

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación Agronómica de Tres Genotipos y Dos Híbridos de Chile Poblano
(*Capsicum annuum* L.) en Saltillo, Coahuila

Por:

MIGUEL ÁNGEL VÁZQUEZ RUIZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación Agronómica de Tres Genotipos y Dos Híbridos de Chile Poblano
(*Capsicum annuum* L.) en Saltillo, Coahuila

Por:

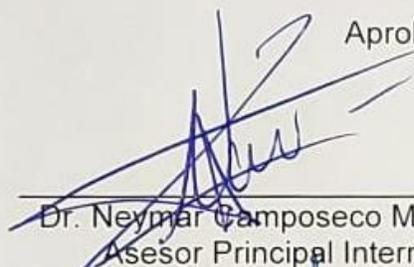
MIGUEL ÁNGEL VÁZQUEZ RUIZ

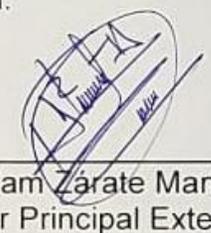
TESIS

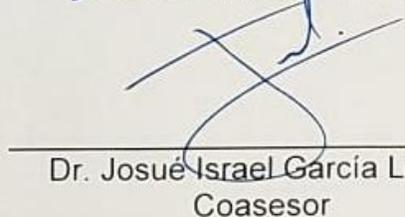
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

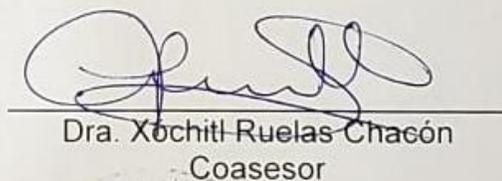
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Neymar Camposeco Montejo
Asesor Principal Interno


Dr. William Zárate Martínez
Asesor Principal Externo


Dr. Josué Israel García López
Coasesor


Dra. Xóchitl Ruelas Chacón
Coasesor


Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2025

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

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

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestado 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, gráficas, 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



Miguel Ángel Vázquez Ruiz

AGRADECIMIENTO

A mis **Padres**, por brindarme su amor y apoyo incondicional para cumplir mis objetivos académicos. Ellos pusieron toda su confianza en mí y fueron mi mayor motivación para cumplir mis metas, además, reconozco y valoro el sacrificio que realizaron para brindarme el recurso económico para poder concluir mis estudios, también, les agradezco por la educación y los valores que me otorgaron, que fueron clave para conseguir mis logros.

A mi “**Alma Terra Mater**”, la “**Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**”, por abrirme las puertas para cursar mis estudios y brindarme todas las herramientas para ser un excelente profesionista, además, agradezco a todos los maestros, que forman parte de la Institución, que contribuyeron en mi formación académica.

Al **Dr. Neymar Camposeco Montejo** por darme la confianza y brindarme la posibilidad de realizar mi trabajo de tesis. Siempre tuvo la mejor disponibilidad y la paciencia para otorgarme sus conocimientos y experiencia, así como para realizar las correcciones de mi trabajo de investigación. Admiro la dedicación, el empeño y el esfuerzo que pone en cada uno de sus proyectos y es un gran ejemplo a seguir, como profesionista y como persona.

Al “**Equipo Internacional de Identificación de Pastizales**” porque ahí desarrollé habilidades y destrezas que serán indispensables en mi vida profesional y personal, además conocí a personas que hoy en día considero familia y lo seguirán siendo. Además, por brindarme el orgullo y el privilegio de representar a mi Alma Terra Mater a nivel internacional y regresarle un poco de todo lo que me dio.

DEDICATORIA

A mi madre Olga Lidia Ruiz Rocha

Por demostrarme el amor más sincero y su apoyo incondicional, por la educación que me dio y por siempre confiar en mí.

A mi padre Miguel Vázquez Zúñiga

Por ser un gran ejemplo de superación personal y profesional, por todos los valores que me inculcó.

A mi hermana Paola Michel Vázquez Ruiz

Por otorgarme la bendición y la responsabilidad de ser un ejemplo para ella, por siempre aplaudir mis logros y mostrarme su amor incondicional.

A mi abuela Bertha Rocha Torres

Por darme todo su apoyo y brindarme su hogar siempre que lo necesito.

A mis tíos Mario Alberto Ruiz Rocha y Hugo Cesar Ruiz Rocha

Por siempre apoyarme y por tener la disponibilidad e intención de enseñarme cosas que me serán útiles para mi éxito como ingeniero.

A mi abuelo Pedro Ruiz González q.e.p.d.

Porque fue mi primera inspiración para elegir esta profesión, además, porque fue para mí un ejemplo de lo que es ser un buen agricultor.

A mis abuelos Juana Zúñiga Rivera y Cleofas Vázquez Soto q.e.p.d.

Por servir como fortaleza y motivación para mí, aunque ya no estén presentes.

A mis amigas y amigos Wendy, Lupita, Chuy y Aldo

Porque con ellos viví la mejor experiencia de mi vida, me hicieron sentir en familia, me mostraron el significado de la amistad y estuvieron en los momentos más importantes de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. HIPÓTESIS	2
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
4.1. Origen del cultivo	3
4.2. Descripción morfológica.....	3
4.2.1. Tallos	3
4.2.2. Raíces.....	3
4.2.3. Hojas.....	3
4.2.4. Flor y fruto.....	3
4.3. Importancia del cultivo	4
4.3.1. Importancia económica.....	4
4.3.2. Importancia social y cultural.....	4
4.4. Requerimientos edafoclimáticos	5
4.4.1. Requerimientos hídricos	5
4.4.2. Requerimientos de suelo	5
4.4.3. Requerimientos climáticos	5
4.5. Mejoramiento genético	5
4.5.1. Mejoramiento en plantas autógamas.....	5

4.5.2. Selección masal.....	6
4.5.3. Selección por pedigree	6
4.5.2. Formación de líneas puras	7
4.5.3. La hibridación para el mejoramiento genético	7
4.5.4. Semilla mejorada	8
4.6. Mejoramiento en chile poblano	8
4.7. Importancia de la evaluación agronómica a campo abierto de chile poblano	9
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
5.1. Ubicación del experimento	10
5.2. Material vegetal.....	10
5.3. Manejo del cultivo	10
5.3.1. Siembra	10
5.3.2. Preparación del terreno	10
5.3.3. Trasplante.....	11
5.3.4. Manejo nutricional.....	11
5.3.5. Manejo fitosanitario.....	11
5.3.6. Frecuencia de riego	11
5.3.7. Cosecha.....	12
5.4. Tratamientos evaluados.....	12
5.5. Variables evaluadas.....	12
5.5.1. Rendimiento.....	12
5.5.3. Ancho de la parte media del fruto	13
5.5.4. Ancho de la parte basal o baja del fruto.....	13
5.5.5. Longitud del fruto.	13
5.5.6. Grosor del mesocarpio.....	13

5.5.7. Longitud del pedúnculo.....	13
5.5.8. Número de lóculos.....	13
5.8.9. Profundidad del cáliz.....	13
5.9. Diseño estadístico.....	14
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
6.1. Rendimiento.....	15
6.3. Ancho de la parte media del fruto.....	16
6.4. Ancho de la parte basal o baja del fruto.....	17
6.5. Longitud del fruto.....	18
6.6. Grosor del mesocarpio.....	19
6.7. Longitud del pedúnculo.....	20
6.8. Número de lóculos.....	21
6.9. Profundidad del cáliz.....	22
VII. CONCLUSIONES.....	23
VIII. RECOMENDACIONES.....	23
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable rendimiento de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.....15
- FIGURA 2.** Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable ancho de la parte media del fruto de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.....16
- FIGURA 3.** Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable ancho de la parte basal o baja del fruto de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.....17
- FIGURA 4.** Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable longitud del fruto de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.....18
- FIGURA 5.** Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable grosor del mesocarpio de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.....19
- FIGURA 6.** Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable longitud del pedúnculo de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.....20
- FIGURA 7.** Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable longitud del pedúnculo de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.....21
- FIGURA 8.** Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable profundidad del cáliz de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.....22

RESUMEN.

En la presente investigación se evaluaron seis genotipos de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) a campo abierto, tres líneas experimentales y un híbrido comercial, pertenecientes al Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología en Semillas, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y el híbrido “Carranza F₁” de la casa semillera SEMINIS. El experimento se estableció en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones cada uno (Carranza F₁, F402F₁ experimental y los fenotipos G2, G4 y G6, se realizó un ANOVA para el análisis de los datos y se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). Se evaluaron parámetros agronómicos y morfológicos como: rendimiento, ancho de la parte media del fruto, ancho de la parte baja del fruto, longitud del fruto, grosor del mesocarpio, longitud del pedúnculo, número de lóculos y profundidad del cáliz. Los híbridos Carranza F₁, F402 F₁ experimental y el G6 sobresalieron en las variables de rendimiento, ancho de la parte media del fruto, mientras que Carranza F₁ fue el mejor en ancho de la parte baja o basal del fruto (62.15 mm). El genotipo G2 destacó en longitud de fruto (126 mm), junto con G6 y Carranza F₁, en número de lóculos destacaron el G2 y G4. En el resto de las variables se observó un comportamiento estadístico similar. El comportamiento agronómico de los genotipos e híbridos evaluados fue variable en la mayoría de las variables evaluadas, lo que sugiere el potencial genético de los genotipos, que da lugar para continuar con la investigación y el desarrollo de estos materiales, con fines de generación de nuevas variedades o híbridos.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, selección, mejoramiento genético, rendimiento .

I. INTRODUCCIÓN

México es el segundo productor mundial de chile, con alrededor de 3.6 millones de toneladas. El consumo per cápita de esta hortaliza es de 19.6 kilogramos y representa el 21.4 % de la producción de hortalizas en el territorio nacional. México exporta el 32.08% de la producción anual, principalmente a Estados Unidos, lo que representa un valor de 1,231 millones de dólares. El chile es un producto multifacético utilizado en diferentes industrias. Es un símbolo con un gran peso cultural y que, junto con otros cultivos, fue la base de la alimentación en la época prehispánica. Además, es un elemento esencial en la gastronomía nacional e internacional (Aguirre y Muñoz, 2015). La comercialización y producción de semilla mejorada establece un enlace para la transferencia de conocimientos y tecnología de los Fitomejoradores hacia los productores, que permite obtener cultivos con alta productividad y rentabilidad para los productores (Luna-Mena *et al.*, 2012). El valor del mercado de semillas híbridas de hortalizas, en México, se estima en 350.75 millones de dólares, en 2024, y se proyecta un crecimiento hasta 489.5 millones de dólares para 2030; dónde predominan solanáceas como: chiles, tomates y pepino (Mordor Inteligencia, 2024). El 95% de semillas hortícolas que se cultivan en México son importadas. Las empresas transnacionales producen semilla de tomate y chile en México y la envían a Europa y Estados Unidos para empacarlas y comercializarlas, lo que eleva los costos de adquisición de la semilla para los productores. El SNICS, hasta 2021, reportó 180 solicitudes de obtentor de chile verde, de las cuales, el 83.3% son realizadas por empresas transnacionales como: Enza Zaden®, HM Clause®, Nunhems B.V.®, Rijk Zwaan Zaadteelt®, Sakata Seed America®, Seminis Vegetable Seed®, Syngenta Crop Protection AG®, entre otras; y el 16.7% son solicitudes de centros de investigación y universidades nacionales (Solleiro *et al.*, 2022). Por ello, es de suma importancia el desarrollo de programas de mejoramiento genético que busque el desarrollo de variedades o híbridos nacionales y producir semilla mexicana que compita con productos de las empresas transnacionales, tanto en precio como en desempeño agronómico y del gusto de los agricultores y consumidores.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar el desempeño agronómico de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano cultivados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el desempeño agronómico de tres genotipos en comparación con un híbrido comercial y un híbrido experimental a campo abierto en Saltillo, Coahuila.
- Examinar y determinar las variables sobresalientes de los genotipos en comparación con los híbridos para integrarlos a un programa de mejora genética.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis alternativa

Al menos uno de los genotipos mostrará un desempeño agronómico similar o superior a los híbridos probados.

3.2. Hipótesis nula

Ninguno de los genotipos mostrará un desempeño agronómico similar o superior a los híbridos probados.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen del cultivo

México es el centro de origen, domesticación y diversificación del chile (Aguilar-Meléndez *et al.*, 2021). Los estudios señalan dos áreas potenciales donde se pudo originar esta variedad, el norte de México y el centro-este, específicamente en el valle de Tehuacán, en Puebla (Kraft *et al.*, 2014).

4.2. Descripción morfológica

4.2.1. Tallos

Los tallos son erguidos, ramificados, lisos y semileñosos, alcanza alturas de 30 a 80 cm de altura (SADER, 2022).

4.2.2. Raíces

El sistema radicular es profundo, la raíz principal es pivotante, llega a profundidades de 70 a 120 cm de profundidad y se extiende lateralmente de 100 a 120 cm; sin embargo, la mayor densidad radicular se encuentra en los primeros 5-40 cm (Gaspar, 2019).

4.2.3. Hojas

Sus hojas son ovales, de color verde lustroso; pueden ser medianamente pubescentes o glabras (SADER, 2024).

4.2.4. Flor y fruto

El fruto es una baya hueca, carnosa, de color verde oscuro con un pericarpio brillante y con un nivel de picor bajo (SADER, 2020). Tiene flores solitarias; sus pétalos son rectos de color blanco o azul y rara vez púrpura; sus anteras son de color violeta o azul y de filamentos cortos; el pistilo está localizado entre las anteras, lo que propicia la autopolinización, en la mayoría de los casos (González *et al.*, 2022).

4.3. Importancia del cultivo

4.3.1. Importancia económica

4.3.1.1 Producción a nivel mundial

Los principales países productores de chile a nivel mundial son: China en primer lugar, quien, hasta 2022, produjo 16,810,518.6 t; México con 3,113,244.27 t; Indonesia con 3,020,262.11 t; Turquía con 3,018,775 t. Estos cuatro países, en conjunto, aportan el 46.78% (22,452,138 M/USD) del valor total mundial de la producción (FAO, 2024).

4.3.1.2 Producción a nivel nacional

Para el año 2023 México produjo 3,681,061.47 toneladas, con un valor de la producción de 45,977 millones de pesos. Los estados que más aportaron fueron: Chihuahua (39,355 has), Sinaloa (16, 888 has), Zacatecas (38, 614 has), San Luis Potosí (26, 271 has) y Sonora (4,491 has) (SIAP, 2024).

4.3.1.3. Producción de chile poblano en México

La producción de chile poblano fue de 480,936.89 toneladas, lo que representa el 13.07% de la producción de chiles en México y el 11.7% (5,381 millones de pesos) del valor total de la producción. Los estados de Zacatecas (6,487 ha), Guanajuato (3,293 ha), Sinaloa (1,526 ha), y Baja California (790 ha) aportan más del 80% del chile poblano que se cultiva. En el estado de Coahuila se producen 1,266 t, cultivados en 70 has, principalmente en Parras y Saltillo. Aunque de chile poblano para objetivos de secos como “chile ancho” también se siembran en el país más de 16,000 has, de las cuales en San Luis Potosí se siembran 5,878 has y en Zacatecas más de 9000 has (SIAP, 2024).

4.3.2. Importancia social y cultural

El chile es un elemento con gran importancia cultural, desde la época prehispánica, las sociedades indígenas lo utilizaban como condimento en los alimentos que

consumían. El chile también formó parte de los mitos en las culturas prehispánicas, así como parte de ofrendas en rituales a los dioses que veneraban (Vela, 2009). En la actualidad, el chile poblano, es componente fundamental, tanto seco como en verde, de platillos importantes para la gastronomía mexicana (Pérez *et al.*, 2017).

4.4. Requerimientos edafoclimáticos

4.4.1. Requerimientos hídricos

Es una planta sensible al estrés hídrico por exceso o falta de agua. Para una buena producción se necesitan de 900 a 1250 mm anuales. Un suministro irregular de agua puede provocar la caída de las flores y frutos recién cuajados y necrosis apical. Se recomienda la aplicación de riegos con láminas poco pesadas pero frecuentes (Jaramillo *et al.*, 2024).

4.4.2. Requerimientos de suelo

Los suelos óptimos para el desarrollo de la planta son franco arenosos o francos y profundos. Su desarrollo es menor en suelos arcillosos con poca capacidad de retención de agua y deficiente capacidad de drenaje. El pH óptimo es de 5 a 7 (Barrantes, 2010).

4.4.3. Requerimientos climáticos

La temperatura necesaria para un correcto desarrollo de sus órganos es de 20 a 25°C en el día y 16 a 18°C por la noche. El desarrollo se ve afectado cuando las temperaturas alcanzan valores arriba de 40°C o cuando desciende a menos de 5°C (Cantos & Dalinda, 2022).

4.5. Mejoramiento genético

4.5.1. Mejoramiento en plantas autógamas

Se han utilizado varias maneras para aumentar el rendimiento de los cultivos, como la aplicación de fertilizantes, plaguicidas o diferentes láminas de riego. Sin embargo,

existen algunas restricciones debido a la disponibilidad o el precio de estos recursos; es por ello, que la mejora genética ha tomado mucha importancia para lograr este objetivo (Ramalho *et al.*, 2013).

Las plantas autóгамas son aquellas que se reproducen mediante autofecundación, aunque pueden presentar un porcentaje bajo de polinización cruzada. Las poblaciones de plantas autóгамas son homogéneas, sin embargo, puede existir variabilidad debido a mutaciones (Llatas *et al.*, 2021). Hoy en día, existen técnicas actualizadas de mejoramiento a través del uso de marcadores moleculares e ingeniería genética; sin embargo, los usos de métodos de mejoramiento genético tradicional aún siguen siendo la base de muchos trabajos de investigación para la obtención de cultivares mejorados, como la selección masal, selección por pedigree, líneas puras, retrocruzas, selección recurrente, etc (Bezus *et al.*, 2023).

4.5.2. Selección masal

Es una técnica de selección en mejoramiento genético, la cual, consiste en seleccionar las mejores plantas y frutos para mezclar sus semillas para recombinarlas y formar una nueva población (Santiago-López *et al.*, 2020). El objetivo principal de este tipo de selección es mejorar caracteres fenotípicos en una población. Sin embargo, en especies autóгамas, cuando la frecuencia de heterocigotos disminuye y se aumenta la frecuencia de genotipos homocigotos, la efectividad de la selección comienza a disminuir (Angulo & Ortiz, 2020). La efectividad de este método depende de la heredabilidad del carácter de interés y se basa en el genotipo, el cual, se comportará según el ambiente en el que se desarrolle, considerándose esto como una posible desventaja de este método (Santacruz, 2023).

4.5.3. Selección por pedigree

También llamada selección genealógica, es un método en el cual, se cruzan dos progenitores seleccionados por sus características agronómicas. En la generación F₂ se realizan selecciones individuales y después se realiza selección sobre las líneas derivadas F₂ hasta que se logre una homocigosis y estabilidad entre las

líneas, siguiendo la secuencia del material a partir de F2 (Olmos, 2004). Este tipo de selección se utiliza ampliamente para el mejoramiento de plantas autógamias, tales como el chile poblano, para la creación de nuevas variedades y la mejora de caracteres poligénicos, y en donde los progenitores que se utilizan para la hibridación, tienen buenas características agronómicas o están bien adaptados a las condiciones ambientales (Begna, 2021). La eficacia de este método depende de la capacidad para discriminar, en la descendencia, los individuos genéticamente superiores o inferiores, dependiendo del carácter a mejorar (Lasa, 1980).

4.5.2. Formación de líneas puras

Uno de los métodos más utilizados en el mejoramiento genético de chile en México son las líneas puras (Luna & Martínez, 1996). Una línea pura es un individuo homocigoto o casi homocigoto para la mayoría de sus loci, y que son el resultado de varias generaciones sucesivas de autofecundaciones (Brown & Caligari, 2008). Es uno de los métodos más antiguos en el mejoramiento genético y en plantas autógamias, como el chile, es bastante común; consiste en seleccionar genotipos parentales homocigotos superiores y someterlos a autopolinización, la progenie de cada parental se evalúa, buscando caracteres agronómicos deseables y uniformidad entre ellos, se repite el proceso autopolinizaciones y evaluaciones hasta lograr obtener una variedad, este proceso tarda, en promedio, de cinco a siete años (Akhtar *et al.*, 2023).

4.5.3. La hibridación para el mejoramiento genético

Hoy en día está claro que el flujo de genes entre individuos de poblaciones genéticamente divergentes, puede contribuir a variabilidad fenotípica e inducir a la adaptación a los entornos cambiantes (Goulet *et al.*, 2016). La hibridación es un proceso mediante el cual se cruzan dos individuos genéticamente contrastantes para obtener un híbrido, con la finalidad de producir combinaciones de genes deseables y buscando la heterosis (Mwangangi *et al.*, 2019).

La heterosis es la capacidad de la progenie para superar a ambos progenitores en cuestiones de productividad, crecimiento, desarrollo y resistencia; no debe confundirse con la heterobeltiosis, cuando la progenie supera, únicamente, al mejor progenitor (Begna, 2021).

4.5.4. Semilla mejorada

Las semillas mejoradas son aquellas que se forman a partir de la investigación, selección, cruzamientos y mejoramiento genético realizado por los fitomejoradores, con la finalidad de proporcionarle al productor las herramientas necesarias para contribuir con a la autosuficiencia alimentaria (Ortíz, 2021). La obtención de semilla híbrida tiene como objetivo aumentar el rendimiento y la productividad de los cultivos, mediante la mejora de características agronómicas como el tamaño del fruto; resistencia a factores ambientales; resistencia a plagas; disponer de variedades tardías, tempranas o intermedias, dependiendo de las necesidades del mercado; disminución en el uso de insumos, etc (Molina y Solleiro, 2023). Sin embargo, la mayoría de las semillas mejoradas están desarrolladas para expresar su mayor potencial genético bajo sistemas de producción de mediana y alta tecnificación, dejando de lado a pequeños productores; esto debido a que la mayoría de empresas que se dedican al desarrollo de estas semillas pertenecen a la iniciativa privada (Govaerts *et al.*, 2019). En 1991, la Ley de Semillas, en México, se modificó permitiendo que las empresas privadas realicen investigaciones para el desarrollo de nuevas variedades. Las primeras en hacerlo fueron Dekalb y Pioneer, desarrollando los primeros híbridos de maíz en el país, abriendo camino para el establecimiento de las demás transnacionales que realizan investigación en México hoy en día (AMSAC, 2023).

4.6. Mejoramiento en chile poblano

Existen variedades criollas de chile poblano, las cuales, siguen siendo utilizadas por los productores, conservando año con año dicha semilla, sin embargo, estos genotipos son de bajo rendimiento y calidad, debido a la diversidad morfológica de

plantas y frutos, así como la susceptibilidad a plagas y enfermedades (Juárez, 2014).

El INIFAP creó el híbrido de chile poblano HAP14F, adaptado para la zona del Altiplano de México. Se realizó a partir de una cruce simple de dos líneas pertenecientes al INIFAP, las cuales, se obtuvieron por autofecundación sucesiva. Produce frutos de color verde intermedio y, a campo abierto, su rendimiento promedio es de 23.1 tha^{-1} en verde (Santiago *et al.*, 2018). Hoy en día se está buscado el desarrollo de variedades que puedan acercarse al desempeño de híbridos que se encuentran en el mercado, con un costo de adquisición bajo, con la finalidad de mejorar la relación costo-beneficio (INIFAP, 2024).

4.7. Importancia de la evaluación agronómica a campo abierto de chile poblano

Una evaluación agronómica consiste en un conjunto de procedimientos experimentales, en los cuales, los genotipos sometidos a evaluación, se siembran en diferentes localidades para determinar la adaptación de los mismos, utilizando diseños experimentales (Londo & Vicente, 2011). En programas de mejoramiento genético, la evaluación agronómica es una fase posterior a la caracterización morfológica, la información de la evaluación agronómica es de suma importancia para los fitomejoradores, ya que los ayuda para determinar genotipos con caracteres sobresalientes y por ende el potencial para el desarrollo de híbridos o variedades, los criterios a considerar en una evaluación agronómica varían según la especie y el objetivo de la investigación (Saad & Rao, 2001). El 91.9% de la producción de chile poblano en México se cultiva a campo abierto, mientras que el 8.1% en estructuras protegidas (invernadero, malla sombra y macro túnel). La evaluación a campo abierto permite obtener información sobre resistencia a factores abióticos (resistencia a estrés hídrico, térmico, etc.) y a factores bióticos (insectos, hongos, bacterias, virus, etc.) (Ascencio, 2013).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación del experimento

El experimento se estableció en un campo experimental del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en las siguientes coordenadas: 25°21'23"N y 101°02'05"W y a una altitud de 1,754 msnm (Google Earth, 2024).

5.2. Material vegetal

Para este experimento se utilizaron cinco genotipos de chile poblano. Tres genotipos experimentales y un híbrido, pertenecientes al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la UAAAN; además, un híbrido comercial perteneciente a la casa semillera SEMINIS® llamado "Carranza F₁", el cual, tiene un buen desempeño en condiciones cálidas y con un tamaño promedio de 17 cm de largo por 7.7 cm de diámetro, con cajete profundo, dos lóbulos y de color verde oscuro cuando madura.

5.3. Manejo del cultivo

5.3.1. Siembra

Las semillas de cada genotipo se sembraron en charolas germinadoras de 200 cavidades, en sustrato Peat Moss mas perlita a una relación de 75%/25%, respectivamente. La charola se etiquetó a un costado para identificar cada tratamiento al momento del trasplante.

5.3.2. Preparación del terreno

Para la preparación del terreno se quitó la maleza de forma manual y se levantaron cuatro bordos utilizando azadones, posteriormente, se instalaron las cintillas de riego y se colocó un acolchado plástico de color negro en cada bordo. Cada bordo se dividió según el croquis de la parcela experimental y se identificó con un marcador cada tratamiento sobre el acolchado.

5.3.3. Trasplante

Se dio un riego principal para humedecer la tierra y posteriormente se realizó el trasplante en un marco de plantación a tres bolillo. Al séptimo día del trasplante se aplicó el enraizador Rooter QF® a una dosis de 1 mL⁻¹ utilizando una bomba de mochila, después se realizaron dos aplicaciones más, con intervalos de 20 días entre cada aplicación.

5.3.4. Manejo nutricional

Para el manejo nutricional se utilizó una solución nutritiva a la siguiente dosis, al 100%: NO₃, 10 meq; H₂PO₄, 1.5 meq; SO₄, 9 meq; Cl, 3.26 meq; HCO₃, 1 meq; NH₄, 1 meq; Ca, 11 meq; K, 9 meq; Mg 5 meq; Na, 3 meq. Se utilizaron las siguientes formulaciones de fertilizantes: nitrato de calcio (Ca(NO₃)₂*4H₂O), nitrato de magnesio (Mg(NO₃)₂*6H₂O), fosfato mono amónico (NH₄H₂PO₄), sulfato de potasio (K₂SO₄) y ácido sulfúrico (HSO₄). Estos fertilizantes se disolvían en un bote de 20 L y posteriormente se añadían a un tanque de 750 L para formar una solución concentrada; primero se agregaba el ácido sulfúrico directamente al tanque, posteriormente se disolvían los demás fertilizantes, excepto el sulfato de potasio, el cual se disolvía individualmente para evitar la formación de agregados insolubles.

5.3.5. Manejo fitosanitario

Para el manejo fitosanitario se realizaron aplicaciones de los siguientes insecticidas, todos a dosis de 0.5 ml L⁻¹: Sunfire (Chlorfenapyr), Sivanto (Flupiradifurona), Oberon (Spiromesifen), Malathion (Malation) y Coragen (Clorantraniliprol). Solamente se realizó una aplicación del fungicida Captan 50 WP, a la misma dosis que los insecticidas. Se aplicaban dos insecticidas diferentes cada semana para evitar la presencia de poblaciones de insectos resistentes a los ingredientes activos aplicados.

5.3.6. Frecuencia de riego

La frecuencia y el tiempo de riego se determinaron según la etapa del cultivo y de las condiciones climáticas. Después del trasplante se aplicaban tres minutos por

hora, empezando desde las ocho de la mañana hasta las cinco de la tarde, dando un total de 27 minutos de riego al día y sin fertilizantes. Posteriormente se aumentó a 10 minutos cada hora, ya aplicando la dosis de fertilización al 50%. Por último, se aumentó el riego a 15 minutos cada hora, con la dosis de fertilización al 100%. Los riegos se suspendieron en temporadas de lluvias, pero, se aumentaron las horas de riego en temporada de calor extremo. Se utilizó un riego por goteo con doble cintilla por surco y los intervalos aplicaciones se controlaban mediante un temporizador al cual estaba conectada la bomba de riego.

5.3.7. Cosecha

La cosecha se realizó el día 22 de julio del 2023, se cortaron los frutos manualmente y se colocaron en una caja, la cual se etiquetó para su identificación, posteriormente se llevaron al laboratorio para la evaluación de las variables.

5.4. Tratamientos evaluados

Se evaluaron cinco genotipos de chile poblano, tres fueron genotipos experimentales y los otros dos fueron híbridos, el híbrido F402 experimental, desarrollado en la UAAAN, y el híbrido Carranza F₁, de SEMINIS®.

5.5. Variables evaluadas

Se evaluaron ocho variables: rendimiento, ancho de la parte media del fruto, ancho de la parte baja del fruto, longitud del fruto, grosor de mesocarpio, longitud del pedúnculo, profundidad del cáliz y número de lóculos.

5.5.1. Rendimiento

Para determinar esta variable se cosecharon los frutos y se obtuvo un promedio de del peso de los mismos entre el total de plantas que conformaban la unidad experimental. Se expresó en kilogramos por planta.

5.5.3. Ancho de la parte media del fruto

Esta variable se tomó en laboratorio después de la cosecha de los frutos, para ello, se utilizó un vernier digital, se midió la parte media de cada fruto de manera transversal y se obtuvo el promedio, el cual se expresó en mm.

5.5.4. Ancho de la parte basal o baja del fruto.

Esta variable se tomó en laboratorio, se midió la parte baja de cada fruto, próximo al pedúnculo, utilizando un vernier digital. Los datos se expresaron en mm.

5.5.5. Longitud del fruto.

Para la determinación de esta variable se midió el fruto de forma longitudinal, utilizando un vernier digital, los datos se expresaron en mm.

5.5.6. Grosor del mesocarpio

Para la determinación de esta variable se cortó el fruto de forma transversal en la base del mismo, posteriormente, se midió el mesocarpio utilizando un vernier digital y los datos se expresaron en mm.

5.5.7. Longitud del pedúnculo

Para la obtención de esta variable, se midió el pedúnculo desde la base del cáliz hasta donde se realizó el corte del pedúnculo, se utilizó un vernier digital y los datos obtenidos se expresaron en mm.

5.5.8. Número de lóculos

Para la determinación de esta variable se aprovechó el corte realizado para la determinación de la variable grosor de mesocarpio; se contó el número de lóculos y se expresó en n° de lóculos/fruto.

5.8.9. Profundidad del cáliz

Para la determinación de esta variable se midió la inserción del pedúnculo hasta la base del fruto utilizando un vernier digital, los resultados se expresaron en mm.

5.9. Diseño estadístico

Se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones cada uno. Para el análisis de resultados se realizó un análisis de varianza (ANOVA $p \leq 0.05$) utilizando el programa estadístico “Infostat 2020” y se realizó la prueba de contraste de medias “Tukey” con una significancia del $p \leq 0.05$.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Rendimiento

Según el ANOVA, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados para la variable rendimiento en kilogramos por planta. El genotipo que más destacó fue el híbrido “Carranza F₁”, con un rendimiento de 0.49 kilogramos por planta, seguido del híbrido experimental F402 y G6. Los genotipos “G2” y “G3” son los que tuvieron un menor rendimiento con valores de 0.31 y 0.26 kg planta⁻¹. El rendimiento es el carácter más importante en la mayoría de programas de mejoramiento genético y está determinado por un conjunto de diversos parámetros, tales como altura de planta, número de frutos, precocidad etc. (Toledo-Aguilar *et al.*, 2011)

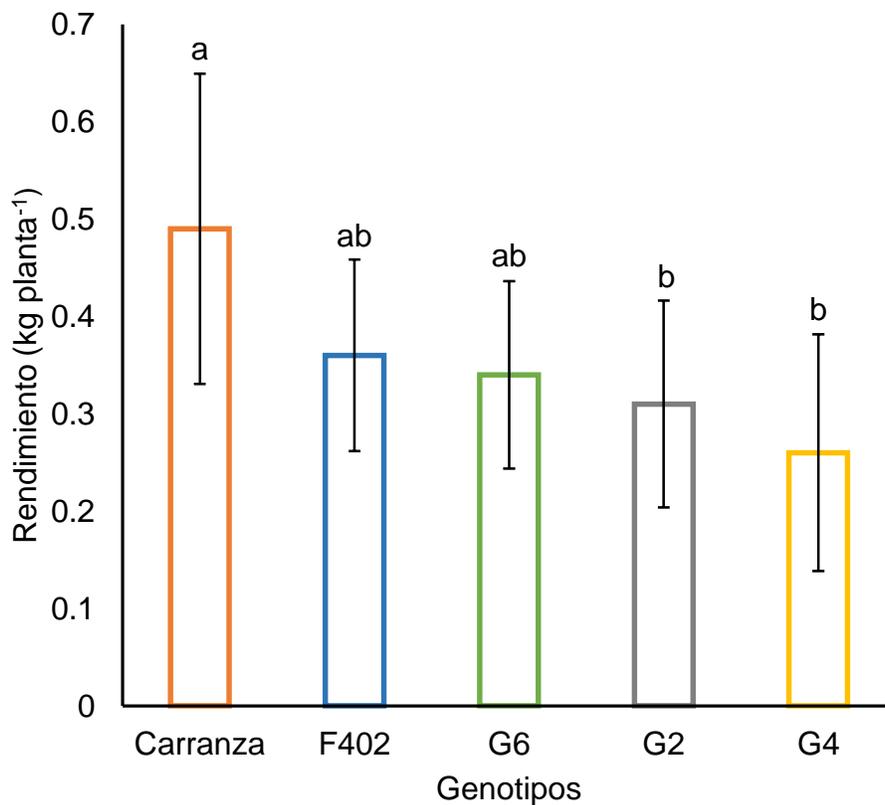


Figura 1. Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable rendimiento de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.

6.2. Ancho de la parte media del fruto

Se obtuvieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados para la variable ancho de la parte media del fruto. El híbrido “Carranza F₁” fue el que tuvo una mayor anchura de la parte media del fruto con 55.32 mm, seguido del híbrido F402 con 49.44mm, de igual manera los genotipos “G6” Y “G4” tuvieron promedios similares, con 47.21 y 45.91 mm, respectivamente ya que se ubican dentro del mismo grupo estadístico, a su vez, el genotipo “G2” fue el tratamiento de menor ancho en parte media con 40.19 mm. Se obtuvieron resultados similares a los reportados por Hernández-Acosta *et al.* (2024), con valores que van desde 48.6 hasta 50.04 mm. En otros trabajos de investigación se reportaron tamaños de ancho de fruto de 7 a 7.8 cm (Tlelo-Cuautle *et al.*, 2020; Novoa *et al.*, 2018).

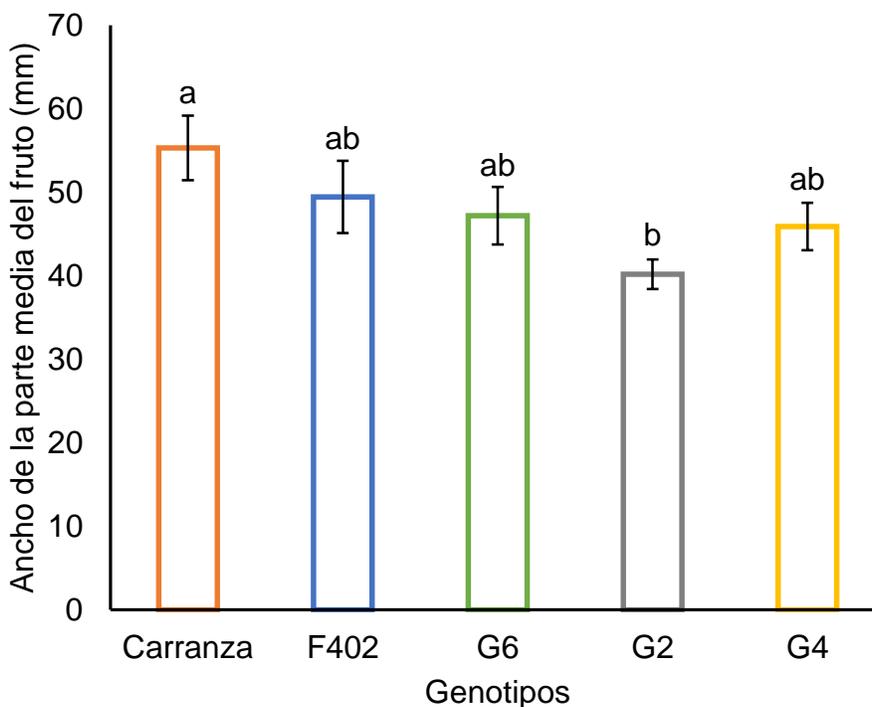


Figura 2. Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable ancho de la parte media del fruto de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.

6.3. Ancho de la parte basal o baja del fruto

Según el análisis de varianza, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas en la variable ancho de la parte basal del fruto. El tratamiento que más sobresalió fue el híbrido “Carranza F₁” con un ancho de la parte basal del fruto de 62.15 mm. El híbrido “F402” y los genotipos G6, G2 y G4 obtuvieron medidas con una mínima variación de entre 53.77 y 48.91 mm respectivamente. En trabajos previos de investigación se han reportado que el promedio es de 61.7 mm (Díaz, 2022); sin embargo, se han registrado medidas que van desde los 60 mm hasta los 80 mm (Contreras, 2024). La base del fruto es de suma importancia ya que es la zona de crecimiento, en frutos de forma cónica, que determinará el tamaño de los frutos (Sinha *et al.*, 2012).

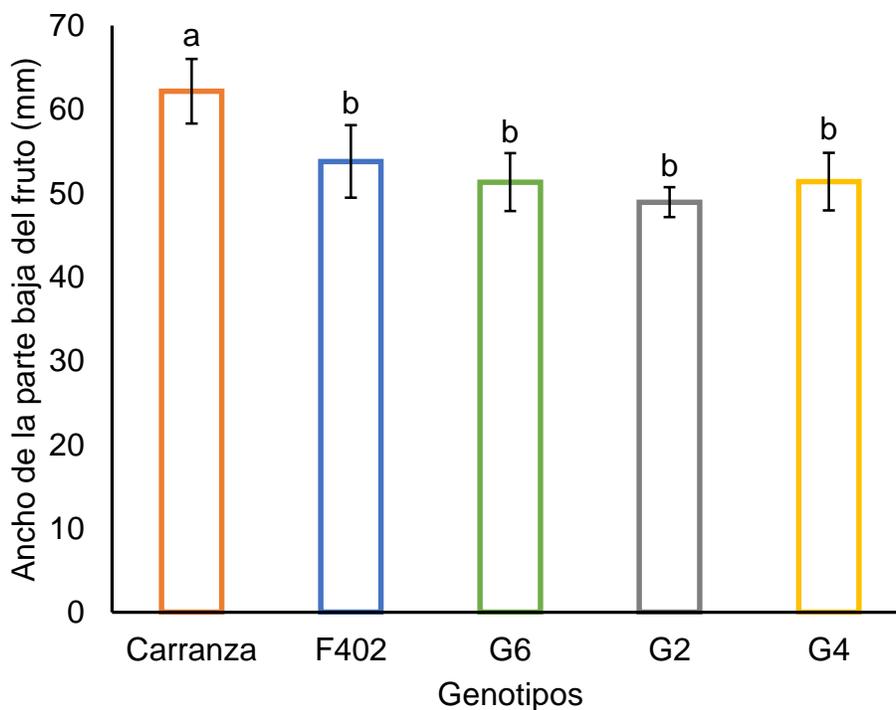


Figura 3. Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable ancho de la parte basal o baja del fruto de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.

6.4. Longitud del fruto

Para la variable longitud del fruto se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, donde el genotipo dos (G2) es el tratamiento que más destacó con 132.11 mm de longitud, no obstante, el híbrido Carranza F₁ y el genotipo “G6” mostraron una longitud estadísticamente similar con 118.69 y 129.93 mm respectivamente. El híbrido F402, con un valor de 112.05, y el genotipo cuatro con 106.53 de longitud, fueron los tratamientos que mostraron una menor longitud del fruto. Todos los tratamientos se encontraron en los parámetros normales de longitud del fruto según Hernández *et al.* (2021), los cuales van desde 100 a 140 mm en promedio.

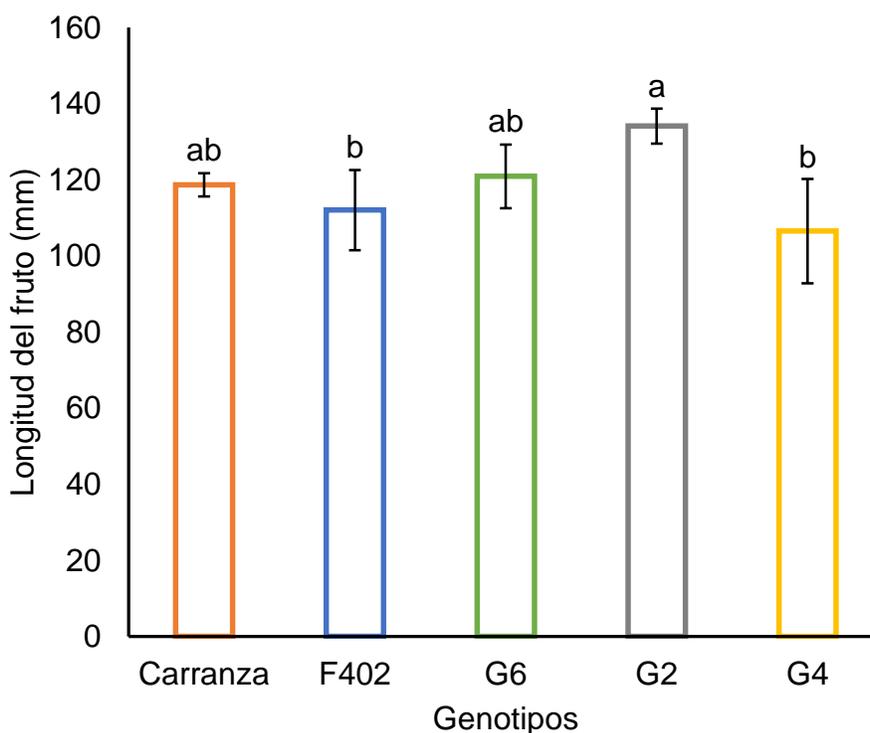


Figura 4. Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable longitud del fruto de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.

6.5. Grosor del mesocarpio

Entre los tratamientos no existieron diferencias estadísticas significativas en el grosor del mesocarpio de los frutos, una variable de gran importancia en Chile poblano. Sin embargo, los híbridos Carranza F₁ y F402 F₁ mostraron valores superiores con 3.22 y 3.03 mm respectivamente, seguido de los genotipos G2, G4 y G6 con 2.79, 2.57 y 2.57 mm respectivamente, los cuales, obtuvieron medidas con muy poca variabilidad entre ellos. Como menciona Tsegay *et al.* (2013), el grosor o espesor del mesocarpio está relacionado con la firmeza del fruto, lo cual, facilita su manejo en postcosecha, además, el espesor del mesocarpio está relacionado con el tamaño y apariencia del fruto, características importantes en la calidad del mismo para que sea más atractivo al consumidor (Escalera-Ordaz *et al.*, 2019).

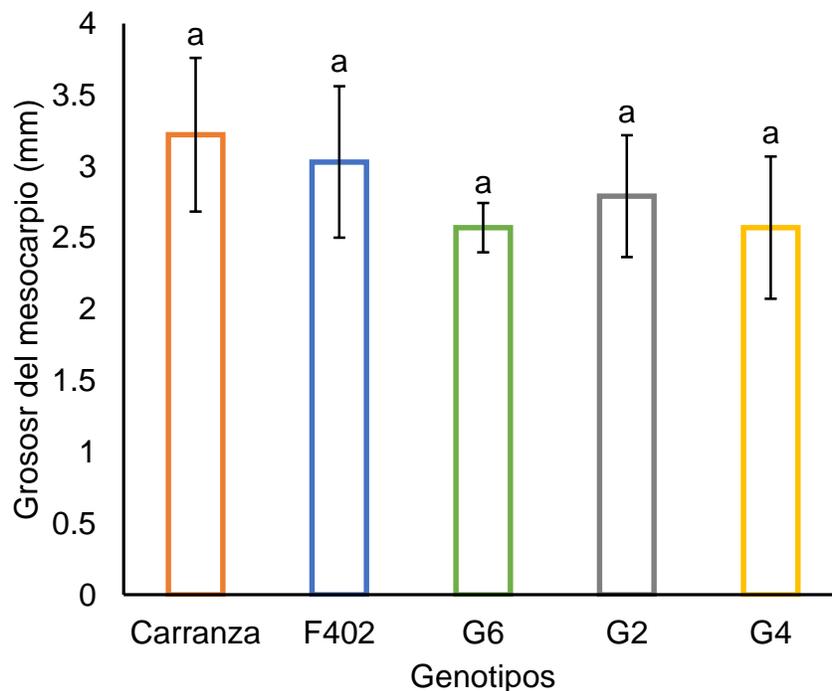


Figura 5. Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable grosor del mesocarpio de tres genotipos y dos híbridos de Chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.

6.6. Longitud del pedúnculo

Los tratamientos evaluados no mostraron diferencias estadísticas significativas entre ellos, en la longitud del pedúnculo de cada fruto. No obstante, el genotipo dos (G2) fue el que destacó con un pedúnculo más largo con 54.24 mm, seguido del genotipo G6 con 52.22 mm y del híbrido F402 con 48.59 mm. El híbrido Carranza F₁ y el genotipo G4 mostraron medidas de 46.77 y 46.13. Los híbridos F402 y “Carranza F₁” se encuentran en el rango óptimo para facilitar la cosecha, de 5 a 7 cm que es preferido para esta labor.

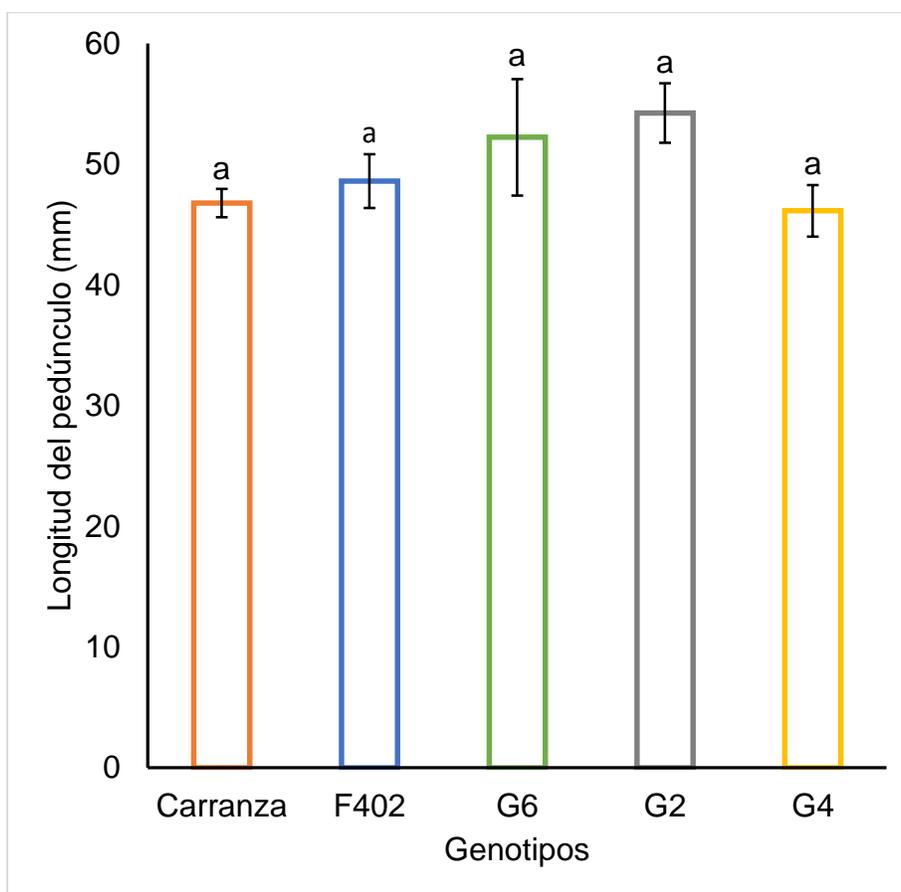


Figura 6. Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable longitud del pedúnculo de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.

6.7. Número de lóculos

Se encontraron diferencias estadísticas significativas en cuanto al número de lóculos ente los tratamientos evaluados. Donde el genotipo dos (G2) fue el que obtuvo un mayor valor con 2.53 lóculos en promedio, los demás tratamientos se mantuvieron en valores muy similares estadísticamente entre ellos. Como lo menciona Pérez-Reyes *et al.* (2024), el número de lóculos forma parte de las variables morfológicas de calidad de los frutos ya que para chiles poblanos o anchos se prefieren frutos con dos lóculos, aunque, los frutos presentaron un promedio de dos lóculos, coincidiendo con el artículo de Zhigila *et al.* (2014).

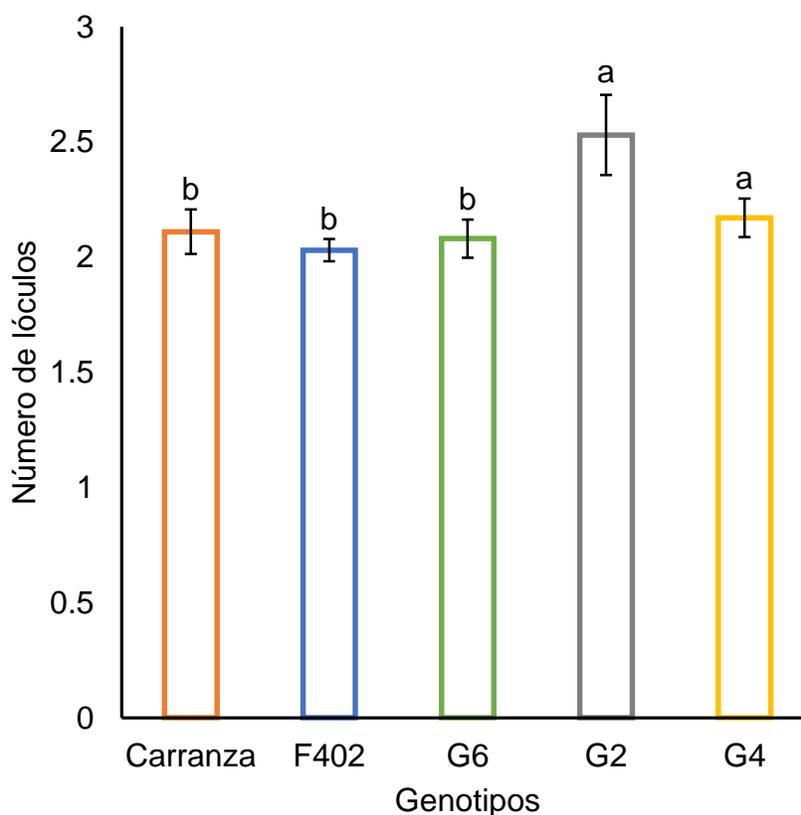


Figura 7. Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable longitud del pedúnculo de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.

6.8. Profundidad del cáliz.

En cuanto a la profundidad del cáliz, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El híbrido Carranza F₁ fue el que sobresalió significativamente con 17.18 mm. El híbrido F402 y los genotipos G4 y G6 mantuvieron valores muy similares estadísticamente entre ellos, encontrándose dentro del mismo rango estadístico. El genotipo G2 fue el tratamiento con una profundidad del cáliz menor, de 10.08 mm. esta variable es muy importante, ya que, a menor profundidad del cáliz, menor acumulación de agua, por lo tanto, habrá menos posibilidad de pudrición por hongos ocasionado por un exceso de humedad en regiones húmedas o con afluencia de lluvia (Gomide *et al.*, 2008).

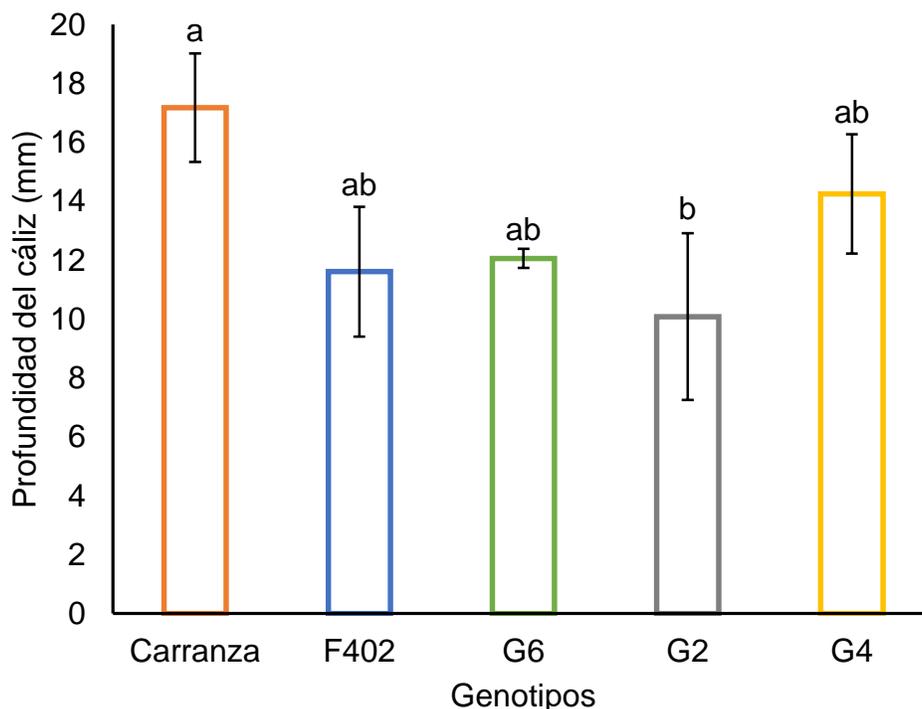


Figura 8. Comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable profundidad del cáliz de tres genotipos y dos híbridos de chile poblano, evaluados a campo abierto en Saltillo, Coahuila.

VII. CONCLUSIONES.

- El híbrido Carranza F₁ fue el genotipo que mostró un mejor desempeño agronómico junto con el híbrido experimental F402 y G6, con un rendimiento superior a los demás genotipos probados, en longitud de fruto destacó el G2, Carranza F₁ y G4, el número de lóculos fue superior en G2.
- Las diferencias significativas encontradas entre los híbridos y los genotipos dan la pauta para continuar con el programa de mejoramiento genético y continuar con la selección *per se* de los materiales sobresalientes en sus caracteres particulares.

VIII. RECOMENDACIONES

- Es importante aprovechar la gran diversidad genética que existe de Chile poblano, a fin de buscar el desarrollo de nuevas variedades o híbridos que puedan ser susceptibles de uso por parte de los agricultores.
- El mejoramiento de semillas hortícolas, como el Chile poblano, es de suma importancia para la reducción de costos para el productor y aumentar la rentabilidad del cultivo.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

- Aguilar-Meléndez, A., Vásquez-Dávila, M. A., Manzanero-Medina, G. I., & Katz, E. (2021). Chile (*Capsicum spp.*) as *Food-Medicine Continuum in Multiethnic Mexico*. *Foods*, 10(10), 2502. <https://doi.org/10.3390/foods10102502>
- Aguirre, H. E. & Muñoz, V. 2015. El chile como alimento. *Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, 66(3), 16-23
- Akhtar, S., Rao, E., Uike, A., & Saatu, M. (2023). Plant breeding strategies: traditional and modern approaches. In: *Genetic revolution in agriculture: unleashing the power of plant genetics*. *Elite Publishing House*, New Delhi
- Angulo, V. I. & Ortiz, B. M. A. (2020). Mejoramiento Genético en Plantas Alógamas y Autógamas. *Universidad Nacional de Colombia*. Palmira, Colombia
- Ascencio, C. D. O. 2013. Evaluación del rendimiento de variedades de chile poblano (*Capsicum annum* L.) en campo abierto y en macro túnel. *Universidad Autónoma de San Luis Potosí*. Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.
- Asociación Mexicana de Semilleros A. C. [AMSAC]. (2023). Asociación Mexicana de Smeilleros A. C., 50 años de fortalecer el campo mexicano. *Codex*. 119. Cd de México, México
- Barrantes, J. L. F. (2010). Manual de recomendaciones en el cultivo de chile, pimienton o ají (*Capsicum spp.*). *INTA*. 27. San José, Costa Rica. ISBN: 978-9968-586-05-4
- Begna, T. (2021). Combining ability and heterosis in plant improvement. *Open Journal Of Plant Science*, 108-117. <https://doi.org/10.17352/ojps.000043>

- Begna, T. (2021). Conventional Breeding Methods Widely used to Improve Self-Pollinated Crops. *International Journal Of Research Studies In Agricultural Sciences*. 7(1). <https://doi.org/10.20431/2454-6224.0701001>
- Bezus, R., Gieco, L. G., Chamorro, A. M., & Sánchez, V. G. E. (2023). Mejoramiento genético del lino, la colza y el cártamo. En: *Lino, colza y cártamo. Oleaginosas que aportan a la diversificación productiva*. 156-177. *Universidad Nacional de la Plata*. ISBN: 978-987-8475-75-2
- Brown, J., & Caligari, P. (2008). An Introduction to Plant Breeding. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB00552879>
- Cantos, P. & Dalinda, V. (2022). Efecto del silicio sobre el desarrollo y rendimiento en el cultivo pimiento (*Capsicum annuum* L) bajo condiciones controladas. *Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. Quevedo, Ecuador
- Contreras, M. D. A. (2024) Evaluación de cinco híbridos experimentales de chile poblano bajo malla sombra en Saltillo, Coahuila. *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. Saltillo, Coahuila
- Díaz, W. F. J. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro genotipos de chile poblano bajo invernadero en el Sureste de Coahuila. *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. Saltillo, Coahuila
- Escalera-Ordaz, A. K., Guillén-Andrade, H., Lara-Chávez, M. B. N., Lemus-Flores, C., Rodríguez-Carpena, J. G., & Valdivia-Bernal, R. (2019). Caracterización de variedades cultivadas de *Capsicum pubescens* en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 23, 239-251. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i23.2024>

Gaspar, M. F. T. (2019). Etnobotánica y caracterización morfológica del chile jalapeño criollo (*Capsicum annuum* var. *annuum* L.) en la región centro de Veracruz. *Universidad Veracruzana*. Xalapa, Veracruz

Gomide, M. L., Maluf, W. R., & Gomes, L. A. A. (2008). Capacidade de combinação de linhagens elite de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Ciência E Agrotecnologia*, 32(3), 740-748. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542008000300006>

González, C. A. G., Loayza, S. B. R., & Maza, L. o. S. (2022). Caracterización floral del género *Capsicum* spp, en el Ecuador. *Conference Proceedings (Machala)*, 6(1). <https://doi.org/10.48190/cp.v6n1a3>

Google Earth, 2024, Recuperado de: <https://earth.google.com/web/@25.35654384,101.03484939,1762.9716619a,150.21263079d,35y,0h,0t,0r/data=CgRCAggBOgMKATA>

Goulet, B. E., Roda, F., & Hopkins, R. (2016). Hybridization in Plants: Old Ideas, New Techniques. *PLANT PHYSIOLOGY*, 173(1), 65-78. <https://doi.org/10.1104/pp.16.01340>

Govaerts, B., Chávez, X., Fernández, A., Vega, D., Vázquez, O., Pérez, M., Carvajal, A., Ortega, P., López, P., Rodríguez, R., Kruseman, G., Donnet, L., Rojas, N. P., Verhulst, N., Gardeazabal, A., González, G., Sánchez, K., & Rosado, L. (2019). Maíz para México - Plan Estratégico 2030. En *CIMMYT eBooks* (p. 144). <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/20219>

Hernández-Acosta, A., Sandoval-Rangel, A., Betancourt-Galindo, R., Flores-Naveda, A., Álvarez-Vázquez, P., & Camposeco-Montejo, N. (2024). Desempeño agronómico de cuatro genotipos de chile poblano a campo abierto en el sureste de Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(8), e3021. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i8.3021>

Hernández, B. N. H., Campante, M. A. T., Castro, E. S., De las Nieves Rodríguez Mendoza, M., Gaytán, O. R. T., & Olvera, B. V. P. (2021). Crecimiento, rendimiento y calidad de chile poblano cultivado en hidroponía bajo invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(6), 1043-1056. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i6.2755>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, [INIFAP]. 2024. INIFAP genera tecnología para producir hortalizas en invernadero, casas malla y en campo abierto. Recuperado de: <https://www.gob.mx/inifap/prensa/inifap-genera-tecnologia-para-producir-hortalizas-en-invernadero-casas-malla-y-en-campo-abierto>

Jaramillo, W. A. P., Roldan, M. V. H. P., Sandoval, M. F. Q., Mielles, A. J. C., & Padilla, D. V. S. (2024). Requerimientos hídricos del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.), con la aplicación de láminas de agua calculadas por tres métodos matemáticos. *Revista Conocimiento Global.*, 9(2), 132-148. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v9i2.396>

Juárez, A. J. P. 2014. Evaluación del rendimiento de tres variedades de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) en macro túnel. *Universidad Autónoma de San Luis Potosí*. Soledad de Graciano Sánchez, S.LP.

Kraft, K. H., Brown, C. H., Nabhan, G. P., Luedeling, E., De Jesús Luna Ruiz, J., D'Eeckenbrugge, G. C., Hijmans, R. J., & Gepts, P. (2014). Multiple lines of evidence for the origin of domesticated chili pepper, *Capsicum annuum*, in Mexico. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 111(17), 6165-6170. <https://doi.org/10.1073/pnas.1308933111>

Lasa, D. J. M. 1980. Métodos de selección de plantas alógamas. Métodos de selección. 21-33. *Universidad Politécnica de Barcelona*, Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/202685>

Llatas, M. N. S., Angeles, J. J. R., Pizarro, F. M. S., Regalado, L. S. V., Rodríguez, S. F. R., Rodríguez, J. V., Pita, D. B. R., Cerdan, W. G. B., Luján, L. F. R., Huaman, J. J. P., Aguilar, E. E. V., Ulloa, W. E. V., & Rosales, Y. I. Y. (2021). MEJORAMIENTO GENÉTICO EN PLANTAS AUTÓGAMAS. *DOAJ (DOAJ: Directory Of Open Access Journals)*. <https://doaj.org/article/bbc1d66accb74a2eb3b4dc609479859a>

Londo, J., & Vicente, P. (2011). Evaluación Agronómica de cinco materiales promisorios de Trigo (*Triticum vulgare* L.) en dos localidades de la provincia de Chimborazo y una en la provincia de Bolívar. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/784/1/13T0706%20.pdf>

Luna-Mena, B. M., Hinojosa-Rodríguez, M. A., Ayala-Garay, Ó. J., Castillo-González, F., & Mejía-Contreras, J. A. (2012). PERSPECTIVAS DE DESARROLLO DE LA INDUSTRIA SEMILLERA DE MAÍZ EN MÉXICO. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(1), 1. <https://doi.org/10.35196/rfm.2012.1.1>

Luna, R. d. J. & Martínez, O. V. (1996). Perspectivas del mejoramiento genético y la propagación in vitro en el cultivo de chile (*Capsicum spp*). *Investigación y Ciencia: De la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 5(17), 2-6. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6154436.pdf>

Molina, M. E. & Solleiro, R. J. L. (2023). Fortalecimiento del Sistema de Protección de Variedades Vegetales, Beneficios socioeconómicos para México. *AMSAC*. 94. ISBN: 978-607-59975-1-3

Mordor Intelligence. (2024). Mercado de semillas de hortalizas en México Análisis de tamaño y participación tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2030). Recuperado de: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/mexico-vegetable-seeds-market>

- Moreno-Pérez, E. C., Castillo, F. S., Gaspar, F. J. M., Ramírez-Árias, A., & Beryl-Colinas-León, M. T. (2019). RENDIMIENTO DE PIMIENTO MORRÓN (*Capsicum annuum* L.) POR PODA FLORAL SELECTIVA Y DESPUNTE DE YEMAS LATERALES EN LA CUARTA BIFURCACIÓN. *Agrociencia*, 53(5), 697-707. <https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1837>
- Mwangangi, I. M., Muli, J. K., & Neondo, J. O. (2019). Plant Hybridization as an Alternative Technique in Plant Breeding Improvement. *Asian Journal Of Research In Crop Science*, 1-11. <https://doi.org/10.9734/ajrcs/2019/v4i130059>
- Novoa, U. I. R., Ortiz, F. C., Hernández, S. M., Pérez, J. C. R., Jaramillo, A. C., & Enriquez, E. A. (2018). Diversidad morfológica del chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*) de Querétaro y Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(6), 1159-1172. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i6.1581>
- Olmos, S. (2004). Selección asistida por marcadores moleculares y su aplicación en el mejoramiento genético de trigo. *Agrotecnia*, 12, 23. <https://doi.org/10.30972/agr.012453>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2024). FAOSTAT. Recuperado de: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Ortíz, M. (2021). Semillas mejoradas para fortalecer la seguridad alimentaria AMSAC. 56-59. Recuperado de <https://amsac.org.mx/wp-content/uploads/2021/02/TFT20Magazine200120Feb2120WEB-pages-56-59.pdf>.
- Pérez, C. L. J., Tornero, C. M. A., Escobedo, G. J. S., & Sandoval, C. E. (2017). El chile poblano criollo en la cultura alimentaria del Alto Atoyac. *Estudios sociales Hermosillo, Sonora*. 27(49), 47-66.

- Pérez-Reyes, T. Q., Leyva-Mir, S. G., Pérez-Grajales, M., Martínez-Damián, M. T., Ramírez-Ramírez, I., & Castro-Brindis, R. (2024). CALIDAD DE FRUTO DE CHILE MANZANO (*Capsicum pubescens* RUIZ & PAV.) INJERTADO EN CM-334 (*Capsicum annuum* L.) CRECIDO EN SUELO INFESTADO CON *Phytophthora capsici* Leonian. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 47(3), 253. <https://doi.org/10.35196/rfm.2024.3.253>
- Ramalho, M. A. P., Carvalho, B. L., & Nunes, J. A. R. (2013). Perspectives for the Use of Quantitative Genetics in Breeding of Autogamous Plants. *ISRN Genetics*, 2013, 1-6. <https://doi.org/10.5402/2013/718127>
- Saad, & Rao, V. R. (2001). Establishment and management of field genebank: A training manual IPGRI-APO, Serdang. *Biodiversity International*. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/105309>
- Santacruz, V. A. (2023). Selección de semilla para autoconsumo (Selección masal). SNICS. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/835380/2_Seleccion_de_semilla_para_autoconsumo_Dr_Amalio_Santacruz_Varela.pdf
- Santiago-López, N., García-Zavala, J. J., Espinoza-Banda, A., Santiago-López, U., Esquivel-Esquivel, G., & Molina-Galán, J. D. (2020). ADAPTACIÓN DE MAÍZ TUXPEÑO a VALLES ALTOS DE MÉXICO MEDIANTE SELECCIÓN MASAL. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(3), 259. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.3.259>
- Santiago, L. U., Meraz, M. R., & Aguilar, R. M. (2018). HAP14F: híbrido de chile ancho poblano para el Altiplano de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(2), 481-485. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1088>

Secretaría De Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2020). El chile poblano, popular en la cocina mexicana. gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-chile-poblano-rey-de-los-rellenos#:~:text=El%20chile%20poblano%20es%20el,otras%20variedades%20de%20chiles%20rellenos.>

Secretaría De Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2022). Chile poblano, delicia del campo mexicano. gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/chile-poblano-delicia-del-campo-mexicano#:~:text=Es%20fresco%2C%20carnoso%2C%20de%20tama%C3%B1o,al%20cultivo%20de%20este%20fruto.>

Secretaría De Agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2024). Detrás del chile poblano, infaltable de la cocina mexicana. gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/detras-del-chile-poblano-infaltable-de-la-cocina-mexicana>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2024). Cierre de la Producción Agrícola 1980-2023. gob.mx. Recuperado de: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2024). Panorama Agroalimetro 2024. gob.mx. https://drive.google.com/file/d/1NXcDhaB63Z94wjRUVF6f_FK0Urv6cgvJ/view

Sinha, N. K., Sidhu, J., Barta, J., Wu, J., & Cano, M. P. (2012). Handbook of fruits and fruit processing. *John Wiley & Sons*. <https://doi.org/10.1002/9781118352533>

- Solleiro, R. J. L., Castañón, I. R., Torres, A. A., Guillén, V. A. D., Hernández, Ch. S. B. & Mejía D. A. O. (2022). Impactos y Beneficios Derivados del Mejoramiento Vegetal en México. AMSAC. 243. ISBN: 978-607-98378-5-3
- Tlelo-Cuautle, A. M., Taboada-Gaytán, O. R., Cruz-Hernández, J., López-Sánchez, H., & López, P. A. (2020). EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA y QUÍMICA EN EL RENDIMIENTO DE FRUTO DE CHILE POBLANO. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(3), 238. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.3.238>
- Toledo-Aguilar, R., López-Sánchez, H., López, P. A., De Dios Guerrero-Rodríguez, J., Santacruz-Varela, A., & La Peña, A. H. (2011). CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS, REPRODUCTIVAS y DE RENDIMIENTO DE FRUTO DE VARIETADES NATIVAS DE CHILE «POBLANO». DOAJ (DOAJ: Directory Of Open Access Journals). <https://doaj.org/article/f7163e6205de460299fd71944bec87cf>
- Tsegay, D.; Tesfaye, B.; Mohammed, A.; Yirga, H. & Bayleyegn, A. 2013. Effects of harvesting stage and storage duration on postharvest quality and shelf life of sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties under passive refrigeration system. *International Journal for Biotechnology and Molecular Biology Research*, 4(7), 98-104. <https://doi.org/10.5897/IJBMBR2013.0154>
- Vela, E. (2009). Los chiles de México: Catálogo visual. Vol, 32. *Editorial Raíces*. 32. Cd de México, México.
- Zhigila, D. A., AbdulRahaman, A. A., Kolawole, O. S., & Oladele, F. A. (2014). Fruit Morphology as Taxonomic Features in Five Varieties of *Capsicum annuum* L. Solanaceae. *Journal Of Botany*, 2014, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2014/540868>