

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación Agronómica de Cinco Híbridos Experimentales de Chile Poblano
Bajo Malla Sombra en el Sureste de Coahuila

Por:

ALEJANDRO PÉREZ ANDRÉS

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 Cinco Híbridos Experimentales de Chile Poblano Bajo
Malla Sombra en el Sureste de Coahuila

Por:

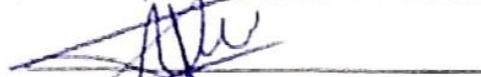
ALEJANDRO PÉREZ ANDRÉS

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



Dra. Xochitl Ruelas Chacón

Coasesor



Dr. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alejandro Pérez Andrés', is written over a horizontal line.

ALEJANDRO PÉREZ ANDRÉS

DEDICATORIA

A mi madre Teresa Andrés Nicolás por ser un gran soporte para mí, en mi formación personal y profesional, quiero hacer notar el sacrificio que esa mujer realizó por nosotros logrando este gran sueño que te tenido desde muy pequeño, riakasa lii, maa.

A mi hermano Ángel Pérez Andrés, por guiarme en este camino dando me su mejor ejemplo a seguir, y a su familia por apoyarme en los momentos difíciles de mi vida tanto para su esposa patricia como para mis sobrinos los mejores hermanos del mundo Ángel Iniro y Daniel, gracias por recordarme lo bonito que es la vida.

A mis hermanas Hortensia Pérez Andrés y Austreberta Pérez Andrés porque con su apoyo desde muy pequeño las he visto ayudarme en muchas cuestiones de mi vida tanto por sus palabras como por sus acciones, gracias por enseñarme ese camino que con la perseverancia se alcanzan las metas.

A mi abuelo Dionisio Andrés Ángeles por motivarme he inculcarme la agricultura desde muy pequeño, de él he obtenido muchas enseñanzas desde mi infancia, gracias por aconsejarme en todas las etapas de mi vida, y gracias por esperar a ver a tu nieto ser ingeniero.

A mi hijo Yael Esteban Pérez Jiménez por sor la más grande motivación para superar muchos problemas tanto en mi vida personal como profesional, gracias por estar ahí cuando te necesito.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme otra oportunidad que no desaprovechare, por cumplir con mi primera meta, por poner tantas buenas personas que he conocido en este largo camino que voy recorriendo, que me han ayudado en muchos aspectos de mi vida como en aspectos personales como profesionales.

A mis amigos Teresa Méndez Mota y Diego Armando Contreras Miranda, por escucharme, ayudarme y aconsejarme para muchos problemas de la vida como de la carrera, por dejar muchos buenos momentos en las instalaciones de la universidad como risas y aprendizajes que obtuvimos juntos.

A mis amigos Ervin, Iván y Uriel, por compartir conmigo tantos buenos y malos momentos, de risas, de juegos entre amigos, son más que amigos son mis hermanos, hoy ustedes me conocen más que yo y me comprenden.

A mi Alma Terra Mater la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme la formación de un ingeniero agrónomo en producción y por permitirme recorrer todo el país son a verlos pisado, nada más por su gente

A mi tutor y asesor Neymar Camposeco por confiar en mí y brindarme la oportunidad de realizar el experimento y la investigación junto a él ayudándome con su experiencia y conocimientos que me compartió. Así como a su colaborador al C. Lorenzo Villa Sandoval.

ÍNDICE

PAG.

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO	I
I. INTRODUCCION	1
1.1 <i>Objetivo General.....</i>	3
1.2 <i>Objetivos específicos.....</i>	3
1.3 <i>Hipótesis.....</i>	3
II. - REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 <i>Antecedentes y origen</i>	4
2.2 <i>Descripción del cultivo</i>	5
2.3 <i>Descripción Botánica</i>	5
2.3.1 <i>Planta</i>	6
2.3.2 <i>Sistema Radical.....</i>	6
2.3.3 <i>Tallo principal</i>	6
2.3.4 <i>Hoja</i>	6
2.3.5 <i>Flor</i>	6
2.3.6 <i>El fruto.....</i>	7
2.3.7 <i>Taxonomía del chile poblano.....</i>	7
2.4 <i>Importancia del cultivo a nivel mundial</i>	8
2.5 <i>Producción de chile en México</i>	8
2.6 <i>Importancia del cultivo de chile poblano en México.....</i>	9
2.7 <i>Antecedentes del estudio del cultivo del chile para incrementar rendimientos</i>	10
2.8 <i>Necesidades edafoclimáticos y nutricionales.....</i>	12
2.9 <i>Mejoramiento.....</i>	13
2.10 <i>Agricultura protegida.....</i>	14
III. - MATERIALES Y METODOS	16
3.1 <i>Ubicación del sitio experimental</i>	16
3.2 <i>Material vegetal utilizado</i>	16
3.3 <i>Establecimiento del cultivo.....</i>	17
3.4 <i>Diseño experimental.....</i>	17

3.5 Riego	18
3.6 Manejo nutricional	18
3.7 <i>Labores culturales</i>	20
3.7.1 Tutorio	20
3.7.2 Control de malezas.....	21
3.8 <i>Control de plagas y enfermedades</i>	21
3.9 <i>Cosecha</i>	22
3.10 <i>VARIABLES agronómicas evaluadas</i>	22
3.10.1 Variables de crecimiento o morfológicos	22
3.10.2 Variables de rendimiento componentes de rendimiento y calidad del fruto	23
3.11 <i>Diseño experimental y análisis de la información</i>	25
IV Resultados y discusión	26
4.1 <i>Altura de la planta</i>	26
4.2 <i>Diámetro del tallo</i>	27
4.3 <i>Rendimiento (Kg planta⁻¹)</i>	28
4.4 <i>Números de frutos por planta</i>	29
4.5 <i>Peso promedio del fruto</i>	30
4.6 <i>Longitud del fruto</i>	31
4.7 <i>Ancho de la base del fruto</i>	32
4.8 <i>Ancho medio del fruto</i>	33
4.9 <i>Profundidad del cáliz</i>	34
4.10 <i>Longitud del pedúnculo del fruto</i>	35
4.11 <i>Rendimiento calculado (t ha⁻¹)</i>	38
V. CONCLUSIÓN	39
VI. LITERATURA CITADA	40

ÍNDICE DE CUADROS

	PAG.
Cuadro 1. Material vegetal del estudio evaluado bajo condiciones de malla sombra en el sureste de Coahuila.	16
Cuadro 2. Las tres notas de la meta de rendimiento propuesto.....	18
Cuadro 3. Requerimientos del cultivo a aplicar por semana, Elemento, %enCVD= porcentaje que tiene la célula vegetal deshidratada, % utilizado, Requerimiento Calculado, Aporte del suelo, Requerimiento Real, Semanas del cultivo y dosis a Aplicar.....	19
Cuadro 4. Fertilización de las semanas del cultivo de chile poblano con los porcentajes a administrar.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1. Croquis de la distribución de los híbridos experimentales en la malla sombra. 0101= Híbrido 1, 0102= Híbrido 2, 0103= Híbrido 3, 0104= Híbrido 4, 0105= Híbrido 13.	17
Figura 2. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable altura de la planta, de cinco híbridos experimentales de chile poblano, evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.	26
Figura 3. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable diámetro del tallo, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.	27
Figura 4. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable rendimiento (Kg planta ⁻¹), de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.	28
Figura 5. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable números de frutos por planta, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.	29
Figura 6. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable peso medio del fruto, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.	30
Figura 7. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable longitud del fruto, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.	31
Figura 8. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable Ancho de la Base del Fruto, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.	32
Figura 9. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable ancho medio del fruto, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.	33
Figura 10. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable profundidad del cáliz, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.	34

Figura 11. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable longitud del pedúnculo del fruto, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.....**35**

Figura 12. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable Toneladas por Hectárea, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.....**38**

RESUMEN

El chile poblano es uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia con más de 150,000 hectáreas sembradas anualmente en el país. México ocupa el tercer lugar a nivel mundial en cuanto a la producción de chile verde. El objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico de cinco híbridos experimentales 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 bajo” 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 msnm, 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 prueba de medias de Tukey con $p \leq 0.05$, en el software estadístico Infostat Versión 2020. Los datos indican diferencias estadísticas en la mayoría de las variables evaluadas, en donde los híbridos 13 y 2 destacaron por sobre los demás, sobre todo en rendimiento y algunos de sus componentes. El comportamiento agronómico de los híbridos experimentales probados fue variable en algunas de los caracteres evaluadas, pero similar en otras, no obstante, de manera general sobresalieron el híbrido trece y el híbrido dos, sobre todo en el rendimiento y algunos de sus componentes.

Palabras clave: genética, rendimiento, chiles, variedades

I. INTRODUCCION

En todo el mundo el primer productor de chile verde es China, seguido de México, siendo Estados Unidos el principal cliente seguido de Canadá, España, Reino Unido y Cuba entre otros. El chile es sensible a las temperaturas bajas, prospera bien entre 0 y 2,500 msnm libre de heladas. El chile es una hortaliza con mucho valor, por su alta rentabilidad y su consumo en todo el mundo, por lo que en el año 2022 se reportaron más de 150 mil hectáreas sembradas obteniendo un rendimiento de 20.9 toneladas por hectárea en promedio (SIAP, 2022). El chile es un cultivo originario de América, como el maíz, el frijol y la calabaza, estos cuatro cultivos fueron la base de la alimentación de las culturas mesoamericanas, en México tiene mucha importancia cultural, ya que se ha mantenido su consumo en la dieta mexicana, y en diferentes platillos muy reconocidos de México. Además de contener importancia económica, social, alimenticio y medicinal (Aguirre E. y Muñoz V., 2015)

El cultivo del chile data del año 5000-3000 a.C. perteneciente al valle de Tehuacán, Puebla, México, género *Capsicum* es de aproximadamente de 31 especies, entre silvestres y 5 especies cultivadas, entre ellas *Capsicum annum L.* es la más conocida y con ello la de mayor importancia económica y cultural en México, se ha mostrado una disminución en la producción anual a comparación con el año anterior 2021. Esta hortaliza se encuentra en segundo lugar de producción, solo siendo superado por el tomate rojo (SIAP, 2022).

El país se divide en seis zonas de producción de chile en la zona de la mesa central, Puebla e Hidalgo, se cultiva más el poblano seguido de Miahuatecos y carricillos (Aguirre E. y Muñoz V., 2015). La superficie sembrada de chile poblano en el país es de 16,696.88 hectáreas sembradas en el año 2022, siendo los estados de mayor superficie sembrada, en primer lugar Zacatecas con 6,079.50 has, seguido de Guanajuato con 3,270.50 has, después Jalisco

con 1,625.50 has, se continua con Sinaloa con 1371.28 has y en quinto lugar tenemos a Baja California Sur con 823.5 has, al igual que la superficie sembrada de chile ancho seco está liderada por Zacatecas con 8,542.35 has seguido de San Luis Potosí con 5,519.00 has, después Durango con 689.25 has y se continua con Puebla con 353.50 has y en quinto lugar está Oaxaca con 89.50 ha (SIAP, 2023).

En la actualidad el estado de Coahuila en Saltillo la producción de esta verdura es mínima con una extensión de 70 hectáreas sembradas en el año del 2022, las cuales se cultivaron bajo cielo abierto, por lo que su producción se ve afectado por varios factores bióticos y abióticos como plagas, enfermedades, sequias, temperaturas extremas, heladas, vientos etc; por lo que, se busca mejorar el rendimiento del cultivo bajo tecnología de malla sombra con híbridos. Por su parte, las semillas híbridas ofrecen grandes ventajas como la uniformidad en altura, color, tiempo de madurez, lo cual facilita las labores de campo. Resistencia a múltiples plagas y enfermedades por la alta vigorosidad en los frutos, mayor rendimiento, crecimiento más rápido, todo esto traducido en una alta productividad (Geneseeds, 2023).

Las mallas sombra ofrecen las siguientes ventajas previenen el efecto del viento, reducen la evaporación y la transpiración de los cultivos, también impide el ingreso de insectos, que son portadores de enfermedades virales. Otra de las ventajas, es que con el uso de mallas sombra se reduce el uso de productos agroquímicos y acelera el tiempo de cosecha, y por último, se obtiene una alta calidad de las cosechas (Giromi G.M.S., 2017). Estos factores influyen al crecimiento económico de los productores con el fin de crear empleos sostenibles y viables, ayudando al factor hambre cero de la Agenda 2030 (naciones unidas CEPAL, 2018), para mejorar la economía de las familias de los productores a través de nuevas variedades o alternativas de diversificación, que se pretenden liberar en un futuro, por lo siguiente esta investigación se realizó con los objetivos siguientes.

1.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico de cinco híbridos experimentales de chile poblano bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

1.2 Objetivos específicos

- Evaluar la calidad y tamaño de los frutos producidos por los diferentes híbridos experimentales de chile bajo malla sombra al sureste en Coahuila.
- Comparar el rendimiento de los híbridos experimentales cultivados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

1.3 Hipótesis

H₀: El comportamiento agronómico de los híbridos experimentales de chile poblano es similar cuando son cultivados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

H₁: El comportamiento agronómico de los híbridos experimentales de chile poblano es diferente cuando son cultivados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

II. - REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes y origen

Las especies del género *Capsicum* su centro de origen es América, junto con la calabaza el maíz y el frijol, estos cuatro cultivos conformaron la base de la alimentación de las culturas de Mesoamérica. De acuerdo a los datos y a especialistas, el chile es originario de México, evidencias arqueológicas estiman que fue cultivada desde el 7000 al 2555 a. C. en Tehuacán, Puebla, y en Ocampo, Tamaulipas, este género *Capsicum* comprende un promedio de 25 especies y 5 son cultivadas en mayor proporción casi en todo el mundo la especie que se consume es el *C. annuum L.* Con respecto a su procedencia, una de las hipótesis más aceptadas nos dice que una proporción importante del género *Capsicum* se originó en un “área núcleo” en Bolivia central, con la siguiente migración a los Andes y las tierras bajas de la Amazonia, acompañada por la radiación adaptativa y especiación (Aguirre et al., 2015).

Por eso, la gran importancia que tiene el chile en México y en el mundo, es un cultivo muy importante, en este caso el chile poblano lleva el nombre de su origen, el cual fue en el valle de Tehuacán Puebla, se tiene datos que en este lugar fue el primero en cultivar este tipo de chile, por evidencias encontradas en este lugar, que indican el cultivo en este lugar del chile poblano, desde entonces se empezó a cultivar y ha tenido gran impacto en la gastronomía mexicana (SAGARPA, 2020). En específico el chile poblano o chile ancho, su origen fue en el Valle de Tehuacán de Puebla donde se cultivaron y seleccionaron las primeras semillas de chile para ser cultivado desde finales del 6,000 a. C. considerando que los nativos utilizaban para fines medicinales, rituales y alimento (Pérez et al., 2016).

2.2 Descripción del cultivo

La familia solanaceae, está formada por unos 90 géneros, los cuales se encuentran divididos en 2 subfamilias: Solanoideae y Cestroideae. La diferencia entre éstas se basa en los diferentes modelos de desarrollo del embrión, además de las diferencias morfológicas, químicas y citogenéticas.

El género *Capsicum* se conforma por 31 especies, pero sólo cinco han sido domesticadas: *C. Baccatum*, *C. chinense*, *C. pubescens*, *C. frutescens* y *C. annuum*. La última especie es la que contiene la mayor diversidad de chiles, cultivados o silvestres, a esta especie fresco se le llama poblano, y en seco recibe el nombre de chile ancho o mulato. Zonas productoras: Guanajuato, San Luis Potosí, Durango, Aguascalientes, Zacatecas, Sinaloa, Nayarit, Jalisco y Puebla (Aguirre y Muñoz 2015).

El chile poblano se caracteriza por su sabor picante suave y su forma alargada. Este chile se da en una planta perenne que puede llegar a crecer hasta la altura de 1 metro, las hojas que la componen son grandes de un color verde brillante, contando con flores con un color blanco o amarillo pálido.

2.3 Descripción botánica

El cultivo del chile poblano, es de excelente rentabilidad por su alta aceptación en el mercado nacional e internacional, por su alta calidad su alto rendimiento y por el tipo de fruto obtenido con una buena fertilización y un buen manejo del cultivo, frutos de 14.20 a 19.70 cm de longitud, de color verde intenso con una maduración a marrón oscuro, dotadas con paredes carnosas, con una profundidad de cáliz de 2.40 a 3.20 cm, un ancho de base de 6.18 a 7.78 cm de longitud y una longitud de pedúnculo de 5.98 a 9.68 cm, frutos que proviene de plantas vigorosas, fuertes y de una altura promedio de 1.26 m. la maduración de este chile es en un color verde oscuro brillante para su cosecha como chile poblano y un color marrón oscuro para su cosecha para deshidratarlo en chile ancho o chile mulato. El contenido de capsaicina es bajo

dando el sabor y picor característica de este chile en particular (*Aguirre y Muños., 2015*).

2.3.1 Planta

Es la planta tipo herbácea perenne anual perteneciente a la familia de las solanáceas, cuenta con cultivos anuales de altura promedio de 1.26 m (en los híbridos cultivados bajo malla sombra), la planta cuenta con un tallo erecto y ramificado, de las cual surgen las hojas flores y frutos.

2.3.2 Sistema Radical

El sistema radical es pivotante y profundo (dependiendo de la textura del suelo), cuenta con abundantes raíces adventicias que pueden alcanzar en horizontal una distancia de 0.5 a 1.20 m. esto les permite obtener agua y nutrientes del suelo de manera eficiente.

2.3.3 Tallo principal

El tallo es erecto, cilíndrico y de un crecimiento determinado, a partir de una altura emite de entre 2 a 3 ramas y estas continúan ramificándose hasta la cosecha de forma dicotómica (*Ascencio C. D. O., 2013*).

2.3.4 Hoja

Las hojas son simples, enteras, lisas y lustrosas, con un pronunciado ápice, con un largo pecíolo poco aparente, el haz es suave y de color verde intenso. El apareamiento de las hojas en el tallo es alterno, de tamaños variables.

2.3.5 Flor

Las flores aparecen alejadas en los nudos del tallo con lugar en las axilas de las hojas, cuentan con cinco pétalos. Son de un tamaño reducido de corola

blanca, son hermafroditas. En la cual la polinización es autógama, presentándose un porcentaje pequeño de alogamia no superando los 10% (Ascencio C. D. O., 2013).

2.3.6 El fruto

Es un fruto de vaina alargada, hueco, de forma de corazón carnosos, generalmente de tamaño grande, de color verde oscuro con su piel brillante y tensa. Llegando a medir de 10 a 15 centímetros de largo y de 5 a 7 cm de ancho en la parte más gruesa.

El tamaño del fruto es variable pudiendo llegar a pesar unos gramos hasta los 500 gramos. Lo carnosos del chile poblano es espeso, de color verde pálido, este color es debido a las altas concentraciones de clorofilas, acuosas, crujientes y en el interior una membrana suave y blanca llena de semillas planas, redondas y de un color claro. En el punto para uso de chile poblano son de color verde oscuro, y con el paso del tiempo van madurando más tomando colores naranjas, rojos, marrón, café y hasta deshidratarse a un color negro del chile ancho (Toledo-Aguilar et al., 2016).

2.3.7 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 ----- *Capsicum annuum* L.
Variedad ----- *annuum*
Origen ----- Puebla, México

2.4 Importancia del cultivo a nivel mundial

El chile es una verdura con mucho valor económico y social gracias a su alta rentabilidad y su alto consumo a nivel mundial, se reportó en el 2017 un área sembrada a nivel mundial de 2,748,341 hectáreas de las que se obtuvo 53,913,866 toneladas como producción (Hernández H.B.N., 2019). México contando con la mayor diversidad de chiles del mundo no ocupa el primer lugar de la producción, siendo este China con una producción de 46.1% de chile disponible en el mundo y México queda en segundo lugar con 3,086,742 toneladas (SIAP, 2022).

2.5 Producción de chile en México

México es el segundo lugar en el ranking mundial de exportador de chiles verdes a nivel mundial, con 3,086,742 toneladas superando a más de cien países, siendo Estados Unidos el principal cliente, seguido de Canadá, España, Reino Unido y Alemania. En el 2021 se sembraron más de 150 mil hectáreas obteniendo un rendimiento en de 20.9 toneladas/hectárea en promedio un valor de 30,643 millones de pesos. La producción de chile se realiza por lo menos en diez estados de la república, Sinaloa el principal productor, generó 659,684 toneladas, seguido por chihuahua con 578,522 toneladas, zacatecas con 426,086 toneladas y San Luis Potosí, siendo estos últimos dos que lideran la producción de chile anchos y poblanos junto con Guanajuato.

En México como bien es conocido el chile se ubica en segundo lugar de cultivo de importancia detrás del jitomate; al igual que todo en el país ha crecido, el consumo anual per cápita del chile verde también subió en el 2022 es de 14.3 kg por persona, eso lo hace ubicarse en uno de los vegetales más importantes para el país (SIAP 2022).

2.6 Importancia del cultivo de chile poblano en México

El chile es uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia en el país, la participación de este cultivo está en una porción importante. A las diferentes especies de pimientos, que los mexicanos llaman *Chilli*, son un fruto indispensable necesario a los indígenas como la sal a los blancos. Cabe destacar que algunos códices hacen referencia a la importancia de este vegetal para diversas culturas prehispánicas, entre ellos el Mendocino y el Florentino, en los que se ilustra cómo lo empleaban no sólo como parte esencial de su dieta diaria, sino que le habían asignado una diversidad notable de usos: militares (el humo de chiles secos arrojados al fuego se empleaba como hoy se usan los gases bélicos), medicinales, comerciales, impositivos y aun pedagógicos: un poco de humo de chile inhalado servía para corregir la mala conducta de los hijos. El chile cobró tal importancia que logró convertirse en uno de los tributos más solicitados en las diversas culturas indígenas, por lo que se puede suponer que los antiguos americanos que iniciaron la domesticación del chile lo hicieron con variedades picantes. En el valle de México los chiles se sembraban principalmente en chinampas, una aportación de México a la agricultura del mundo. El cultivo de las distintas variedades de chile se adapta a diversos climas y tipos de suelo, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 2 500 m. En el país en el año del 2022, los estados productores del chile poblano Zacatecas, Guanajuato, Jalisco, Sinaloa, Baja California Sur, San Luis Potosí, Durango, Michoacán, Aguascalientes, Puebla, Chihuahua, Coahuila y Veracruz con una producción de 414,656.54 toneladas con un valor de 4,246,831.81 miles de pesos, teniendo una tendencia a la baja en comparación con el año pasado, al igual que los productores de chile ancho seco que son Zacatecas, San Luis Potosí, Durango, Puebla, Oaxaca, Aguascalientes y Guerrero con una producción de 151,270.40 toneladas con un valor de 2,278,853.88 miles de pesos, que al igual tienen una tendencia a la baja (SIAP 2023). El consumo de este chile es igualmente diverso: el fresco generalmente se usa como verdura o condimento; el seco principalmente se destina a la industria alimentaria y

farmacéutica. La genética y la biotecnología han permitido desarrollar variedades mejoradas que, desde el punto de vista comercial, tienen ciertas ventajas: las plantas fructifican a una edad más temprana que las variedades criollas, dan rendimientos más altos por hectárea porque las plantas son más densas y resistentes a las enfermedades causadas por hongos o virus, y los productos generalmente tienen características más uniformes en cuanto a tamaño, color, etc., lo que resulta muy atractivo para el mercado.

El género *Capsicum*, se encuentra en el país con la mayor diversidad genética, debido a los tipos de climas y suelos existentes en los estados del país, a esto también le debemos a las prácticas tradicionales de los productores pequeños quienes se encargan de conservar las semillas de las plantas nativas a esa zona (Aguirre y Muños, 2015).

2.7 Antecedentes del estudio del cultivo del chile para incrementar rendimientos

En cultivo del chile poblano en México ha sido objeto de estudio en los últimos 10 años. Este cultivo es de mucha importancia tanto para el consumo del país como a su amplia demanda internacional. En términos de rendimiento en condiciones protegidas en el año 2013 se realizó un estudio sobre el rendimiento del chile poblano en campo abierto y en macrotunel, concluyendo en que el uso del macrotunel tuvo una ventaja principal, el de proteger al cultivo contra el granizo, y las variedades que mostraron mejor rendimiento total de chile verde fueron, Caballero con medias de 28715, Allende con 27300 y AM-VR, con 26603 kg h⁻¹. En el estudio realizado se recomienda evaluar otra vez el cultivo de chile poblano y otros cultivos en sistemas abiertos y protegidos a fin de establecer la superioridad de uno de los sistemas de producción (Ascencio C. D. O., 2013). En el 2018 se estableció un trabajo de descripción del cultivar de un híbrido de chile ancho poblano para el altiplano de México, el HAP14F, comparando sus características

botánicas, hortícolas y de producción con relación a la variedad testigo el AP-VR (*Santiago L. U. et al., 2018*). Estos estudios han tenido gran impacto en el mundo agronómico llegando a posicionarse en uno de los cultivos estudiados en hidroponía, esto llegó el año 2019 con el estudio de tesis llamada productividad y rentabilidad de chile poblano cultivado hidropónicamente bajo condiciones protegidas, se evaluaron dos variedades locales de la región del Alto Atoyac de Puebla, llamadas criollo Tlalancaleca y criollo Tlacotepec, junto con un híbrido comercial de chile ancho variedad San Luis realizando la prueba de hidroponía en sustrato, se establecieron tres tratamientos en las tres variedades con 12 repeticiones en cada uno de ellos, de cada tratamiento de 50%, 75% y 100% de Steiner, en cuanto al rendimiento en este estudio se concluyó en que el de mejor rendimiento fue el híbrido San Luis, seguida la variedad Tlalancaleca y en final la variedad Tlacotepec (*Hernández H. B., 2019*).

También se han llevado a cabo estudios del comportamiento agronómico del cultivo de chile poblano como el de (*Mendoza P. C., 2015*) fue una tesis sobre la respuesta hídrica y productividad del chile poblano a diferentes condiciones de manejo del número de tallos bajo condiciones protegidas, en la que utilizaron la variedad "Capulín F₁" de crecimiento indeterminado, estos los cultivaron en un sistema de riego por goteo con solución Steiner el cual se aplicó con potencial osmótico en creciente, el primer mes se aplicó con un -0.046MPa, para ir aumentando, después se regó con solución completa con potencial osmótico de -0.087MPa, con tres tratamientos el T1 (dos tallos), T2 (tres tallos) y T3 (sin poda, concluyeron en que en el rendimiento del chile poblano en T3 fue el mayor con 83.9 t/ha⁻¹, después el T2 con 75 t/ha⁻¹ y el menor es el T1 con 58.8 t/ha. Así también se ha encontrado otro estudio evaluando el comportamiento agronómico y se realizó una descripción varietal de siete genotipos de chile ancho mulato, en invernadero y a campo abierto, en el año de 2017 en el cual terminaron concluyendo que las variedades más destacadas fueron SSC-2947, 2533 y 2536 (*González M. N., 2017*)

En el 2016 se llevó a cabo el primer trabajo sobre diversidad morfológica de poblaciones nativas de chile poblano, en la Sierra Nevada de Puebla, con ayuda de descriptores se analizaron 41 poblaciones de chile poblano, 4 de chile ancho, 2 de chile loco, una de chile Miahuateco y el híbrido de chile ancho “Doroteo”, estos chile se cultivaron en campo abierto, llegando a la conclusión de que la diversidad morfológica en la poblaciones se debe a la variable del fruto seguido del porte de la planta y precocidad, se identificaron tres subgrupos de chile poblano y uno de chile ancho (*Toledo- Aguilar R.et al.,2016*).

Además, se ha investigado recientemente en una tesis la evaluación del comportamiento agronómico de cuatro genotipos de chile poblano bajo invernadero en el sureste de Coahuila, dando como conclusión que el genotipo 3 fue el de mejor desempeño de variables como diámetro del tallo, altura de la planta, ancho y largo de la hoja, rendimiento y componentes del rendimiento como; peso promedio de fruto longitud del fruto y grosor de pericarpio. Así mismo el genotipo cuatro resaltó en grosor de pericarpio, peso promedio de fruto y número de frutos por planta, lo que contrae un mayor rendimiento calculado (*Díaz W. F. J., 2022*)

2.8 Necesidades edafoclimáticas y nutricionales

En cuanto a las necesidades edafoclimáticas, se ha demostrado que el chile poblano prefiere crecer en suelos bien drenados con un pH ligeramente ácido, que oscile entre 6.5 y 7.0, se adapta mejor en suelo arenoso-limoso, no recomendable en suelos arcillosos, evitando el exceso de humedad a causa de desarrollo de enfermedades por hongos del suelo o sustrato. Además, esta planta se desarrolla mejor en climas cálidos, con temperaturas óptimas de aproximadamente 20-30°C durante el día y 15-20°C durante la noche. No obstante, la alta temperatura perjudica sobrepasando los 35°C. con el desarrollo de las flores, cuajado y en consecuencia el desarrollo de los frutos,

en plantas viejas ya que las plantas jóvenes son más resistentes a estas condiciones (Mendoza P. C., 2015).

En relación a las necesidades nutricionales del chile poblano, se ha encontrado que esta planta requiere de una serie de elementos esenciales para su crecimiento y desarrollo. Estos elementos deben de ser regulados para cada estado fenológico que la planta sufra, estos incluyen macronutrientes como el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) así como micronutrientes, siendo estas 347 kg de Urea, 178 kg de Súper triple y 167 kg de Cloruro de potasio (*Hernández H. B., 2019*). Es importante asegurarse de que el suelo contenga estos nutrientes en cantidades adecuadas, ya sea a través de la fertilización o de la mejora de la composición del suelo,

Además de los macronutrientes y micronutrientes, el chile poblano también necesita una cantidad suficiente de agua para su crecimiento saludable. La falta de riego adecuado puede resultar en un rendimiento pobre de los cultivos y en la reducción de la calidad de los frutos (Tlelo C. A. M., 2017). Es importante mantener el suelo húmedo, pero evitando el encharcamiento, ya que esto puede llevar al desarrollo de enfermedades y pudriciones en las raíces. Es fundamental proporcionar a la planta un suelo bien drenado con un pH óptimo, un clima cálido y suficiente agua para su crecimiento. Además, es importante asegurarse de que la planta reciba los nutrientes necesarios a través de una fertilización adecuada. Por último, el control de plagas y enfermedades es esencial para mantener la salud de los cultivos de chile poblano. La temperatura promedio que la planta de chile poblano es de 20-25°C. Siendo mucho calor para lograr un buen desarrollo del fruto y por lo tanto una buena producción (*Ascencio C. D. O., 2013*).

2.9 Mejoramiento

El mejoramiento genético de los chiles ha sido una estrategia clave para mejorar el rendimiento como la calidad del cultivo. La utilización de cruza

entre variedades comerciales o variedades criollas, estos siguiendo el esquema de selección, llamado también selección genealógica o método de pedigrí e hibridación-endocría (Ramírez M. M. *et al.* 2018). Mediante el uso del método de retrocruza se consigue la incorporación de resistencia a plagas y enfermedades, también el método de pedigrí se usa recurrentemente para la combinación de caracteres agrícolas deseables de los progenitores, que es la primera descendencia de los dos líneas de producción, llamado filial 1 o F1 es la hibridación, consiguiendo a menudo mayor vigor que los progenitores combinados el cual permite a las planta crecer de manera predecible y llegar a madurar de forma equilibrada, uniformes, teniendo una considerable ventaja para el manejo del cultivo y la cosecha, permitiendo a las plantas tener una mayor producción (Bejo, 2023).

2.10 Agricultura protegida

Este tipo de agricultura hace uso de diversas estructuras bajo las cuales se colocan los cultivos para protegerlos al maximizar la protección contra factores ambientales. La agricultura a campo abierto se expone a varios riesgos, por lo cual esta agricultura se caracteriza por brindar protección a los cultivos de este tipo de riesgos como climáticos, económicos (oferta y demanda) o sobre limitaciones naturales (agua o suelo). Otra de las ventajas de esta agricultura es que permite el desarrollo de cultivos fuera de su ciclo natural, menos tiempo, mayor rendimiento, control de plagas y enfermedades, con rendimientos mayores en poco espacio, frutos sanos y con mayor calidad, por lo tanto, mejor precio en el mercado, generando mayores ingresos para los productores (Tapia A. B., 2017).

En cuanto a los cultivos en malla sombra, en varios estudios se han destacado sus beneficios. El utilizar malla sombra a permitido demostrar que es una estrategia eficaz para reducir el impacto de la radiación solar directa al cultivo, así como también controlar la humedad y la temperatura del ambiente

interno del cultivo de chile poblano. Esto ha permitido obtener frutos de mayor tamaño y calidad, así como disminuir los problemas ocasionados por el exceso de radiación solar (*Giromi G. M. S., 2017*).

En el país se siembran 602.50 ha de chile poblano bajo agricultura protegida con una producción de 42,078.38 toneladas y de esto 46.00 has con 3,057.00 toneladas de producción en malla sombra, siendo Sinaloa, Baja California Sur y San Luis Potosí los productores con esta agricultura (SIAP 2023).

III. - MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del sitio experimental

La presente investigación se llevó a cabo bajo una malla sombra ubicada en el campo experimental “El bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, municipio de Saltillo, Coahuila, México, a siete kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo sobre la carretera 54 hacia Zacatecas. Las coordenadas 25°21’37” Latitud Norte y 101°02’13” Longitud Oeste, con una altitud de 1,600 msnm. La precipitación promedio anual es de 400 mm y una temperatura media anual de 18 a 22 °C. el suelo de este sitio es de suelo migajón arcilloso con una textura a migajón, con contenido de materia orgánica baja y con una capa de carbonato de calcio subyacente (UAAAN, 2011).

3.2 Material vegetal utilizado

Los materiales vegetales utilizados fueron cinco híbridos experimentales de chile poblano desarrollados en el Centro de Capacitación de Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS) del departamento de fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UAAAN (cuadro 1).

Cuadro 1. Material vegetal del estudio evaluado bajo condiciones de malla sombra en el sureste de Coahuila.

Código de identificación	Origen	Tratamientos
0101	Coahuila	Híbrido 1
0102	Coahuila	Híbrido 2
0103	Coahuila	Híbrido 3
0104	Coahuila	Híbrido 4
0105	Coahuila	Híbrido 13

3.3 Establecimiento del cultivo

Todo cultivo comienza por la siembra, el cual se realizó en charolas de poliestireno con sustrato de peat moss y perlita en una proporción de 70:30 en volumen, respectivamente, esto fue el día 16 de marzo del 2022. El trasplante de las plántulas germinadas se llevó a cabo 64 días después de la siembra, el día 20 de mayo del 2022.

3.4 Diseño experimental

En el interior de la malla sombra se prepararon cuatro camas de cultivo, en las que se repartieron los híbridos y repeticiones en forma aleatoria, con un modelo matemático completamente al azar, y el diseño de tratamientos también fue completamente al azar, colocando el material vegetal que corresponde a cada repetición. Las plántulas se trasplantaron en las camas previamente humedecidas a capacidad de campo, a una hilera, con distancia entre plantas de 30 cm, con un ancho de 40 cm por cama, con 30 cm de alto y una distancia de 1.80 m entre los surcos. Los tratamientos fueron los cinco híbridos, con cuatro repeticiones cada uno y cuatro plantas por repetición.

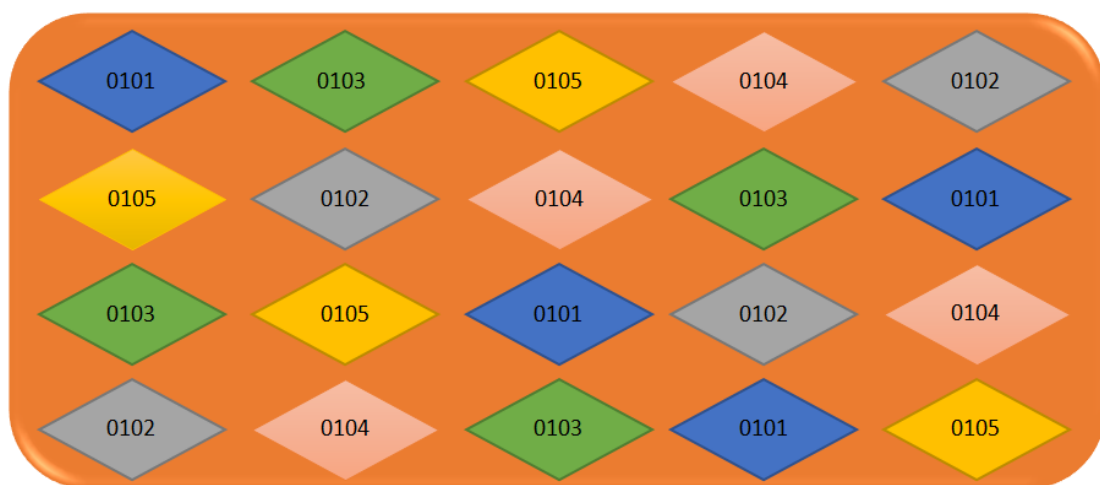


Figura 1. Croquis de la distribución de los híbridos experimentales en la malla sombra. 0101= Híbrido 1, 0102= Híbrido 2, 0103= Híbrido 3, 0104= Híbrido 4, 0105= Híbrido 13.

3.5 Riego

La planta del chile poblano, se desarrolla en diferentes tipos de climas, pero requieren de una disponibilidad constante de agua para su desarrollo óptimo, la falta de un riego adecuado puede resultar en una disminución en la producción y calidad del cultivo, así como en la aparición de plagas y enfermedades. Los riegos se realizaron mediante un sistema de riego por goteo, el cual consiste en una cintilla negra calibre 6000, con orificios de riego a cada 20 cm, gastando 0.95 litros por hora, se efectuaron dos riegos al día, de 2 horas diarias, dependiendo del clima, llegando a días de regar 1 hora hasta llegar a omitir el riego por el exceso de humedad en el suelo y otros a llegando a aplicar riegos de auxilio en el día para evitar la falta de agua al cultivo.

3.6 Manejo nutricional

La nutrición aplicada al cultivo fue dada por la meta de rendimiento propuesto, en base a tres notas para proyectar el rendimiento;

Cuadro 2. Las tres notas de la meta de rendimiento propuesto.

NOTAS

N.1: De la meta de rendimiento el 10% es materia fresca de planta.

N.2: De la materia fresca de planta el 10% es materia seca.

N.3. De la meta de rendimiento entre 5-8%va hacer materia seca.

En el cultivo de chile poblano se utiliza del 8 al 12%, se suman las materias secas para obtener el total de la meta de rendimiento. Con estas notas se estableció la meta de rendimiento en base a la meta de rendimiento en kg del cultivo, la meta propuesta es de 40 toneladas, 40,000 kg.

Nota 1: 4,000 kg

Nota 2: 400 kg

Nota 3, se utiliza el 9%: 3,600 kg

$$400+3,600=4,000$$

El total de la meta de rendimiento se multiplica con el porcentaje del rango que tiene una célula vegetal deshidratada así descubrimos el requerimiento calculado, a ese resultado se resta el aporte que realiza el suelo al cultivo, obteniendo el requerimiento real y por último este resultado se divide entre las semanas que lleva el ciclo del cultivo.

Cuadro 3. Requerimientos del cultivo a aplicar por semana.

Elemento	%enCVD	%utilizado	Req. Cal.	Ap suelo	Req. R.	Semanas	Aplicar
N	3-5	0.035	140	30	110	12	9.1
P	0.8-1.2	0.01	40	10	30	12	2.5
K	5-7	0.05	200	50	150	12	12.5
Ca	1-1.5	0.015	60	534	-474	-	-
Mg	0.8-1.2	0.01	40	453	-413	-	-
S	0.8-1.2	0.01	40	16	-24	-	-

Elemento, %enCVD= porcentaje que tiene la célula vegetal deshidratada, % utilizado, Requerimiento Calculado, Aporte del suelo, Requerimiento Real, Semanas del cultivo y dosis a Aplicar.

Seguido de esto se realiza el cuadro de fertilización de las semanas asignadas al cultivo, en el caso del chile poblano es de 12 semanas después del trasplante, el fertilizante se aplicó con relación a cada etapa fenológica del

cultivo, en las primeras dos semanas es de trasplante, se administra el 25 % del fertilizante, después en la semana 3 y 4, etapa vegetativa, se aplica el 75%, se continua con la semana 5 y 6, de floración y cuaje, se aplican de 100-125%, seguido de la semana 7 y 8, llenado y fructificado, se aplica el 175% y por último las semanas del 9 al 12, su cosecha, se aplica el 100%.

Cuadro 4. Fertilización del cultivo en el ciclo

Arraigo, trasplante 25%		Vegetativo 75%		Floración cuaje 100-125%		Llenado y fructificado 175%		Cosecha 100%			
Sem.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N	2.3		6.8		11.4		15.9		9.1	9.1	
P	0.6		1.9		3.1		4.4		2.5	2.5	
K	3.1		9.4		15.6		21.9		12.5	12.5	

— Semanas del cultivo de chile poblano con los porcentajes a administrar.

3.7 Labores culturales

3.7.1 Tutoreo

Los chiles no se podaron, dejando crecer libremente las ramas, por lo que en el paso de su crecimiento necesitaron tutoréo para evitar doblar y romper sus ramas por el peso del chile poblano, se realizaron en cinco ocasiones el tutoréo según las necesidades de la planta. Se utilizó el tutorado tipo español o fajado, llevando consigo palos de madera de aproximadamente dos metros de altura para los soportes principales en cada extremo de las camas y los carrizos sirven como soportes de refuerzo, el tutorado se realizó con rafia agrícola. Los tutoreos se realizaron a los 32 días después del trasplante, 49 días, 73 días, 98 días y el último a los 131 desde el trasplante.

3.7.2 Control de malezas

Durante todo el ciclo del cultivo se realizó la eliminación y control de las malas hierbas en forma directa al extraerlas con el azadón, en los surcos, entresurcos y entre plantas, como en todo el invernadero, esta práctica es lenta, por lo que deberá tomarse en cuenta para el periodo crítico de competencia y se realizó en toda la malla sombra para evitar plantas hospederas de plagas y enfermedades, esta acción se realizó cada quince días.

3.8 Control de plagas y enfermedades

En mención de las plagas y enfermedades que se presentó en el cultivo en su ciclo, en este caso no tuvimos presencia de plagas ni enfermedades, porque se realizaron inspecciones y monitoreo regulares para detectar presencia de plagas y enfermedades, tales como trips, ácaros, bacterias y hongos, entre otros. En consecuencia, se notó una ausencia de estos sucesos en el cultivo desde el momento de la siembra hasta la cosecha.

Este resultado se debe a la aplicación de rigurosas prácticas preventivas en el manejo agronómico del cultivo. En primer lugar, se implementó la rotación de cultivos en este espacio de terreno utilizado para el experimento, lo que permitió la mínima acumulación de patógenos y plagas específicas para el cultivo del chile poblano. Además, se realizó labores de limpieza y desinfección tanto del área de cultivo como de las herramientas de trabajo, con el fin de eliminar cualquier posible fuente de infección o transmisión de plagas.

Así mismo se llevaron a cabo programas de fertilización y riegos adecuados, que permitieron un equilibrio nutricional en el terreno, óptimo para la planta.

Por otro lado, se implementó la instalación de barreras físicas, químicas y trampas de control en los alrededores del experimento, en el interior y exterior de la malla sombra, con el fin de prevenir la entrada de insectos y otros

posibles vectores de enfermedades. Así se logró obtener un ciclo del cultivo libre de plagas y enfermedades.

3.9 Cosecha

Se efectuó una cosecha en el ciclo del cultivo a los 90 días después del trasplante. Esta se llevó a cabo el 20 de agosto del 2022, se realizó manualmente en el momento que el fruto alcanzaba su maduración comercial.

3.10 Variables agronómicas evaluadas

3.10.1 Variables de crecimiento o morfológicos

- **Altura de la planta.**

Este parámetro se realizó con una cinta graduada en centímetros de la marca Truper®, se midió la totalidad de altura de la planta una semana después de la cosecha, la cual comprende desde la base de la planta hasta la punta más alta de la misma, permite evaluar el desarrollo vertical del chile poblano. Se considera un factor importante ya que una mayor altura puede indicar un mejor desarrollo y vigor de la planta.

- **Diámetro del tallo**

Esta variable se refiere al diámetro del tallo principal, este se mide en centímetros, con ayuda de un vernier digital Truper® y proporciona información sobre la robustez y fortaleza de la planta para producción de chile poblano. Un mayor grosor se puede considerar como una mayor capacidad de transporte de nutrientes y agua a todas las partes de la planta, lo cual impacta directamente en el crecimiento y desarrollo de la planta y en consecuencia la del fruto.

3.10.2 Variables de rendimiento componentes de rendimiento y calidad del fruto

- **Rendimiento (Kg planta⁻¹)**

Esta medición se permite determinar la capacidad de cada híbrido para generar frutos y el tamaño de estos, en última instancia el rendimiento total de la cosecha. Es una manera de cuantificar con cifras la producción de chiles poblanos en términos de peso y rendimiento, se pesaron los frutos de cada planta en una balanza digital Gabatec®.

- **Números de frutos por planta**

Esta variable permite evaluar la eficiencia reproductiva de cada planta y su capacidad de generar una cantidad elevada de frutos, significando un mayor número de frutos por planta indica una mayor capacidad de producción de chiles poblanos por cada planta, solo se cuantificó.

- **Longitud del fruto.**

Este componente se refiere al tamaño longitudinal del fruto de chile, se llega a medir en centímetros, se determina con una regla graduada de 30 centímetros.

- **Ancho de la base del fruto.**

Esta variable hace referencia al diámetro de la base del fruto, se llevó a cabo con un vernier digital Truper®, registrando los datos en cm, este dato nos informa sobre la anchura y forma del fruto, siendo este un factor

importante en el chile poblano, para ser utilizado en varios platillos mexicanos típicos.

- **Ancho medio del fruto.**

Este parámetro se refiere al diámetro medio del fruto, este dato permite evaluar el ancho y tamaño del chile en su punto máximo de expansión central, esta acción se realizó con un vernier digital Truper® y se registraron los datos en cm.

- **Peso promedio del fruto.**

Esta variable hace referencia al peso promedio de los frutos, obtiene dividiendo el rendimiento de cada planta entre el número de frutos de la misma planta.

- **Profundidad del cáliz.**

Este valor se refiere a la distancia que hay desde la base del fruto hasta lo más profundo del cáliz, este valor se obtiene en mm y proporciona información sobre el tamaño y calidad del cáliz del fruto, se midió con un vernier digital Truper®.

- **Longitud del pedúnculo.**

Este factor hace referencia a la longitud del tallo o pedúnculo que conecta al fruto con el tallo de la planta, se mide en cm y nos informa sobre la resistencia, calidad del pedúnculo y en consecuencia la del fruto de chile poblano, se midió con un vernier digital Truper®.

- **Rendimiento calculado ($t\ ha^{-1}$).**

Esta variable es muy relevante cuando se evalúa el rendimiento y se extrapola, ya que con este se permite comparar la productividad de cada híbrido simulando una condición comercial. Es un indicador clave para la evaluación de la productividad de los híbridos, esta resultó de multiplicar el rendimiento de cada planta por el número de plantas por hectárea (30,000)

3.11 Diseño experimental y análisis de la información

En el diseño experimental se realizó con el modelo completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, con cuatro plantas en cada repetición, con un total de 16 plantas medibles por todo el tratamiento. Se llevó a cabo un análisis de varianza con significancia del 0.05 (ANVA $p \leq 0.05$) junto con una prueba de medias (Tukey $p \leq 0.005$), para el análisis de datos se utilizó el software INFOSTAT/estudiantil versión: 2020 actualización: 30/4/2020.

IV Resultados y discusión

4.1 Altura de la planta

Los resultados del análisis de varianza de la variable altura de la planta demostró que los datos tenían diferencias significativas (ANVA $p \leq 0.05$), entre los 5 híbridos evaluados, de los cuales, los que mostraron mejores resultados fueron el híbrido 2, 13 y 1, lo que indica un poco de mayor vigor, el híbrido tres y cuatro fueron inferiores a los anteriores (Figura 2). De esta forma, se puede observar, como la altura de la planta cambia con el híbrido y su genética y con el ambiente bajo el cual se desarrollan. En este aspecto de la planta, *Díaz W. F. J. (2022)* señala que la altura de la planta de cuatro genotipos de chile poblano al final del ciclo hay diferencias significativas por su procedencia.

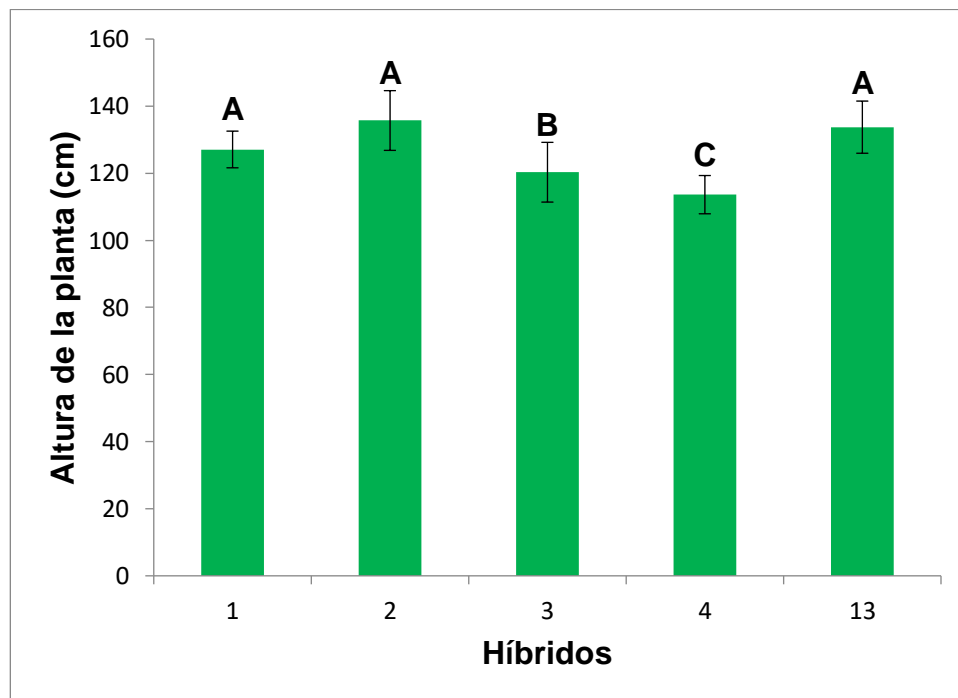


Figura 2. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable altura de la planta, de cinco híbridos experimentales de chile poblano, evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

4.2 Diámetro del tallo

Se midió el grosor final del tallo de los híbridos de chile poblano. Según los análisis estadísticos realizados (ANVA $p \leq 0.05$), se observó que el grosor del tallo de los cinco híbridos de chile poblano es estadísticamente igual, aunque dentro de ellos destaca el cuatro y trece. Cuyo diámetro está entre 1.03 a 1.35 mm (Figura 3), rangos en los que generalmente se encuentra el tallo de los chiles. Los resultados difieren de Luna *et al.*, (2021), ya que registraron diferencias significativas en poblaciones de varios genotipos de *Capsicum annum* L., atribuido precisamente a que fueron genotipos y en este caso fueron híbridos.

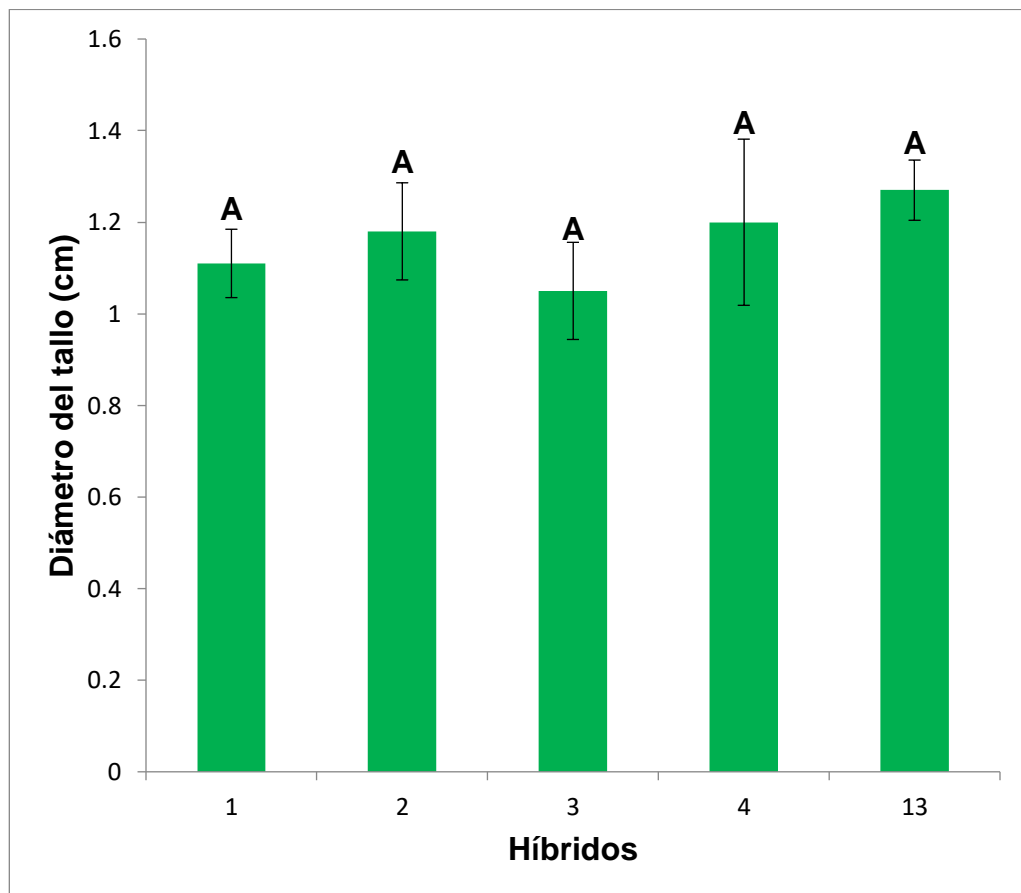


Figura 3. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable diámetro del tallo, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

4.3 Rendimiento (Kg planta⁻¹)

De acuerdo a los resultados del ANVA ($p \leq 0.05$), para la variable de rendimiento en kilogramos por planta, se encontraron diferencias estadísticas significativas, creándose tres grupos, siendo los más altos los valores de 0.54 a 0.65 mm, con los híbridos trece y dos respectivamente (Figura 4), estos superaron en más de 20 % al resto de los híbridos, mismos que pueden tener potencial si mantienen su estabilidad en otros ambientes de evaluación.

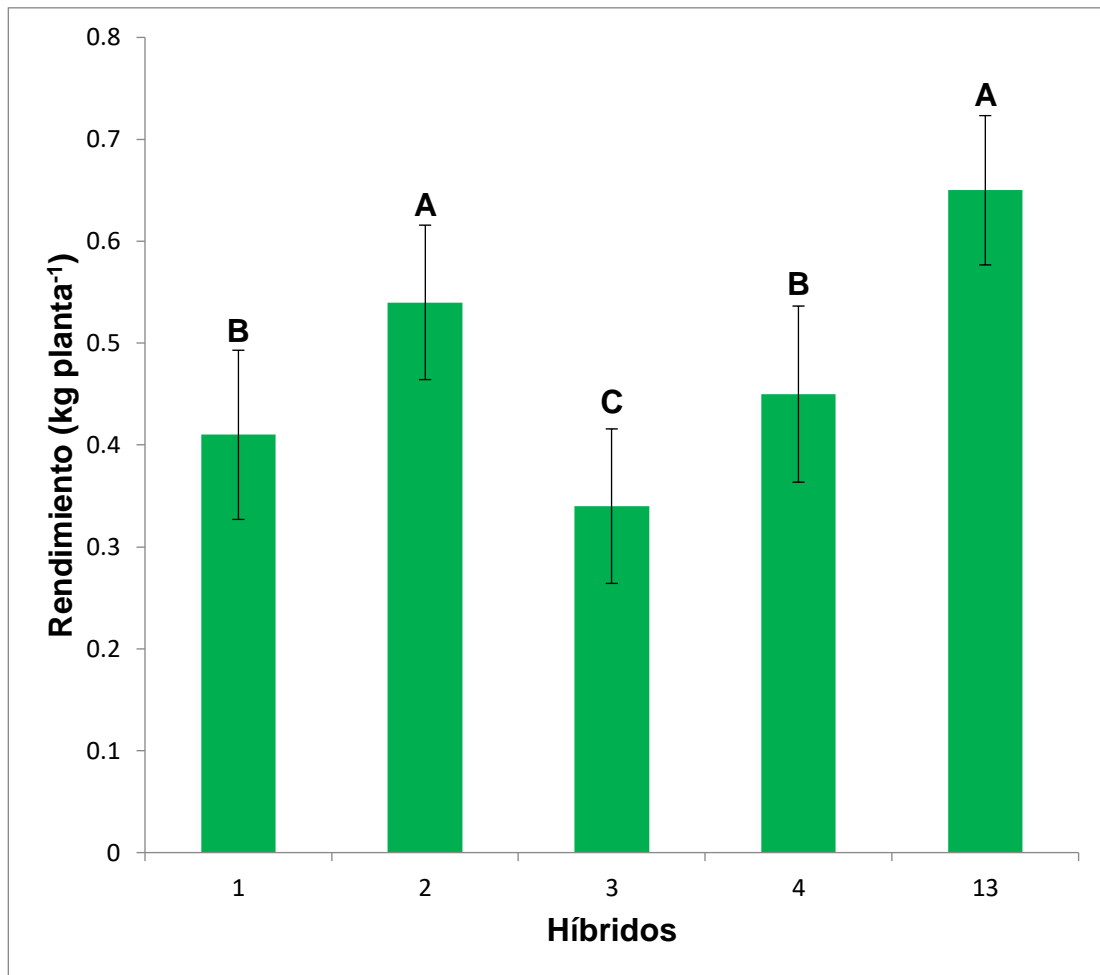


Figura 4. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable rendimiento (Kg planta⁻¹), de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

4.4 Números de frutos por planta

En relación a los resultados de la variable de número de frutos por planta, esta mostró significancia estadística (ANVA $p \leq 0.05$) entre los híbridos, en donde los de mejor comportamiento para esta variable fueron los híbridos trece y cuatro con medias de entre 6.75 a 5.75 respectivamente (Figura 5). en tanto que el de menor cantidad de frutos fue el híbrido tres, al igual que *Mendoza (2015)*, obteniendo una diferencia significativa entre genotipos de chile jalapeño, sobresaliendo las variedades Perfecto y Grande. Esta variable es de suma importancia ya que generalmente los productores buscan materiales muy cuajadores y de frutos grandes.

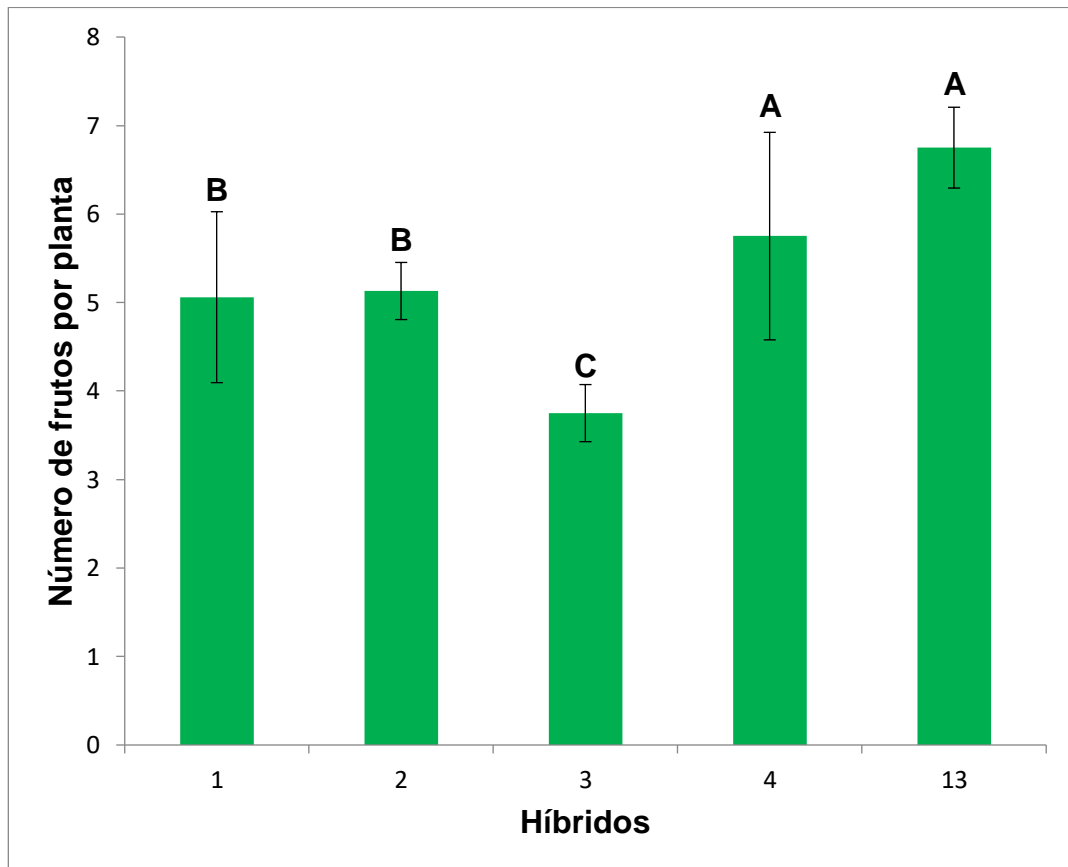


Figura 5. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable números de frutos por planta, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

4.5 Peso promedio del fruto

De acuerdo con el ANVA ($p \leq 0.05$), en el peso medio del fruto se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los híbridos, den entre los cuales destacan los híbridos 2, 3, 13 y 1 (Figura 6). Lo que demuestra que hay uniformidad entre los híbridos excepto el híbrido 4 que fue el de menor peso medio, clasificándose en otro grupo, que es estadísticamente inferior a los demás. Para las dos variables peso medio del fruto y longitud del fruto se asemeja a los resultados de López L. (2012), quien obtuvo que, no existía diferencias estadísticamente significativas entre todas las variedades de chile ancho, chile serrano y chile jalapeño en esta variable.

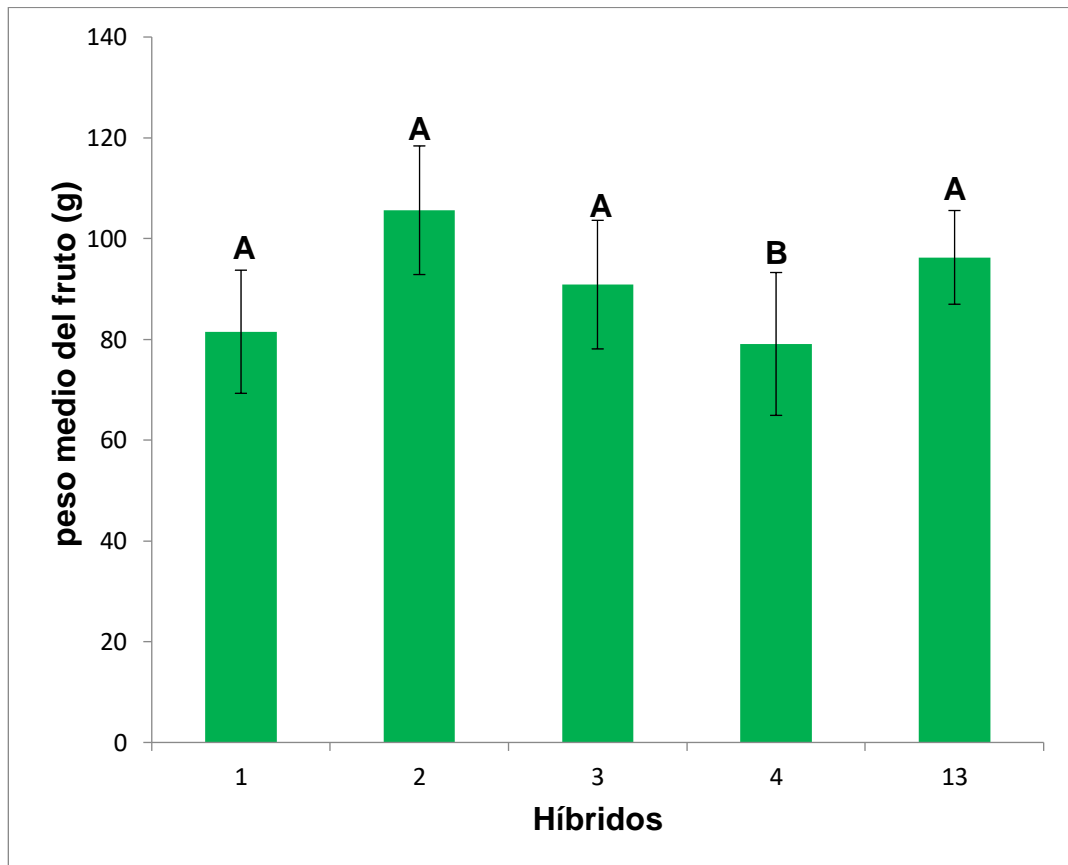


Figura 6. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable peso medio del fruto, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

4.6 Longitud del fruto.

En relación a la longitud del fruto, con el ANVA ($p \leq 0.05$) se encontraron diferencias significativas, en donde hay cuatro híbridos que se clasifican en el mismo grupo estadístico, los cuales son el híbrido 13, 3, 2 y 4, en tanto que el híbrido de menor longitud de fruto fue el número uno (Figura 7). Estos resultados concuerdan con los de *Díaz W. F. J. (2022)*, ya que en su investigación también obtuvo un genotipo inferior al resto de los probados, al igual que el híbrido 1. Es importante mencionar que tanto la longitud del fruto así como el peso medio son de suma importancia para la calidad del chile poblano, sobre todo en el mercado de exportación.

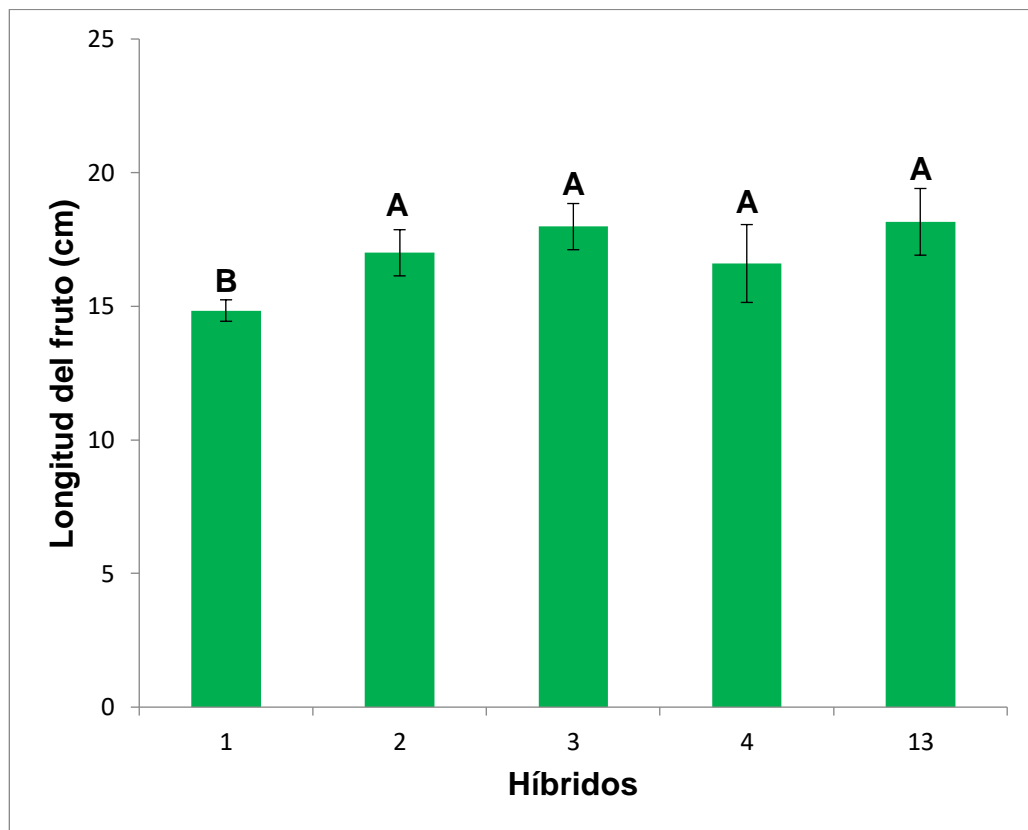


Figura 7. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable longitud del fruto, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

4.7 Ancho de la base del fruto

En cuanto a la medida de lo ancho de la base del chile poblano, se encontró que existen diferencias significativas de acuerdo con el ANVA ($p \leq 0.05$), en donde destaca el híbrido dos que es superior a los demás con 7.5 cm, a este le siguen el uno, tres y trece respectivamente (Figura 8). Los híbridos 1, trece y 3 su comportamiento fue estadísticamente similar en un rango de 6.45 a 6.8 cm, mientras que el híbrido más delgado en su base fue el híbrido 4.

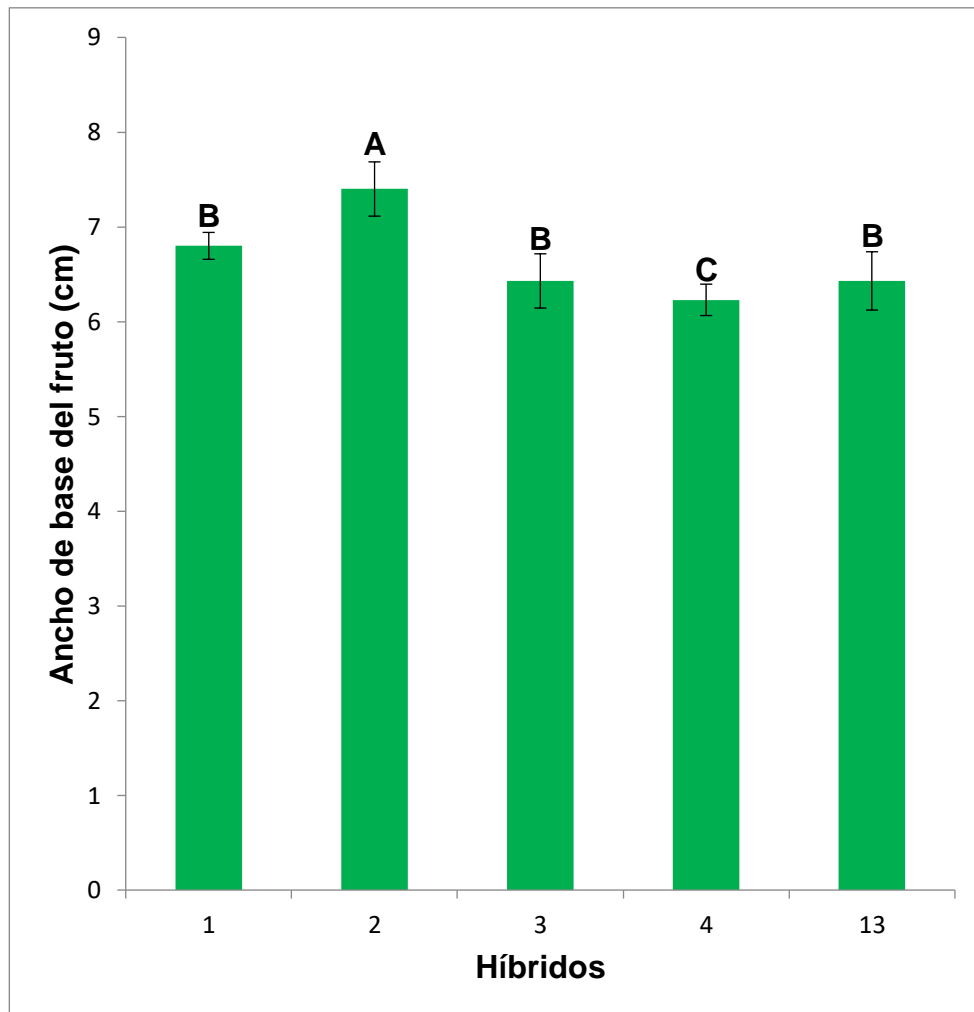


Figura 8. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable Ancho de la Base del Fruto, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

4.8 Ancho medio del fruto.

Con relación a la medida del ancho en la parte media del fruto de chile poblano, utilizando el ANVA ($p \leq 0.05$), se aprecia que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los híbridos (Figura 9), ya que todos los híbridos estuvieron en un rango de 6.33 a 7.12 cm.

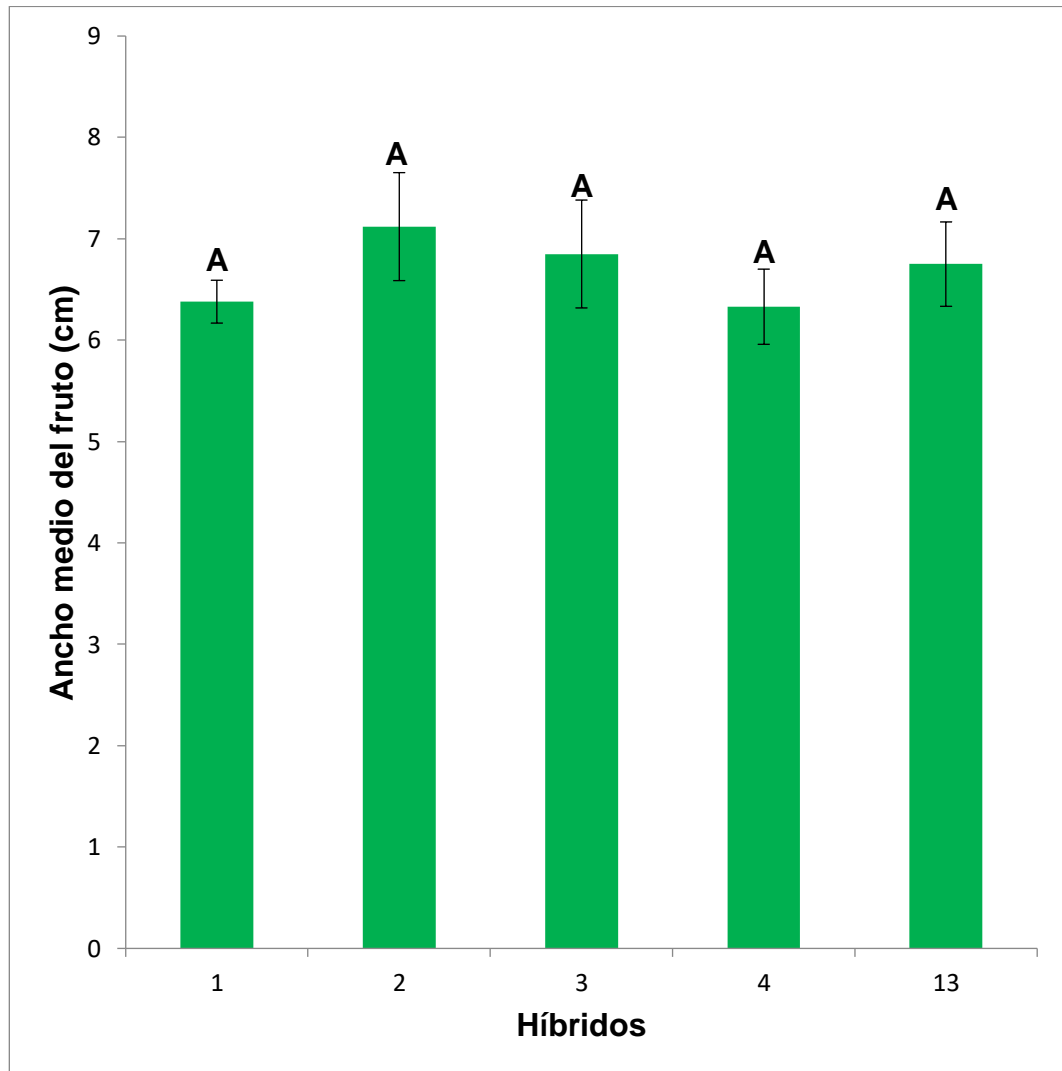


Figura 9. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable ancho medio del fruto, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

4.9 Profundidad del cáliz.

En cuanto a las medidas de la profundidad del cáliz, de acuerdo al ANVA ($p \leq 0.05$), no existen diferencias significativas entre los híbridos para esta variable, presentándose todos los híbridos en el mismo grupo estadístico con un rango de 2.48 a 2.82 cm (Figura 8) que es una profundidad pronunciada ya que los reportes indican de 1 a 2.5 cm. Difiriendo con los resultados de *Díaz W. F. J. (2022)*, él encontró diferencias significativas en un genotipo siendo superior estadísticamente a los demás.

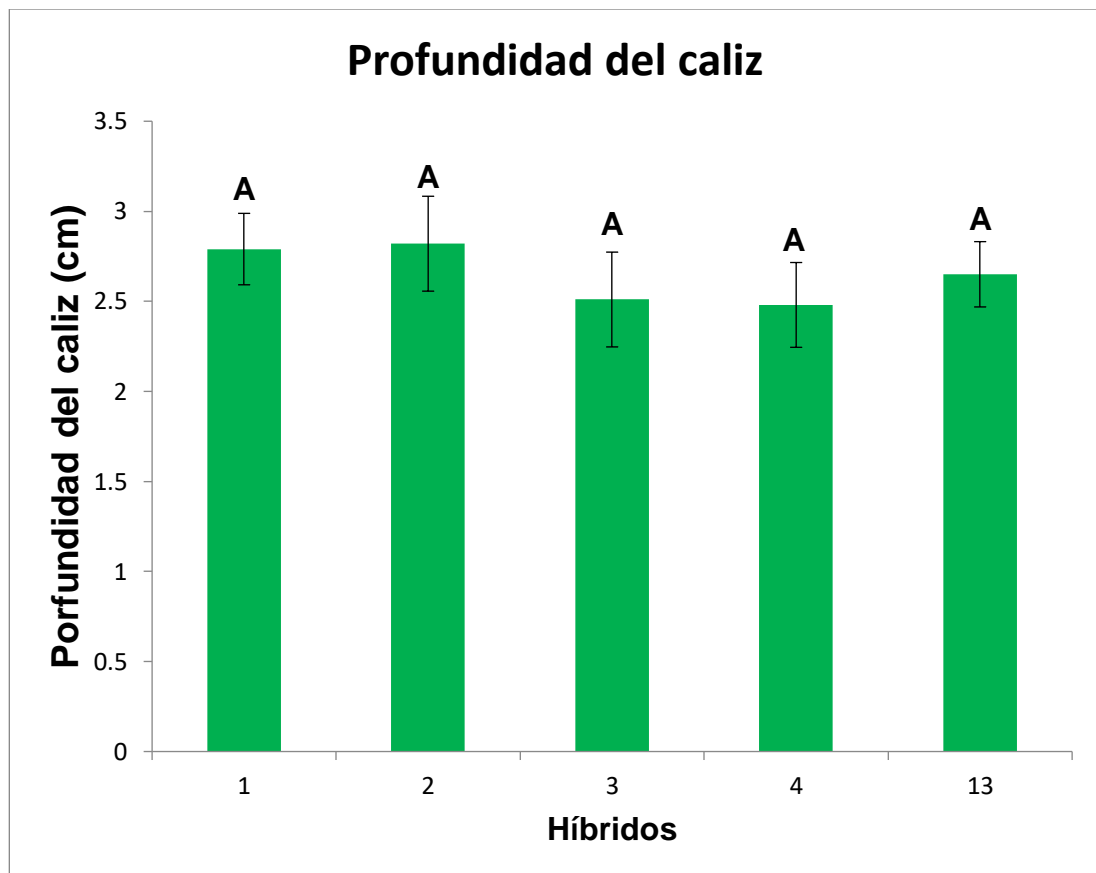


Figura 10. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable profundidad del cáliz, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

4.10 Longitud del pedúnculo del fruto.

Con relación a la longitud del pedúnculo del fruto, el ANVA ($p \leq 0.05$), muestra que existe diferencia estadísticamente significativa entre los híbridos, siendo los híbridos 13, 3, 4 y 2 similares entre si con un rango de entre 6.97 a 8.07 cm, pero superior al híbrido uno, esta variable es importante ya que generalmente un pedúnculo de entre 5 y 8 cm facilita las labores de cosecha, rangos en los que se encuentran los híbridos probado.

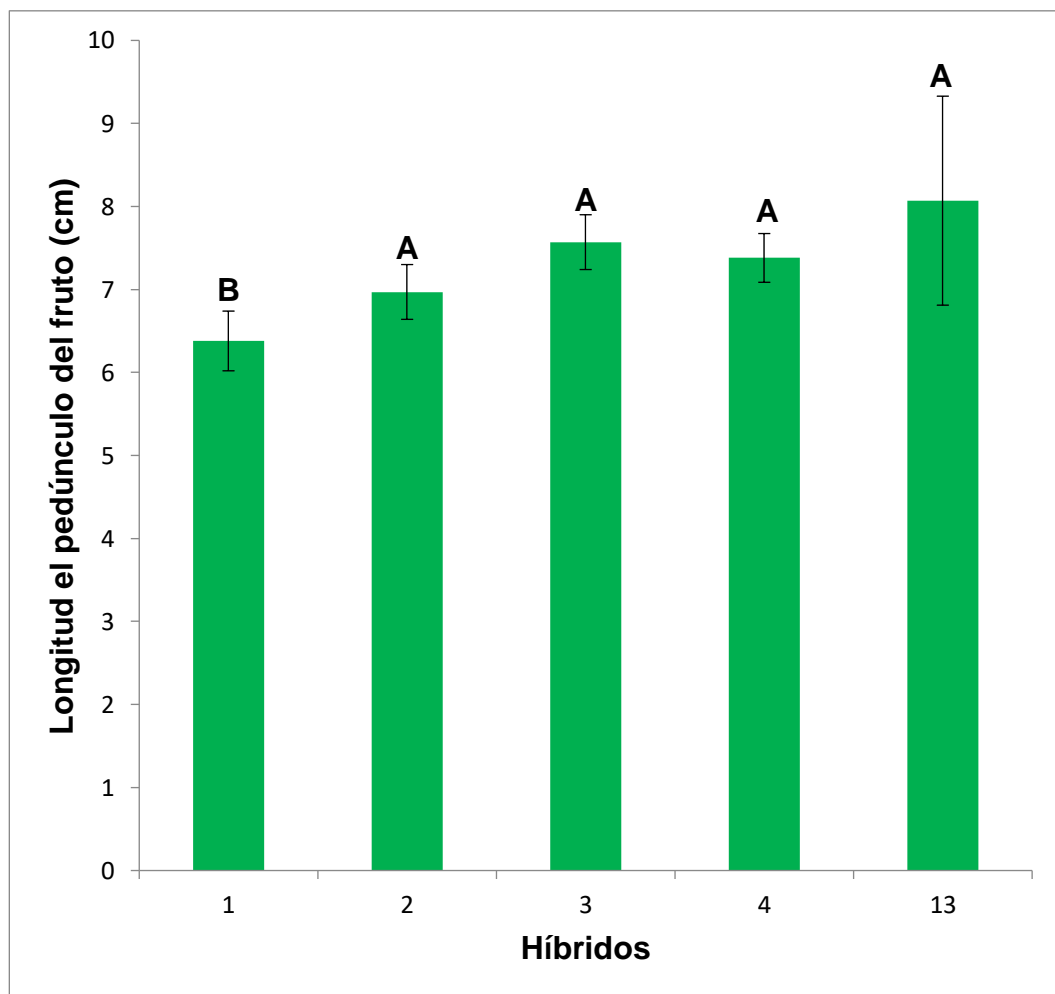


Figura 11. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable longitud del pedúnculo del fruto, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

Los datos introducidos en el análisis de varianza ANOVA ($p \leq 0.05$), nos permite ver en las variable que la altura de la planta, kilogramos por planta, frutos por plata, peso medio del fruto, longitud del fruto, ancho de la base del fruto y longitud del pedúnculo son las variables que presentaron una diferencia estadística significativa creando por lo menos dos grupos por diferencia de medias, del total de variables estas variables representan el 70%, manteniéndonos alejado de los resultados de *Díaz W. F. J. (2022)* el obtuvo un 33.33% del total de variables evaluadas en chile poblano de diferentes procedencia en el clima de Coahuila, inversamente nos acerca a los resultados de *Toledo et al., (2016)*, él en este caso obtuvo un 60% de variables con diferencias estadísticas significativas del total de variables en chile poblano, ancho, loco y Miahuateco, todos estos de Puebla.

En el caso del grosor del tallo, el análisis de varianza no reflejo diferencias significativas entre los híbridos, siendo que se les aplico la misma fertilización y son del mismo centro de semillas. Los resultados obtenidos no son semejantes a los resultados obtenidos por *Díaz W. F. J. (2022)* el en este caso si obtuvo diferencias en un genotipo, por la diferencia de procedencias, al igual que los resultados de *Hernández H. B. N. et al., (2021)* en el que se encontró una diferencia significativa y favoreciendo a la variedad San Luis a comparación con las variedades locales.

El híbrido dos fue el que destaco en tres de las cinco variables evaluadas, en ancho de la base, ancho medio y profundidad del cáliz, estos atributos permitieron que fuera el mayor peso medio del fruto quedando en el primer lugar del primer grupo con 105.62 g. las variables longitud de fruto y del pedúnculo se ven influenciadas por la variable de frutos por planta (Figura 5) quedando el híbrido cinco el superior en estas variables, al tener la mayor cantidad de frutos los azúcares producidos se dirigieron a más de ellas y a la epidermis del fruto, los configuro con mayor longitud de fruto y del pedúnculo, así generando frutos con menor peso medio; lo inverso sucede con los frutos al contar con un poco menos de frutos que el de mayor frutos pudo repartir

mejor sus azúcares pudiendo obtener un mayor peso de fruto, resultados que concuerdan con los de Montañó M. N. J. y Belisario R. H. C. (2012) pero ellos concluyen que la longitud del fruto y el ancho del mismo componen los factores principales para el buen peso del pimiento, en este caso la variable que contribuyo directamente al peso del fruto fue nada más el ancho medio del fruto. Al igual hacen mención que el peso del fruto se ve influenciado por la cantidad de fruto que produce la planta, algo lógico, que los genotipos de frutos pequeños produzcan varios frutos y los genotipos de frutos grandes producen menos frutos por el aborto de flores, para mantener al resto de frutos y conducirlos a la maduración.

4.11 Rendimiento calculado (t ha⁻¹).

De acuerdo con el ANVA ($p \leq 0.05$), de la variable de rendimiento calculado en toneladas por hectárea, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los híbridos, destacando el híbrido 13 y 2 con rendimientos de 19.5 y 16.25 ton/h respectivamente, constituyendo el primer grupo, seguido de los híbridos 4 y 1 con 13.43 y 12.28 toneladas por hectárea respectivamente, quedando en el último grupo el híbrido 3 con 10.08 toneladas por hectárea (Figura 9), estos datos son contundentes y a la vez prometedores, asumiendo que dicho rendimiento fue solamente de una cosecha, que permitió el clima realizar ya que se acercaba la temporada de fríos y heladas a la localidad de evaluación.

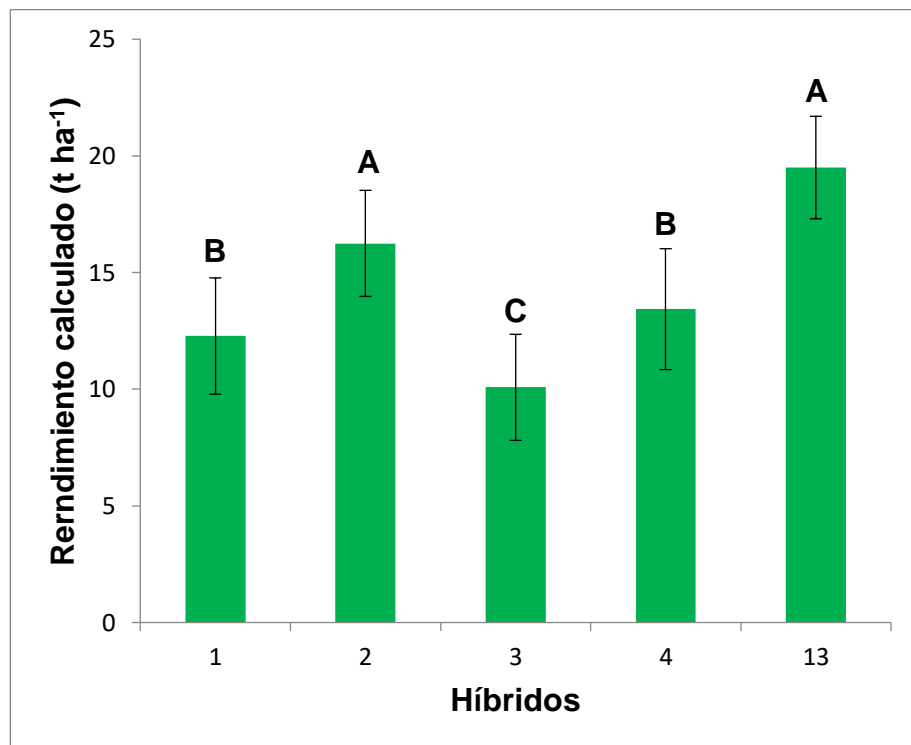


Figura 12. Prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) de la variable Toneladas por Hectárea, de cinco híbridos experimentales de chile poblano evaluados bajo malla sombra en el sureste de Coahuila.

V. CONCLUSIÓN

En conclusión, los estudios realizados a los cinco híbridos en su comportamiento agronómico bajo malla sombra en el sureste de Coahuila fue diferente en algunas de las variables, pero similar en otras, no obstante, de manera general sobresalieron el híbrido trece y el híbrido dos, sobre todo en el rendimiento y algunos de sus componentes.

El híbrido trece muestra ventajas en términos de longitud del pedúnculo, longitud del fruto, frutos por planta, kilogramos por planta. Mientras tanto, el híbrido dos sobresale en altura de planta, peso medio del fruto, ancho de la base del fruto, ancho medio del fruto y profundidad del cáliz. La combinación del rendimiento y calidad de frutos de estos híbridos, los convierten en una alternativa para producción, sin embargo, aún se necesita de probar en otros ambientes para validar su estabilidad genética, a fin de garantizar en el mediano y largo plazo la calidad genética para los productores de la región.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguirre H. E. y Muñoz O. V. (2015) El chile como alimento. Ciencia. México. pp: 16-23. Consultado en: https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66_3/PDF/Chile.pdf.
- Ascencio C. D. O. (2013) Evaluación del rendimiento de variedades de chile poblano (*capsicum annuum* L.) en campo abierto y en macrotunel. Universidad autónoma de san Luis potosí facultad de agronomía y veterinaria. Tesis. San Luis Potosí. 57p. consultado en: <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3481/1/AF1EVA01301.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Bejo. (2023) Fitomejoramiento y variedades vegetales híbridas. Consultado en: <https://www.bejo.com.mx/magazine/fitomejoramiento-y-variedades-vegetales-hibridas>.
- Díaz W. F. J. (2022) Evaluación Del Comportamiento Agronómico De Cuatro Genotipos De Chile Poblano Bajo Invernadero En El Sureste De Coahuila. Tesis, UAAAN. Coahuila. México. 50p. consultado en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/48992>.
- Geneseeds. (2023) SEMILLAS HÍBRIDAS. Consultado en: <https://geneseeds.com.mx/semillas-hibridas/>.
- Giromi G. M. S. (2017) Efecto de las mallas sombra de diferentes colores y una cubierta de plástico sobre el rendimiento y calidad del cultivo de tomate. CONACYT, CIQA. Coahuila. México. 75p. consultado en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/325/1/Tesis%20MAP%20Silvia%20Giromi%20Garcia%20Mendoza%20.pdf>.
- González M. N. (2017) Descripción Varietal y Comportamiento Agronómico de Siete Genotipos de Chile Ancho Mulato (*capsicum annuum* L.) Bajo Condiciones de Invernadero y Campo. Tesis, UAAAN. Coahuila. México.

128p. consultado en:
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42997/K65219%20Gonz%c3%a1lez%20Mej%c3%ada%2c%20Nicol%c3%a1s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Hernández H.B.N. (2019) Productividad y rentabilidad de chile poblano (*capsicum annum l.*) cultivado hidropónicamente bajo condiciones de agricultura protegida. Tesis, Colegio de postgraduados. Puebla. México. 110p. Consultado en:
http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/3178/1/Hernandez_Hernandez_BN_MC_EDAR_2019.pdf.

López, L. E.G. (2012). Evaluación de once genotipos de chile en General Cepeda, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila. México. Consultado el 29 de Octubre del 2023 en:
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5824/T19610%20%20LOPEZ%20GONZALEZ,%20LEVI%20ELIAZAR%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Luna, G. L. R., Robledo, T. V., Ramírez, G. F., Mendoza, V. R., Pérez, R. M. Á., & Gordillo, M. F. A. (2021). Comportamiento agronómico y nutracéutico de poblaciones F2 desarrolladas de cruza interracial de chile. Revista mexicana de ciencias agrícolas. México. consultado en:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342021000100023

Mendoza P. C. (2015) Respuesta hídrica y productiva del chile poblano y jitomate a diferentes condiciones de manejo del número de tallos bajo condiciones protegidas. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Estado de México. México. 274p. consultado en:
http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2808/Mendoza_Perez_C_MC_Hidrociencias_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Mendoza, E. (2015). Adaptación y rendimiento de seis variedades de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo las condiciones de la Comarca Lagunera. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila. México. 75p. Consultado en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7847/EMANUEL%2520MENDOZA%2520VILLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Montaño M. N. J. y Belisario R. H. C. (2012) Comportamiento agronómico de siete cultivares de pimentón (*Capsicum annuum* L.). Revista Científica UDO Agrícola. Monagas. Venezuela. 13p. consultado en: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg12005>.
- Naciones unidas CEPAL. (2018) La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos de desarrollo sostenible, Santiago. 93p. consultado en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>.
- Pérez C. L. J., Tornero C. M. A., Escobedo G. J. S. y Sandoval C. E. (2016) El chile poblano criollo en la cultura alimentaria del Alto Atoyac. Estudios Sociales, Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Puebla. México. 20p. consultado en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v27n49/0188-4557-estsoc-27-49-00047.pdf>.
- Ramírez. M. M. y M. A. R. (2018) Mejoramiento genético de los chiles comerciales en México. Los chiles que le dan sabor al mundo. IDR Éditions. pp: 286-300. Consultado en: <https://books.openedition.org/irdeditions/30979?lang=es>.
- Santiago L. U., Ramírez M. M. y Méndez A. R. (2018) HAP14F: híbrido de chile ancho poblano para el Altiplano de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. México. 6p. consultado en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1088/970>.

Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA) (2020) El chile poblano, popular en la cocina mexicana. Gobierno de México. Consultado en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-chile-poblano-rey-de-los-rellenos>

Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA) (2016) CHILES Y PIMIENTOS mexicanos. PLANEACIÓN AGRICOLA NACIONAL 2017-2030, SAGARPA. Ciudad de México. México. 32p. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257072/Potencial-Chiles_y_Pimientos-parte_uno.pdf

Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP) (2022) Panorama agroalimentario 2022. Ciudad de México. México. pp: 63-64. Consultado en: <https://drive.google.com/file/d/1jVWS4EFKK7HGwQOBpGeljUyaDT8X8Iy/view>

Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP). (2023) Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Consultado en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

Tapia A. B. (2017) Evolución y Situación Actual de la Agricultura Protegida en México. Sexto Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y agronómicas. Consultado en: https://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2018/05/MEMORIA_MESA_3_2_CONGRESO2017.pdf.

Tlelo C. A. M. (2017) Conocimiento campesino y uso de abonos orgánicos y fertilizantes químicos en la producción de frutos de chile poblano. Tesis, Colegio de postgraduados campus Puebla. Puebla. México. 86p. Consultado en: http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/4185/Tlelo_Cuautle_AM_MC_EDAR_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Toledo-Aguilar R., López-Sánchez H.,Antonio L. P.,Guerrero-Rodríguez J. de D. Santacruz-Varela A. y Huerta-de la Peña A. (2016) Diversidad morfológica de poblaciones nativas de chile poblano. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Colegio de Postgraduados. Puebla. México. 11p. consultado en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/227/188>.