

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación Agronómica de Seis Híbridos Experimentales de Chile Poblano  
(*Capsicum annuum* L.) Bajo Malla Sombra al Sur de Coahuila

Por:

**TERESA MÉNDEZ MOTA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación Agronómica de Seis Híbridos Experimentales de Chile Poblano  
(*Capsicum annuum* L.) Bajo Malla Sombra al Sur de Coahuila

Por:

**TERESA MÉNDEZ MOTA**

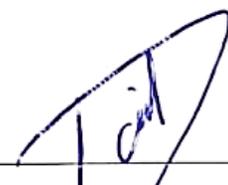
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

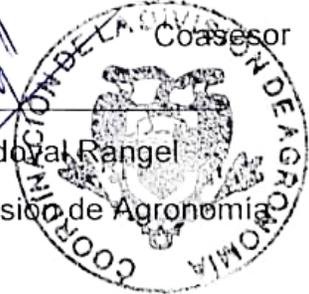
  
\_\_\_\_\_  
Dr. Neymar Camposeco Montejo  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. David Sánchez Aspeytia  
Asesor Principal Externo

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Antonio Flores Naveda  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Coordinador de la División de Agronomía



Satillo, Coahuila, México

Diciembre 2023

## DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no ocurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos textos sin citar la fuente o autor original (copia-pegar); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar el autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante

Teresa Méndez Mota

**Teresa Méndez Mota**

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** primeramente por la vida, la salud y porque todo lo que soy y tengo es gracias a Él. Porque existen batallas en las que él es mi único acompañante.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, gracias por abrirme las puertas de esta casa de estudios tan importante, siempre estaré muy feliz de formar parte de esta gran comunidad.

A **mis padres** porque siempre están en constante sacrificio, trabajo y esfuerzo, por darme a mí y a mis hermanos lo mejor que han podido, sin importar nada, además de formar personas trabajadoras y honestas. Les estoy agradecida por que todo lo que es mi persona es por ustedes.

A **mis hermanos Moy, Ale, Hino y Cris**, por acompañarme en todo momento, a cada uno de ustedes les agradezco todo el respaldo que me han dado desde siempre, ser mis hermanos mayores les ha dado un enorme trabajo. Todos se han esforzado mucho, siempre me han mostrado un buen ejemplo. Les deseo mucho éxito para cada uno de ustedes, recuerden que todavía sigo sus pasos.

A mi mentor el **Dr. Neymar Camposeco Montejo**, un agradecimiento muy especial porque, por usted es posible este proyecto, además por su dedicación, paciencia, esfuerzo y tiempo invertido a lo largo de todo este proyecto. Por darme su confianza y asistencia incondicional en todo momento, así mismo por ser un excelente profesor y amigo.

Al **Dr. Antonio Flores Naveda** por su ayuda, convivencia y su disposición en todo momento, desde que lo conocí.

Al **Dr. David Sánchez Aspeytia** y al **Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez**, gracias por la confianza, por sus aportaciones, por aceptar formar parte de este comité para poder presentarlo.

Al **C. Lorenzo Villa Sandoval**, por su apoyo en el desarrollo del proyecto y gran colaborador del Dr. Neymar Camposeco Montejo.

Al **M.C. Arnoldo Oryervides García**, por ser una persona que siempre me ha hecho reflexionar, gracias por mostrarme que una persona nunca deja de aprender, y siempre se debe cuestionar que hay más allá de lo que ve, gracias por acompañarme durante mi trayecto como estudiante universitaria.

A mis **compañeros y amigos** de generación que, siendo unos completos desconocidos, pero teniendo la misma meta me impulsaron a esforzarme: Diego A. Contreras, Noé A. Ramírez, Gonzalo Sánchez, Romeo Velasco, Salomón I. Rodríguez, Alejandro Pérez, Melvin Guizar, Herbin Solano, Carmen Mendoza, Sandra Pérez, Karla Flores. Gracias por su amistad. A todos les deseo mucho éxito. También a mis compañeros que en su momento me apoyaron.

Al **Departamento de Fitomejoramiento** y mis **profesores** que me transmitieron sus conocimientos en cada una de sus materias, dentro y fuera de las aulas. Especialmente Dra. Norma A. Ruiz; Dr. Francisco Javier Sánchez; Ing. Victor M. Villanueva; Dr. Fernando Borrego y Dra. Ale Tapia, gracias por su apoyo y porque sus conocimientos transmitidos, han sido muy valiosos.

A **GRANEROS DICAVA**, a los Ingenieros y a sus apreciables familias: Juan Luis Zapata, Mario Alberto Chavana, Josselino Grosso, Jaime Chavana, Orlando Flores y todos los que conforman esta organización, gracias por la confianza, además de todo su amparo. La familia **Zapata Monsiváis**, por formar parte de esta etapa, por facilitarme su ayuda. Estoy muy agradecida con todos ustedes.

A todas aquellas personas que confiaron en mí y que me daban consejos para salir adelante, a mis abuelitos: Adolfo, Estela, Salvador e Hilda y demás familiares, profesores, amigos, al CBTA 86 por darme las bases para entrar a la universidad.

Con el apoyo de todos y cada uno de ustedes es posible estar en esta etapa de mi vida, muchas gracias.

## DEDICATORIAS

A **Dios**, porque es el motor que hace funcionar mi vida, desde siempre me ha mostrado que tiene un plan para mí, al colocarme en el momento y lugar preciso. “No se inquieten por nada, más bien, en toda ocasión, con oración y ruego, presenten sus peticiones a Dios y denle gracias” (Filipenses 4:6).

Para mis padres y hermanos, con mucho amor y cariño, por acompañarme a cumplir una nueva meta, también por sus oraciones. Este logro es de ustedes papás, hermanos y mía, como resultado de lo que me han enseñado. “Bendito el hombre que confía en el Señor y pone su confianza en él” (Jeremías 17:7).

Mamá **Sra. Hortencia Mota Silvestre**, por darme su confianza, por estar siempre presente, motivándome y haciendo todo lo posible, por ser tan perseverante y nunca dejarme sola, gracias por creer en mí.

Papá **Sr. Rosalino Méndez Zamora**, por su arduo trabajo, por darme soporte siempre, por todos sus sacrificios, su paciencia, por enseñarme tanto y por dirigirme por el camino de la agricultura.

Hermanos **Moy, Ale, Hino y Cris**, por mantenerse a mi lado en cada uno de mis sueños y momentos difíciles, mismo que nos han hecho fuertes, este logro no sería posible sin ustedes, les agradezco, admiro y quiero muchísimo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
DEDICATORIAS .....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VII
ÍNDICE DE CUADROS .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
RESUMEN .....	1
I. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 Objetivo general .....	4
1.2 Objetivos específicos .....	4
1.3 Hipótesis .....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
2.1 Origen del cultivo de chile .....	5
2.2 Taxonomía del chile poblano .....	6
2.3 Importancia del cultivo a nivel mundial.....	7
2.4 Importancia del cultivo a nivel nacional.....	8
2.5 Importancia nutritiva del Chile Poblano.....	10
2.6 Situación de la agricultura protegida .....	11
2.7 Descripción morfológica.....	12
2.8 Generalidades del cultivo.....	14
2.9 Mejoramiento genético.....	16
2.10 Hibridación .....	18
2.11 Factores que se deben tomar en cuenta.....	18
2.12 Evaluación de materiales .....	19
2.13 Descripción de caracteres para descripción varietal .....	21
2.14 Chiles poblanos que se cultivan (algunos).....	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
3.1 Localización del área del trabajo de investigación .....	24
3.2 Material genético.....	24

3.3 Producción de plántula.....	24
3.4 Trasplante de plántula.....	25
3.5 Riegos.....	25
3.6 Manejo nutricional.....	25
3.7 Tutoreo.....	25
3.8 Poda.....	25
3.9 Control de plagas, enfermedades y malezas.....	26
3.10 Variables evaluadas.....	26
3.11 Diseño experimental.....	27
3.12 Análisis estadístico.....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1 Altura de la planta.....	29
4.2 Diámetro del tallo.....	30
4.3 Rendimiento (kg planta <sup>-1</sup> ).....	31
4.4 Número de frutos por planta.....	32
4.5 Peso promedio del fruto.....	33
4.6 Rendimiento calculado (t ha <sup>-1</sup> ).....	34
4.7 Longitud del fruto.....	35
4.8 Ancho de base del fruto.....	36
4.9 Ancho medio del fruto.....	37
4.10 Profundidad del cáliz.....	38
4.11 Longitud del pedúnculo.....	39
V. CONCLUSIÓN.....	40
VI. ANEXO.....	41
VII. LITERATURA CITADA.....	42

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Ranking nacional de producción de Chile poblano .....	9
<b>Cuadro 2.</b> Composición química y nutritiva en 100 g de chile .....	10
<b>Cuadro 3.</b> Temperaturas para el buen desarrollo del chile .....	14
<b>Cuadro 4.</b> Nutrientes requeridos y rendimiento esperado .....	15
<b>Cuadro 5.</b> Comparación de genomas.....	17
<b>Cuadro 6.</b> Características un chile poblano criollo y un híbrido .....	20
<b>Cuadro 7.</b> Descriptores de planta y fruto .....	21
<b>Cuadro 8.</b> Rendimiento del chile ancho poblano AP-VR .....	22
<b>Cuadro 9.</b> Rendimiento del chile ancho mulato AM-VR.....	23
<b>Cuadro 10.</b> Temperaturas promedio mensuales en Saltillo, Coahuila 2020. ....	24
<b>Cuadro 11.</b> Híbridos y su respuesta destacable en algunas de las variables...	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Descripción morfológica del chile. a) planta b) Hoja c) flor d) partes de la flor e) fruto f) semilla. Elaboración propia.....	13
<b>Figura 2.</b> Arreglo del diseño experimental completamente al azar en campo. .	28
<b>Figura 3.</b> Comparación de las medias para la variable de altura de la planta de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022. ....	29
<b>Figura 4.</b> Comparación de las medias de la variable de diámetro del tallo de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022. ....	30
<b>Figura 5.</b> Comparación de las medias de la variable de rendimiento en kilogramos por planta de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022. ....	31
<b>Figura 6.</b> Comparación de las medias para la variable de número de frutos por planta de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.	32
<b>Figura 7.</b> Comparación de las medias de la variable de peso promedio del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022..	33
<b>Figura 8.</b> Comparación de las medias de la variable de rendimiento calculado en toneladas por hectárea de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022. ....	34
<b>Figura 9.</b> Comparación de las medias de la variable de longitud del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022. ....	35
<b>Figura 10.</b> Comparación de las medias de la variable de ancho de base del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022..	36
<b>Figura 11.</b> Comparación de las medias para la variable de ancho medio del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022..	37
<b>Figura 12.</b> Comparación de las medias de la variable de profundidad del cáliz del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.	38
<b>Figura 13.</b> Comparación de las medias de la variable de longitud del pedúnculo del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022. ....	39

## RESUMEN

El cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) es de amplio uso y consumo, se cultiva en 104 países, su relevancia a nivel mundial es muy amplia. Mientras que en México es muy importante en la dieta y gastronomía, se cultiva en más de 158 mil hectáreas que producen 3,112,481 toneladas y se exporta una tercera parte. El objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico de seis híbridos de chile poblano bajo condiciones de malla sombra al sur de Coahuila, el cual se realizó en Buenavista, Saltillo, Coahuila, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), se ubicó en una malla sombra de color negro tipo rashel, ubicada en el lote experimental que lleva por nombre “El bajío” en Buenavista, el cual se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas: 25°21’05’ latitud norte y 101°01’25’ longitud oeste con una altitud de 1,799 m.s.n.m., en el lugar se tiene una precipitación de 410 mm y clima cálido-templado. Se utilizaron materiales genéticos creados y seleccionados en el Centro de Capacitación, Desarrollo y Tecnología de Semillas ubicado en el Departamento de Fitomejoramiento de la misma universidad. La evaluación en campo se llevó a cabo con el diseño experimental completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, los datos se analizaron con un ANVA y con prueba de medias de Tukey con  $p \leq 0.05$ , en el software estadístico Infostat Versión 2020. Los datos indican diferencias estadísticas en seis de las variables evaluadas, en donde los híbridos 10, 11 y 15 destacaron por sobre los demás. En las variables número de frutos por planta, longitud del fruto, ancho medio del fruto, profundidad del cáliz, longitud del pedúnculo y diámetro del tallo, no presentaron diferencias estadísticas. El comportamiento agronómico de los híbridos experimentales probados fue variable en algunas de los caracteres evaluadas, pero similar en otras. Los híbridos que mejores resultados mostraron en el rendimiento y algunos de sus componentes, fueron el 10, 11 y 15, además también sobresalieron la mayoría de las variables evaluadas.

**Palabras clave:** Mejoramiento genético, selección, calidad, agricultor, ambiente.

## I. INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annum* L.) es uno de los cultivos que América le ha dado al mundo, pertenece a la familia de las *Solanáceas* igual que la papa (*Solanum tuberosum* L.) y el jitomate (*Solanum Lycopersicum* L.), los españoles fueron los que se encargaron de llevarlo rápidamente a Europa a mediados del siglo XVII, también lo desplazaron hacia África y Asia (Duran *et al.*, 2003). Con el registro de los restos más antiguos de chile (*Capsicum annum* L.), se calcula que se cultivaban desde hace 3,000 años en los estados de Puebla (Tehuacán), Tamaulipas y Guerrero, comenzando así su domesticación, además que era utilizado ampliamente en la dieta maya y olmeca (Corona *et al.*, 2021). El chile es un ingrediente muy utilizado en la comida mexicana, es un símbolo representativo de la cultura y la gastronomía, en el caso del chile poblano es muy utilizado para elaborar el mole y el chile en nogada (Barra y Pérez, 2020).

El chile poblano se cultiva exclusivamente en 13 estados principalmente, en una superficie de 16,697 has, produciendo un rendimiento promedio de 25.03 t ha<sup>-1</sup>. Entre los tres principales estados productores se encuentra Zacatecas con 131,268.59 ton, Guanajuato 62,657.08 ton y Jalisco 51,772.61 ton, mientras que de los 38 municipios que forman a Coahuila, sólo dos de ellos son productores de chile poblano: Parras de la Fuente 1,140 ton y Saltillo 188.50 ton al año, en una superficie de 60 y 10 has respectivamente (SIAP, 2022). El chile poblano se produce un 64% de la producción en el ciclo otoño-invierno y el resto en primavera-verano (SIAP, 2015). Durante el ciclo de otoño-invierno genera más rendimiento, calidad y el precio es más elevado, aunque se debe producir en invernadero por cuestión de temperaturas (INTAGRI, 2020)

México es el sexto país a nivel mundial con más superficie de agricultura protegida, ocupa 46 mil 709 has, distribuidas en: Sinaloa 4,744 has; Jalisco 3,310 has; Baja California 2,647 has; Estado de México 1,624 has; Chihuahua 1,496 has; Sonora 1,175 has; Puebla 1,045 has, etc. (Velásquez L., 2022). Donde se produce un 68% tomate, 15% pepino, 14% chile y 3% otros, generando un promedio de 450 mil empleos directos de ellos 166 mil son fijos (AMHPAC, 2018).

Es importante mantener la variabilidad genética del chile poblano, en instituciones con banco de germoplasma, al igual de forma *in situ* en los lugares donde se cultiva, principalmente en su lugar de origen que es Puebla, para conservar genes de importancia genética que sirvan como base del mejoramiento genético. El mejoramiento genético es ciencia y arte, que se encarga de manipular plantas de especies domesticadas, con la finalidad de aumentar el rendimiento, productividad, calidad y extender su adaptación (Santana *et al.*, 2018). Es importante tener una amplia base genética y una amplia variabilidad para asegurar el éxito. Como todo procedimiento se tiene etapas: identificar problema, selección de progenitores, incremento de variabilidad genética, selección y evaluación de genotipos para finalmente registro varietal o híbridos (Nakayama *et al.*, 2018). Contreras *et al.*, 2011 plantea que la necesidad de realizar mejoramiento genético surge de la necesidad de tener materiales resistentes a plagas, enfermedades y que se adapte a las diversas condiciones ambientales, pues actualmente se tiene problemas serios con la presencia de plagas y enfermedades, lo cual ha causado reducir el área de siembra del chile poblano en el estado de Puebla.

Además de que el chile es importante en la dieta, se requiere de mayor producción. México es la 13<sup>a</sup> nación más grande del mundo tiene 1,964,375 km<sup>2</sup> y 24.6 millones de has son dedicadas a la agricultura, generando 5,406,517 empleos anuales. Pero es el 10<sup>o</sup> más poblado del mundo con 130.1 millones de habitantes (SIAP, 2022). Este trabajo de investigación se ha realizado con la finalidad de evaluar el comportamiento agronómico de seis híbridos de chile poblano bajo condiciones de malla sombra al sur de Coahuila. Donde se espera que al menos uno de los seis híbridos de chile poblano, presente un buen comportamiento agronómico bajo condiciones de malla sombra al sur de Coahuila.

### **1.1 Objetivo general**

Evaluar el comportamiento agronómico de seis híbridos experimentales de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra al sur de Coahuila

### **1.2 Objetivos específicos**

- Evaluar parámetros de rendimiento y sus componentes, también características del fruto de los seis híbridos experimentales de chiles poblanos establecidos en condiciones de malla sombra en el sur de Coahuila
- Evaluar caracteres morfológicos de seis híbridos experimentales de chiles poblanos establecidos en condiciones de malla sombra en el sur de Coahuila

### **1.3 Hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** Los seis híbridos de chile poblano, presentaran el mismo comportamiento agronómico bajo condiciones de malla sombra al sur de Coahuila

**H<sub>1</sub>:** Al menos uno de los seis híbridos de chile poblano, presentara un mejor comportamiento agronómico bajo condiciones de malla sombra al sur de Coahuila

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen del cultivo de chile

El término Chile proviene del náhuatl *chilli*, su nombre científico es *Capsicum annuum* L., este existe desde tiempos ancestrales, gracias a que fue recolectando y con el paso del tiempo se fue domesticando por personas indígenas, su centro de origen del género *Capsicum* fue en América del Sur y habría llegado a otros lugares por medio del viento y por el desplazamiento de las aves (Vásquez *et al.*, 2021). El chile se ha cultivado desde a.c., se cree que la historia del chile y la de América están relacionadas (Siglo XV y XVI); con el descubrimiento de América por Cristóbal Colón, tuvo manera de distribuirse y propagarse a más países en Europa (Aguirre y Muñoz, 2015).

Duran *et al.* (2003) afirman que la clasificación de *Capsicum* se ha ido modificando poco a poco, al momento se ha definido que tiene 23 especies salvajes y cinco especies domesticadas con más de 3,000 variedades. Confirmando lo anterior Cortés (2014) señala que las especies domesticadas son *Capsicum annuum* están los chiles más conocidos, entre ellos el chile poblano, *Capsicum chinense* el habanero, *Capsicum frutescens* de árbol, aunque ha sido poco estudiado, y *Capsicum pubescens* el manzano; las cuales son cultivadas en México, mientras que la quita es la variedad *Capsicum baccatum* ají amarillo exclusiva de Sudamérica. En el siglo XVII, el botánico; Carlos de Linneo describió cuatro especies de *Capsicum*, y A. Fingerhuth describió otras veinticinco (Duran *et al.*, 2003). Toledo-Aguilar *et al.* (2016) describe que la especie *C. annum* L tuvo su domesticación en México, y que esta misma es la que tiene más distribución e importancia, debido la gran diversidad de adaptación y distintos usos.

Los chiles poblanos reciben ese nombre por su hallazgo en Valle de Tehuacán, entre la zona fronteriza del estado de Puebla, con Veracruz y Oaxaca (Kraft *et al.*, 2014). Debido a eso Puebla es el estado que tiene más variedades, ubicadas principalmente en la Sierra Nevada y Tehuacán (Contreras *et al.*, 2011).

## 2.2 Taxonomía del chile poblano

Nombre común: Chile poblano

Nombre científico: *Capsicum annuum* L.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *annuum* (Guevara *et al.*, 2018).

Garibay *et al.* (2018) señala que el chile poblano tiene distintos nombres en estado verde; algunos de ellos son: chile gordo, chile para rellenar, chile esmeralda, chile miahuateco, chile pasilla verde o pasilla fresco, mientras que en estado seco es conocido como chile ancho o pasilla (Aguirre y Muñoz, 2015). Los nombres que les dan según sea la región, sin embargo, Atilano *et al.* (2007) plantea que también en cada país el chile se le da distintos nombres, por ejemplo: en México se conoce como chile, en Latinoamérica ají, en España pimiento, etc.

### 2.3 Importancia del cultivo a nivel mundial

Los alimentos básicos en la alimentación son el maíz, el frijol y el chile, y de estos se van tomando importancia otros como el tomate, etc. (UNESCO, 2010). El chile es cultivado en 104 países en todo el mundo, en campo abierto e invernadero, 10 países se destacan por cultivar chile seco: India 50.4%, China 11%, Bangladesh 8.5%, Perú 7.4%, Pakistán 5.6 %, Etiopía 5.3%, Vietnam 3.6%, Myanmar 3.2%, México 2.7% y Hungría 2.3% (Zegbe *et al.*, 2012).

Interpretando una tabla de la investigación de Santoyo *et al.* (2007), Asia tiene más de la mitad de superficie total de chile sembrado, es el continente que tiene más superficie sembrada destacando China, Turquía e Indonesia, mientras que en América es México y Estados Unidos (Zegbe *et al.*, 2012). Los países más competitivos en producción de pimientos de Europa son España, Italia y Holanda, mientras que en África es Senegal y Marruecos. Los países sudamericanos son los que más cultivan variedades como: chile cascabel, piquín, jalapeño, serrano, caloro, etc. (Maroto, 2002).

España tiene el mayor rendimiento  $42.36 \text{ t ha}^{-1}$  y menos área sembrada 22,500 ha, China  $20.45 \text{ t ha}^{-1}$  cultivado en 612,800 has, México cultiva una superficie de 140,693 has y genera un rendimiento de  $13.17 \text{ t ha}^{-1}$ . Destacan por su producción a campo abierto: China 50.4%, Turquía 7.1 y México 6.3% (Zegbe *et al.*, 2012).

La superficie que se le dedica al cultivo en cada país está ligada a distintos factores como uso, costumbres, volumen de producción y exportación. México a pesar de tener más variabilidad genética, tiene bajo rendimiento a causa del bajo nivel de tecnología y el uso de variedades criollas (Duran *et al.*, 2003). Sin embargo, en años recientes México fue el segundo productor a nivel mundial después de China, con 3,086,742 ton (SIAP, 2022).

## 2.4 Importancia del cultivo a nivel nacional

En México existen más de 100 tipos de chile, donde destacan el chile verde, morrón, jalapeño, poblano, etc. (SADER, 2020). El SIAP (2022) informa que, para cultivar chile, se utilizan más de 158 mil hectáreas, generando una producción de 3,112,481 ton, y un rendimiento promedio de 30.2 t ha<sup>-1</sup>. México genera más de 9,927 millones de pesos de la producción de chile; exportado un histórico de un millón 149 mil toneladas en los últimos años, destinados a 50 países, principalmente: Estados Unidos, Canadá y Alemania (SIAP, 2022). El costo del chile que se destina para consumo fresco depende de la oferta y la demanda, mientras que en estado seco varía según sea la temporada de cosecha (Zegbe *et al.*, 2012). El consumo per cápita en 2021 fue aproximadamente 14.3 kg, mientras que en 2020 de 17.2 kg, lo que significa casi un 3% menos. El chile se come principalmente: en seco y en verde; congelado, deshidratado, en reservas, en salsa, pasta, molido, especia, etc. (SIAP, 2021; 2022).

El chile poblano, se produce principalmente en 13 estados de la república mexicana, en una superficie de 16,697 has, con un rendimiento promedio de 25.03 t ha<sup>-1</sup>. Entre los tres estados más productores se encuentra Zacatecas con 131,268.59 ton, Guanajuato 62,657.08 ton y Jalisco 51,772.61 ton, (Cuadro 1) mientras que, el Estado de Coahuila, se posiciona en el lugar 12 con 1,328.50 ton; sólo dos municipios son productores: Parras de la Fuente 1,140 ton y Saltillo 188.50 ton al año, en una superficie de 60 y 10 ha respectivamente (SIAP, 2022).

En estado verde uno de los chiles más importantes que se consumen en gran parte del país es el chile serrano, jalapeño y el poblano, el chile habanero es el más picoso que tiene México y el más consumido en la península maya, mientras que en estado seco el chile ancho el más consumido en todo el país (Garibay *et al.*, 2018). El chile ancho es el más sembrado en 42.4%, después está el guajillo 26.4%, pasilla 14.0%, mirasol 6%, costeño, 1.7%, mulato 1.1%, de árbol 0.8%, tabaquero 0.2%, uno no especificado 5.9% siendo estos los chiles secos que principalmente se consumen (Zegbe *et al.*, 2012).

La producción de chile seco posee poca importancia en la industria, ya que requiere pasar por un proceso de deshidratación lo que incrementa su costo para el consumidor, por ejemplo, en el chile ancho, pasilla y mulato que son más carnosos, requieren de más tiempo que el mirasol, el de árbol o el puya. Sin embargo, si se trata de utilizar chiles de baja calidad para que el costo sea menor (Zegbe *et al.*, 2012).

Se consume desde épocas prehispánicas, aunque su consumo está dividido entre creencias y gustos, gracias a su variable grado de picor, olor, color, sabor, textura y diversas formas de preparación (SIAP, 2017). Algunos usos han sido de forma variada y amplia, por ejemplo, se utilizaba como tributo en rituales, tuvo uso militar (gas bélico), era medicina prehispánica, se aplicaba en castigos, magia (amuletos), moneda de cambio, ofrendas, en tradiciones y muchos otros (Atilano *et al.*, 2007).

**Cuadro 1.** Ranking nacional de producción de Chile poblano

<b>Ranking</b>	<b>Entidad</b>	<b>Superficie (Ha)</b>	<b>Producción (Ton)</b>	<b>Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)</b>
1	Zacatecas	6,079.50	131,268.59	21.59
2	Guanajuato	3,270.50	62,657.08	19.16
3	Jalisco	1,625.50	51,772.61	31.85
4	Baja California Sur	823.50	43,514.40	52.84
5	Sinaloa	1,371.28	37,407.67	30.09
12	Coahuila	70	1,328.50	18.98
	<b>Total</b>	16,568.88	414,656.54	25.03

Fuente: SIAP, 2022.

## 2.5 Importancia nutritiva del Chile Poblano

El chile tiene alto contenido de vitamina C (ácido ascórbico), se incrementa al madurar casi tres veces más de lo tienen los cítricos (Badui, 2012), tienen distintos compuestos: fenólicos, flavonoides, carotenoides y capsaicina, se considera que tiene efectos medicinales, ayuda a eliminar calorías, reducir el colesterol y tiene propiedades contra el cáncer (SIAP, 2010).

Castellón-Martínez *et al.* (2012) describe que el consumo del chile se debe a su sabor y picor, gracias a la capsaicina que al tener contacto con las neuronas sensoriales liberan endorfinas, sustancias que bloquean el dolor y generan placer. Esta es una sustancia incolora, insípida, soluble en alcohol y aceites, tiene efecto antiinflamatorio, analgésico, neuro y cardio protector (Ahmed *et al.*, 2023). Su fórmula química ( $C_{18}H_{27}NO_3$ ), esta sustancia se encuentra en la placenta, su existencia es definida por un gen dominante, entre más grande es el fruto su grado de picor es menor (Long-Solís, 1998). El chile poblano tiene 1,000-2,000 unidades Scoville (Wilbur Scoville, 1912) (Muñoz-Ramos, 2004).

**Cuadro 2.** Composición química y nutritiva en 100 g de chile

Composición	Pimiento dulce	Pimiento picante
Materia seca (%)	8.0	34.6
Energía (Kcal)	26.0	116.0
Proteína (g)	1.3	6.3
Fibra (g)	1.4	15.0
Calcio (mg)	12.0	86.0
Hierro (mg)	0.9	3.6
Carotenos (mg)	1.8	6.6
Tiamina (mg)	0.07	0.37
Vitamina C (mg)	103.0	96.0
Valor nutritivo medio (ANV)	6.61	27.92
ANV por 100 g de materia seca	82.6	80.7

Fuente: Duran *et al.* 2003.

## **2.6 Situación de la agricultura protegida**

La agricultura protegida consiste en producir en condiciones óptimas para los cultivos, durante todo el año, surge debido al cambio climático y a la necesidad de asegurar la alimentación que se incrementa considerablemente. A nivel mundial el líder en este tipo de agricultura es China y en Latinoamérica es México, en Europa es España y Holanda (García y Serrano, 2021).

Actualmente México es el sexto país a nivel mundial con más superficie de agricultura protegida, ocupando 46 mil 709 has, distribuidas principalmente en: Sinaloa 4,744 has; Jalisco 3,310 has; Baja California 2,647 has; Estado de México 1,624 has; Chihuahua 1,496 has; Sonora 1,175 has; Puebla 1,045 has, etc. (Velásquez L., 2022). Donde se produce un 68% tomate, 15% pepino, 14% chile y 3% otros, generando un promedio de 450 mil empleos directos de ellos 166 mil son fijos (AMHPAC, 2018).

El estado de Coahuila tiene una superficie de 15,156,254 has (7.68% de la superficie nacional) y está constituido por 38 municipios; la superficie que se utiliza para la agricultura son 294 mil has, de ellas 164 mil con sistema de riego y 130 mil en temporal donde se producen en un 63% cultivos forrajeros, 4% hortalizas y el resto se dedica a otros cultivos. El 47.37% de la superficie tiene clima muy seco (semiárido), 25.85% clima templado y el otro 26.78% se divide en clima templado, semifríos, semisecos, secos y muy seco. (SDR, 2012).

La agricultura protegida ha tenido mucho éxito en México, paso de 325 acres en 2003 a 126,000 acres en 2018, divididas en un 27% de invernadero, 45% en malla sombra y el 29% en macrotúneles, (Burfield, 2022). La mayor producción en mallas sombras, se puede deber a que los costos de producción son más bajos y más accesibles para los agricultores, además se controla luz, ventilación y sanidad, aunque en invernadero se controla todo, pero es más caro.

## 2.7 Descripción morfológica

**Raíz:** Es de tipo pivotante que ramifica un grupo de raíces laterales, se distribuye mayormente en la parte superficial y el resto puede tener una profundidad de 30-60 cm.

**Tallo:** Nuez *et al.* (2003) describe que es una planta herbácea de tipo anual con tallos erguidos y crecimiento limitado, su altura y forma de desarrollo va depender del cultivo y de las condiciones en las que se encuentre. Lesur, (2005) coincide que el tamaño va a variar según la variedad, aunque puede llegar entre 30 a 100 cm.

**Hoja:** Son simples, lanceolada y aovada con borde completo (Nuez *et al.*, 2003). De las características más importantes que debe presentar el cultivo es la buena cobertura de hojas, pues esta va a reducir la quemadura del sol a los frutos, la planta entre más pequeña tiene mejor cobertura de hojas y frutos de más calidad (Elizondo-Cabalceta y Monge-Pérez, 2017)

**Flores:** Son hermafroditas, están solas en cada nudo, tienen pedúnculo torcido hacia abajo de 10-20 mm de largo con 5-8 costillas. Cada flor tiene un receptáculo que constituye las partes de la flor: cáliz formado por 5-8 sépalos que se mantienen hasta que el fruto está maduro, corola contiene 5-8 pétalos, el androceo tiene 5-8 estambres con filamentos de 1.8-3.5 mm y antera de 1.2 de ancha-2.4 mm de larga con 2 tecas y cada una con 2 sacos polínicos y el gineceo formado de 2-4 pistilos con ovario de 2-5 mm de largo y 1.5-5 mm de diámetro y el filamento de 3.5-6.5 mm (Nuez *et al.*, 2003).

**Fruto:** Chile ancho se caracteriza por tener un fruto en forma triangular o corazonada, con un cajete hundido (en el pedúnculo), mide de 12 a 19.5 cm de largo y 6.5 de ancho, tiene 2, 3 o 4 lóculos, en cada uno tiene una vena, que van del centro hasta el pericarpio. El pericarpio es grueso y al madurar toma un color rojo (Aguilar *et al.*, 2010). El fruto se clasifica como una baya hueca de pulpa firme y sus partes son: tallo, cáliz, base, hombro, glándulas, venas, semillas, lóbulo pericarpio y ápice (Lesur, 2005).

**Semilla:** Tienen una apariencia aplastada, redonda y lisa, están compuestas principalmente por aceite, tienen poder germinativo de 3 a 4 años (Lesur, 2005). Sin embargo, Nuez *et al.* (2003) también comenta que son de color amarillento, el peso y

tamaño depende del tamaño del fruto; de un fruto grande 1 g contiene de 150 a 200 semillas (mil semillas oscilan de 5 a 7 g), los cultivares de *C. annuum* no presentan latencia y tiene comportamiento ortodoxo.



**Figura 1.** Descripción morfológica del chile. a) planta b) Hoja c) flor d) partes de la flor e) fruto f) semilla. Elaboración propia.

## 2.8 Generalidades del cultivo

Berrios *et al.* (2007) describen que el cultivo de chile es una hortaliza de clima cálido y templado, sensible al frío y no tolera las heladas, es muy exigente en temperaturas y requiere en promedio en un rango de 18-28 °C para germinar, en crecimiento vegetativo 20-25°C durante el día y de 16-18°C en la noche, para la floración y fructificación en el día 26-28°C y en la noche de 18-20 °C.

**Cuadro 3.** Temperaturas para el buen desarrollo del chile

Fases del cultivo	Temperatura (°C)		
	Óptima: día/noche	Mínima	Máxima
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25/16-18	15	32
Floración y fructificación	26-28/18-20	18	35

Fuente: Muñoz-Ramos, 2004.

Sin embargo, Muñoz-Ramos (2004) también agrega que la semilla no germina en temperatura inferior a 13°C ni mayor a 37 °C y para el desarrollo de la plántula a más de 18°C la humedad relativa apta es de 50-70%, para que no se desarrollen patógenos y es altamente exigente en luminosidad, pues necesita días largos durante la primavera. Aunque Maroto (2002) añade que los pimientos dulces son los que son aún más estrictos con las temperaturas.

Las temperaturas diurnas tienen distintos efectos: a los 12°C en la floración la planta produce un mayor número de flores que, si se sometiera a una de 18°C, mientras que de 8-10°C se reduce la viabilidad del polen o conduce a la formación de frutos partenocarpios (pequeños y sin semilla, a veces con deformaciones), mientras que tener 8°C antes de la floración conduce un alto número de frutos alargados y altas temperaturas de 35°C causa caída de las flores (Maroto, 2002).

Las temperaturas altas de día, con humedad relativa baja, ocasiona la caída de las flores y frutos recién cuajados, además de que provoca daños en los frutos que están en proceso de llenado (Nuez *et al.*, 2003). Los chiles que tienen poca agua y altas temperaturas son los más picantes (Duran *et al.*, 2003). Es un cultivo que le gustan los suelos con buen drenaje y ricos en materia orgánica, es sensible a la salinidad, pH ideal 6 a 6.5 y es sensible al exceso de nitrógeno antes de tener los primeros frutos, mientras que el boro va conducir a un buen cuajado (Berrios *et al.*, 2007). El N y K intensifican el contenido de Capsicina (Maroto, 2002).

**Cuadro 4.** Nutrientes requeridos y rendimiento esperado

<b>Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>N (Kg/ha)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Kg/ha)</b>	<b>K<sub>2</sub>O (Kg ha<sup>-1</sup>)</b>
20	150	100	150
30	225	160	225
40	300	200	300
50	350	250	350

Nota: Se ajusta de acuerdo al lugar y la variedad. Fuente: Bautista, 2007.

## 2.9 Mejoramiento genético

El mejoramiento genético es la ciencia y el arte, que se encarga de manipular plantas de especies domesticadas, con la finalidad de aumentar el rendimiento, productividad, calidad e incrementar su adaptación (Santana *et al.*, 2018).

El mejoramiento de las plantas inicio desde tiempos remotos, desde que los primeros agricultores seleccionaban y cultivaban sus semillas por medio de intuición, (Nakayama *et al.*, 2018). Sin embargo, el mejoramiento tuvo gran importancia en 1856 cuando Gregor Mendel publicó sus investigaciones acerca las leyes que llevan su nombre, aunque no tenían el propósito de explicar los métodos de investigación. Fue hasta 1900 que De Vries (holandés), Correns (alemán) y Tschermak (austriaco) publicaron una investigación similar y le tomaron importancia a los resultados de Mendel, posteriormente en 1901 se encargaron de informar de este suceso, dando así el inicio del uso de conceptos de genética en el mejoramiento de las plantas (Camarena *et al.*, 2014).

Es importante tener una amplia base genética y una amplia variabilidad para asegurar el éxito. Como todo procedimiento se tiene etapas: identificar problema, selección de progenitores, incremento de variabilidad genética, selección y evaluación de genotipos para finalmente registro varietal (Nakayama *et al.*, 2018).

Siguiendo lo anterior Vallejo y Estrada (2013) describen que el mejorador debe establecer objetivos en su trabajo, y considerar aspectos importantes de la especie que va a trabajar, saber su estatus y las condiciones en la que se encuentra, también las necesidades y los recursos del agricultor, que va a consumir estos cultivos mejorados.

Los primeros estudios en el cultivo de chile fueron del genoma, por un grupo de investigadores mexicanos en chile chiltepín y otro grupo de investigadores chinos (con un chile de su país), su objetivo generar información que fuera la base para hacer mejoramiento más rápido y obtener nuevas variedades, también sirvieron para hacer secuenciación genómica (Aguilar-Meléndez *et al.*, 2018).

**Cuadro 5.** Comparación de genomas.

Especie	Tamaño	Genes	Cromosomas	%Transpones	miRNA
Chile	3.3-3.5 Gb	34000-35000	12	81%	176
Jitomate	900 Mb <sup>3</sup>	34000-35000	12	61%	96
Papa	844 Mb	39000	12	29.4%	120
Maíz	2.3 Gb	32000	10	85%	150
Arroz	398 Mb	37500	12	35%	158
<i>Arabidopsis</i>	135 Mb	25000	10	30%	325
Humano	3.234 Gb	20000-25000	23	44.7%	1756

Nota: \*Gb Giga pares de bases. Fuente: Aguilar-Meléndez, *et al* 2018.

Uno de los principales cambios que se han hecho han sido la posición del fruto, la planta del chile espontáneo es erecta y en el domesticado tiene una posición pendiente, este cambio causado por el mayor tamaño y peso del fruto, el fruto queda cubierto con las hojas, en plantas cultivadas mientras que en las silvestres el fruto se separa con facilidad del cáliz. El fruto maduro en las plantas domesticadas (silvestres) toman distintos tonos, pero casi siempre de color rojo brillante (Long-Solís, 1998).

Posteriormente se crearon variedades de Chile jalapeño, de chile ancho y pasillas, con la finalidad de darles uniformidad en características tanto de la planta como en los frutos. El mejoramiento inicio con aspectos de producción, precocidad y que la planta presentara una mejor estructura, sin embargo, los materiales aún no son lo que se necesita (Vásquez *et al.*, 2021).

## **2.10 Hibridación**

La hibridación consiste en fecundar gametos femeninos de una flor con los gametos masculinos de la flor de otra especie, se utiliza como una técnica para corregir características indeseables o para mejorar su eficiencia, con el propósito de aumentar el rendimiento y la calidad (Chávez, 1993)

Para la formación de híbridos es muy importante realizar ciertas técnicas, en plantas monoicas y dioicas cubrir la flor pistilada con glaciñes y en flores bisexuales remover anteras (emasculación en la flor que va ser femenina), antes de que el estigma madure y contamine con su polen aplicar químicos, destruir polen con calor, frío, alcohol o utilizando esterilidad masculina (Solares y Gómez, 2012).

## **2.11 Factores que se deben tomar en cuenta**

Los estigmas están receptivos por tres días y el polen también permanece viable tres días después de la apertura de los pétalos, en temperaturas de 28 °C durante el día y 18°C en la noche (Muñoz-Ramos, 2004). El grano de polen del chile puede estar inactivo por varias horas, en una temperatura óptima de 35°C o estar en un rango de 20-25°C se mantiene hasta 2 días, sin embargo, también depende de la humedad relativa y el genotipo (Nuñez *et al.*, 2003).

Gran parte de las especies del género *Capsicum* son autógamas, aunque también se tienen especies que presentan alogamia, esto se debe a ciertas condiciones ambientales, (Santana *et al.*, 2018).

Vallejo y Estrada (2013) indican que las plantas autógamas tienen hasta un 95% de autofecundación y que la autogamia se ve favorecida por la cleistogamia, lo cual va a mantener la pureza genética (homogenidad y homocigosis). Una población formada por autofecundación se considera como líneas puras (Solares y Gómez, 2012).

Las plantas autógamas suelen autofecundarse los individuos heterocigotes en cada generación se va perdiendo en un 50%, mientras que los homocigotos se incrementan, de ese modo se van a formar líneas puras después de varias generaciones. La autofecundación y los cruzamientos son técnicas primordiales en el mejoramiento

genético, sin embargo, para evitar la autofecundación se realizan distintas prácticas como la emasculación y los cruzamientos indeseados aislando los materiales (Chávez, 1993).

## **2.12 Evaluación de materiales**

La evaluación de los materiales que se están manejando en ensayos de campo en mejoramiento genético tiene principalmente tres objetivos: predecir valores genotípicos de la población, clasificar materiales y estimar valores genéticos para identificar caracteres de interés; con estos datos se podrá estimar valores futuros y a su vez se podrán comparar con otras poblaciones (Vilela y Badilla, 2018).

Rodríguez *et al.* (2007) señala que hace casi 30 años los rendimientos eran muy buenos de 25 toneladas por hectárea además de que eran frutos grandes pues 1 kg eran hasta 5 o 6 frutos.

En los chiles y en otras especies, para obtener variedades se ha realizado por medio de la selección de fenotipos promisorios dentro de las poblaciones y otra siguiendo el método de mejoramiento clásico con hibridación y posteriormente de selección: masal, genealógica y retrocruzas (Santana *et al.*, 2018).

Con la selección masal, se elige un cierto número de plantas representativas con las características que se estén esperando fenotípicamente y el resto se descartan, según sean los criterios de selección, para un siguiente ciclo (Santana *et al.*, 2018).

La selección genealógica, método pedigree o selección individual de las poblaciones como prueba de progenies, tiene como objetivo aislar líneas puras, se usa para evaluar las características mejoradas de la planta seleccionada, tiene más eficiencia que la selección masal y dura seis ciclos (Camarena *et al.*, 2014).

El mejoramiento genético del chile, está ligado preferentemente a la calidad y uniformidad del fruto, además de la concentración de maduración para tener una sola fecha de cosecha, generar variedades tempranas y tardías, para tener producción todo el año, además de alto rendimiento, pericarpio más grueso, resistencia o tolerancia a *Phytophthora capsici* y mejor adaptación a diversos ambientes (Saavedra, 2012).

**Cuadro 6.** Características un chile poblano criollo y un hibrido

	<b>Chile poblano criollo</b>	<b>Chile chino</b>
Tamaño	15-18 cm	18-22 cm
Forma	Cónica irregular, el cuerpo del fruto con forma curva	Cónica uniforme
Aroma	Ahumado y herbal (fuerte)	Poco percibido
Piel	Dura y resistente	Dura y frágil
Coloración	Varía entre casi negra hasta verde oscura, también entre rojo y verde, incluso presenta coloraciones rojo opaco.	Verde opaco
Sabor	Ligeramente picante y con sabor a humo	Es insípido y dulce
Temporada de producción	Julio- septiembre	Todo el año
Precio por kg	\$ 25 - \$35	\$15

Nota: el hibrido de chile poblano chino es un clon del criollo, creado en Chihuahua y china. Fuente: Lozano *et al.*, 2021.

## 2.13 Descripción de caracteres para descripción varietal

**Cuadro 7.** Descriptores de planta y fruto

Características del fruto	características de la planta
-Orientación del fruto: (posición del fruto en la rama) pendiente, intermedio o erecto.	-Hábito de crecimiento: determinado, semiterminado e indeterminado.
-Longitud del fruto: selección longitudinal del fruto.	-Altura de la planta: desde la base del tallo hasta la punta más alta de la planta.
-Anchura del fruto: selección ecuatorial del fruto.	-Altura hasta la primera ramificación del tallo: desde la base hasta la primera ramificación.
-Forma de selección longitudinal: atomatada, cuadrangular, rectangular, trapezoidal, triangular, acorazonada o variable.	-Cobertura del follaje: pobre, adecuada, buena, excelente.
-Forma de la selección transversal: elíptica, redonda, cuadrangular, triangular, irregular o variable.	-Precocidad de maduración: se toma de dos formas ya sea por el número de frutos maduros al momento de la caracterización o por el número de días transcurridos desde la siembra hasta la maduración del primer fruto en la mayoría de las plantas. Se expresa en: precoz, media o tardía.
-Peso del fruto	-Cuajado de los frutos precoces: pobre, aceptable, bueno o excelente.
-Color del fruto antes de la madurez	-Cuajado de los frutos tardíos: pobre, aceptable, bueno o excelente.
-Color del fruto maduro	
-Número de lóculos	
-Espesor de la pared del fruto: delgada, aceptable o gruesa.	
-Textura de la pared del fruto: muy suave, suave, aceptable, arrugado o muy arrugado.	
-Capsaicina: presente o ausente.	

Creado de la información recopilada de Carravedo *et al.*, 2005 y Nuez *et al.*, 1998.

## 2.14 Chiles poblanos que se cultivan (algunos)

**Chile mulato:** es muy similar al chile ancho, sin embargo, sus frutos son de 12 a 18 cm de largo, 6 a 8 cm de ancho, hundimiento medio, tiene de 2 a 4 lóculos con su respectiva vena que une a cada lóculo con el pericarpio al madurar toma un color café oscuro (Aguilar *et al.*, 2010).

**Chile miahuateco:** este es muy similar al ancho y al mulato, sin embargo, el pericarpio al madurar la mayor parte de los frutos son color café oscuro, algunos de color rojo, y este se caracteriza por no tener cajete, su tamaño es de 13 a 18 cm de largo y de 3 a 4 cm de ancho (Aguilar *et al.*, 2010).

**AP-VR:** Variedad de chile ancho poblano, fue liberado por el INIFAP del noroeste, es un fruto de 13-14 cm de largo, 7-8 de diámetro, pesa 130 g tiene forma trapezoidal, frutos con 2 o 3 lóculos (firme), pericarpio de grosor 3.3 mm, es de color verde esmeralda oscuro y al madurar es rojo brillante, frutos de alta calidad y uniforme. La planta tiene una altura de 85-110 cm, cobertura de follaje de 75-85 cm, los días a floración es a los 44-48 días después del trasplante, la cosecha es a los 120 días. Es para la región de San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes, Durango y el Norte de Guanajuato (INIFAP, 2011).

**Cuadro 8.** Rendimiento del chile ancho poblano AP-VR

Sistema de producción	Rendimiento ton/ha	
	Chile verde	Chile seco
Riego rodado	21	3.0
Acolchado + fertirriego	32	4.5
Macrotúnel	54	7.5
Casa malla	60	8.5

Fuente: INIFAP, 2011.

**AM-VR:** Variedad de chile ancho mulato, liberado por el INIFAP, produce frutos grandes de 115 a 30 g, tiene de 12 a 16 cm de largo y de 6 a 8 cm de diámetro, con forma trapezoidal, pericarpio de 3.3 mm, tiene de 2 a 3 lóculos, fruto de color verde esmeralda al madurar es café oscuro tiene, alta calidad y uniformidad. La planta tiene una altura de 75 a 100 cm, diámetro de 13.2 mm, cobertura de follaje de 75 a 85 cm, 44-48 días de floración después del trasplante, 130 días a cosecha, alcanza a cosecharse 3 a 5 veces para fruto fresco y 2 para seco. Es para la región de San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes y Durango (INIFAP, 2008).

**Cuadro 9.** Rendimiento del chile ancho mulato AM-VR

Sistema de producción	Rendimiento ton/ha	
	Chile verde	Chile seco
Riego rodado	23	3.2
Acolchado + fertirriego	35	5.0
Macrotúnel	53	7.5
Casa malla	65	9.2

Extraído de INIFAP, 2011.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área del trabajo de investigación

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en el campo experimental conocido como “El bajío”, con coordenadas 25°21’05’ latitud norte y 101°01’25’ longitud oeste en Buenavista, Saltillo, Coahuila. El campo del experimento tiene una altitud de 1,799 m.s.n.m., una precipitación de 410 mm y clima cálido-templado (INEGI, 2020).

**Cuadro 10.** Temperaturas promedio mensuales en Saltillo, Coahuila 2020.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>T°Pro</b>	13.2	14.3	20.4	20.9	22.9	21.9	21.6	21.5	19.1	18.7	16.4	ND
<b>T°Max</b>	27.0	32.0	36.2	36.0	35.0	36.6	33.5	34.1	32.8	32.6	32.3	ND
<b>Prec</b>	59.6	3.4	10.5	0	14.9	47.8	204.7	40.8	66.6	0	0	ND

Temperatura promedio en °C (T°Pro), temperatura máxima en °C (T°Max) y precipitación pluvial en mm (Prec) mensual del 2020. Elaboración propia, con datos: INEGI, 2020.

#### 3.2 Material genético

Para este trabajo de investigación se utilizaron materiales genéticos provenientes del Centro de Capacitación, Desarrollo y Tecnología de Semillas-UAAAN, estos híbridos han sido creados en este mismo Centro de Semillas.

#### 3.3 Producción de plántula

La siembra se realizó el día miércoles 17 de marzo del 2022 en charolas de polietileno con sustrato de peat moss y perlita, en una relación de 70-30%, se dejaron cinco días cubiertas con un plástico de color negro, para mantener la temperatura dentro de las charolas que se quedaron en el invernadero, pasado los cinco días se sacaron al invernadero para emergencia y crecimiento.

### **3.4 Trasplante de plántula**

Se llevó acabo el día 20 de mayo del 2022, 64 días después de haber hecho la siembra, el lote experimental se constituyó de 6 híbridos (tratamientos), con cuatro repeticiones y cada una de las repeticiones formada por cuatro plantas de cada híbrido (unidad experimental). Esta labor se realizó bajo condiciones de malla sombra, se colocó cintilla de riego y se cubrieron las camas con acolchado plástico de color negro. La distancia entre surcos quedo definida en 1.8 m, mientras que la distancia de 0.30 m entre planta y planta, en ese momento también se efectuó el primer riego.

### **3.5 Riegos**

Se aplicó el sistema de riego por goteo mediante la cintilla a 20 cm entre goteros, con gasto de 1 ml L<sup>-1</sup>, el mismo que consistía en aplicar dos veces al día en etapa vegetativa, uno por la mañana y el otro en la tarde, durante 30 minutos, para el caso de la etapa en floración se aplicaban tres riegos, agregándose uno a medio día, esto se hizo así hasta llegar a la etapa productiva.

### **3.6 Manejo nutricional**

La nutrición que se le dio al cultivo de chile poblano fue en relación a la etapa fenológica en la que se encontraba el cultivo, esta estuvo modificándose según las concentraciones que establece Steiner al 50%, 75% y 100%, se tenía cuidado con la Conductividad eléctrica (1.5-2.7) y pH (5.9-6.1).

### **3.7 Tutoreo**

Se llevó acabo el día 29 de junio del 2023 a los 40 días después del trasplante, se realizó con rafia negra en dos líneas con tutoréo tipo español o fajado, la cual se sostenía de una rafia principal, misma que iba de un extremo al otro de la cama, estaba sujeta a postes para darle sostén al peso de las plantas junto con los frutos.

### **3.8 Poda**

Se eliminaron todas aquellas ramas que estaban por debajo de la primera bifurcación.

### **3.9 Control de plagas, enfermedades y malezas**

Se efectuaron roles de monitoreo del cultivo para detectar cualquier presencia de alguna plaga o enfermedad, se estimó su incidencia (umbral), para verificar la importancia de estas.

### **3.10 Variables evaluadas**

El muestreo final se realizó el día 20 de agosto del 2022, a los 92 días después del trasplante.

- Altura de la planta. Se midió con la ayuda de una cinta métrica desde el hipocotilo hasta el foliolo más alto,
- Diámetro del tallo. Se determinó con un vernier digital, a tres centímetros de la base del suelo.
- Rendimiento en kilogramos por planta. Una vez hecha la cosecha, se pesaron todos los frutos de cada repetición y cada tratamiento
- Número de frutos por planta. Se contabilizó el número total de los frutos que se obtuvieron de cada uno de las repeticiones y los tratamientos
- Peso promedio del fruto. Se determinado dividiendo el rendimiento por planta entre el número de frutos cosechados por planta.
- Rendimiento calculado en toneladas por hectárea. Se estimó multiplicando el rendimiento de cada planta por el número total de plantas calculadas con la configuración del experimento.
- Longitud del fruto. Con una regla de 30 cm se midió la longitud que tenían los frutos desde la base hasta la punta del mismo.
- Ancho de base del fruto. A medio centímetro del cáliz de la base del fruto se colocó el vernier digital para sacar esta medida.
- Ancho medio del fruto. A la mitad de la longitud del fruto se colocó el vernier digital para sacar esta medida.

- Profundidad del cáliz. Con ayuda de una pequeña regla de medio centímetro de ancha y muy flexible, se colocó dentro del cáliz del fruto para checar esta medida.
- Longitud del pedúnculo. Con la misma regla que se sacó la profundidad del cáliz, ahora se va a colocar desde donde la base del pedúnculo hasta donde llegó el mismo.

### **3.11 Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con seis tratamientos (híbridos) y cada tratamiento con cuatro repeticiones cada uno y de cada repetición cuatro plantas cuantificables, siendo estas la unidad experimental. Se realizó bajo malla sombra, y el arreglo se hizo en 4 surcos con una distancia de 1.8 m entre surcos y de 0.30 m entre planta y planta.

El modelo estadístico lineal es el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + R_j + E_{ij}, \text{ Donde:}$$

$Y_{ij}$  = Variable respuesta

$\mu$  = media general

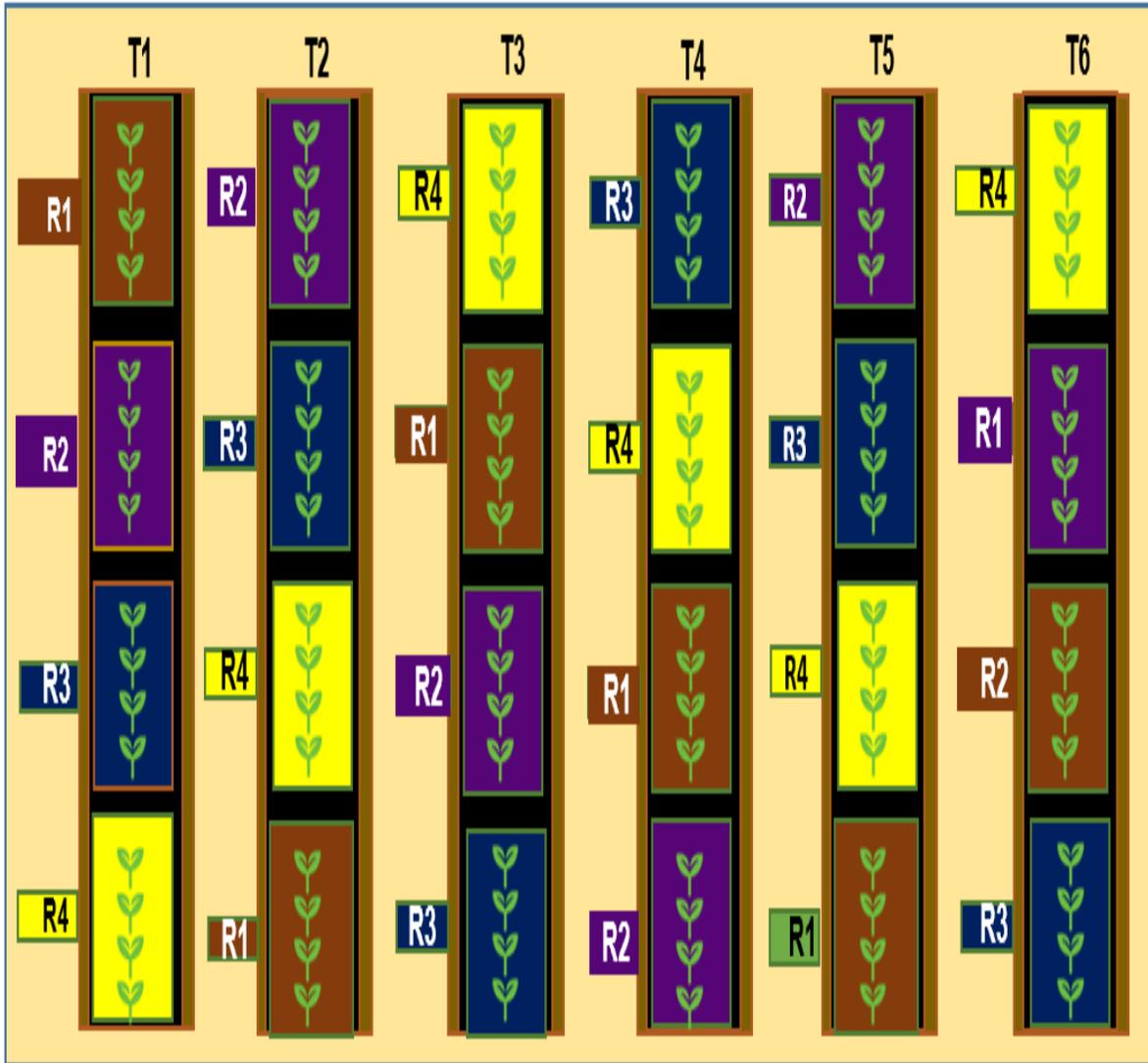
$T_i$  = Efecto del tratamiento i

$E_{ij}$  = Error Experimental

$VR = \text{Trat} + \text{Rep}$

### 3.12 Análisis estadístico

El análisis de varianza, se llevó a cabo con el programa estadístico INFOSTAT versión 2020, con pruebas de medias de Tukey y con un nivel de significancia de  $p \leq 0.05$ , para todas las variables evaluadas.

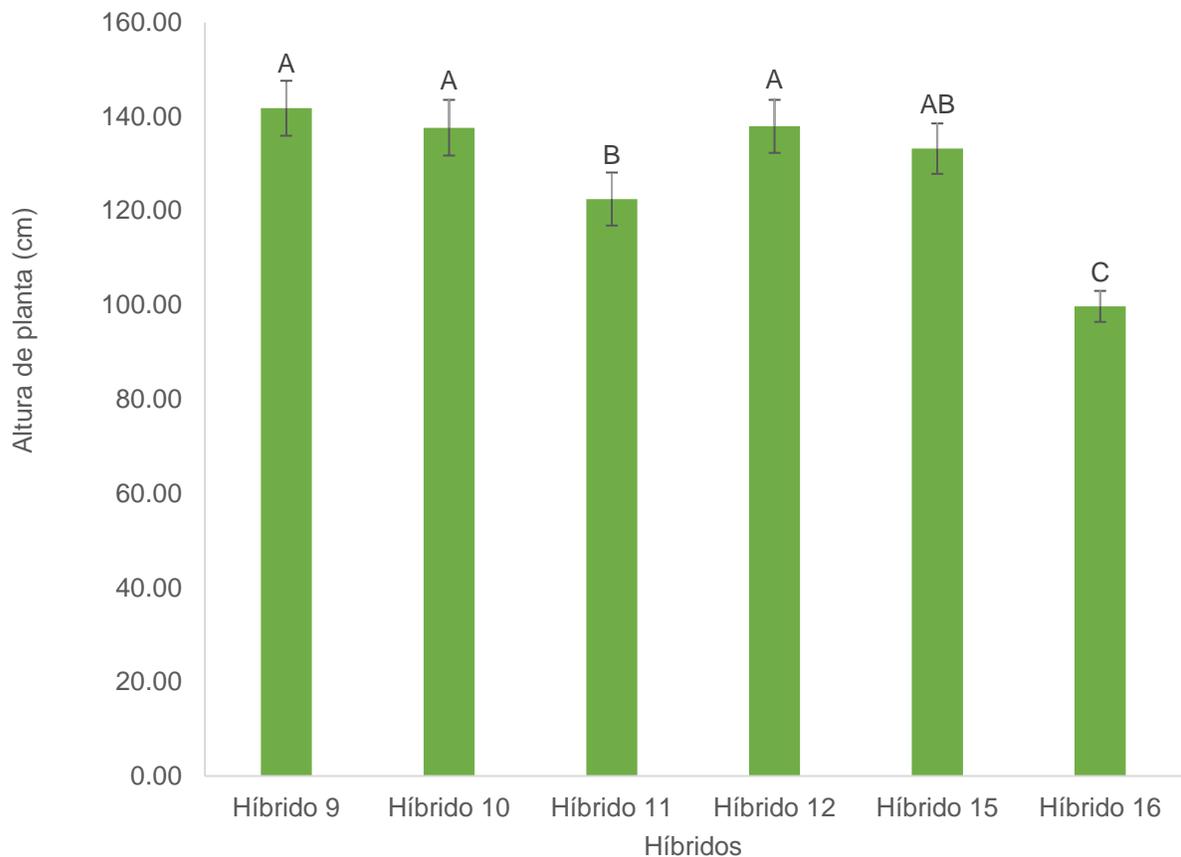


**Figura 2.** Arreglo del diseño experimental completamente al azar en campo. Elaboración propia.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de la planta

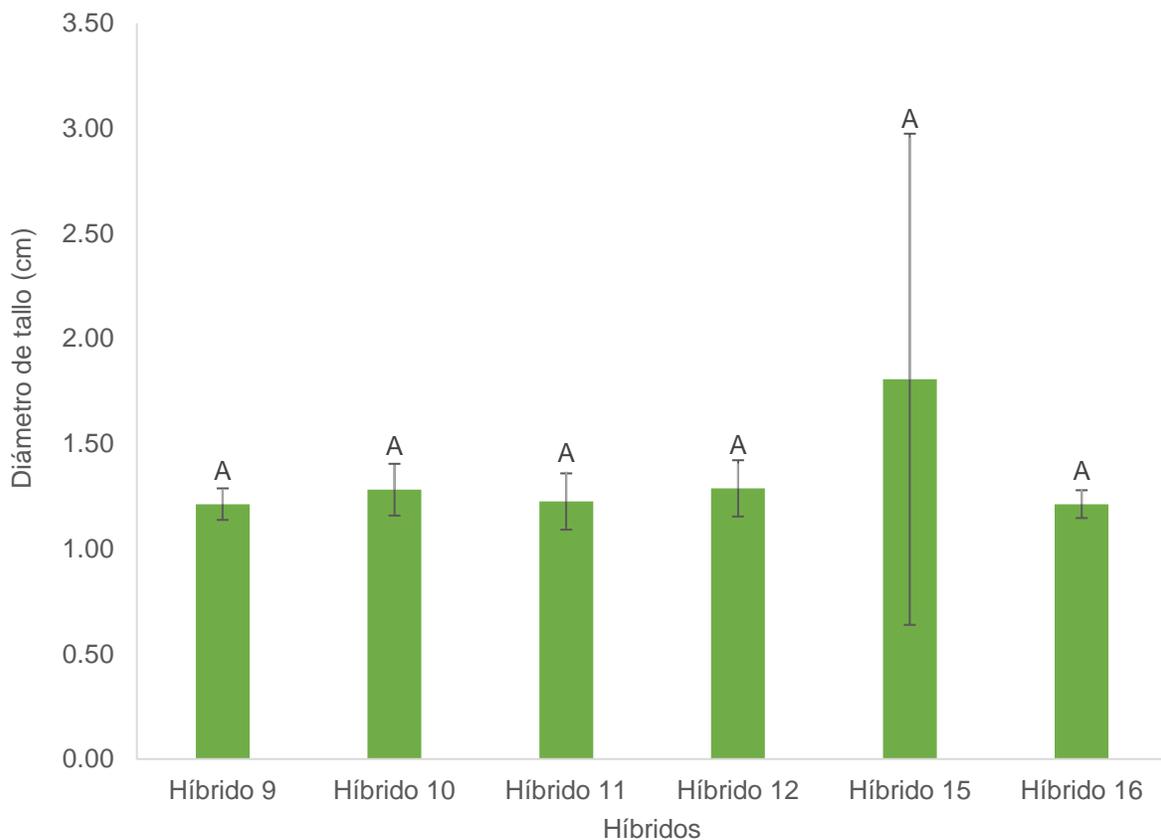
En el análisis de varianza con un  $\alpha= 0.05$ , se encontraron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos; donde el Híbrido 9, 12, 10 y 15 son estadísticamente iguales y superiores al resto de híbridos, los híbridos 11 y 16 fueron los de menor altura (Figura 3). González *et al.* (2010) describe que las plantas llegan a tener hasta 1 m o más, pero en cultivos a la intemperie, porque en invernadero alcanzan hasta 1.5 m, entonces el híbrido 9, 12 y 10 son lo más parecidos.



**Figura 3.** Comparación de las medias para la variable de altura de la planta de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.

## 4.2 Diámetro del tallo

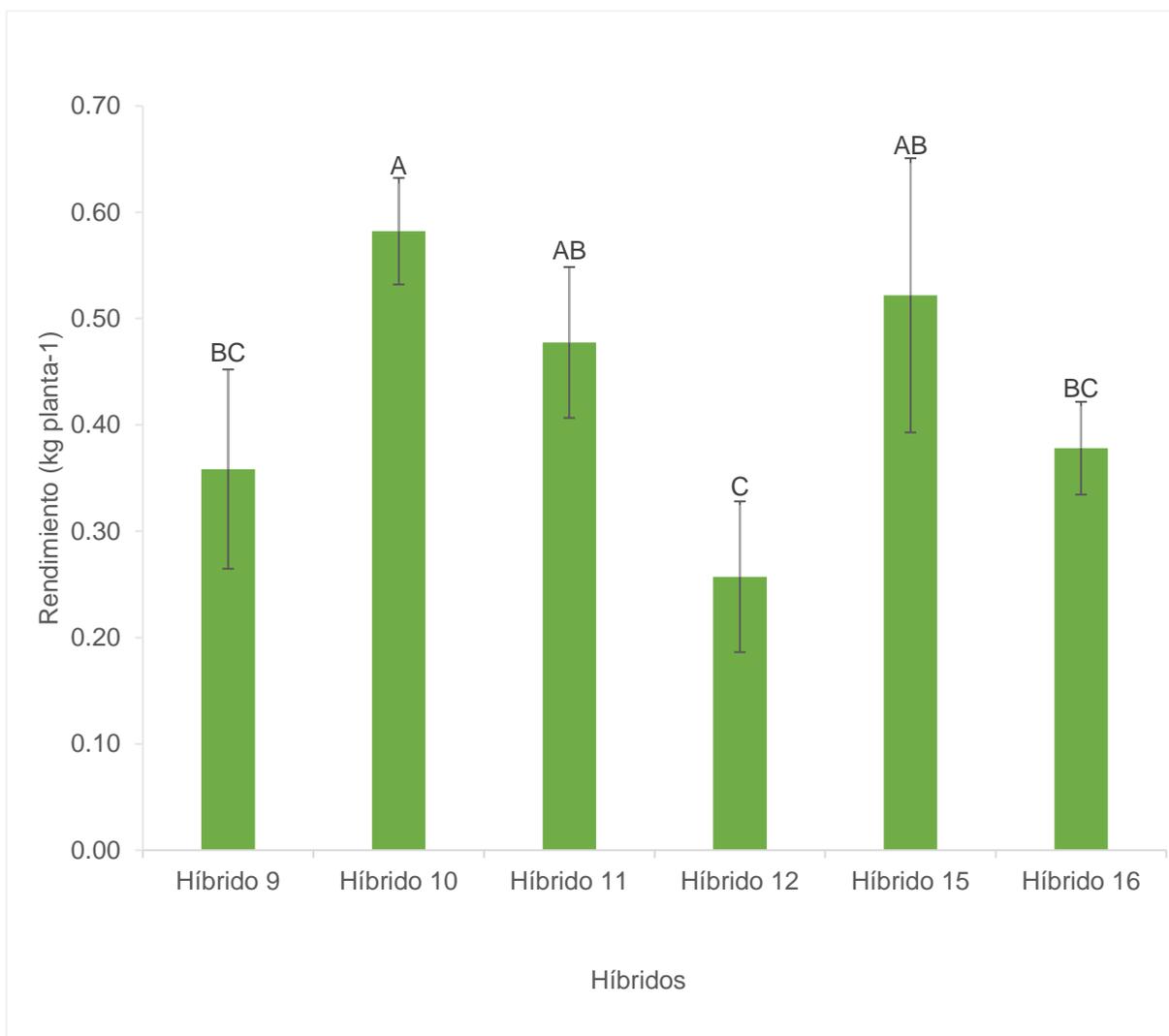
En el análisis de varianza con un  $\alpha = 0.05$ , no se encontraron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos, por lo que todos los híbridos son estadísticamente iguales, no obstante, el híbrido 15 tiene el diámetro del tallo ligeramente más grande que el resto de los híbridos (Figura 4). Díaz (2022) en su investigación demuestra que el grosor del tallo en promedio se encuentra en los 1.2 a los 1.5 cm, siendo este uno de los factores más importantes de la planta, pues de este va a depender el soporte de la planta y es por donde se mueven los nutrientes, agua, etc., entonces se puede decir que los resultados obtenidos de la evaluación están dentro del rango, incluso el híbrido 15 es mayor.



**Figura 4.** Comparación de las medias de la variable de diámetro del tallo de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.

### 4.3 Rendimiento (kg planta<sup>-1</sup>)

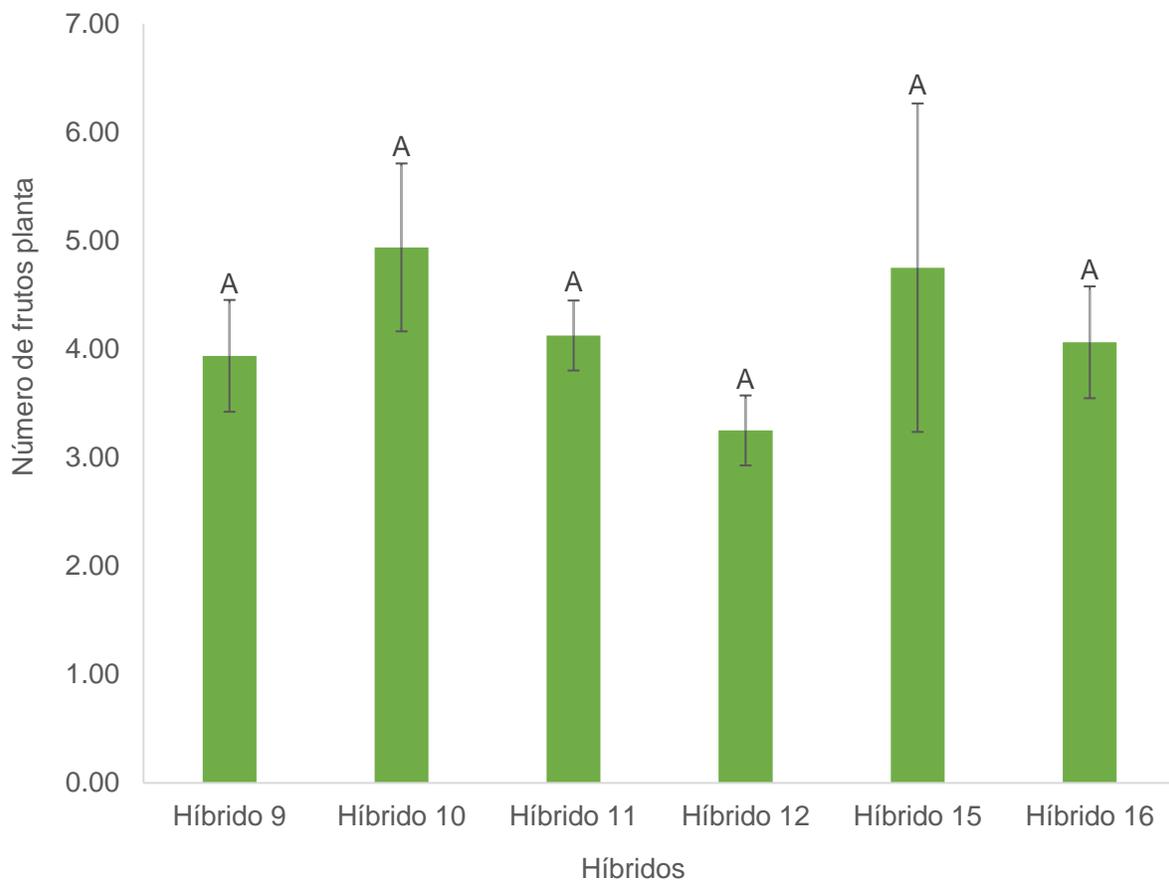
De acuerdo con el análisis de varianza con un  $\alpha = 0.05$ , se encontraron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos, por lo que se puede decir que híbrido 10, 15 y 11 son estadísticamente iguales y superiores al resto de híbridos (Figura 5), el de menor rendimiento es el número 12. Hernández *et al.* 2021 revela que una planta de la variedad de Tlacotepec genera 0.99 kg.



**Figura 5.** Comparación de las medias de la variable de rendimiento en kilogramos por planta de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajo”, UAAAN 2022.

#### 4.4 Número de frutos por planta

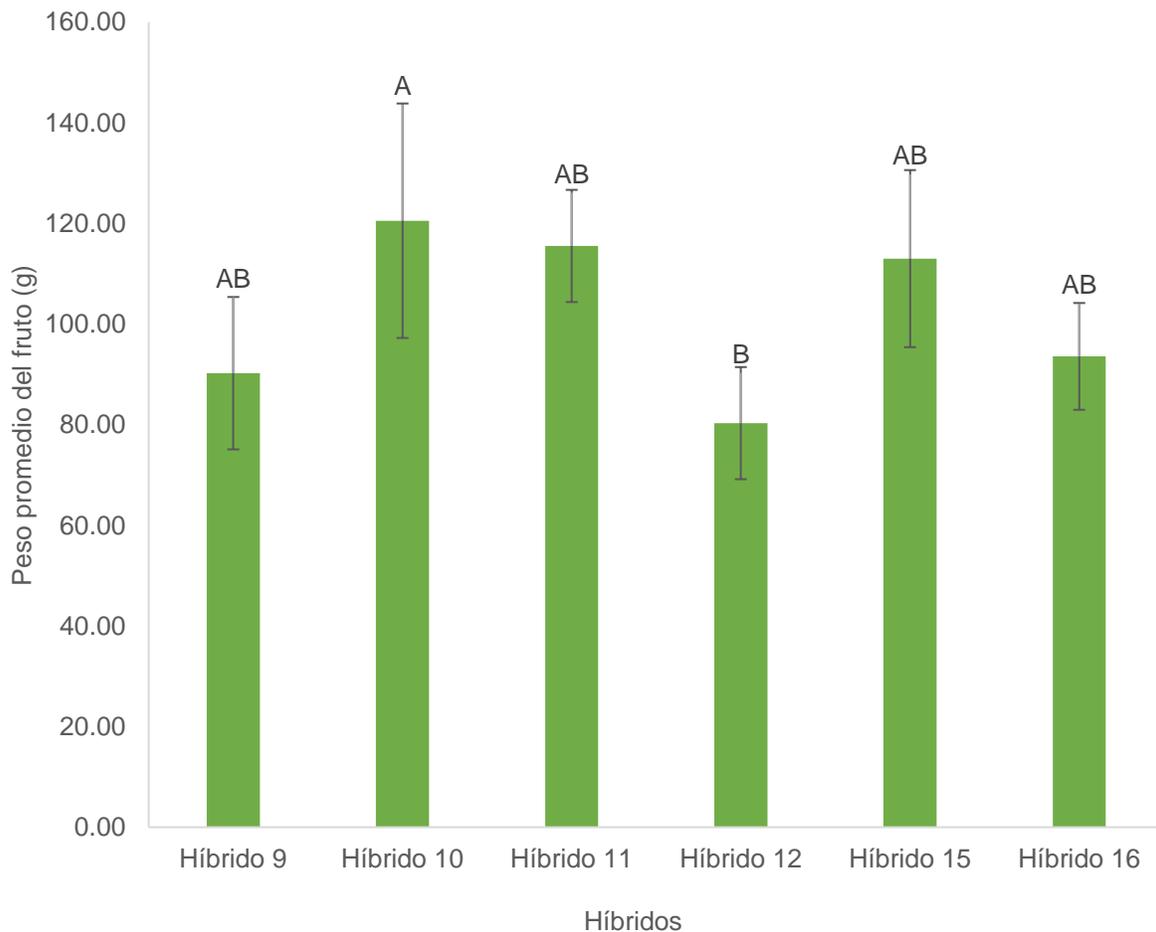
En el análisis de varianza con un  $\alpha = 0.05$ , no se encontraron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos; tampoco no hubo diferencias significativas entre el efecto de las repeticiones (Figura 6). Así que los híbridos y repeticiones son estadísticamente iguales. Toledo–Aguilar *et al.* (2011) da a conocer que una planta de chile en promedio produce de 2.2 a 7.2 frutos, pero también deja claro que el mejor rendimiento se obtiene de plantas de 3.4 a 5.9 frutos. Aunque en la investigación, los híbridos son estadísticamente iguales el 10, 15, 11, 16 y 9 están dentro de los números que indica el autor.



**Figura 6.** Comparación de las medias para la variable de número de frutos por planta de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.

#### 4.5 Peso promedio del fruto

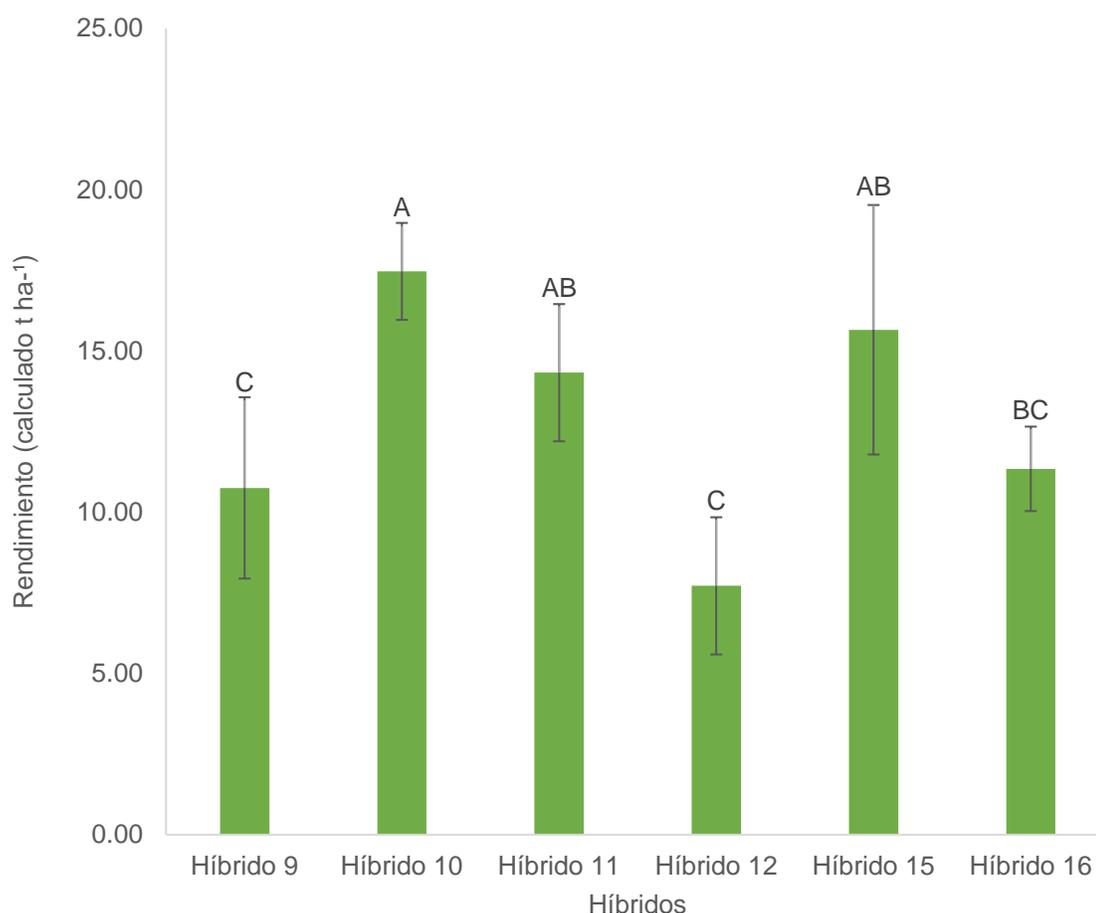
En el análisis de varianza con un  $\alpha = 0.05$ , se encontraron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos, el Híbrido 10, 11, 15,16 y 9 son estadísticamente iguales, aunque destaca el 10 (Figura 7). Hernández *et al.* (2021) da a conocer que el peso promedio de los frutos es de 80 a 110 g, lo que indica que los híbridos de esta investigación están superando los pesos de estos.



**Figura 7.** Comparación de las medias de la variable de peso promedio del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.

#### 4.6 Rendimiento calculado (t ha<sup>-1</sup>)

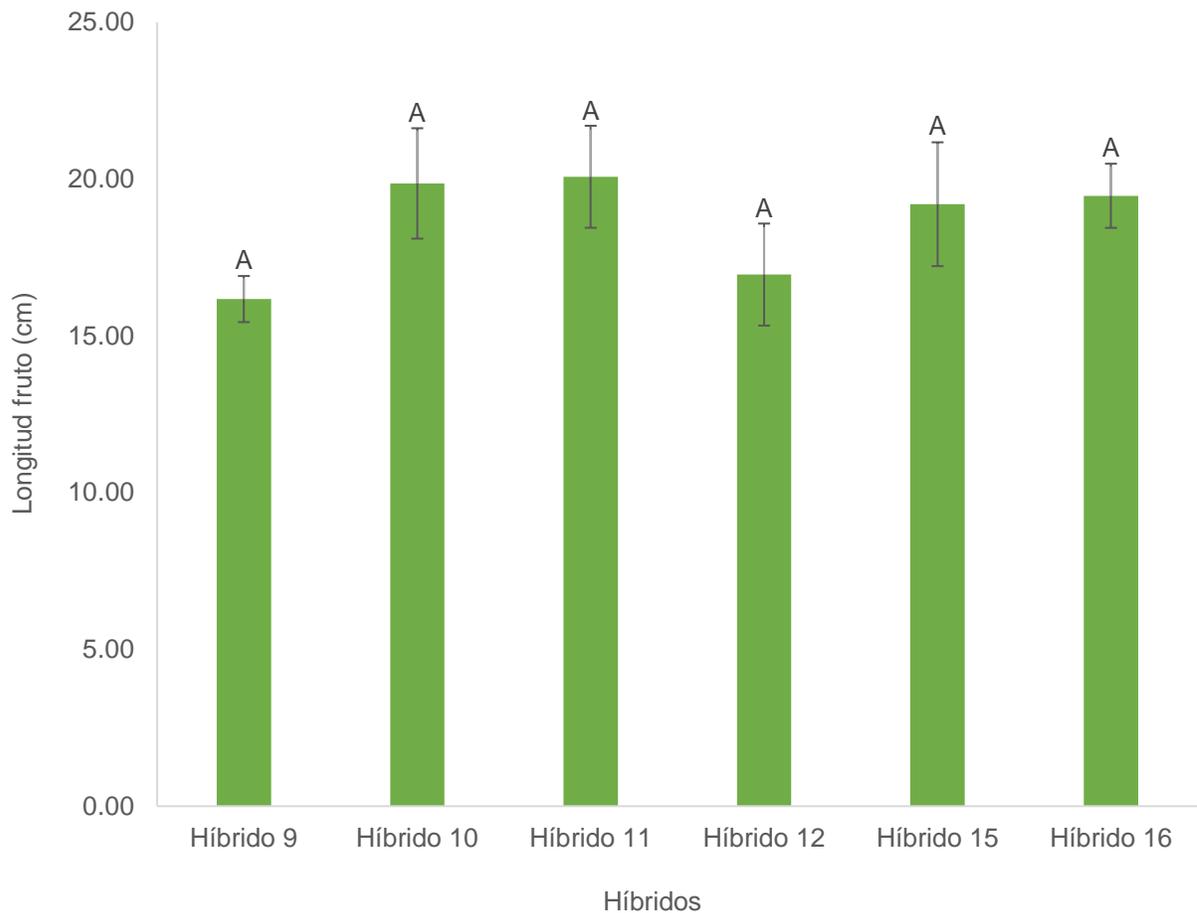
Según el análisis de varianza con un  $\alpha = 0.05$ , se encontraron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos, los híbridos 10, 15 y 11 son estadísticamente iguales y superiores al resto de híbridos (Figura 8), el de menor rendimiento es el número 12. Según Santiago *et al.* (2018) el rendimiento cambia según sea la variedad y puede estar entre los 23.1 a las 15.6 t ha<sup>-1</sup>. Tomando estos datos como referencia el híbrido 10 y 15 si entran en el rango y el 11 se queda cerca.



**Figura 8.** Comparación de las medias de la variable de rendimiento calculado en toneladas por hectárea de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.

#### 4.7 Longitud del fruto

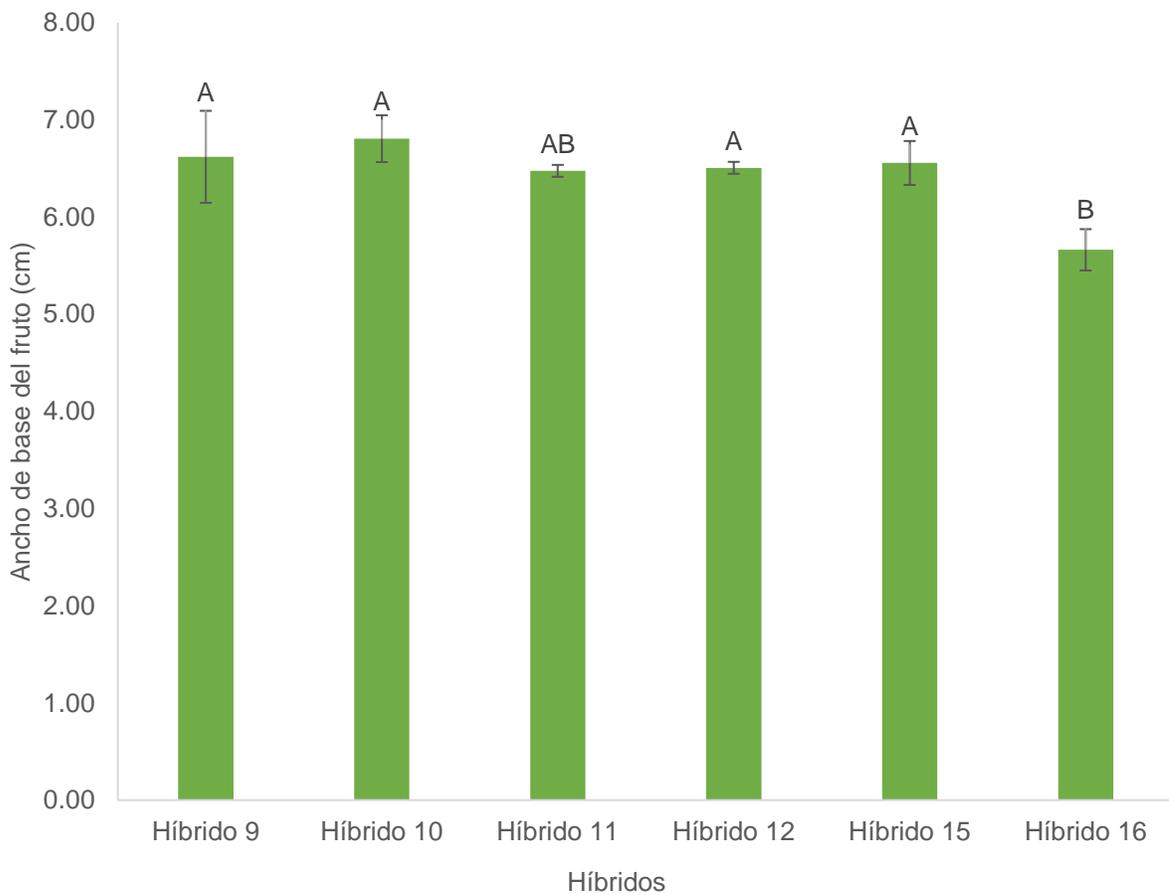
Con el análisis de varianza con un  $\alpha=0.05$ , no se encontraron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos; por lo tanto, todos los híbridos son estadísticamente iguales (Figura 9), del mismo modo todas las repeticiones son estadísticamente iguales. Hernández *et al.* (2021) describe que los frutos tienen una longitud de 14 cm.



**Figura 9.** Comparación de las medias de la variable de longitud del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.

#### 4.8 Ancho de base del fruto

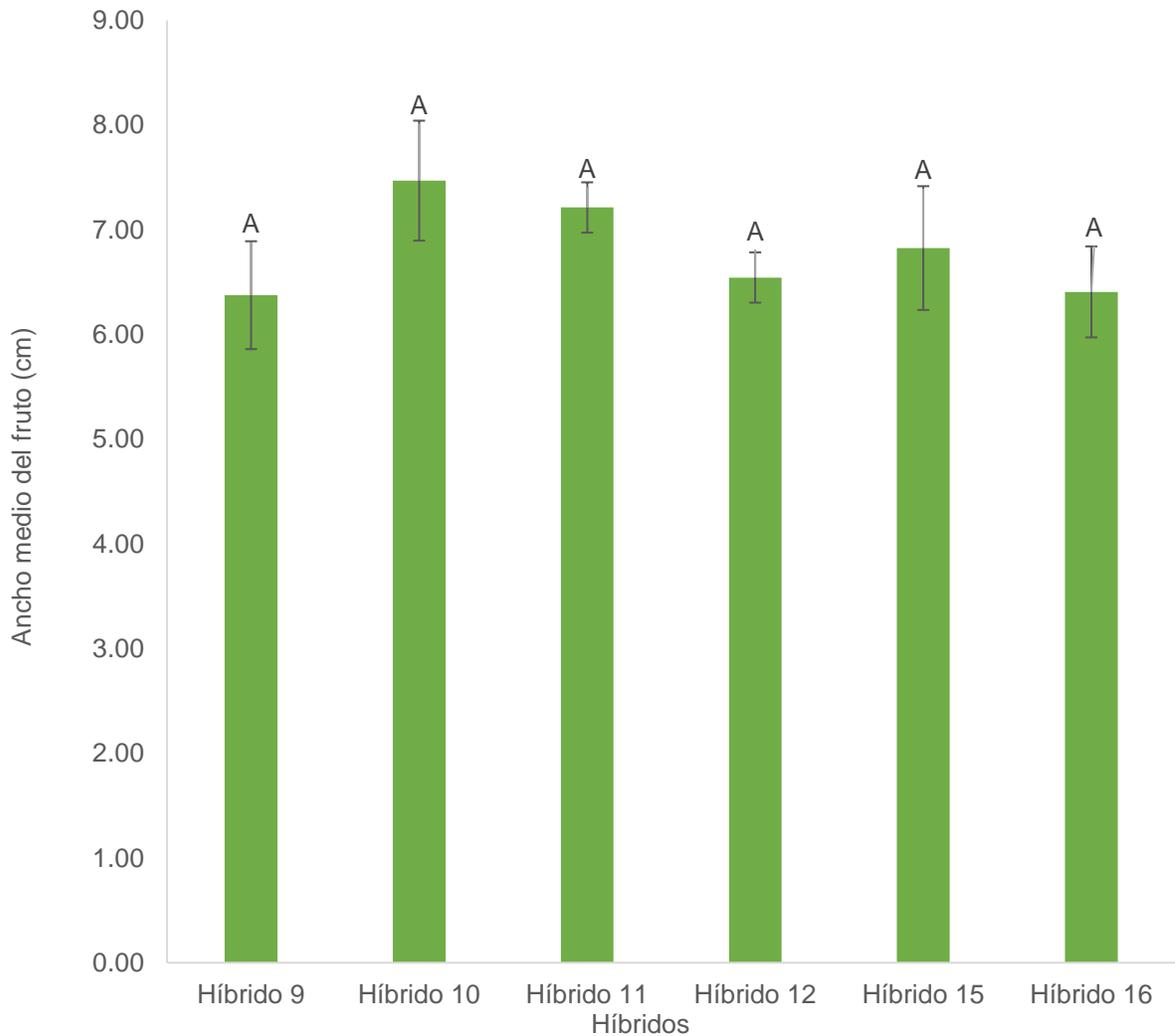
En el análisis de varianza con un  $\alpha= 0.05$ , se encontraron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos, donde el híbrido 10, 9, 15, 12 y 11 son estadísticamente iguales y superiores al resto de híbridos (Figura 10), mientras que estadísticamente las repeticiones son todas iguales. Díaz (2022) expresa que el ancho de la base, en promedio de un fruto es de 61.7 mm. Entonces el híbrido 16 es el único que no alcanza esa medida, además de que es el único estadísticamente diferente.



**Figura 10.** Comparación de las medias de la variable de ancho de base del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.

#### 4.9 Ancho medio del fruto

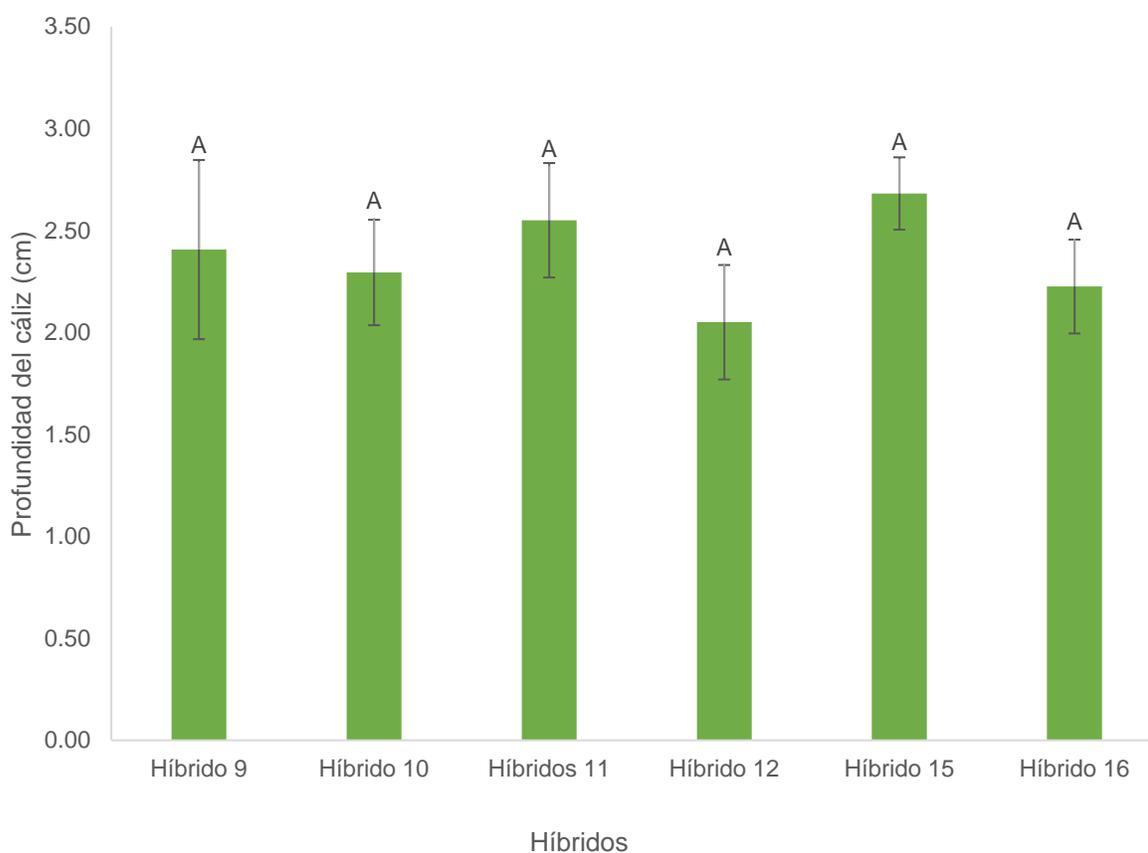
En el análisis de varianza con un  $\alpha= 0.05$ , no se encontraron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos; lo que significa que todos los híbridos son estadísticamente iguales (Figura 11), aunque el híbrido 10 y 11 sobresalen. Díaz (2022) expresa que el ancho medio, en promedio de un fruto es de 62.23 mm. Todos los híbridos entonces son superiores.



**Figura 11.** Comparación de las medias para la variable de ancho medio del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.

#### 4.10 Profundidad del cáliz

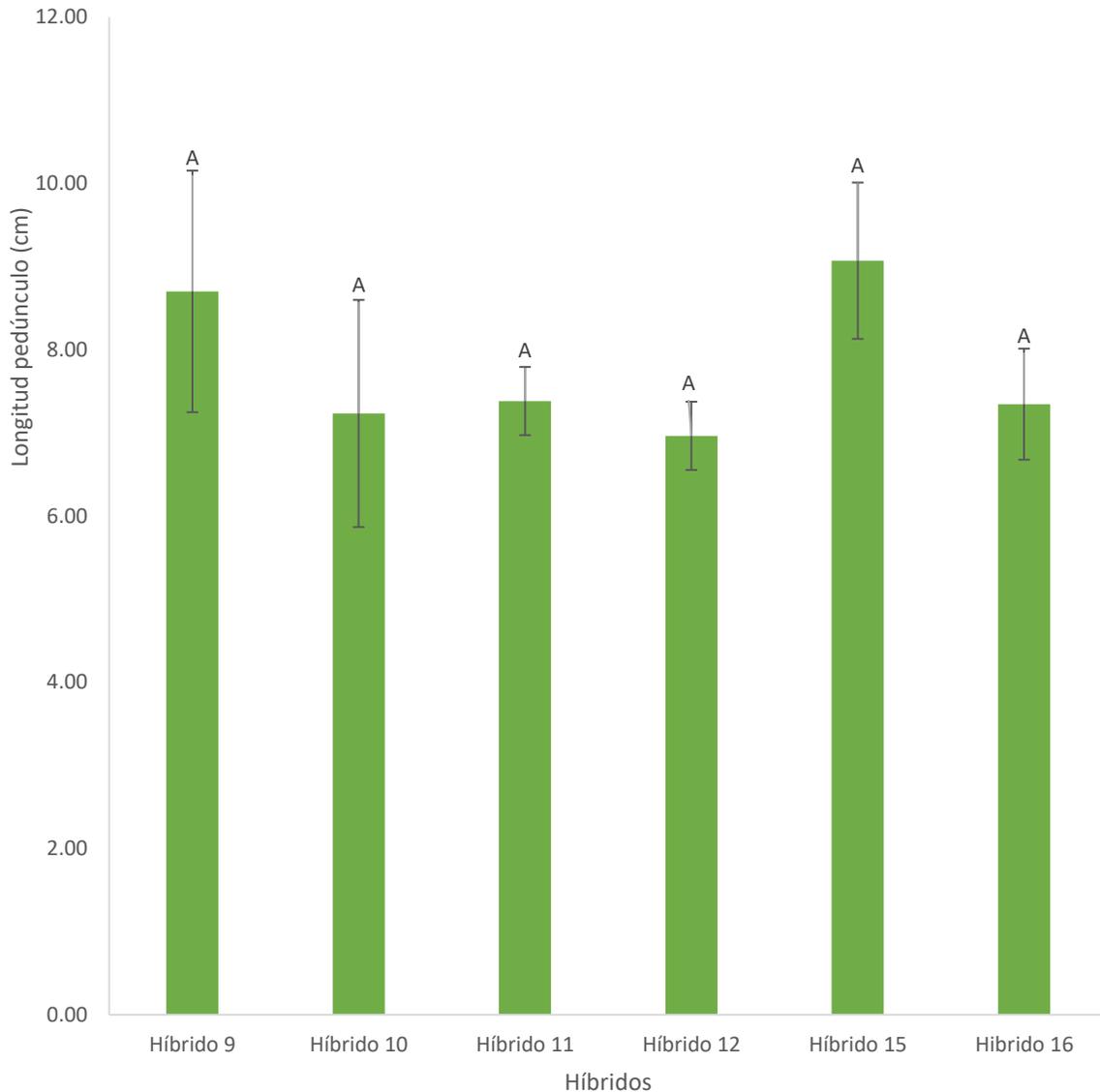
En el análisis de varianza con un  $\alpha= 0.05$ , no se encontraron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos; es decir que estadísticamente todos los híbridos son iguales (Figura 12). El cajete del fruto de chile poblano varia de 1 a 5 cm, es indeseable tener cajetes muy profundos porque al presentarse una lluvia esta llega a provocar su pudrición, y cuando es bien definido es un fruto de buena calidad (Cabañas *et al.*, 2006).



**Figura 12.** Comparación de las medias de la variable de profundidad del cáliz del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.

#### 4.11 Longitud del pedúnculo

En el análisis de varianza con un  $\alpha= 0.05$ , no se encontraron diferencias significativas entre el efecto de los tratamientos (Figura 13); por lo tanto, estadísticamente todos los híbridos son iguales, los híbridos mostraron una respuesta similar. Sin embargo, el híbrido 15 y 9 son ligeramente superiores.



**Figura 13.** Comparación de las medias de la variable de longitud del pedúnculo del fruto de chile poblano, bajo condiciones de malla sombra en “El bajío”, UAAAN 2022.

## V. CONCLUSIÓN

El comportamiento agronómico de los híbridos experimentales probados fue variable en algunas de las variables evaluadas, pero similar en otras.

De los seis híbridos que se utilizaron para realizar el experimento, los que mejores resultados mostraron en el rendimiento y algunos componentes de rendimiento, fueron el 10, 11 y 15, además también sobresalieron la mayoría de las variables evaluadas.

En futuras investigaciones probar los híbridos 10, 11 y 15 con algún híbrido comercial de referencia en el país.

## VI. ANEXO

**Cuadro 11.** Híbridos y su respuesta destacable en algunas de las variables.

Variable/híbrido	9	10	11	12	15	16
Altura de la planta	X	X		X	X	
Diámetro del tallo	X	X	X	X	X	X
Rendimiento (kg planta <sup>-1</sup> )		X	X		X	
Número de frutos por planta	X	X	X	X	X	X
Peso promedio del fruto	X	X	X		X	X
Rendimiento calculado (t ha <sup>-1</sup> )		X	X		X	
Longitud del fruto	X	X	X	X	X	X
Ancho de base del fruto	X	X	X	X	X	
Ancho medio del fruto	X	X	X	X	X	X
Profundidad del cáliz	X	X	X	X	X	X
Longitud del Pedúnculo	X	X	X	X	X	X

Nota: Los que están de color verde son los híbridos que sobresalieron en todas las variables evaluadas. Elaboración propia.

## VII. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Meléndez, A., Vásquez-Dávila M. A., Katz E. y M. R. Hernández-Colorado (coords.). (2018). Los chiles que le dan sabor al mundo. Marsella. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. 318 p.
- Aguilar R.V.H., Corona T.T., López L.P., Latournerie M.L., Ramírez M.M., Villalón M.H. y J. A. Aguilar C. (2010). Los chiles de México y su distribución. SINAREFI, Colegio de Postgraduados., INIFAP, IT-Conkal, UANL, UAN. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 114 p.
- Aguirre H.E. y V. Muñoz O. (2015). El chile como alimento. *Revista Ciencia*. 16-23 p. Obtenido en: [https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66\\_3/PDF/Chile.pdf](https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66_3/PDF/Chile.pdf)
- Ahmed R.A., Firoz M.A., Alshahrani S., Jali A.M., Qahl A.M., Khalid M., Muzafar H.M.A., Alhamami H.N., Anwer T. (2023). Capsaicin Ameliorates the Cyclophosphamide-Induced Cardiotoxicity by Inhibiting Free Radicals Generation, Inflammatory Cytokines, and Apoptotic Pathway in Rats. *Life*. 13(3):786. Obtenido en: <https://doi.org/10.3390/life13030786>
- AMHPAC, (2018). Agricultura Protegida en México. Asociación Mexicana de Horticultura Protegida A.C. México. 20 p. Obtenido en: <https://amhpac.org/2018/images/PDFoficial/HorticulturaenMexico.pdf>
- Atilano L.M., Marín S.M., Pérez N.E. y R.A. Villalba H. (2007). Identidad y cultura mexicana: el chile. Seminario. Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Turismo. México. 111 p. Obtenido en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/22788/Identidad%20y%20Cultura%20Mexicana%2C%20EI%20chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Badui D.S. (2012). Clase de alimentos. 200-201 pp. In: López B.G. and Gutiérrez H.B. (eds). La ciencia de los alimentos en la práctica. Pearson. México. 328 p.
- Barra H.V. y S.I. Pérez M. (2020). La gastronomía poblana como recurso turístico cultural: una reflexión al panorama actual. Universidad Iberoamericana de

Puebla, México. 132-147 p. Obtenido en:  
<https://cipres.sanmateo.edu.co/ojs/index.php/libros/article/view/383/338>

Bautista V.E. (2007). Estimación del Rendimiento y Heterosis en Chile Ancho (*Capsicum annuum* var. *Grossum*) Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 52 p.

Berrios U.E.M., Arredondo B.C. y H. Tjalling H. (2007). Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad pimiento. The Worldwide Business Formula (SQM). Naaldwijk, Holanda. Obtenido en: <https://universidadagricola.com/wp-content/uploads/2018/05/Nutricion-Vegetal-en-pimiento.pdf>

Burfield T. (2022). Agricultura protegida alcanza 126,000 hectáreas en México. *Revista Tecnoagro*. 157. Obtenido en: <https://tecnoagro.com.mx/no.-157/agricultura-protegida-alcanza-126-000-hectareas-en-mexico>.

Cabañas C.B., Galindo G.G., Reveles H.M. y A. Bravo L. (2006). Selección, producción y conservación de semilla de cultivares de chile seco. (19-44 pp). *in*: INIFAP. Tecnología de producción de chile seco. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro campo experimental Zacatecas. 224 p.

Camarena M.F., Chura C.J. y R.H. Blas S. (2014). Mejoramiento genético y biotecnológico de las plantas. UNALM/AGROBANCO Lima, Perú. 278 p. Obtenido en: [https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO\\_GENETICO\\_Y\\_BIOTECNOLOGICO\\_DE\\_PLANTAS.pdf](https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf).

Carravedo F.M., Ochoa J.M.J. y R. Gil O. (2005). Catálogo de pimientos autóctonos conservados en el banco de germoplasma de especies hortícolas de Zaragoza. Gobierno de Aragón. Zaragoza, España, 223 p.

Castellón-Martínez E., Chávez-Servia J.L., Carrillo-Rodríguez J.C. y A.M. Vera-Guzmán (2012). Preferencias de consumo de chiles (*Capsicum annuum* L.) nativos en los Valles centrales de Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia*. 35(5): 27-35. Obtenido en: <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/483/449>.

Chávez A.J.L. (1993). Mejoramiento de plantas I. Trillas. 2da edición. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro., Saltillo, México. 136 p.

Contreras T.A., López S.H., Santacruz V.A., Valadez M.E., Aguilar R.V.H., Corona T.T. y P. Antonio L. (2011). Diversidad Genética en México de variedades nativas de Chile 'poblano' mediante microsatélites. *Revista Fitotecnia mexicana*. 34(4).  
Obtenido en:  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802011000400003](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802011000400003).

Corona M.E., Casas F.A., Argueta V.A. y C.I. Alvarado L. (2021). La domesticación de especies y paisajes. (79-98pp.), *in*: Aguilar A.F.J., Alvarado L.C., Álvarez P.A.M., Argueta V.A., Ávila F., Barjau M.L.H., Bartra A., Casas F.A., Centeno G.E., Córdova T.M., Corona M.E., Chávez G.J.M., González L.R., Gutiérrez G.BE., Ledesma G.L., López B.F., Martínez B.R., Matos M.E., Meza R.C., Navarro V.P., Ortiz E.J., Reina A.L., Rueda A.L., Rueda S.S., Ruiz M.E., Saborit A., Sánchez N.P.F., Victoria C.S.J., Terán M. y C. Velasco A. México grandeza y diversidad. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México. 481 p. Obtenido en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/692328/mexico\\_grandeza\\_y\\_diversidad\\_13ene22.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/692328/mexico_grandeza_y_diversidad_13ene22.pdf).

Cortés P.P. (2014). México, centro de origen y distribución del Chile. El periódico de los Universitarios. Universo. UV, Xalapa, Veracruz, México. Obtenido en: <https://www.uv.mx/universo/general/mexico-centro-de-origen-y-distribucion-del-chile/>

Díaz W.F.J. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro genotipos de Chile poblano bajo invernadero en el sureste de Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 40 p.

Duran R.F. (Ed). (2003). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Grupo latino editores. 342 p.

- Elizondo-Cabalчета y J.E. Monge-Pérez (2017). Caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento (*Capsicum annum*) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *Revista InterSedes*, 18(37). 27 p. Obtenido en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/28652/28651>.
- García S.M.D. y H. Serrano. (2021). Invernaderos, el cultivo del futuro. Agricultura protegida. *Revista Tecnoagro*. 149. Obtenido en: <https://tecnoagro.com.mx/no.-149/invernaderos-el-cultivo-del-futuro-agricultura-protegida>
- Garibay T. F.M., Altamirano G.C.A., Huerta G.J.V. y S.M. Hernández G. (2018). Cuatro productos ancestrales y su importancia en la gastronomía mexicana. *Revista digital de divulgación e investigación turística*. 6(6):16-19. Obtenido en: <https://core.ac.uk/download/pdf/268579667.pdf>.
- González E.T., Casanova C.C., Gutiérrez P.L., Torres T.L. Contreras M.F. y S. Peraza S. (2010). Chiles cultivados en Yucatán. (342-344 pp.), *in*: Duran G.R. y M.E. Méndez G. (Eds). Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Uso de la flora y fauna silvestre. CICY. Mérida, Yucatán, México, 496p. Obtenido en: <https://www.cicy.mx/documentos/cicy/sitios/biodiversidad/pdfs/cap7/04%20chiles%20cultivados.pdf>.
- Guevara G.R.G., Pons H.J.L., Torres P.I. y M.M. González C. (2018). Manual práctico para el cultivo de chile. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 123 p. Obtenido en: [https://www.google.com.mx/books/edition/Manual\\_pr%C3%A1ctico\\_para\\_el\\_cultivo\\_del\\_chi/nil3DwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1](https://www.google.com.mx/books/edition/Manual_pr%C3%A1ctico_para_el_cultivo_del_chi/nil3DwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1).
- Hernández H.B.N., Tornero C.M.A., Sandoval C.E., Rodríguez M.M.N., Taboada G.O.R. y B.V. Peña O. (2021). Crecimiento, rendimiento y calidad de chile poblano cultivado en hidroponía bajo invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 6(12):1043-1056. Obtenido en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2755/4490>

INEGI. (2021). Aspectos geográficos Coahuila de Zaragoza. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen\\_05.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_05.pdf).

INIFAP. (2008). AM-VR, nueva variedad de chile ancho mulato para el altiplano de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental San Luis Potosí, México. 10 p. Obtenido en: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/782.pdf>.

INIFAP. (2011). AP-VR, Ancho mulato AM-VR y ancho poblano AP-VR; nuevas variedades de chile para el Altiplano de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental San Luis Potosí, México. 13 p. Obtenido en: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/878.pdf>

INIFAP. (2011). AP-VR, nueva variedad de chile ancho poblano para el altiplano de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental San Luis Potosí, México. 13 p. Obtenido en: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/882.pdf>

INTAGRI (2020). Cultivo de chile en México. Serie Hortalizas, Núm. 21. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 6 p. Obtenido en: [https://www.intagri.com/public\\_files/21.%20Cultivo%20de%20Chile%20en%20Mexico.pdf](https://www.intagri.com/public_files/21.%20Cultivo%20de%20Chile%20en%20Mexico.pdf)

Kraft K.H., Brown H.C., Nabhan P.G., Ludeling E., Luna R.J.J., Coppens E. y R. Hijmansy P.G. (2014). Multiple lines of evidence for the origin of domesticated chili pepper, *Capsicum*, in México. *Pnas* 111 (17) 6165-6170 p. Obtenido en: <https://doi.org/10.1073/pnas.1308933111>.

Lesur E.L. (2005). Manual del cultivo del chile. Trillas. México. (2-7 pp.).

Long-Solís J. (1998). *Capsicum* y cultura: La historia del chile. Editorial Fondo de Cultura Económica. México. 68-80p. Obtenido en:

<https://www.culinaryartschool.edu.mx/cocinasdemexico/Biblioteca/unidad-3/bloque3/taxonomia-capsicum-y-cultura-la-historia-del-chilli.pdf>

- Lozano G.M.D., Kuri G.C.D y R.I. Prado H. (2021). Diseño de una estrategia de comunicación para fomentar la preferencia del chile poblano criollo. *Revista regiones y desarrollo sustentable*. (XXI:41), 15-40. Obtenido en: [https://www.researchgate.net/publication/370837666\\_Disenio\\_de\\_una\\_estrategia\\_de\\_comunicacion\\_para\\_fomentar\\_la\\_preferencia\\_del\\_chile\\_poblano\\_criollo](https://www.researchgate.net/publication/370837666_Disenio_de_una_estrategia_de_comunicacion_para_fomentar_la_preferencia_del_chile_poblano_criollo)
- Maroto B.J.V. (2002). Hortalizas aprovechables por sus frutos: Pimiento. (456-464 pp.), *in*: Maroto B.J.V., Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi-Prensa. 5ta edición. Madrid, España. 704 p.
- Muñoz-Ramos J.J. (2004). Manejo del Cultivo de Pimiento en Invernadero. 257-281 p. *in*: Castellanos Z.J.(Ed). Manual de Producción Hortícola en Invernadero. 2ad Ed. Intagri. Celaya, Guanajuato, México. 469 p.
- Nakayama H.D., González M.C., Samudio O.A., Britos R.M., Mussi C.C., Cantero F.A., Venancio B.J. y I. Peralta L. (2018). Fitomejoramiento participativo del Ka'á he'ë. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Universidad Nacional de Asunción, Uruguay. 50 p.
- Nuez F., Díez J.M., Ruiz M.J., Fernández P.C., Costa J., Catalá M.S., González J.A. y A. Rodríguez (1998). Catálogo de semillas de pimiento. Monografías INIA. Madrid, España. 105 p.
- Nuez V.F., Gil O.R. y J. Costa G. (2003). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 607 p.
- Rodríguez J., Peña O.B.V., Gil M.A., Martínez C.B., Manzo F. y L. Salazar L. (2007). Rescate *in situ* del chile 'poblano' en Puebla, México. *Revista Fitotecnia*, 30(1): 25-32. Obtenido en: <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/986/934>
- Saavedra R.G. (2012). Desafíos del mejoramiento genético en hortalizas agroindustriales. 16-22 pp. *in*: Saavedra R.G. y M. Gonzales Y. (eds), Seminario: avances y desafíos para la Agroindustria Hortícola de Exportación Chilena.

Santiago: Serie Actas - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. 64 p. Obtenido en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/8611/NR38720.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

SADER. (2020). El chile poblano, popular en la cocina mexicana. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Gobierno de México. Obtenido en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-chile-poblano-rey-de-los-rellenos>

Santana B.N., Canto F.A., Balam U.E., Avilés V.S., Zetina R.G., Montalvo P.M.C., Valle G.R., Bello B.J., Lecona G.C., Solís M.D., Gómez U.E., Muñoz R.L., Peña Y.L., Pérez P.J. y A. Guzmán A. (2018). Mejoramiento genético de chile habanero: selección y registro de variedades mejoradas (67-75 p), *in*: González E.T., Zúñiga A. J.J y F. Vázquez F. (Coords), Mejoramiento genético de chile habanero de la Península de Yucatán. CICY Mérida, Yucatán, México. 374 p. Obtenido en: [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Ligas\\_Interes/2018/Mejoramiento\\_genetico\\_del\\_chile\\_habanero\\_de\\_la\\_peninsula\\_de\\_yucatan\\_2018\\_simple.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Ligas_Interes/2018/Mejoramiento_genetico_del_chile_habanero_de_la_peninsula_de_yucatan_2018_simple.pdf)

Santiago L.U., Ramírez M.M. y R. Méndez A. (2018). HAP14F: híbrido de chile ancho poblano para el Altiplano de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2(9): 481-485. Obtenido en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342018000200481](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342018000200481)

Santoyo J.J.A., Martínez A.C.O. y J.A. Garzón C. (2007). Validación del potencial productivo de chiles anchos y picosos en el sur de Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa A.C. 43 p. Obtenido en: <https://www.fps.org.mx/portal/index.php/publicaciones/102-hortalizas/1135-validacion-del-potencial-productivo-de-chiles-ancho-y-picosos-del-sur-de-sinaloa>

SDR. (2012). Programa Estatal de Desarrollo Rural 2011-2017 Coahuila de Zaragoza. Secretaria de Desarrollo Rural. Gobierno de Coahuila. Saltillo, Coahuila, México. 21-23 p. Obtenido en:

<https://coahuila.gob.mx/archivos/pdf/Publicaciones/DESARROLLO%20RURAL.pdf>

SIAP. (2022). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

SIAP. (2015). Márgenes de comercialización Chile poblano. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. 4 p.

SIAP. (2010). Un panorama del cultivo de chile. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. 20 p. Obtenido en: <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf>

SIAP. (2021). Panorama agroalimentario 2021. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. 70-71 p.

SIAP. (2022). Panorama agroalimentario 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. 62-63 p. Obtenido en: <https://online.pubhtml5.com/aheiy/gryd/#p=1>

SIAP. (2017). El chile, corazón de la gastronomía mexicana. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido en: <https://www.gob.mx/siap/articulos/el-chile-corazon-de-la-gastronomia-mexicana#:~:text=El%20chile%20es%20un%20componente,casos%2C%20picor%20que%20los%20identifica>

Solares D.G.M y H.C. Gómez V. (2012). Técnicas de mejoramiento genético (Manual de enseñanza experimental). Ediciones Cuautitlán. UNAM- Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 73-75 pp. Obtenido en: [https://portal.cuautitlan.unam.mx/manuales/Manual\\_Tecnicas\\_mejoramiento\\_genetico.pdf](https://portal.cuautitlan.unam.mx/manuales/Manual_Tecnicas_mejoramiento_genetico.pdf)

Toledo-Aguilar R., López-Sánchez H., Antonio L.P., Guerrero-Rodríguez, Santacruz-Varela A. y Huerta-de la Peña A. (2016). Diversidad morfológica de poblaciones

nativas de chile poblano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. Volumen 5(7): 1005-1015. Obtenido en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342016000501005](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000501005)

Toledo–Aguilar R., López–Sánchez H., López P.A., Guerrero–Rodríguez J.D., Santacruz–Varela A. y A. Huerta–de la Peña. (2011). Características vegetativas, reproductivas y de rendimiento de fruto de variedades nativas de chile "poblano". *Revista Chapingo*. Serie horticultura 3(17): 139-150. Obtenido en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2011000300006](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000300006).

UNESCO. (2010). La cocina tradicional mexicana: Una cultura comunitaria, ancestral y viva y el paradigma de Michoacán. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Obtenido en: <https://ich.unesco.org/es/RL/la-cocina-tradicional-mexicana-una-cultura-comunitaria-ancestral-y-viva-y-el-paradigma-de-michoacan-00400>

Vallejo C.F.A. y Estrada S.E.I. (2013). Mejoramiento Genético de Plantas. Unal. impresa en los talleres gráficos de impresora Feriva S.A. Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira. 25-30 pp. Obtenidos en: <https://books.google.com.mx/books?id=RDNOtAEACAAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Vásquez D.M.A., Aguilar M.A., Katz E. y G.I. Manzanero M. (2021). Chiles en México historias, cultura y ambientes. Marsella. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 355 p.

Velásquez L. (2022). México ocupa 6º lugar a nivel mundial en agricultura protegida. *Revista Tecnoagro*. 157. Obtenido en: <https://tecnoagro.com.mx/no.-157/editorial-ta-157-mexico-ocupa-6-lugar-a-nivel-mundial-en-agricultura-protegida>

Vilela R.M.D., Murillo G.O. y Y. Badilla V. (2018). Genética cuantitativa y selección de mejoramiento forestal. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 137-146 pp.

Zegbe D.J.A., Valdez C.R.D. y A. Lara H. (2012). Cultivo de chile en México. Proyecto Editorial. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México. 183 p.