

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



Crecimiento y Producción de chile Chiltepín bajo condiciones de invernadero y cielo abierto en la Comarca Lagunera.

Por:

**PATRICIA ARACELI CALVO MALDONADO.**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

Torreón, Coahuila, México

Junio de, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Crecimiento y Producción de chile Chiltepín bajo condiciones de invernadero y cielo abierto en la Comarca Lagunera.

Por:

**PATRICIA ARACELI CALVO MALDONADO**

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

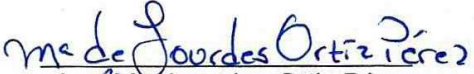
**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

Aprobada por:

  
Ph D. Vicente de Paul Alvarez Reyna  
Presidente

  
M.C Edgardo Cervantes Alvarez  
Vocal

  
Dr. Federico Vega Sotelo  
Vocal

  
Ing/ Ma. Lourdes Ortiz Pérez  
Vocal Suplente

  
Dr. Isaias de la Cruz Alvarez  
COORDINADOR INTERINO DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México  
Junio de, 2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Crecimiento y Producción de chile Chiltepín bajo condiciones de invernadero y cielo abierto en la Comarca Lagunera.

Por:

**PATRICIA ARACELI CALVO MALDONADO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Ph.D Vicente de Paul Alvarez Reyna

Asesor principal

  
M.C Edgardo Cervantes Alvarez

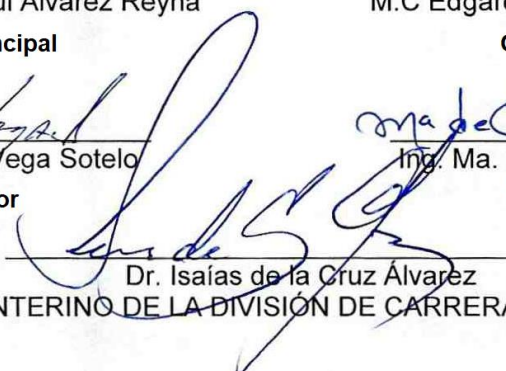
Coasesor

  
Dr. Federico Vega Sotelo

Coasesor

  
Ing. Ma. Lourdes Ortiz Pérez

Coasesor

  
Dr. Isaías de la Cruz Álvarez  
COORDINADOR INTERINO DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Universidad Autónoma Agraria  
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México  
Junio de, 2021

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi Universidad: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**

Al haberme permitido cumplir un sueño más en mi vida, brindarme la oportunidad de conocer a su equipo de trabajo el cual mantiene el alma de dicha Universidad, maestros capacitados que hacen que siga adelante formando a más profesionistas.

### **Al Ph.D. Vicente de Paul Alvarez Reyna:**

Le doy las gracias por haberme ayudado en este proceso, por ser un gran maestro, un guía y sobre todo ser un gran ejemplo a seguir.

**A mis maestros:** Agradezco la formación que me brindaron, al compartir sus conocimientos, experiencias vividas a lo largo de su vida como profesionistas, por ser grandes personas, darme su amistad y confianza a pesar de ser mis profesores.

**A mis compañeros y amigos:** Por su apoyo, amistad y cariño que me regalaron desde el inicio de esta bonita experiencia.

## DEDICATORIAS

Este trabajo es el producto final de mucho esfuerzo y sacrificio hechos para llegar hasta aquí, y se lo dedico especialmente a las siguientes personas con mucho amor, respeto y agradecimiento hacia ellos.

**A Dios:** Primeramente, gracias a mi Dios por darme vida, salud, sabiduría para cumplir mis objetivos, por estar en todo momento conmigo y no soltarme, suplirme en momentos de necesidad y ayudarme a llegar hasta aquí, gracias mi Dios por tu infinita bondad.

**A mis padres:** Araceli Maldonado Angel y Rosemberg Pérez Velazco, les agradezco infinitamente brindarme su apoyo incondicional, amor y confianza depositados en mi para cumplir este sueño ahora hecho realidad, y darme la mejor herencia la cual es mi formación profesional.

**A mis hermanos y familia:** A mis hermanos por alegrar mis vacaciones y cada momento de mi vida, creer en mí y darme su amor. A mi familia por estar al pendiente de mí, a mis abuelos Javier Maldonado López y Bernarda Angel Pérez por su amor, comprensión y creer en todo momento que llegaría hasta el final de este sueño.

A mi hija Luna Esmeralda por ser mi motor para seguir adelante.

**Al Ph.D. Vicente de Paul Alvarez Reyna y asesores,** ya que este trabajo fue elaborado gracias a su desempeño como maestros y asesores.

## RESUMEN

En base a la importancia del chile en México, tanto como fuente de alimento, uso medicinal y económico, se decidió investigar una variedad en especial la de chile chiltepín o también conocido como chile piquín (*Capsicum annum* L. var. *annum*), perteneciente a la familia Solanácea y al género *Capsicum*, esta investigación se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero y condiciones de cielo abierto. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con 11 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de frutos por planta, peso de fruto y rendimiento por planta. La mayor altura de planta se presentó bajo condiciones de invernadero con una altura de 97.18 cm por 49.54 cm a cielo abierto. El número de frutos por planta fue mayor en cielo abierto con 134.5 frutos por planta. La producción de chile por planta fue mayor bajo condiciones de cielo abierto con 13.58 gr por planta.

Palabras clave: Chile, Chiltepín, Piquín, Invernadero, Rendimiento.

# ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b><i>i</i></b>
<b>DEDICATORIAS .....</b>	<b><i>ii</i></b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b><i>iii</i></b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b><i>viii</i></b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b><i>ix</i></b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1.- Hipótesis.....	2
1.2.- Objetivo general: .....	2
1.3.-Justificación .....	2
<b>II.-REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Importancia del chile en México .....	4
2.2 Importancia regional. ....	4
2.3 Antecedentes.....	5
2.4 Chile Chiltepín ( <i>Capsicum annum var. Glabriusculum</i> ). ....	5
2.5 Taxonomía .....	6
2.6 Características morfológicas .....	7
2.6.1 Hojas.....	7
2.6.2 Tallo.....	8
2.6.3 Flores.....	8

2.6.4 Fruto .....	8
2.6.5 Raíz .....	9
<b>2.7 Fisiología.....</b>	<b>9</b>
<b>2.8 Madurez reproductiva en el chile chiltepín.....</b>	<b>10</b>
<b>2.9 Carotenos en el chile chiltepín .....</b>	<b>11</b>
<b>2.10 Adaptación.....</b>	<b>11</b>
<b>2.11 Tratamiento con ácido giberélico .....</b>	<b>12</b>
<b>2.12 Distribución del chile Chiltepín en México. ....</b>	<b>12</b>
<b>2.13 Evidencias históricas del chile chiltepín en Sonora .....</b>	<b>13</b>
<b>2.14 Importancia económica del chile chiltepín.....</b>	<b>14</b>
<b>2.15 Importancia económica del chile chiltepín.....</b>	<b>14</b>
<b>2.16 Compuestos bioactivos en el género Capsicum.....</b>	<b>15</b>
<b>2.17 Usos del chile chiltepín .....</b>	<b>16</b>
<b>2.18 Diferencias entre chile Chiltepín y Chile piquín .....</b>	<b>16</b>
<b>2.19 Chile piquín .....</b>	<b>17</b>
<b>2.20 Limitantes del chile piquín .....</b>	<b>17</b>
<b>2.21 Producción intensiva de chile piquín en el norte de Tamaulipas. ....</b>	<b>18</b>
<b>2.22 Características generales de los sitios donde se puede establecer chile chiltepín. .....</b>	<b>18</b>
<b>2.23 Técnicas de germinación.....</b>	<b>19</b>



2.24 Poda .....	19
2.25 El chile chiltepín en la medicina tradicional .....	20
2.26 Picor y color del chile chiltepín.....	21
2.27 Chile chiltepín como antioxidante.....	22
2.28 Datos de recolección de chile chiltepín <i>Capsicum annum</i> var. <i>glabriusculum</i> de chile chiltepín cosechado en diferentes condiciones agronómicas. ....	23
2.29 Preferencias en consumo de chile piquín.....	24
2.30 Periodos óptimos para trasplante del chile piquín. ....	24
<b>III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 Localización del área general de estudio. ....	26
3.2 Sitio experimental .....	26
3.3 Datos climáticos del lugar.....	26
3.5 Diseño experimental .....	28
3.6 Tutorio de planta.....	29
3.7 Control de plagas .....	29
3.8 Fertilización. ....	30
3.9 Variables evaluadas.....	31
3.9.1.- Altura de planta .....	31
3.9.2.-Número de frutos por planta. ....	32
3.9.3.- Peso de fruto. ....	32
3.9.4.- Rendimiento por planta. ....	33

<b>IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Altura de planta .....	34
4.2 Inicio de floración.....	34
4.3 Inicio de fructificación .....	35
4.4 Número de frutos por planta .....	35
4.5 Peso de fruto Verde.....	36
4.6 Rendimiento por planta.....	36
<b>V.- CONCLUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>VI.- BIBLIOGRAFIA CITADA.....</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fertilizantes utilizados para la preparación de la Solución Steiner.....	31
Cuadro 2. Altura de planta y número de frutos por planta en chile chiltepín bajo condiciones del invernadero y cielo abierto UAAAN UL 2019 .....	36
Cuadro 3. Peso de fruto y rendimiento total por planta de chile chiltepín bajo condiciones de invernadero y cielo abierto. UAAAN UL 2019. ....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 1. Tipo de hojas -----	7
Figura 2. Floración, semilla y fruto -----	8
Figura 3. Sistema radicular del Chiltepín -----	9
Figura 4. Producción de chile Piquín. -----	18
Figura 5. Usos medicinales del chiltepín. -----	21
Figura 6 (Mc Caughey, et al. 2020) -----	23
Figura 7. Ubicación del área del trabajo -----	26
Figura 8. Tutorio de plantas. -----	29
Figura 9. Distribución de plantas en invernadero -----	32
Figura 10. inicio de floración. -----	34
Figura 11. Inicio de fructificación -----	35

## I.- INTRODUCCIÓN

El chile chiltepín es una planta que se encuentra en zonas serranas de México, conocida por ser una planta silvestre, la cual crece como arbusto, dando frutos pequeños y peculiarmente redondos, es por eso que esta variedad es reconocida (Puente, 2009). El fruto tiene un sabor inigualable, y un color rojo intenso. Obtiene su nombre de dos expresiones en náhuatl: "chili" que significa "chile"; y "tapín", que significa "pulga".

Esta planta posee gran importancia por sus propiedades químicas y farmacológicas. De su fruto y semilla puede obtenerse oleorresina de la cual se obtienen alcaloides y carotenos. La tintura que se obtiene del fruto presenta un efecto estimulante en el tejido uterino de algunos animales como el conejo (Tenorio, 2009).

El chile chiltepín, *Capsicum annuum L. var. glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill, es una especie silvestre que se encuentra distribuida en diferentes tipos de vegetación, encontrándose en algunas regiones de la República Mexicana y otras partes del mundo (Gentry, 1942), quien lo clasifica como *Capsicum annuum L. var. (baccatum L.)*, menciona que el chile chiltepín silvestre se localiza entre arbustos en las zonas tropicales bajas de Sonora, México., al sur de Arizona y Texas, en E. U., y al sur de América del Sur.

La germinación de la semilla de chile chiltepín naturalmente se debe a que las aves se encargan de ingerir esta semilla y al momento de defecar la distribuyen

por el suelo y en condiciones favorables de temperatura, humedad y luz ésta germina y crece (Bayer, 2016).

En general son cosechados de forma silvestre, ya que según se dice, si se siembra "no es la misma", ya que normalmente son esparcidos por las aves que los consumen y posteriormente depositan la semilla en la tierra mediante el excremento. Se cree que este proceso contribuye a lograr su característica forma y sabor.

### **1.1.- Hipótesis**

El crecimiento y producción de chile chiltepín es diferente bajo condiciones de invernadero y en campo (Cielo abierto).

### **1.2.- Objetivo general:**

Evaluar y comparar el crecimiento y producción de chile chiltepín, bajo condiciones de invernadero y cielo abierto.

### **1.3.-Justificación**

La situación actual en la región lagunera de escasez del recurso agua, es el principal factor limitante de la producción en las regiones áridas y semiáridas genera la necesidad de hacer un uso más eficiente de este recurso en estas áreas donde el chile chiltepín podría representar una alternativa viable para los agricultores de la región al ser un cultivo altamente remunerativo que pudiera generar mayores ingresos para los mismos y permitir tener una mejor eficiencia en el uso del agua.

El chile chiltepín es una planta de gran importancia socioeconómica debido a su valor alimenticio ya que su fruto, verde o seco, es muy consumido por las

personas, además de que el fruto posee algunas propiedades químicas y medicinales, en virtud de lo cual se realizó el presente estudio con la finalidad de evaluar la posibilidad de su producción en la región, ya sea bajo condiciones de invernadero o a cielo abierto.

## II.-REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Importancia del chile en México

Los chiles son vegetales de gran importancia económica para México y otras regiones del mundo, pertenecen a la familia Solanácea y al género Capsicum (Latournerie et al; 2010). Dentro de las cinco especies más cultivadas, Capsicum annum L. es la más ampliamente conocida y de mayor importancia económica ya que presenta una distribución mundial. México es el país que presenta la mayor variabilidad de formas cultivadas y silvestres, las cuales se encuentran ampliamente distribuidas en el país. Esta diversidad ha sido descrita con base en la clasificación comercial de los frutos, realizada dentro de diversos tipos de chile.

Se desarrolla desde cerca del nivel del mar hasta los 2500 m. s. n. m., abarcando diferentes regiones de México, razón por la cual se encuentra chile en el mercado todo el año, por lo que su consumo es muy generalizado en fresco e industrializado en diversas modalidades (Latournerie et al., 2010).

### 2.2 Importancia regional.

En la Comarca Lagunera, el cultivo de chile es la tercera hortaliza de importancia en cuanto a superficie sembrada, después del melón y sandía. En el 2006, se establecieron 1,385 ha con un valor de su producción de 17779,600. Las principales zonas donde se establece el chile son los municipios de Francisco I Madero, San Pedro Viesca del Estado de Coahuila, y Ceballos, Rodeo, Nazas, Mapimi, Gómez Palacio, Lerdo y Simón Bolívar del Estado de Durango (sagarpa,2006)



### 2.3 Antecedentes

El origen y domesticación del género *Capsicum* es América (Pickersgill, 1969; Eshbaugh, 1975). Su utilización data desde tiempos remotos, primordialmente como condimento, aunque también fue una fuente importante de vitamina C, además de diversos usos por parte de las diferentes culturas americanas (Long-Solís, 1986). *Capsicum annum* L. var. *annum* es la variedad más ampliamente conocida y de mayor importancia económica de los chiles cultivados, ya que presenta una distribución mundial (Pickersgill, 1969). Es, además, la especie que presenta la mayor variabilidad en las características vegetativas y en forma, tamaño y color de los frutos (Ibáñez, 1983; Laborde y Pozo, 1982; Pozo et al., 1991). En México, *Capsicum annum* var. *aviculare*, la cual es considerada como el progenitor silvestre de la especie domesticada (Eshbaugh, 1980), se encuentra ampliamente difundida en toda la zona costera del país, desde Sonora a Chiapas por el Pacífico, y de Tamaulipas a Yucatán y Quintana Roo por el Golfo de México, en donde recibe un gran número de nombres locales, entre los que sobresalen los de "chile piquín", "de monte", "chiltepín", "silvestre", entre otros, (Laborde y Pozo, 1982).

### 2.4 Chile Chiltepín (*Capsicum annum* var. *Glabriusculum*).

El chile chiltepín clasificado como *Capsicum annum* L., variedad *glabriusculum* (Heiser y Pickersgill), ha sido causa de múltiples controversias entre los taxónomos, quienes han dado a esta variedad distintos nombres, como los enlista Long: *Minus* (Fisherhut); *Baccatum* (Terpó); *Minimum* (Heiser y Pickersgill); *aviculare* (D'Arcy y Eshbaugh) y variedad *glabriusculum* (Heiser y Pickersgill).

Situación semejante se presenta en los diversos nombres vulgares o comunes que recibe este pequeño chile en las distintas regiones del país: chiltepín, chile piquín, chiltepec, chiltepillito, chilpaya, chile de monte, chile parado, pájaro pequeño, amomo, pico de paloma, pico de pájaro, chile de Chiapas, ululte, totocuitlatl, chile mosquito, tilchilli, milchili y diente de tlacuache (Long, 1998).

El chiltepín es un arbusto silvestre perenne, cuyo fruto es una baya redonda u oblonga de 3 a 6 mm de diámetro que crece en posición eréctil. En estado inmaduro el fruto es de color verde oscuro, debido a la alta concentración de clorofila; sin embargo, al madurar se torna de color rojo, causado por una alta cantidad de pigmentos rojos conocidos como licopersinas. Las plantas de chiltepín alcanzan su madurez reproductiva entre los seis y diez meses de edad. La floración comienza durante el mes de mayo y dura hasta agosto, la fructificación es de junio a octubre. El color rojo del fruto atrae a diversas aves, que al comerlos se encargan de dispersar la semilla y la escarificación de la misma. El chiltepín crece bajo la protección de los árboles en sitios montañosos cercanos a márgenes de arroyos y cañones (Nabhan, 1985; Nabhan et al., 1990; Gentry, 1942).

## **2.5 Taxonomía**

Reino: Plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Capsicum

## 2.6 Características morfológicas

El chile chiltepín es un arbusto anual o perenne, muy ramificado, que alcanza una altura de hasta 2 metros. Las plantas de chiltepín alcanzan su madurez reproductiva entre los seis y diez meses de edad. La floración inicia durante los meses de mayo hasta agosto, y la fructificación de junio a octubre.

### 2.6.1 Hojas

Las hojas tienen pecíolos delgados de 1.0 a 2.5 centímetros de largo, estrechamente alados. La lámina foliar es ovalada o lanceolada-ovalada de 1 a 4 centímetros de ancho, y de 2 a 6 centímetros de largo (Figura 1).



Figuras 1. Tipo de hojas

### 2.6.2 Tallo

Es de tallo delgado que con frecuencia se trepa en otros arbustos.

### 2.6.3 Flores

Las flores son solitarias, con cáliz de 1.5 a 2 milímetros de largo, corola de color blanca, de 6 a 9 milímetros de diámetro. Los frutos son bayas globosas o elipsoidales de 6 a 8 milímetros de diámetro, rojos al madurar. La semilla es de color blanco a amarillenta, de 2.5 a 3 milímetros (Figura 2).



Figura 2. Floración, semilla y fruto

### 2.6.4 Fruto

Su fruto es una baya redonda u oblonga de 3 a 6 mm de diámetro que crece en posición eréctil. En estado inmaduro el fruto es de color verde oscuro, debido a la alta concentración de clorofila; sin embargo, al madurar se torna de color rojo, causado por una alta cantidad de pigmentos rojos conocidos como licopersinas.

### 2.6.5 Raíz

Profundidad de raíz 25 cm, fibrosa.



Figura 3. Sistema radicular del chile Chiltepín

## 2.7 Fisiología

Fotosíntesis: se ha realizado una serie de investigaciones con el objetivo de determinar la tasa de fotosíntesis. Ésta se compone principalmente por tres procesos los cuales son afectados por diferentes factores, estos son: a) fotoquímico, el cual es afectado por la alta intensidad de luz\* b) bioquímico, afectado por la temperatura y concentración de  $\text{CO}_2$  y c) difusión, afectada principalmente por las concentraciones de  $\text{CO}_2$  (Gaastra, 1962). La fotosíntesis es controlada por un gran número de factores que han sido clasificados por Heath (1970), en factores ambientales y factores de la planta.

Se ha encontrado que un gran número de plantas tienen la capacidad de fotosintetizar bien bajo un rango de temperaturas durante el día, así aclimatan su fotosíntesis a largos períodos de cambios de temperatura estacionales (Berry y Bjorkman, 1980). Cooper, 1975 utilizando dos especies de malas hierbas, un pasto tropical  $C_4$  y una leguminosa  $C_3$  observó que la primera llega a saturación de luz a muy altas radiaciones, mientras que en las segundas esto ocurre relativamente a baja radiación, alta temperatura y bajo potencial de agua. De todos los factores que afectan la fotosíntesis, usualmente uno limita y otro expresa (Adedeji, 1984)

Transpiración: Se ha reportado que la resistencia de la estoma generalmente se incrementa a bajo nivel de iluminación sobre cierto nivel crítico de luz, lo cual sugiere que la tasa de transpiración podría ser controlada por la estoma solo bajo un nivel crítico de luz recibida (Turner, 1969). Al disminuir la transpiración también puede reducirse la producción de materia seca. Estrés de humedad: La importancia del agua en las plantas puede apreciarse mejor si consideramos sus principales funciones (Kramer, 1983). El agua constituye del 80 al 90 % del peso fresco de la mayoría de las plantas herbáceas, es además un elemento esencial en el protoplasma ya que las moléculas de agua actúan como medio en el cual se llevan a cabo las reacciones metabólicas que permiten a la planta vivir (Bidwell, 1979; Rojas, 1979).

## **2.8 Madurez reproductiva en el chile chiltepín**

Las plantas de chile chiltepín alcanzan su madurez reproductiva entre los seis y 10 meses de edad. La floración comienza durante los meses de mayo y dura hasta agosto, y la fructificación es de junio a octubre. El color rojo del fruto atrae a diversas

aves, que al comerlos se encargan de dispersar la semilla. El chile chiltepín crece bajo la protección de los árboles en sitios montañosos cercanos a márgenes de arroyos y cañones.

## **2.9 Carotenos en el chile chiltepín**

Los carotenos como productos del metabolismo vegetal proporcionan los colores naranja, rojo y amarillo en fruto que son altamente demandados por su beneficio para la salud como antioxidantes, expectorantes, descongestionantes, y fungicidas en frutos, etc. (Rodríguez, et. al.; 2015; Reboredo, 2004).

El chile (*Capsicum annum* L.) ha sido reportado con valores de contenido de carotenos entre 1.8 y 6.6 mg en 100 g de fruto Enciclopedia Practica de Agricultura y Ganadería (1999). Se han reportado valores de carotenoides amarillos de 2.2, 8.1, 4.6 y 1.1 unidades ASTA para chile serrano " habanero, chilaca y jalapeño respectivamente valores de 1.16, 4.4, 1.05 de carotenoides rojos y 0.55 unidades ASTA en muestras frescas (Moreno et al., 2010). El valor mínimo exigido por la Federal Specification es de 120 unidades ASTA (Arjona et al.; 2003).

## **2.10 Adaptación.**

La planta se localiza en lugares serranos, pues depende de una temperatura entre 15 y 30 °C, luz (fotoperíodo de 14 horas oscuridad y 10 horas luz), humedad relativa entre 75-100 % y, sobre todo, que se encuentra distribuida bajo la sombra de árboles y arbustos. Sin embargo, existe poca información sobre la germinación de la semilla.

### **2.11 Tratamiento con ácido giberélico**

La germinación de semilla varía según los diferentes parámetros físico-químicos (temperatura, humedad, luz y fitohormonas). Existe una fitohormona conocida como ácido giberélico (AG) que puede romper la latencia de la semilla y que frecuentemente reemplaza la necesidad de estímulos ambientales, tales como luz y temperatura. Hernández (2004). La Semilla de chile chiltepín colocada en cajas Petri, enriquecidas con agar y 500 ppm de ácido giberélico, mostró que la semilla tratada con ácido giberélico, en condiciones de 10 horas (h) luz, germinará en un 43 a 45 % (Hernandez, 2004). Existe poca información sobre la germinación del chiltepín y su posible domesticación, siendo éste un recurso alimenticio, económico y podría ser un cultivo alternativo para los productores de las regiones donde el agua es escasa y es necesario implementar alternativas que permitan una mejor eficiencia en el uso del agua y sea más redituable para los productores, además de garantizar la disponibilidad del recurso agua para las futuras generaciones. En virtud de lo cual a través del presente estudio se pretende evaluar y comparar su crecimiento y producción bajo condiciones de invernadero y cielo abierto.

### **2.12 Distribución del chile Chiltepín en México.**

El chile chiltepín es una especie silvestre que se encuentra asociada a diferentes tipos de vegetación, al matorral arborescente y selva baja caducifolia.

El chile chiltepín se localiza en suelos aluviales (que son suelos formados por continuos acarreo de corrientes fluviales). Este tipo de suelos se localizan en partes bajas, frecuentemente a la orilla de ríos y arroyos, pueden ser someros y



profundos. También se le encuentra en suelos migajón arenoso, franco y migajón arcilloso (ricos en materia orgánica, fósforo y potasio y medianamente rico en nitrógeno y con un pH que va de ácido a neutro). El chile chiltepín prefiere un clima de muy seco y cálido, a semiseco y templado, con una precipitación media anual de 300 a 1000 milímetros y una temperatura media anual de 18 a 22 grados centígrados (Molina et al., 2009).

El chile “chiltepín” (*Capsicum annum var. 'glabriusculum'*) prácticamente se encuentra en todo México, sobre todo en las zonas aledañas a las costas, en donde registra gran variación y usos desde estado inmaduro o maduro, en salsas, deshidratado y en escabeche (Latournerie et al., 2010).

## **2.13 Evidencias históricas del chile chiltepín en Sonora**

Para los primeros habitantes de Sonora, conocer los ciclos reproductivos de las plantas y de los animales fue un secreto que les permitió enfrentar el hambre, la enfermedad, el frío y el calor. El monte era esencial para su sobrevivencia, a la vez que ofrecía un espacio de convivencia diaria, apropiado y valorizado por aquellos sonorenses donde construyeron su identidad y su cultura.

Las evidencias históricas más antiguas sobre lo destacado de los chiles en Sonora las encontramos en el siglo XVI. Baltasar de Obregón en su obra de 1584, fue el primero en referir la presencia del chile chiltepín cuando habla de espesura de montes de chile chiltepín entretejido con tunales silvestres y árboles espinosos.

En 1756, el padre alemán Ignacio Pfefferkorn reveló que los chiles fueron recursos básicos en la alimentación y curación de los nativos sonorenses. En el

documento donde describe la provincia de Sonora, advierte la existencia de dos tipos de chile: uno domesticado y otro silvestre conocido como chile chiltepín. Con respecto a la especie domesticada, pone de manifiesto el gusto y aprecio que sentían los europeos por este chile y las diferentes formas de preparación que se practicaban entre éstos y los americanos.

### **2.14 Importancia económica del chile chiltepín**

El chile chiltepín es uno de los recursos naturales de la sierra sinaloense, el cual alcanza un valor comercial de \$100.00 pesos mexicanos por 250 g aproximadamente, ya que su cosecha implica internarse en la selva baja caducifolia y recorrer kilómetros para poder obtenerlo, además las personas de la región que lo colectan lo obtienen sin ninguna técnica, pues extraen la planta en su totalidad desde la raíz, lo que ocasiona una menor producción en la siguiente temporada de cosecha.

### **2.15 Importancia económica del chile chiltepín**

Por su alto valor comercial, el chile chiltepín silvestre es recolectado de manera intensiva durante los meses que van de septiembre a noviembre (Bañuelos-Flores, 2005). Su principal uso es alimenticio; también tiene aplicaciones medicinales y ceremoniales. Entre algunos grupos indígenas de la Sierra de Sonora, el chile chiltepín brinda identidad regional a los sonorenses pues lo consideran símbolo de valentía, hombría, fortaleza, y coraje

El chiltepín no se cultiva a nivel comercial, al fruto se le encuentra en los mercados locales de las regiones productoras, sobre todo al término de la temporada de recolección (Laborde y Pozo, 1982).

La derrama económica que deja el chile chiltepín silvestre a recolectores y comerciantes en la región del Rio de Sonora, es de \$18 200 000.00 considerando una producción de 70 000 kilogramos a un precio de \$ 260.00 por kg., (Robles, 2009). Lo anterior muestra la importancia económica que tiene el chile chiltepín en esta región en la época de recolección.

## **2.16 Compuestos bioactivos en el género Capsicum**

Las propiedades medicinales de la especie de Capsicum están relacionadas con la presencia de compuestos bioactivos como capsaicinoides, compuestos fenólicos, y carotenoides, entre otros, presentes en los frutos de los chiles (Oboh y Rocha, 2008; Adedayo et al., 2010). Diversos estudios han demostrado que especie de Capsicum contienen una amplia gama de compuestos fitoquímicos como las vitaminas C, A y E, compuestos fenólicos, capsaicinoides y carotenoides con propiedades antioxidantes y/o antimicrobiana. La presencia de péptidos antimicrobianos en Capsicum annum L., que pueden actuar sobre la organización celular de la pared celular de ciertas levaduras de importancia médica afectando la formación de pseudohifa, representando una alternativa para la generación de nuevos medicamentos (Ribeiro et al., 2007).

## **2.17 Usos del chile chiltepín**

Principalmente el fruto es comercializado en seco para ser utilizado como condimento a nivel local o regional y en forma secundaria se vende en verde, encurtido y en salsas caseras, elaboradas por los mismos recolectores (Morales-Cuen, 1986).

Por sus características nutrimentales, nutraceuticas y usos como sazonador, el Chile Chiltepín, es cotizado en el mercado alcanzando un precio mayor al chile serrano y chile jalapeño (Martínez, 2000).

El Chile Chiltepín se consume como condimento en la comida regional de la región norte del Estado de Puebla (Castañón, 2011; Valadez-Bustos, 2009). Como cultivo, localmente se produce en campo, en huertos de traspatio y en huerto combinado con café. Presentando problemas de bajo rendimiento y variabilidad en la calidad del fruto.

Dado que los chiles pertenecen al género *Capsicum*, es considerado un ingrediente indispensable en la preparación de alimentos tanto que a nivel mundial tiene alto impacto en la industria farmacéutica, alimentaria y de tipo cosmético siendo uno de los cultivos vegetales de mayor importancia para México.

## **2.18 Diferencias entre chile Chiltepín y Chile piquín**

Existen dos tipos de este chile, lo que ha causado mucha polémica entre los especialistas del ramo. Las características del primer tipo muestran a un chile de forma ovalada o redonda, y se encuentra a la orilla de los caminos o ríos al norte

del país, en donde lo llaman chiltepín. El otro es de forma más alargada, es más pequeño y tiene fama de ser menos picante y es conocido con el nombre de chile piquín. Ambos se recolectan como chiles silvestres para su venta en los mercados donde alcanzan precios altos. El chile piquín ocupa un lugar muy importante en el consumo en México por su rico sabor y olor, además de ser ampliamente conocido, representando una fuente de ingresos para las comunidades rurales de nuestro país que lo explotan (Del Bosque Rodríguez, 2003).

### **2.19 Chile piquín**

El chile piquín (*Capsicum annum* L. var. *aviculare* Dierb.) D.& E. crece bajo condiciones naturales en las regiones semiáridas de Nuevo León. Debido a su utilización, como condimento y en la medicina popular, constituye una importante fuente de ingresos (Díaz, 1977, Lust, 1974).

El chile piquín es un fruto silvestre de recolección, de alta demanda como condimento y sujeto a una fuerte presión antropógena. Además, muestra baja incorporación de plantas a sus poblaciones debido a la germinación lenta e irregular de la semilla y está en riesgo un aprovechamiento sostenido.

### **2.20 Limitantes del chile piquín**

Entre las limitantes que afectan su producción intensiva se encuentra la latencia de la semilla, influenciada por factores como morfología, color y tamaño del fruto, así como temperatura, altitud, latitud, tipo de suelo, entre otros (Wall et al., 2002), por lo que al chile piquín se le considera una especie de difícil propagación. Estudios indican que la germinación de la semilla sin pre acondicionamiento no

rebasa 10% y que el tratamiento para lograr 50% de germinación es el tratamiento con 5,000 ppm de ácido giberélico (INIFAP, 2011).

## 2.21 Producción intensiva de chile piquín en el norte de Tamaulipas.

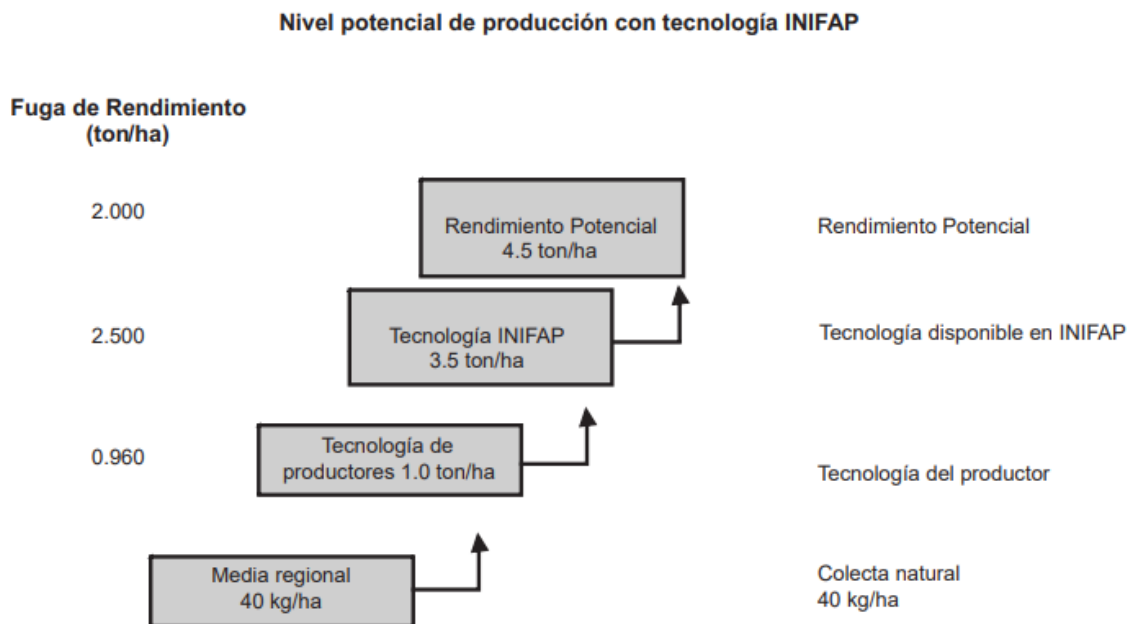


Figura 4. Producción de chile Piquín.

## 2.22 Características generales de los sitios donde se puede establecer chile chiltepín.

Para establecer el chile chiltepín bajo un sistema agroforestal, se requieren terrenos que cumplan con una condición arbórea y/o arbustiva no muy densa, (que provea una sombra de más o menos 50 %). Asimismo, los suelos de preferencia deben ser aluviales; este tipo de superficie normalmente se localiza a la orilla de los arroyos y ríos. Otros suelos como los francos, migajón-arenosos y migajón-arcillosos son buenos para producir chile chiltepín si poseen buen drenaje y una pendiente adecuada (4-8 %). En general, se podría decir que los sitios de

establecimiento del chiltepín deben reunir características similares a aquéllos en los que la planta se da de forma natural

Para establecer el chile chiltepín bajo un sistema agroforestal, se requieren terrenos que cumplan con una condición arbórea y/o arbustiva no muy densa, (que provea una sombra de más o menos 50 %). Asimismo, los suelos de preferencia deben ser aluviales; este tipo de superficie normalmente se localiza a la orilla de los arroyos y ríos. Otros suelos como los francos, migajón-arenosos y migajón-arcillosos son buenos para producir chiltepín si poseen buen drenaje y una pendiente adecuada (4-8 %). En general, se podría decir que los sitios de establecimiento del chiltepín deben reunir características similares a aquéllos en los que la planta se da de forma natural

### **2.23 Técnicas de germinación**

Para obtener un mayor porcentaje de germinación se les da un tratamiento para inducirla. Existen diversas técnicas para estimular la germinación del chile chiltepín. Entre ellas la aplicación de productos químicos como ácido clorhídrico (HCl) y ácido giberélico. Otra técnica consiste en poner a remojar la semilla.

### **2.24 Poda**

La poda es necesaria para mantener productivas las plantas. Es recomendable hacerla al final de la temporada de producción (diciembre-enero) y quitar no más del 50 % del follaje.

## 2.25 El chile chiltepín en la medicina tradicional

El chile chiltepín aparece con facilidad en el ámbito de la salud y la enfermedad. Como se menciona anteriormente en la descripción de Pfefferkorn (1984), el chile chiltepín era considerado por los primeros sonorenses como una especie saludable. En la actualidad esta concepción se sigue manteniendo, especialmente en algunas comunidades indígenas y mestizas. Es muy usual escuchar frases como: *"el chile chiltepín es el único chile que no hace daño; el chile chiltepín de monte no te hace daño como los otros chiles, al contrario, te alivia, pues es de monte"*. En este sentido comer chile chiltepín tiene algunos significados para los sonorenses como ser saludable, "bueno" y no sólo en sentido físico, sino en el espiritual.

Los frutos de este chile son usados por los sonorenses para curar el cuerpo y el espíritu; se atienden distintos padecimientos como: dolor de oído, dolor de muela, reumas, calentura, gripa, tos, debilidad, gastritis, úlcera, contra los parásitos, hemorroides, mal de ojo, "cruda de borracho" y son efectivos hasta para alejar el "mal puesto" o "daño" cuadro<sup>1</sup>.



Cuadro 1. Los usos medicinales del fruto del chiltepín en comunidades indígenas y mestizas de la sierra de Sonora

Enfermedad
Alta presión
Calentura
"Cruda de borracho"
Debilidad
Dolor de muela
Dolor de oído
Gastritis
Gripa
Hemorroides
Heridas
Mal de ojo
"Mal puesto" o "Daño"
Parásitos
Picadura de tarántula
Reumas
Tos
Ulceras

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas directas.

Figura 5. Usos medicinales del chile chiltepín.

## 2.26 Picor y color del chile chiltepín

El fruto en su estado inmaduro se utiliza para la elaboración artesanal de salsas y encurtidos, mientras que en estado maduro se deshidrata al sol para emplearse como condimento y también en la elaboración de una amplia variedad de salsas. Por su popularidad como picante, es considerado como una especia sofisticada con características de sabor picante, color y aroma muy distintivos. El grado de picor y el color representan los atributos de calidad más importantes (Martínez y col., 2006). El picor de la mayoría de los chiles se debe a alcaloides como la capsaicina (C), dihidrocapsaicina (DHC), nordihidrocapsaicina (NHC),

homocapsaicina y homodihidrocapsaicina; los cuales difieren entre sí por la longitud de sus cadenas alifáticas (Lambert y Sum, 2006). C y DHC aportan entre el 80 y 90 % del total del picor (Martínez y col., 2006; Perkins y col., 2002; Reilly y col., 2001). Además de participar en el picor del fruto, los capsaicinoides tienen diversas propiedades biológicas con efectos beneficiosos para la salud humana (Surch y Lee, 1996, Choi S y col., 2006), entre las que destacan la estimulación del sistema cardiovascular (Govindarajan y Sathyanarayana, 1991) y su capacidad antiinflamatoria (Anogianaki y col., 2006).

### **2.27 Chile chiltepín como antioxidante**

Los frutos de las especies de chile son conocidas por ser una fuente importante de compuestos bioactivos que desempeñan un papel relevante como precursores de vitamina A y como antioxidantes (Antonious y col., 2006). Los antioxidantes tienen la capacidad de detener o retardar los procesos oxidativos, estos procesos, pueden causar daños en las células o afectar la preservación de productos. Estas características hacen que algunos frutos vegetales se reconozcan por ser agentes protectores de la salud debido a estas propiedades funcionales, las cuales están relacionadas con la prevención de enfermedades crónico-degenerativas (Rochín-Wong y col., 2013). La composición de los frutos cambia en función de la etapa de maduración y de las condiciones ambientales en las que se producen los frutos y en el caso de las variedades cultivadas, el tipo de manejo de los cultivos (VeraGuzmán y col., 2011).

## 2.28 Datos de recolección de chile chiltepín *Capsicum annum* var. *glabriusculum* de chile chiltepín cosechado en diferentes condiciones agronómicas.

			Medio Ambiente
Locación	Código	Ubicación geográfica	Tipo de Vegetación, Clima, Precipitación y Suelo
San Pedro	SPE	27°03' 52.8"N 118°43' 14.2"	Silvestre: Pertenece al municipio de Álamos, Sonora. Presenta una temperatura promedio anual de 23,1 °C. Ubicado a 444 msnm, con un tipo de vegetación denominado selva baja caducifolia. Ocasionalmente se presentan heladas. Con una precipitación media anual de 710,0 milímetros, con un tipo de suelo de Regosol.
Aconchi	ACO	29°49' 29"N 110°13' 28"O	Invernadero: Municipio de Sonora. Se ubica a 583 msnm, presenta una temperatura promedio anual de 21,1 °C, con un tipo de vegetación denominado matorral subtropical. Ocasionalmente se presentan heladas y granizadas en el invierno. Tiene una precipitación anual de 450 milímetros, con un tipo de suelo de Regosol.
Tecoripa	TEC	28°37' 27"N 109°57' 13"O	Silvestre: Pertenece al Municipio de La Colorada. Se ubica a 400 msnm y presenta una temperatura promedio anual de 18,5 °C. Predomina un tipo de vegetación denominado mezquital. Presenta ocasionalmente heladas. Tiene una precipitación media anual de 349.7 milímetros, con un tipo de suelo de Regosol.
Hermosillo	HMO	29°03' 15.4"N 110°43' 00.85"O	Rodal de mezquites: Recolectado en Hermosillo, Sonora. Precipitación media anual de 330 mm y temperatura promedio de 24 °C, con un tipo de vegetación denominado matorral arbofrutescente. Ocasionalmente se presentan heladas y granizadas en el invierno. Con una precipitación media anual de 386,9 milímetros y un tipo de suelo de Regosol.
Mazocahui	MAZ	29°06' 30"N, 110°10' 30"O	Silvestre: Pertenece al municipio de Baviácora. Se ubica a 475 msnm. Su temperatura anual es de 22,7 °C, con un tipo de vegetación denominado matorral subtropical. Se presentan heladas y granizadas ocasionalmente en invierno. Tiene una precipitación media anual de 321,5, con un tipo de suelo de Regosol.

Figura 6 (Mc Caughey, et al. 2020)

Las plantas del chile chiltepín y los niveles de sombreado y de agua afecta el crecimiento vegetativo del chile chiltepín, las plantas de chile chiltepín pueden crecer bajo diferentes condiciones geográficas y edáficas y el estrés biótico puede causar daño a las plantas de chile piquín, mas que a otros cultivares de chile. (Mares; et al. 2018)

La implementación del tipo de invernadero propuesto tiene una alta viabilidad en el sector agrícola, ya que permite un gran control en las etapas del cultivo del chile piquín, las tecnologías modernas para la producción de una cosecha

controlada de chile piquín minimiza los tiempos de producción. (Espinoza, et al. 2018)

### **2.29 Preferencias en consumo de chile piquín.**

Un total de 1,000 consumidores (hombres adultos) de nueve ciudades del noreste de México fueron encuestados sobre sus preferencias por diferentes tipos de chiles, en particular al chile piquín. Aunque las predilecciones variaron de acuerdo a las localidades, en promedio el chile piquín fue altamente preferido entre los consumidores (30 a 37 %), a niveles similares que el jalapeño (33 a 37 %), a pesar que éste último se encuentra disponible en el mercado todo el año a menor precio. (Rodríguez, 2005)

### **2.30 Periodos óptimos para trasplante del chile piquín.**

La producción de plántulas de chile piquín se puede realizar en almácigos o en charolas en invernadero. Una vez obtenidas las plántulas, la producción de plantas en bolsas de plástico negro es una opción viable, aunque con la desventaja del incremento en los costos de producción. La siembra y producción de plantas puede desarrollarse durante cualquier época del año en invernaderos o cualquier lugar protegido. Sin embargo, el trasplante no debe coincidir con condiciones climáticas adversas por lo anterior los mejores periodos para el trasplante son durante marzo-abril y septiembre-octubre.

Se recomienda establecer el cultivo en suelos bien preparados en surcos de 1 m de separación o en camas de 2 m a doble hilera, con una separación entre

plantas de 0.5 a 1.0 m (10 mil a 20 mil plantas/ha). El manejo del cultivo es intensivo igual que cualquier chile cultivado, extremando los cuidados en el control fitosanitario. La etapa más crítica en el suministro de agua es la de floración-fructificación. En general, el chile piquín no presenta problemas serios de plagas en su hábitat natural, con la excepción de la presencia ocasional de algunos insectos que dañan el follaje

### III.- MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área general de estudio.

El área de estudio se encuentra ubicada en terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna localizada a un costado del Periférico Raúl López Sánchez s/n. Col. Valle Verde CP 27059, Torreón, Coahuila ubicada geográficamente a  $32^{\circ}44'41''N$  latitud norte y  $129^{\circ}52'25''O$  longitud oeste del meridiano de Greenwich.

#### 3.2 Sitio experimental

La investigación se llevó a cabo en invernadero y a cielo abierto dentro de las instalaciones de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, (figura 7).



Figura 7. Ubicación del área del trabajo

#### 3.3 Datos climáticos del lugar.

El clima en el Municipio es de subtipos secos semicálidos; la temperatura media anual es de 20 a 22°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango

de los 100 a 200 milímetros en la parte noreste, este y suroeste, y de 200 a 300 en la parte centro-norte y noroeste, con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo; los vientos predominantes tienen dirección sur con velocidades de 27 a 44 km/h. La frecuencia de heladas es de 0 a 20 días y granizadas de 0 a 1 día en la parte norte-noroeste, sur-oeste, y de uno a dos días en la parte sureste; (H. Ayuntamiento de Torreón, 2014)

### **3.4 Producción de plántula y trasplante.**

1.- La semilla utilizada fue recolectada del fruto maduro de chile chiltepín, para después ponerlas a secar en hojas de papel.

2.-Se realizó una selección de semilla dejando solo la semilla útil que pudiera dar el mayor porcentaje de germinación.

3.- Posteriormente la semilla seleccionada se puso en tratamiento de Ácido Giberélico, dejándolas en un periodo de prueba de 12, 24 y 36 horas de remojo.

4.- Después del periodo de prueba se dejó secar la semilla en papel para poderse realizar la siembra.

5.- Se procedió a preparar el sustrato a utilizar (PROMIX GTX) generando las condiciones adecuadas para que la germinación de la semilla.

6.- Se hizo el llenado de las charolas utilizadas para hacer la siembra las cuales constaron de 200 cavidades llenadas homogéneamente con el sustrato previamente preparado.

7.- Con las charolas preparadas y la semilla se llevó a cabo el proceso de siembra depositando una semilla por cavidad a 5 mm de profundidad cubriendo la semilla con una ligera capa de sustrato en seco para poder tener mejor uniformidad, posteriormente se humedeció la capa seca con ayuda de una aspersora de mano y por último se taparon las charolas con bolsas negras de plástico, para incrementar la temperatura y favorecer la germinación de la semilla. Las charolas sembradas y embolsadas se llevaron a un invernadero de propagación de planta, localizado dentro de las instalaciones de la UAAAN- UL.

8.- Una vez germinada la semilla se checó y regó con una aspersora de mano para no dañar el brote, para después ser trasplantadas a macetas al alcanzar el tamaño adecuado.

9.- Se usaron bolsas negras de polietileno con capacidad de 10 kilos, se llenaron con una mezcla preparada de 50% de lombricomposta y 50% de arena, para después realizar el trasplante. Las macetas posteriormente fueron llevadas al invernadero.

### **3.5 Diseño experimental.**

El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar, con 11 repeticiones. El análisis se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL), (Sáenz, 2012).



### 3.6 Tutoreo de planta

Durante el desarrollo de las plantas fue necesario tutorearlas para evitar que se doblaran o quebraran. Este procedimiento se llevo a cabo utilizando palitos de bandera de 90 cm y rafia, estos fueron enterrados a 5 cm de profundidad para después poder enredar la planta a ésta amarrándolas con un pedazo de rafia de 20 cm, esto se hizo para que las plantas crecieran de la mejor manera (Figura 6).

Esta labor se realizo para proveer a la planta un punto de apoyo o soporte para la misma.



Figura 8. Tutoreo de plantas de chile chiltepin.

### 3.7 Control de plagas

El control de plagas se realizó utilizando un insecticida orgánico a base de Neem, para mosquita blanca y araña roja. Se realizaron dos aplicaciones la primera

el día 16 de junio del 2019 y la segunda el 08 de agosto del 2019 en las plantas localizadas dentro del invernadero, en las plantas externas no fue necesario llevar a cabo aplicaciones al no presentarse problema con plagas.

### **3.8 Fertilización.**

La fertilización se realizó a través de 4 aplicaciones de solución Steiner. Con el fin de proporcionarle a las plantas los nutrientes requeridos para su desarrollo. Los fertilizantes utilizados para su preparación se presentan en el (Cuadro 1).

La solución se preparó en un tanque con un volumen de 200 litros, agregando los fertilizantes en las cantidades requeridas para la preparación de la solución Steiner (Cuadro 1). Primeramente, se procedió con el llenado del tanque con 100 litros agua, agregando la mitad de los fertilizantes ya antes pesados en una balanza granataria que se encuentra en el Laboratorio de Riego y Drenaje agitando bien para que se disolvieran homogéneamente. Posteriormente se agregó el volumen de agua y cantidades de fertilizantes restantes. Se continuó con la agitación hasta la disolución completa de los fertilizantes. Enseguida se llevó a cabo la aplicación de la solución Steiner (Cuadro 1) a las plantas en invernadero, y plantas bajo condiciones a cielo abierto.

Cuadro 1. Fertilizantes utilizados para la preparación de la Solución Steiner

Fertilizantes a mezclar	Cantidad
Nitrato de Calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	46.36 gr
Nitrato de Potasio $\text{KNO}_3$	144.57 gr
Nitrato de Magnesio $\text{MgNO}_3$	54.49 gr
Sulfato de Magnesio $\text{MgSO}_4$	42.94 gr
Ácido fosfórico $\text{H}_3\text{PO}_4$	13.40 ml

### 3.9 Variables evaluadas

Las variables evaluadas en el presente trabajo fueron:

- 1.- Altura de planta.
- 2.- Número de frutos por planta.
- 3.- Peso de fruto
- 4.-Rendimiento por planta.

#### 3.9.1.- Altura de planta

La determinación de altura de planta se realizó utilizando un flexómetro midiéndola de la superficie del sustrato a la parte más alta de la planta. La medición de altura de planta se inició a partir del 16 de junio del 2019 monitoreándola hasta el 02 de septiembre del 2019.



Figura 9. Distribución de plantas en invernadero

### 3.9.2.-Número de frutos por planta.

Esta variable fue determinada contando el número de frutos por planta cosechados semanalmente.

### 3.9.3.- Peso de fruto.

Una vez obtenidos los frutos éstos fueron pesados, obteniéndose el peso promedio dividiendo el peso de frutos entre el número de frutos para así obtener el peso de fruto. El peso de frutos se determinó utilizando una balanza granataria, en el Laboratorio de Riego y Drenaje.

#### **3.9.4.- Rendimiento por planta.**

El rendimiento por planta se obtuvo pesando los frutos cosechados por planta utilizando una balanza granataria. La evaluación de rendimiento se inició a partir del 12 de agosto y finalizó el 02 de septiembre del 2019.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de planta

La altura de planta bajo los diferentes tratamientos se presenta en el Cuadro 2. El análisis estadístico detectó diferencia significativa entre tratamientos. La mayor altura la presentaron las plantas bajo invernadero con una altura de planta de 97.18 cm superando a las plantas a cielo abierto que presentaron una altura de 49.54 cm.

### 4.2 Inicio de floración

El inicio de floración de la planta fue a partir del día 21 de junio del 2019, tanto plantas en invernadero como a cielo abierto. (Figura 10).



Figura 10. inicio de floración de plantas de chile chiltepín.

### 4.3 Inicio de fructificación

El inicio de fructificación de ambos tratamientos se presentó a partir del 5 de agosto del 2019 (Figura 11).



Figura 11. Inicio de fructificación

### 4.4 Número de frutos por planta

En número de frutos por planta el análisis de varianza encontró diferencia entre plantas bajo invernadero y a cielo abierto Cuadro 2. La mayor producción de frutos por planta se presentó en las plantas bajo condiciones de cielo abierto con un promedio de 134.545 frutos mientras que las plantas bajo invernadero produjeron 15.636 frutos por planta.

**Cuadro 2. Altura de planta y número de frutos por planta en chile chiltepin bajo condiciones del invernadero y cielo abierto UAAAN UL 2019**

Tratamiento	Altura (cm)	Numero de frutos (Frutos/Planta)	
Invernadero	97.182 a	15.636 a	
Cielo abierto	49.545 b	134.545 b	
DMS	14.063	DMS	30.778

Valores con la misma letra dentro del cuadro 2 son iguales según la prueba DMS, a una ( $P \leq 0.05$ )

#### 4.5 Peso de fruto Verde

En el peso de fruto el análisis de varianza no encontró diferencia significativa entre tratamientos. En virtud de lo cual el peso de fruto bajo condiciones de invernadero y cielo abierto fue similar. El peso de fruto bajo invernadero fue de 0.096 gramos y bajo cielo abierto de 0.104 gramos Cuadro 3. Checar

#### 4.6 Rendimiento por planta

El rendimiento por planta se presenta en Cuadro 3. El análisis estadístico encontró diferencia significativa entre tratamientos. La mayor producción por planta se



obtuvo bajo condiciones de cielo abierto con 13.585 gramos por planta a comparación de la producción en plantas bajo condiciones de invernadero con valor de 1.511 gramos por planta.

En ambos tratamientos se realizaron cuatro cortes para determinar el número de frutos y el rendimiento por planta.

**Cuadro 3. Peso de fruto y rendimiento total por planta de chile chiltepín bajo condiciones de invernadero y cielo abierto. UAAAN UL 2019.**

Tratamiento	Rendimiento por planta (gr)	Peso de fruto (gr)
Cielo abierto	13.585 a	0.104
Invernadero	1.511 b	0.098
DMS	4.836	

**Valores con la misma letra dentro del cuadro 3 son iguales según la prueba DMS, a una ( $P \leq 0.05$ )**

## V.- CONCLUSIÓN

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el estudio y los resultados obtenidos se concluye:

- Las plantas bajo invernadero presentaron mayor altura.
- El inicio de floración fue similar en invernadero y cielo abierto.
- El número de frutos por planta fue mayor a cielo abierto.
- El peso de fruto fue similar.
- El rendimiento por planta fue superior a cielo abierto.

Es factible la producción de chile chiltepín o chile piquín, bajo condiciones de invernadero y a cielo abierto en la Comarca Lagunera y ser una alternativa rentable para los agricultores de la región.

## VI.- BIBLIOGRAFIA CITADA

**Almanza Enríquez José Guadalupe. 1998.** *Estudios fisiológicos, métodos y productividad del chile piquin (Capsicum annuum L. var aviculare Dierb.).* De graduados Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

<http://eprints.uanl.mx/7887/1/1020124847.PDF>

**Araiza Lizarde, Nidia; y Araiza Lizarde, Evelia y Martínez Martínez, Juan Guillermo. 2011.** *Evaluación de la germinación y crecimiento de Plántula de Chiltepín (Capsicum annuum L variedad glabriusculum) en invernadero.* Revista Colombiana de Biotecnología, XIII(2),170-175.[fecha de Consulta 7 de Abril de 2020]. ISSN: 0123-3475. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=776/77621587016>

**Barreras Luque, Reyna C; Félix Apodaca, Flor v; Gastélum Morales, Rubi M; Ramirez Urias, Michel A y Valdez López, Andrés. 2016..** *Germinación y crecimiento de plántulas de Chiltepín (Capsicum annuum var. glabriusculum),* Instituto Tecnológico de los Mochis, [Fecha de consulta 5 de abril de 2020] disponible en:

[https://www.academia.edu/31551967/GERMINACION\\_Y\\_CRECIMIENTO\\_DE\\_PLANTULAS\\_DE\\_CHILTEPIN\\_FINAL](https://www.academia.edu/31551967/GERMINACION_Y_CRECIMIENTO_DE_PLANTULAS_DE_CHILTEPIN_FINAL)

**Bañuelos, Noemí; Salido, Patricia L. y Gardea, Alfonso. 2008** *Etnobotánica del chiltepín: Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses.* Estudios sociales, (Hermosillo, Son.), 16(32), pp177-205, ISSN 0188-4557. Recuperado en 07 de abril de 2020, de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-45572008000200006&lng=es&tlng=es.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572008000200006&lng=es&tlng=es)

**Catalogue of life 2016.** [Fecha de consulta 5 de abril de 2020]. Disponible en:

<http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/8582212b8e6bd4ed695babc71a0a84ac/synonym/05e729c1dc4d6cd25273ff9f2dbd3b4d>

**Espinoza Garza, G; Loera Hernandez, I; Antonyan, N; Cárdenas Barrón, L; Sandoval Sánchez, C; Palazuelos Buentello, R; Garza Ríos, A; Torres Castillo, J. y García Rivera, A. 2018.** *Greenhouse Design controlled by the production of the Piquin Chilli.* Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y ciencias. Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, N.L., 64849, México. Proceedings of the 2018 IISE Annual Conference.

**García Federico, Alfonso; Montes Hernández, Salvador; Rangel Lucio, José Antonio; García Moya, Edmundo y Mendoza Elos, Mariano. 2010.** *Respuesta fisiológica de la semilla chile piquín [Capsicum annuum var. glabriusculum (Dunal) Heiser & Pickersgill] al ácido giberélico e hidrotermia.* *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(2), 203-216. Recuperado en 11 de abril de 2020, de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342010000200007&lng=es&tlng=es.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000200007&lng=es&tlng=es)

**H. Ayuntamiento de Torreón. 2014.** *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, Estado de Coahuila.*

**Herrera Aguilar, Alejandro; Cervantes Ortiz, Francisco; Antuna Grijalva, Oralia; García Rodríguez, J. Guadalupe; Rodríguez Mercado, Daniel; Rodríguez Herrera, Sergio A; Andrio Enríquez, Enrique y Mendoza Elos, Mariano. 2018.** *Deterioro de la calidad de la semilla de chile piquín de cuatro colectas en Querétaro y Guanajuato,* *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, volumen 9, número 8, Posgrado en producción y tecnología de semilla-Instituto Tecnológico de Roque, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pág. 1628.

**Izquierdo Oviedo, Humberto; Alcaraz Meléndez, Lilia y Rodríguez Álvarez, Margarito. 2017.** *Micropropagación de chiltepín (Capsicum annum L. cv. 'glabriusculum') mediante el empleo de una oligosacarina de origen péctico.* Acta Universitaria, 27(5), 34-43. doi: 10.15174/au.2017.1452, [fecha de consulta 10 de septiembre de 2019] ISSN 0188 - 6266, disponible en:

<http://www.scielo.org.mx/pdf/au/v27n5/2007-9621-au-27-05-34.pdf>

**María Daniela Mares Quiñones y Juan Ignacio Valiente Banuet. 2018.** Horticultural Aspects for the Cultivated Production of Piquin Peppers (*Capsicum annum L. var. Glabriusculum*) A Review. Escuela de ingeniería y ciencias centro de biotecnología FEMSA, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, NL 64849, México. Hort Science 54(1): 70-75. 2019. Disponible en:

<https://doi.org/10.21273/HORTSCII3451-18>.

**Mc Caughey Espinoza, Diana Miriam; Buitimea Cantú, Génesis V.; Buitimea Cantú, Nydia E.; Ayala Astorga, Gloria Irma; Ochoa Meza Andrés. 2020.** *Phisicochemical properties and yield of chiltepín fruits (Capsicum annum L: var. glabriusculumD.) cultivated under different growth conditions.* Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. Hermosillo Sonora, México, volumen 38, N°3. Pp 77-86.

**Medina Martínez, Teodoro; Villalón Mendoza, Horacio; Pérez Hernández, Juana María; Sánchez Ramos, Gerardo y Salinas Hernández, Sergio. 2010.** *Avances y perspectivas de investigación del chile piquín en Tamaulipas, México* Ciencia UAT, vol. 4, núm. 4, abril-junio, 2010, pp. 16-21 Universidad Autónoma de Tamaulipas Ciudad Victoria, México

**Moctezuma Balderas, Norma; Castro Nava, Sergio; Salazar Hernandez, Rolando; Lucio Castillo, Hermilo; Pérez Jasso y Clarisa; Mireles, Epifanio. 2016.** Preacondicionamiento en la germinación de cuatro colectas de chile piquín (*Capsicum annum* var. *aviculare*) de Tamaulipas, México, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Centro Universitario Adolfo López Mateos. Tamaulipas, México.

**Molina Maldonado, Carmen; Morales Cuen, Arturo y Marquez Castillo, Arcelia.** *Técnicas para el establecimiento y producción de chiltepín silvestre, bajo un sistema agroforestal en Sonora, México (Capsicum annum L. var. Glabriusculum) (Dunal) Heiser & Pickersgill*, Comisión Nacional Forestal, Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, pp 9,10, [Fecha de consulta 11 de septiembre de 2019], Disponible en:

<https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Tecnicas-CHILTEPIN.pdf>

**Montoya-Ballesteros, LC, y Gardea-Béjar, A., y Ayala-Chávez, GM, y Martínez-Núñez, YY, y Robles-Ozuna, LE. 2010.** *Capsaicinoides y color en chiltepín (Capsicum annum var. Aviculare). Efecto del proceso sobre salsas y encurtidos.* Revista Mexicana de Ingeniería Química, 9 (2), 197-207. [Fecha de Consulta 14 de junio de 2021]. ISSN: 1665-2738. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62016248008>

**Morales Guzmán, Víctor †; Morales Calva, Esteban; Gallardo Sandoval, Araceli y Ortega Rangel, Leticia. 2018.** *Evaluación de Chiltepín (Capsicum annum L.) Producido bajo condiciones de invernadero en Xicotepec de Juárez, Puebla*, Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales, Vol.4 No.14 37-40, ISSN: 2444-4936, pág. 39, [Fecha de consulta 7 de octubre de 2019]

**Pedraza Robles, Laura Carolina; Gómez Gómez, Alma Alicia. 2008.**

Análisis exploratorio del mercado y la comercialización de chile piquín (*C. annuum*, var. *Aviculare* Dierb.) en México. Tecsisitecal, Volumen 1 numero 5, diciembre del 2008

**Reyes Acosta, D. J.; Pinedo-Espinoza, J. M.; Robledo-Torres, V.;**

**Mendoza-Villarreal, R.; López Palestina, C. U.; Hernández-Fuentes, A. D. 2018.** *Propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidante de chiltepín cultivado bajo mallas sombra de colores.* Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Av. Universidad Km.1, Rancho Universitario, C.P.43600, Tulancingo, Hidalgo, Vol. 3 (2018), pp 535-540

**Rodríguez del Bosque, L.A.; M. Ramírez Meraz y O. Pozo Campodónico.**

**2004.** *Tecnología de producción de chile piquín en el noreste de México.* INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Folleto Técnico Núm. 29. Tamaulipas, México. 33 p.

**Rodríguez-del Bosque, L. A. 2005.** *Preferencia del consumidor por el chile*

*piquín en comparación con otros chiles en el noreste de México.* Revista Chapingo. Serie Horticultura, vol. 11, núm. 2, julio-diciembre, 2005, pp. 279-28, Universidad Autónoma Chapingo México. REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, 11 (2), 279-281. [Fecha de Consulta 15 de junio de 2021]. ISSN: 1027-152X. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60911214>

**Rodríguez Maturino, Alfonso. 2013.** *Capacidad antioxidante de extractos*

*de chile chiltepín (Capsicum Annuum Var. Glabriusculum) y su potencial en el biocontrol de alternaria alternata y fusarium oxysporum,* Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas, Pag.22, [Fecha de consulta 5 de abril de 2020], disponible en:

[http://ica.mx/uabc.mx/DCA/alumnos\\_tesis/AlfonsoRodriguezMaturino.pdf](http://ica.mx/uabc.mx/DCA/alumnos_tesis/AlfonsoRodriguezMaturino.pdf)

**Zazueta Moreno, José Guadalupe. 2013.** Validación del método con ácido giberélico para la obtención de plantas de chile chiltepín *Capsicum annuum* L. en el norte de Sinaloa, Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa.