la calidad de fruto, peso del fruto, diámetro polar y ecuatorial, de tomate con fertilización sintética y orgánica en la interacción con dos sistemas de riego en campo.

Variable	Riego	Fertilizante	RXF	Error	CV	Media
Rendimiento	54619.3 **	4248.2*	2351.7 ns	14.26	30	97.3
NF	2.57 ns	982.1 ns	36.1 ns	1536.9	30	129
Altura	6770.4 **	247.9 ns	357.8 *	101.2	12.9	77.4
Peso	5676.8 **	272.4 **	88.5 ns	47.7	31	22
Dpolar	191.7 **	2.48 *	1.56 ns	0.74	112.9	7.1
Decuatorial	10.9 **	0.41 *	0.079 ns	0.135	14.9	2.45
Pungencia	5.86 **	6.41 **	4.51 **	0.71	25	3.4
Num. Lóculos	2.94 ns	0.126 ns	0.126 ns	0.183	15.4	2.8
Proteína	2.39 ns	1.59 ns	2.39 *	0.64	20	4

NF= número de frutos. RXF= riego por fertilización. CV. Coeficiente de variación. Tratamientos con ** altamente significativos. ns= no significativos.

Cuadro 16 A Composición nutrimental del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en dos sistemas de riego, con fertilización de diferentes abonos.

Variable	Riego	Fertilizante	RXF	Error	CV	Media
N	19.5 **	2.20 **	3.34 **	0.02	3.4	3.4
P	0.247 **	0.026. **	0.054 **	0.0003	6.7	0.279
K	27.05 **	3.03 **	2.98 **	0.0069	1	1.91
Ca	9.18 **	0.744 **	0.742 **	0.029	5.8	2.96
Mg	0.057 ns	0.153 **	0.097 *	0.0258	19.7	0.81
Na	0.0082 **	0.00127 *	0.0086 **	0.00058	17.8	0.101
Fe	8421 **	17761.9 *	4199.7 ns	2718.1	24.3	21.3
Cu	0.531 *	0.69 **	0.729 **	0.067	2.5	10.4
Zn	95.3 **	11.9 ns	29.5 **	4.22	6.6	30.8
Mn	37183.4 **	6611.2 **	820.1 **	149.8	11.1	149.4

N= nitrógeno. P= fósforo. K= potasio. Ca= calcio. Mg= magnesio Na= sodio. Fe= fierro. Cu= cobre. Zn= zinc. Mn= manganeso. RXF= riego por fertilización. CV. Coeficiente de variación. Tratamientos con ** altamente significativos. ns= no significativos.