

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación del Comportamiento Agronómico de Cuatro Genotipos de Chile Poblano Bajo Invernadero en el Sureste de Coahuila

Por:

FRANCISCO JACOB DÍAZ WENCES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación del Comportamiento Agronómico de Cuatro Genotipos de Chile Poblano Bajo Invernadero en el Sureste de Coahuila

Por:

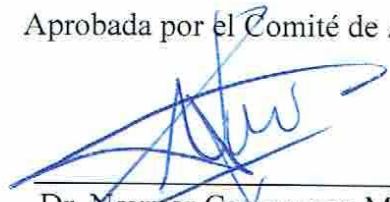
FRANCISCO JACOB DÍAZ WENCES

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Neymar Camposeco Montejó
Asesor Principal


Dr. Antonio Flores Naveda
Coasesor


Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Coasesor


Dr. Jerónimo Landeros Flores
Coordinador Interino de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2022

DERECHOS DE AUTOR Y DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

Todo material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es el responsable directo y jura bajo protesta de decir verdad que no se 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 prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.

Pasante

Francisco J. D.W.

C. Francisco Jacob Díaz Wences

DEDICATORIA

A mis padres Francisco X. Díaz Zavala y Raquel Wences Equihua por ser un gran pilar para mí, en mi formación personal y profesional; como símbolo de agradecimiento del gran apoyo, amor y sacrificio que me han dado para poder lograr este sueño y esta meta.

A mis hermanos Erick Díaz W., Fernanda Díaz W., Valeria Díaz W. que, junto con nuestros padres, son mi motor, son mi mayor motivación para seguir adelante e intentando ser ejemplo para ellos.

A mis padrinos Alfredo Wences, Alma Wences y Aarón Rocha, ya que han sido a lo largo de mi vida unos grandes ejemplos de vida y profesionistas que he decidido seguir. Gracias por toda su motivación y apoyo que me han brindado y que sé que estará.

A Hosanna I. Longoria Martínez, al ser la persona que me acompañó muy de cerca en este caminar, que estuvo para apoyarme en las malas y celebrar en las buenas, la que me aguantó e impulsó en mis días malos. Por apoyarme y creer en mí y darme fuerza y motivación cuando lo necesite y por todo el amor que me dio.

A mis abuelos José Wences y Agustina Equihua, al igual que a mi abuela Teresa Zavala Torres, por apoyarme y motivarme cada que regresaba a casa, por siempre estar al pendiente de mí y encomendarme a Dios y tenerme siempre en sus oraciones.

A mi primo Axel Rocha y a mis sobrinos Isabella Cardona y Emilio Cardona, que formaron parte de mi motivación para hacer realidad este sueño e intentar ser un ejemplo para ellos.

A mi abuelo Arturo Díaz, que a pesar que no conviví mucho con él, me han contado mucho de él y me ha contagiado junto con mi padre, su gran pasión por la agricultura.

GRACIAS por confiar en mí, gracias por todo su apoyo, motivación, consejos, regaños.

Todo mi esfuerzo, sacrificios y logros son para ustedes que me fortalecieron y me ayudaron a cumplir esta gran meta.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme la vida y darme la oportunidad de cumplir esta meta, por ponerme en mi camino a muchas personas que me ayudaron, ayudan y ayudarán en mi caminar tanto en el aspecto personal, como profesional.

A mis amigos Santiago Rojo, Víctor Martínez, Javier Ramírez y Mario Rodríguez, por escucharme, aconsejarme, regañarme y ayudarme en tantas cosas, por ser una de las principales razones para que mi estancia universitaria fuera increíble, por todas los recuerdos, risas y aprendizajes juntos.

A Yoloxochitl Longoria, Omar Cardona y Carmen Álvarez, por poder contar con ustedes siempre, por todos sus ánimos y consejos de todos los estilos,

A María de los Ángeles Martínez Ruiz y Oscar Eduardo Lepe Hernández, por escucharme, apoyarme y aconsejarme, por estar al pendiente de mí y permitirme contar con ustedes en lo que fuera, por todas las buenas experiencias vividas.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por darme una buena educación profesional, por ser la hospedera de experiencias inolvidables.

A todos mis compañeros de generación, Paulina, Thelma, Raúl, Luis Rey, Carlos, Vicente, Diego, etc; por el apoyo en muchas actividades y materias y por ser parte de maravillosas experiencias que recordaremos en unos años.

Al Dr. y amigo, Enrique Canales, por todo el conocimiento brindado, por todos sus consejos y por su apoyo incondicional.

A mis asesores, Neymar Camposeco y Arely Acosta, por confiar en mí y guiarme en el proceso de la investigación, proporcionándome sus conocimientos y experiencias.

ÍNDICE

	PAG.
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Antecedentes y origen del cultivo	3
2.2 Importancia del chile a nivel mundial	3
2.3 Importancia del chile poblano en México.....	4
2.4 Contexto e importancia de la evaluación del comportamiento	5
agronómico de cultivos	
2.5 Estudios del comportamiento agronómico del cultivo de chile.....	6
2.6 Requerimientos edafoclimáticos y nutricionales.....	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1 Ubicación del sitio experimental	8
3.2 Material vegetal utilizado	8
3.3 Establecimiento del cultivo	9
3.4 Riego	10
3.5 Manejo nutricional	10
3.6 Labores culturales	11
3.6.1 Tutorío	11

3.6.2 Control de malezas	12
3.7 Control de plagas y enfermedades	12
3.8 Cosecha	14
3.9 Variables agronómicas evaluadas.....	14
3.9.1 Variables de crecimiento	14
3.9.2 Variables de rendimiento y calidad del fruto	15
3.10 Diseño experimental y análisis de la información	17
IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS	18
V. CONCLUSIÓN	35
VI. BIBLIOGRAFÍA	36

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Material vegetal de estudio a evaluar bajo condiciones de invernadero en el sureste de Coahuila	8
Cuadro 2. Composición química nutrimental de la solución nutritiva (SN) utilizada en el riego para la fertilización de los diferentes genotipos de chile poblano.	10
Cuadro 3. Agroquímicos utilizados para el control de plagas y enfermedades durante todo el ciclo del cultivo, así como su modo de acción.	12

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Croquis de la distribución de genotipos en el invernadero. G1= Genotipo 1 criollo proveniente de Puebla, G2= Genotipo 2 criollo proveniente de Puebla, G3= Genotipo 3 criollo proveniente de Zacatecas, G4= Genotipo 4 criollo proveniente de Jalisco	9
Figura 2. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable altura total de planta, de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.	19
Figura 3. Curva de crecimiento (altura de la planta) de los genotipos de chile poblano. Muestreos a los 24, 53, 66, 80, 97 y 130 días.	19
Figura 4. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable altura de la primera bifurcación de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.	20
Figura 5. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable largo de hoja (A) y ancho de hoja (B), de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.	21
Figura 6. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) del grosor del tallo, de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.	22
Figura 7. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de número promedio de frutos por planta de cuatro genotipos chile poblano	23

evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila. barras verticales corresponden a desviación estándar.

Figura 8. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de peso promedio del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar. 24

Figura 9. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de longitud del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar. 25

Figura 10. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable ancho de la base del fruto de los genotipos de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar. 26

Figura 11. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable ancho de la parte media del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar. 27

Figura 12. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable ancho de la punta del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar. 28

Figura 13. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable profundidad del cáliz del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar. 29

Figura 14. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable grosor del pericarpio del fruto de cuatro genotipos de chile poblano 30

evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

Figura 15. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable sólidos solubles totales del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar. 31

Figura 16. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable firmeza del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar. 32

Figura 17. Rendimiento por hectárea de cada uno de los genotipos de chile poblano con una densidad de 37,000 plantas por hectárea. 34

RESUMEN

El chile poblano es un cultivo hortícola de gran importancia en México con más de 30,000 hectáreas cultivadas anualmente. El objetivo de este trabajo de investigación, fue evaluar el comportamiento agronómico de cuatro genotipos de chile poblano provenientes de Puebla (genotipo 1 y genotipo 2), Zacatecas (genotipo 3) y Jalisco (genotipo 4) bajo invernadero en el sureste de Coahuila. El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, para el análisis de datos, se realizó un ANOVA con un nivel de significancia al $p \leq 0.05$, y se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey (Tukey $p \leq 0.05$). Los resultados indican que, los genotipos evaluados solo mostraron diferencia estadística significativa en las variables de altura de la planta, ancho de base del fruto, ancho medio del fruto, ancho de la punta del fruto y profundidad del cáliz; mientras que en el resto de las variables no mostraron significancia entre los genotipos evaluados, dichos resultados revelan que, el comportamiento agronómico de los genotipos fue variable, no obstante, el genotipo cuatro proveniente de Jalisco cuenta con el mejor rendimiento con respecto a los otros genotipos, ya que obtuvo mejor grosor de pericarpio, peso promedio de fruto y número de frutos por planta, sin embargo, el genotipo tres proveniente de Zacatecas, también destacó en algunos en algunos caracteres de fruto y rendimiento, y de planta como; diámetro del tallo, altura de la planta, ancho y largo de la hoja. En ancho de parte media del fruto el genotipo que destacó fue el número dos de Puebla. Por lo tanto, se concluye que, los genotipos tres y cuatro, provenientes del estado de Zacatecas y Jalisco respectivamente, son los cultivares con mejor comportamiento agronómico, atribuido a que destacaron en la mayoría las variables evaluadas en comparación a los genotipos provenientes del estado de Puebla. El comportamiento agronómico de los genotipos, da la pauta para seleccionarlos por sus atributos sobresalientes e incluirlos en programas de mejora genética con fines de generación de nuevas variedades.

I.- INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, China es el número uno como productor de chile, seguido de México, Turquía, EE.UU., España e Indonesia. Donde los principales países importadores de México son EE. UU, Alemania, Reino Unido, Francia, Holanda y Canadá. (SIAP, 2020). El chile es uno de los cultivos característicos y de mayor importancia de México, ya que es cultural y tradicionalmente importante al consumo, ya que es incluido en la dieta mexicana del día a día, ya sea en fresco o industrializado. Además, es un recurso económico, social, medicinal y alimenticio en su población (Barrios *et al.*, 2016; Aguirre E y Muñoz V., 2015).

El chile pertenece al género *Capsicum* y a la especie *Capsicum annum L.*, siendo esta la especie de mayor importancia económica del género, aunque se ha registrado una disminución en la superficie cosechada en 2017. (Moreno *et al.*, 2017). Esta hortaliza es la segunda verdura más consumida después del jitomate (*Solanum lycopersicum*). De acuerdo a su consumo, el chile que se posiciona en primer lugar es el chile jalapeño, siguiéndole el chile serrano como segundo lugar y en seguida el poblano. (Rangel *et al.*, 2019). En el cultivo del chile poblano, se acuerdo con datos del SIACON (2019), los principales productores a nivel nacional son el estado de Zacatecas, Guanajuato y Sinaloa con superficies de producción de 6,457, 3,302 y 1,140 hectáreas respectivamente. Así mismo, dichas superficies de producción alcanzaron valores de producción de 989,667, 535,22, 316,644 millones de pesos respectivamente.

Actualmente, la producción de este cultivo en Saltillo, Coahuila, es reducida contando con una extensión de 36 hectáreas únicamente en 2020, en las cuales su producción se realiza a campo abierto principalmente (SIAP, 2020)., por lo que se desea consolidar el cultivo del chile poblano a campo abierto y eventualmente en invernadero. No obstante, algunos autores como Toledo *et al.*, (2011) señalan que, los productores se han encontrado con diferentes problemáticas que han impedido lograr los rendimientos esperados, problemáticas causadas por factores como plagas, enfermedades, temperaturas extremas, sequía, heladas, etc.; debido a ello se ha visto la necesidad de trabajar en la especie para su mejoramiento genético.

El mejoramiento genético se ha realizado en gran diversidad de cultivos, y el chile poblano no es la excepción, ya que se busca la obtención de nuevas variedades que sean tolerantes a diferentes factores tanto abióticos como bióticos, además de ello, obtener variedades con mejores características de calidad comercial, nutritivas y con alto potencial de rendimientos (SAGARPA, 2018). Por lo tanto, la presente investigación se realizó con los siguientes objetivos.

1.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro genotipos de chile poblano bajo condiciones de invernadero en el sureste de Coahuila.

Objetivos específicos

Determinar el rendimiento y componentes de rendimiento de cuatro genotipos de chile poblano bajo invernadero en el sureste de Coahuila.

Evaluar los caracteres morfológicos de cuatro genotipos de chile poblano bajo invernadero en el sureste de Coahuila.

1.2 Hipótesis

H₀: El comportamiento agronómico de los genotipos son iguales bajo condiciones de invernadero en el sureste de Coahuila.

H₁: El comportamiento agronómico de los genotipos son diferentes bajo condiciones de invernadero en el sureste de Coahuila.

II. - REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes y origen del cultivo

Según evidencias arqueológicas, se ha demostrado que el chile ha formado parte de la alimentación del hombre desde hace más de 9220 años (7200 a.C.) (Asencio D., 2013). La especie *Capsicum annuum*, ha sido de gran importancia por sus diferentes usos, donde México, ha sido reconocido como el domesticador de esta especie, ya que se encuentra una gran diversidad de tipos de chile en este país; en los cuales destacan el chile serrano, el habanero, el pimiento morrón, el jalapeño y el chile poblano. Este último ha tenido gran aprecio, por su gran variedad de utilidad que se le da en la gastronomía mexicana. (SAGARPA, 2020)

Este chile, es conocido como “Chile poblano” gracias a que existen evidencias antiguas de este cultivo en el valle de Tehuacán, el cual pertenece a Puebla, México (Pérez *et al.*, 2017). El chile poblano, es un chile fresco, carnoso, de tamaño grande, con un gran ancho (la cual es una de sus características principales), color verde oscuro brillante y un sabor peculiar, que generalmente no se considera picoso, aunque puede llegar a serlo.

2.2 Importancia del chile a nivel mundial.

El cultivo del chile es de gran importancia a nivel mundial, por su gran valor económico y social, por su alta rentabilidad y sobre todo el consumo. En el 2017, se registró una superficie sembrada de 2,748,341 ha en todo el mundo (Hernández B. 2019). A pesar de que México es el país con mayor diversidad genética de chiles, éste no cuenta con la mayor producción de chile a nivel mundial. Ya que México se posiciona en el segundo lugar con una producción

de 3.238 millones de toneladas, después de China que cuenta con una producción de 18, 978, 027 de toneladas. (SIAP; 2019)

2.3 Importancia del chile poblano en México.

El cultivo del chile es de gran importancia en México, ya que además de ser uno de los cultivos más producidos en el país, la producción de éste sustenta los hogares de muchas comunidades, al proporcionar una gran cantidad de empleos. De la misma forma, el chile se ha ganado el cariño de los mexicanos, al formar parte indispensable de su cocina en platillos típicos mexicanos, por su consumo en fresco y también en seco, conocido, así como, chile ancho, que es ingrediente esencial de los moles. (SAGARPA, 2020).

En México, el chile poblano es producido principalmente en 18 estados, los cuales son: Zacatecas, Guanajuato, Puebla, Sinaloa, Sonora, Durango, San Luis Potosí, Michoacán, Jalisco, Oaxaca, Baja California Sur, Tamaulipas, Veracruz, Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León y Guerrero. Dentro de estos, el principal productor a nivel Nacional es Zacatecas con una producción de 151,338.40 toneladas, seguido de Guanajuato con 49,325.69, Sinaloa con 34, 767.24 y Michoacán con 25,240 toneladas (SIACON, 2019).

En cuestión de la producción de chile poblano, solo hay dos estados en todo el país que producen en invernadero de acuerdo con los registros, los cuales son Guanajuato y Tamaulipas con una producción de 5,369.41 y 306.75 toneladas respectivamente, y con un rendimiento promedio de 112 y 40.90 toneladas por hectáreas respectivamente, superando de manera notable a los rendimientos medios obtenidos a campo abierto, los cuales los más altos fueron por Baja California Sur y San Luis Potosí, con 45.88 y 39.17 toneladas por hectárea respectivamente (SIACON, 2019). Y de acuerdo con el SIACON (2019), en Coahuila solo se produce este cultivo en Parras y Saltillo, en donde tienen una producción de 40 y 36 hectáreas respectivamente, con rendimientos relativamente iguales, que rondan entre las 22 toneladas por hectárea. Datos que indican el interés de los productores por el cultivo de este tipo de chile en Coahuila, en particular en la región sureste de Coahuila.

2.4 Contexto e importancia de la evaluación del comportamiento agronómico de cultivos

En el transcurso de los años, en los cultivos se presentan cada vez a más situaciones adversas que limitan su eficiente producción, lo que orilla a la búsqueda y generación de nuevas variedades y/o híbridos que sean resistentes o tolerantes al mayor número de factores bióticos o abióticos que puedan afectar los cultivos; como lo menciona Toledo *et al.*, (2011), donde cita, el cómo la producción se ve mermada por diferentes factores como plagas, enfermedades, heladas, etc., así mismo, comenta como estos factores pueden provocar la pérdida de su diversidad genética, que es fuente de variabilidad. Ya que las variedades utilizadas cada vez son más susceptibles a diferentes factores, esto es debido a que, el productor continúa con el constante uso de variedades tradicionales; por lo que se recomienda el uso de nuevas variedades con mayor valor genético y mayores tolerancias a enfermedades y factores adversos (Linares L., 2004)

En particular, la producción de chile poblano se ha visto disminuida, principalmente en los sistemas convencionales debido al uso de semilla criolla, la escasez de agua y varias enfermedades que pueden estar presentes en el suelo por varios ciclos de producción. Además de los constantes cambios de las condiciones ambientales, afectando su adaptabilidad a las presentes y futuras condiciones ambientales (Pérez *et al.*, 2017) (Jain *et al.*, 2014) (Kumari *et al.*, 2019). En este sentido, los materiales criollos o silvestres, cuentan con características particulares que son de gran interés por investigadores y fitomejoradores, ya que con la ayuda de programas de mejoramiento genético pueden mejorarse o transferirse a variedades comerciales o generar nuevas por recombinación genética; por lo que es de suma importancia el conservar, caracterizar, seleccionar y evaluar el comportamiento y adaptación de diferentes materiales genéticos en diferentes regiones o ambientes, preferente de zonas productoras (González & Bosland, 1991; Bonilla *et al.*, 2014; Flores *et al.*, 2017).

El fundamental problema en el mejoramiento genético de plantas, es la interacción genotipo y ambiente (GxA), que es un fenómeno en donde hay un comportamiento diferenciado de las variedades en diferentes ambientes distintos al que fueron colectados o seleccionados. Al realizar una evaluación y consecuente selección directa de los cultivos en el ambiente al cual se desea introducir, permite observar y realizar una descripción morfológica y agronómica

de las variedades, y de esa manera, conocer el potencial de adaptación específica y general de las variedades, ya que en ese ambiente en particular, expresarán su potencial productivo y/o sus limitaciones, por lo que de esta manera, generalmente se pretende lograr una selección más efectiva de las variedades según los objetivos que se persigan (Mederos A., Ortiz R., 2021; Camargo *et al.*, 2011).

2.5 Estudios del comportamiento agronómico del cultivo de chile

Se ha encontrado que varios autores han investigado acerca del comportamiento agronómico en el chile, autores como Bahena *et al.* (2012) quienes evaluaron la respuesta agronómica de chile criollo utilizando diferentes coloraciones de acolchado plástico y una combinación con cubierta flotante. Así mismo, Linares, (2004), estudió seis materiales de chile dulce y seleccionó aquellos que mejor se adaptaran a las diferentes condiciones agroecológicas de producción de chile en el Salvador; en donde sobresalió la variedad de Nathalie, superando al resto de las variedades, en varias variables como altura de planta, número de frutos y rendimiento.

Para el cultivo del chile poblano, se han realizado investigaciones con diversos enfoques, algunas como la de Toledo *et al.*, (2011), que evaluaron las características vegetativas, reproductivas y de rendimiento de fruto de 49 variedades nativas de chile poblano de la Sierra Nevada de Puebla, para posteriormente realizar mejoramiento genético, del cual, encontró que algunas variedades nativas, lograron obtener rendimientos mayores al híbrido comercial y con una aceptable estabilidad, lo que indica un gran potencial para realizar mejoramiento genético y solucionar la baja producción de chile poblano en la Sierra Nevada de Puebla. Así mismo, se ha encontrado un estudio en el que se evaluó el comportamiento agronómico y se realizó una descripción varietal de siete genotipos de chile ancho mulato (*Capsicum annuum* L.) en invernadero y campo abierto, en la que concluyó que las variedades SSC-2947, 2533, y 2536 fueron las que destacaron (González ., 2017).

Por su parte, Hernández *et al.* (2021) han realizado una investigación de dos variedades nativas de Puebla y una variedad comercial de chile poblano, establecidas en invernadero e hidroponía, con tres diferentes soluciones nutritivas, evaluaron el crecimiento, rendimiento

y calidad del fruto para conocer su comportamiento agronómico y productivo en ambos sistemas de producción. Todos estos estudios citados anteriormente, siempre se realizan con el objetivo de seleccionar para mejorar la genética de las variedades de chile poblano.

2.6 Requerimientos edafoclimáticos y nutricionales

Según Ascencio (2013), el chile poblano es una planta que exige mucho calor para obtener un buen desarrollo y producción, por lo tanto, requiere una temperatura promedio de entre 20-25 °C. El tener temperaturas mayores a los 30°C puede provocar estrés y la caída de flores, así mismo se debe tener cuidado con las temperaturas bajas, ya que temperaturas menores a 10° C producen daños importantes que interrumpen el buen desarrollo del cultivo. Para el chile se obtienen mejores desarrollos en altitudes que van de los 0 - 2,700 msnm; con una precipitación de entre 300 a 400 mm (Martínez, 2016). Para la buena producción de flores y amarre de frutos se recomienda tener una humedad relativa entre 50 y 70 %. En el caso de la luminosidad, es de suma importancia mantenerla entre los 60 y 70 % ya que favorece en el desarrollo de la planta, principalmente en la floración. Para un óptimo desarrollo del cultivo, se recomienda su establecimiento en suelos con textura areno-limosa y con pH de entre 6.5 y 7 (Ascencio, 2013).

Para el caso de la nutrición, el cultivo requiere principalmente nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) y microelementos. Aunque las concentraciones de dichos elementos se basan en cuanto al estado fenológico del cultivo, se recomienda aplicaciones de 347 kg de urea, 178 kg de super-triple, y 167 kg de cloruro de potasio (Hernández B., 2019). Sin embargo, Dzul y De la Cruz (2008) que realizaron una investigación donde evaluaron 12 diferentes soluciones nutritivas, para chile poblano, modificadas utilizando como base la solución universal propuesta por Steiner; en dicha investigación se concluyó que la mejor calidad de plántula se obtuvo con una solución nutritiva con 6 meq L⁻¹ de NO₃⁻, 0.5 me L⁻¹ de H₂PO₄⁻ y 7 me L⁻¹ de K⁺. En el caso de la solución nutritiva que obtuvo mejores rendimientos de fruto comercial y total fue con 12 me L⁻¹ de NO₃⁻, 1 me L⁻¹ de H₂PO₄⁻ y 7 me L⁻¹ de K⁺.

III. - MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del sitio experimental

La investigación se llevó a cabo en un invernadero del Departamento de Horticultura en el campo experimental Buenavista, Saltillo, Coahuila, México de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en el km 7 al sur de la ciudad, sobre la carretera 54 Saltillo – Zacatecas, entre coordenadas 25.356678° - 101.034311°, a una altitud de 1742 msnm. En la región predomina el clima, BW hw (x^{*}) (e); semicálido, con invierno fresco, extremo, con lluvias en verano, y una precipitación invernal superior al 10% del total anual. La precipitación y temperaturas medias anuales oscilan entre de 350 – 400 mm y 19.8 °C respectivamente (UAAAN, 2011). El suelo en esta área es de textura migajón y migajón arcilloso, con bajos contenidos de materia orgánica y poseen una capa subyacente de carbonato de calcio (UAAAN, 2011)

3.2 Material vegetal utilizado

Los materiales vegetales utilizados fueron cuatro genotipos de chile poblano tipo criollos proporcionados por productores de diferentes regiones productoras de México (Cuadro 1).

Código de identificación	Tratamientos	Procedencia
G1	Genotipo 1	Puebla
G2	Genotipo 2	Puebla
G3	Genotipo 3	Zacatecas
G4	Genotipo 4	Jalisco

Cuadro 1. Material vegetal de estudio evaluado bajo condiciones de invernadero en el sureste de Coahuila.

3.3 Establecimiento del cultivo

El experimento se llevó a cabo del 1 de mayo al 15 de noviembre de 2021. Las semillas de los diferentes materiales vegetativos de chile poblano criollo, fueron sembrados en charolas germinadoras de polietileno, se utilizó como sustrato de germinación peat moss y perlita en proporción de 70/30 % respectivamente, el día 20 de febrero de 2021. El trasplante de la plántula producida se realizó a los 69 días después de la siembra.

Dentro del invernadero se formaron cuatro camas de cultivo, en las cuales se repartieron los tratamientos y las repeticiones de forma aleatoria, colocando el material vegetativo respectivo para cada tratamiento. Las plantas se trasplantaron en el suelo previamente humedecido a capacidad de campo, a doble hilera y en tresbolillo, con una distancia entre hileras de 20 cm, y 30 cm de distancia entre cada planta, las camas cuentan con un ancho de 40 cm, 30 cm de alto y 8 m de largo; a una distancia entre camas de 1.80 m.

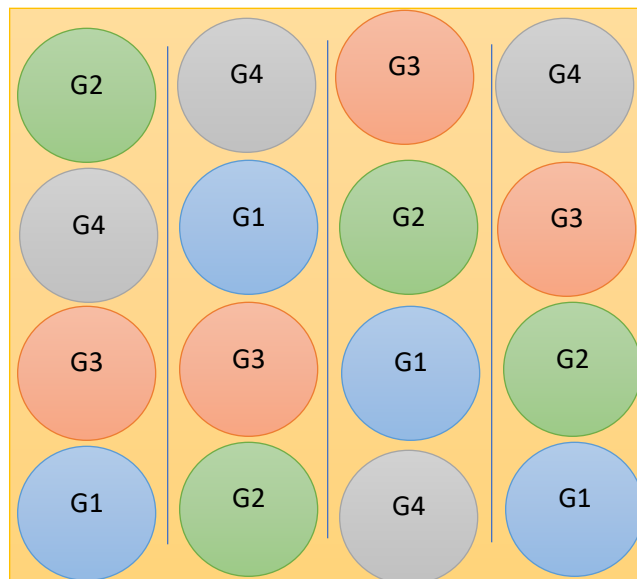


Figura1. Croquis de la distribución de genotipos en el invernadero. G1= Genotipo 1 criollo proveniente de Puebla, G2= Genotipo 2 criollo proveniente de Puebla, G3= Genotipo 3 criollo proveniente de Zacatecas, G4= Genotipo 4 criollo proveniente de Jalisco

3.4 Riego

Se realizaron dos riegos al día, de aproximadamente 30 minutos por pulso de riego, en caso de observar falta de humedad en el suelo, se realizaron riegos de auxilio y en el caso de mucha humedad, se omitieron riegos de acuerdo a las condiciones del clima. El riego fue realizado con un sistema de riego por cintilla, que consiste en una cintilla con una distancia entre goteros de 20 cm, con gasto de 0.75 litros por hora calibre 6000, una bomba de medio caballo de fuerza y un tinaco de 2100 litros, así mismo, cuenta con un sistema de retroalimentación de la solución nutritiva y regulación de la presión en 12 y 13 psi.

3.5 Manejo nutricional

La nutrición proporcionada al cultivo fue dada con relación a la etapa fenológica. Las dos primeras semanas se nutrió con un fertilizante ya preparado, llamado FERTIDRIP 20-30-10+Me, a una concentración de 1 g por litro de agua. De la tercera semana en adelante, la nutrición utilizada para la producción del cultivo del chile poblano fue la sugerida por Steiner, en la cual se fue modificando en concentraciones ascendentes (50%, 75% y 100%) según la etapa fenológica en la que se encontraba el cultivo (Cuadro 2). Tanto la conductividad eléctrica como el pH de la solución nutritiva fueron monitoreados constantemente con un potenciómetro de marca HANNA®, manteniendo la CE entre 1.5 y 2.7 y un pH de 5.9-6.1.

Macronutrientes										
SN	Cl	NO ₃	H ₂ PO ₄	SO ₄ ⁻ ₂	HCO ₃ ⁻ y CO ₃ ⁻²	K ⁺	Mg ⁺²	Ca ⁺²	NH ₄ ⁺	Na ⁺
(%)										
100	3.26	12	1	7	1	7	4	11	2	3
75	3.26	8.6	0.75	5.25	1	5.25	3	8.25	1.5	3
50	3.26	6	0.5	3.5	1	3.5	2	5.5	1	3

Microelementos								
SN	Fe ⁺³	Mn ⁺²	H ₃ BO ₃	Zn ⁺²	Cu ⁺²	MoO ₄ ⁻²	C.E	pH
%	Partes por millón (ppm)						dS/m	
100	3	1.48	0.28	0.24	0.12	0.08	2.7	5.9-6.1
75	2.25	1.11	0.21	0.18	0.09	0.06	2.1	5.9-6.1
50	1.5	0.74	0.14	0.12	0.06	0.04	1.5	5.9-6.1

Cuadro 2. Composición química nutrimental de la solución nutritiva (SN) utilizada en el riego para la fertilización de los diferentes genotipos de chile poblano.

Para la preparación de la solución nutritiva, se agregó cuidadosamente el ácido sulfúrico a la solución nutritiva para tener un control del pH en los rangos señalados previamente y para el caso de las sales fertilizantes, estas se disolvieron de forma individual cada uno de los fertilizantes en un recipiente de 20 litros y después fueron vertidos en el tinaco de 2100 litros.

3.6 Labores culturales

3.6.1 Tutorio

Ya establecido el cultivo, se tutoró en cinco ocasiones según las necesidades del cultivo, lo anterior para evitar que las ramas colgaran y se quebraran. Se utilizó el tutorado tipo español o fajado, utilizando como soportes principales palos de madera de aproximadamente dos metros de altura en cada extremo de las camas y como soportes de refuerzo el carrizo. El tutorado fue realizado con rafia agrícola. El primer tutorio fue realizado a los 32 días del trasplante, el segundo a los 49 días, el tercero a los 73 días, el cuarto a los 98 días y el quinto tutorio a los 131 días después del trasplante

3.6.2 Control de malezas

Durante el ciclo del cultivo se realizaron deshierbes manuales constantes para eliminar todo tipo de malezas, tanto en los surcos y entresurcos como en todo el invernadero, con el fin de evitar plantas hospederas de plagas.

3.7 Control de plagas y enfermedades

En cuestión de las plagas, las plagas que se presentaron en todo el ciclo del cultivo, fue el trips (*Frankliniella occidentalis*), mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y minador (*Liriomyza trifolii* Burgess), siendo el trips la principal plaga que generó mayor problema. Para el control de dicha plaga se realizó un plan de aplicaciones con la rotación de diferentes productos para su control (Cuadro 3).

Para las enfermedades, únicamente se presentó el *Damping off* en las primeras semanas de su establecimiento, se controló con la disminución de humedad en el suelo y constantes aplicaciones de fungicidas. Sin embargo, se hicieron aplicaciones preventivas durante todo el ciclo para esta enfermedad, al igual que para la cenicilla (*Leveillula taurica*) y la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*).

Producto	Ingrediente Activo	Dosis	Plaga/Enfermedad	Modo de acción del i.a.
Sunfire	Clorfenapir	0.5-2 ml/l	Trips	Desacopladores de la fosforilación oxidativa a través de la interrupción del gradiente de protones

Muralla Max	Imidacloprid	1 ml/l	Trips	Moduladores competitivos del receptor nicotínico de acetilcolina (nAChR)
Coragen	clorantraniliprol	0.5-1.5 ml/l	Trips	Moduladores de los receptores de rianodina
Sivanto	flupyradifurone	1 ml/l	Trips	Moduladores competitivos del receptor nicotínico de acetilcolina (nAChR)
Buckman	TCMTB + MTC: Metileno bistiocianato	0.5-1 ml /l	<i>Damping off</i>	Control
Ridomil	metalaxil-M: Metil N-(metotoxiacetil)-N-(2,6-xilil)-D-alaninato	1 ml/l	<i>Damping off</i>	Afectan la síntesis de ácidos nucleicos: ARN polimerasa I
Amistar	Azoxistrobin	1 ml/l	Cenicilla	Inhibidor de la respiración mitocondrial mediante la unión del sitio Qo del citocromo b.

Cuadro 3. Agroquímicos utilizados para el control de plagas y enfermedades durante todo el ciclo del cultivo, así como su modo de acción.

3.8 Cosecha

Se realizaron tres cosechas en todo el ciclo. La primera cosecha se realizó a los 96 días después del trasplante (4 de agosto de 2021), momento en el que el fruto alcanzaba tal maduración que comenzaba a tornar una coloración marrón. La segunda cosecha fue realizada a los 137 días después del trasplante (15 de septiembre de 2021) y la tercera a los 166 días después del trasplante.

3.9 Variables agronómicas evaluadas

3.9.1 Variables de crecimiento o morfológicas

- Altura de la planta

Se determinó utilizando una cinta graduada en centímetros marca Truper®, se midió la planta cada 15 días para determinar la curva de crecimiento y el vigor de la planta. Se midió desde la base del tallo hasta la punta de la rama más larga de cada planta.

- Diámetro del tallo

Este dato se obtuvo con ayuda de un vernier digital, marca Truper®, se midió el diámetro del tallo. Esta variable fue medida cada 15 días a una distancia de 2 cm aproximadamente del suelo, esta es un indicativo de vigor de la planta.

- Largo y ancho de la hoja

Este dato se obtuvo con la ayuda de una regla graduada en centímetros, en la cual se midió tanto lo largo como lo ancho de una hoja, y se tomó una hoja de todas las plantas, eligiendo

una hoja al azar en la parte media de la planta. Este dato fue tomado una sola vez en todo el ciclo.

- Altura de la primera bifurcación

Se tomó una vez en el ciclo, utilizando una cinta graduada en centímetros marca Truper®, midiendo de la base del suelo hasta donde comienza la primera bifurcación, a los 90 días después del trasplante.

3.9.2 Variables de rendimiento, componentes de rendimiento y calidad del fruto

- Longitud del fruto.

Se determinó la longitud del fruto con una regla graduada de 30 centímetros, se midieron cuatro frutos por cada repetición al ser cosechado, el resultado se registró en centímetros (cm).

- Ancho de la base del fruto

Se determinó midiendo la parte de la base de cuatro chiles por repetición de cada genotipo, con la ayuda de un vernier marca Truper®, el dato se registró en milímetros (mm).

- Ancho de la parte media del fruto

Se determinó midiendo la parte media de cuatro chiles por repetición de cada genotipo, con la ayuda de un vernier marca Truper®, el dato se registró en milímetros (mm).

- Ancho de la punta del fruto

Se determinó midiendo la parte de la punta de cuatro chiles por repetición de cada genotipo, con la ayuda de un vernier marca Truper®, midiéndose en milímetros (mm).

- Rendimiento por planta

Se calculó al pesar todos los frutos producidos por cada planta (las cinco plantas por repetición) en todas las cosechas realizadas, en una báscula digital marca OHAUS® Scout®-Pro, este resultado se registró en gramos (g).

- Número de frutos por planta

Este se determinó al cuantificar los frutos de cada planta (cinco plantas por repetición) en cada una de las cosechas realizadas.

- Peso promedio del fruto

Este fue el resultado de dividir el rendimiento por planta entre el número de frutos por planta, se expresó en gramo (g).

- Profundidad del cáliz

Se determinó al medir con un vernier marca Truper®, el hundimiento con el que cuenta el cáliz de cuatro frutos por cada repetición de todos los genotipos y se cuantificó en milímetros (mm).

- Grosor de pericarpio

Se determinó al cortar por la mitad cuatro chiles poblanos por cada repetición y medir con un vernier marca Truper®, el grosor del pericarpio se determinó en milímetros (mm).

- Sólidos solubles totales

Se contabilizó al depositar algunas gotas de la savia del chile poblano, previamente cortado, en el sensor óptico de un refractómetro digital marca SOONDA® modelo TD6010, el cual, tomó lectura en grados brix (°Brix).

- Firmeza del fruto

Se determinó utilizando un penetrómetro, marca NEWTRY, modelo GY-3, con una aguja de 6 mm de diámetro, con el cual se ejercía presión en el fruto hasta penetrarlo, y éste registró la fuerza en kg.cm^{-2} que se necesitó para penetrarlo.

3.10 Diseño experimental y análisis de la Información

El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro tratamientos y con cuatro repeticiones cada uno, con un total de cinco plantas medibles y cuantificables por cada repetición. Se realizó un análisis de significancia (ANOVA $p \leq 0.05$) y una prueba de comparación de medias (Tukey $p \leq 0.05$), para el procesamiento de los datos se utilizó el software SAS 9.0 de "The SAS System for windows 9.0".

IV. - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables de crecimiento y arquitectura de la planta

En la variable altura total de la planta, se observaron diferencias estadísticas significativas (ANOVA $p \leq 0.05$), entre los genotipos evaluados, el genotipo que mostró los mejores resultados fue G3, con un promedio de 220 cm de altura, el resto de los genotipos mostraron un comportamiento estadístico similar de entre 170-185 cm (Figura 2). Durante el crecimiento y desarrollo de la planta, a los 53 días después del trasplante (segundo muestreo), el crecimiento fue muy similar entre los genotipos, sin embargo, a partir del tercer muestreo (66 días), el crecimiento comenzó a diferenciarse entre los genotipos sobre todo el G3 y G4, los genotipos 1 y 2 mantuvieron un crecimiento similar durante todo el ciclo de cultivo y fue el G3 que destacó durante todos los muestreos, mientras que el G4 fue el de menor altura entre los genotipos, por lo que se percibe de porte compacto (Figura 3).

De esta manera, se observa como la altura de la planta se ven afectada por la diferencia de ambiente que hay entre el lugar de origen de cada genotipo y en el que fueron evaluados. En este caso, Saltillo, Coahuila presenta un ambiente similar al del lugar de origen del G3 que es el de Zacatecas, lo cual podría explicar su comportamiento (Cuadro 1). En ese sentido, Pérez *et al.*, (2002) señala que la altura de planta está relacionada con diferencias morfológicas entre grupos de germoplasma, las cuales son influenciadas por el ambiente y modificada favorablemente por efecto de la selección natural o selección masal que han realizado los agricultores a través del tiempo.

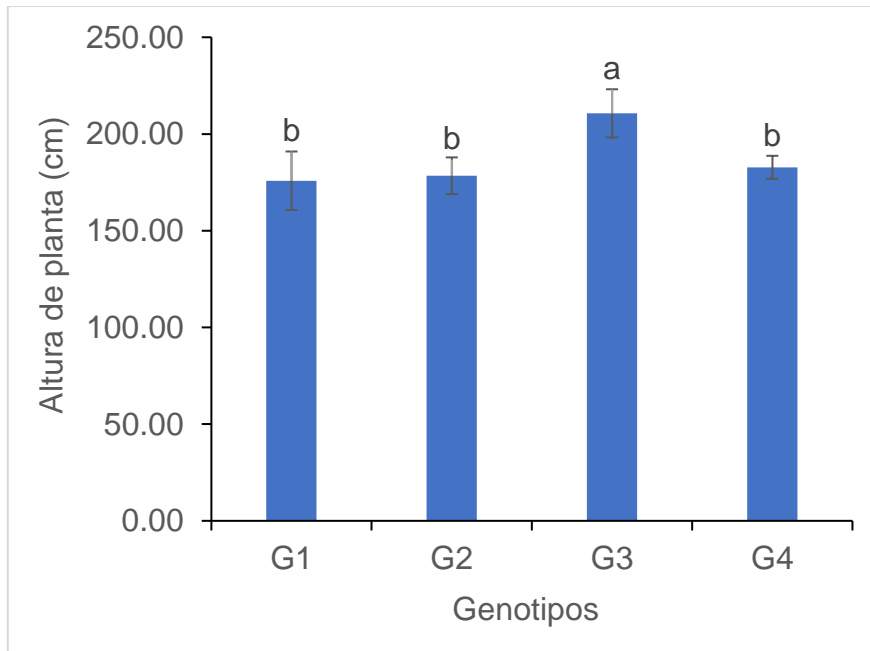


Figura 2. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable altura total de planta, de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

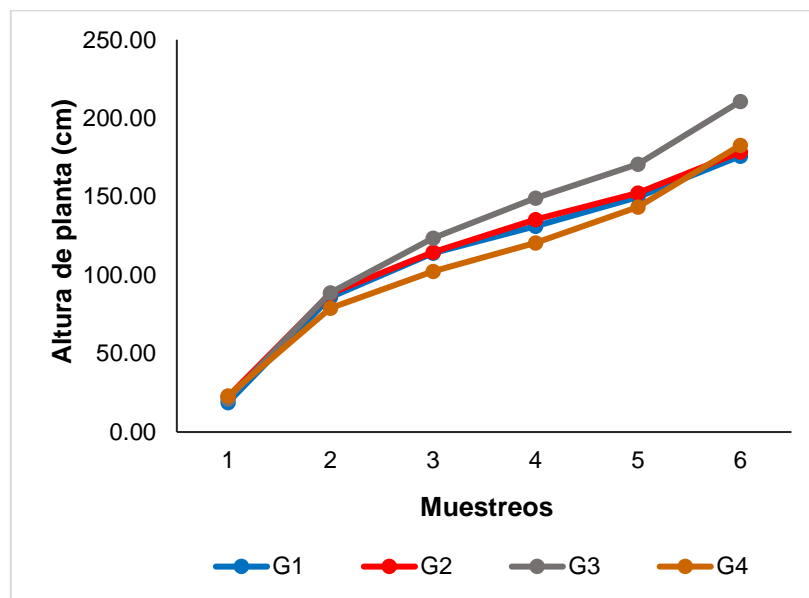


Figura 3. Curva de crecimiento de altura de la planta de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero. Muestreos a los 24, 53, 66, 80, 97 y 130 días.

De acuerdo al ANOVA ($p \leq 0.05$), no existió diferencia estadística significativa entre los genotipos (tratamientos) en la variable de altura de primera bifurcación de la planta del chile poblano. Los cuatro genotipos probados, se encuentran en un rango de entre 25 y 35 cm de altura de su primer bifurcación (Figura 4), no obstante, el G3 se percibe como de mayor altura y el G4 inferior.

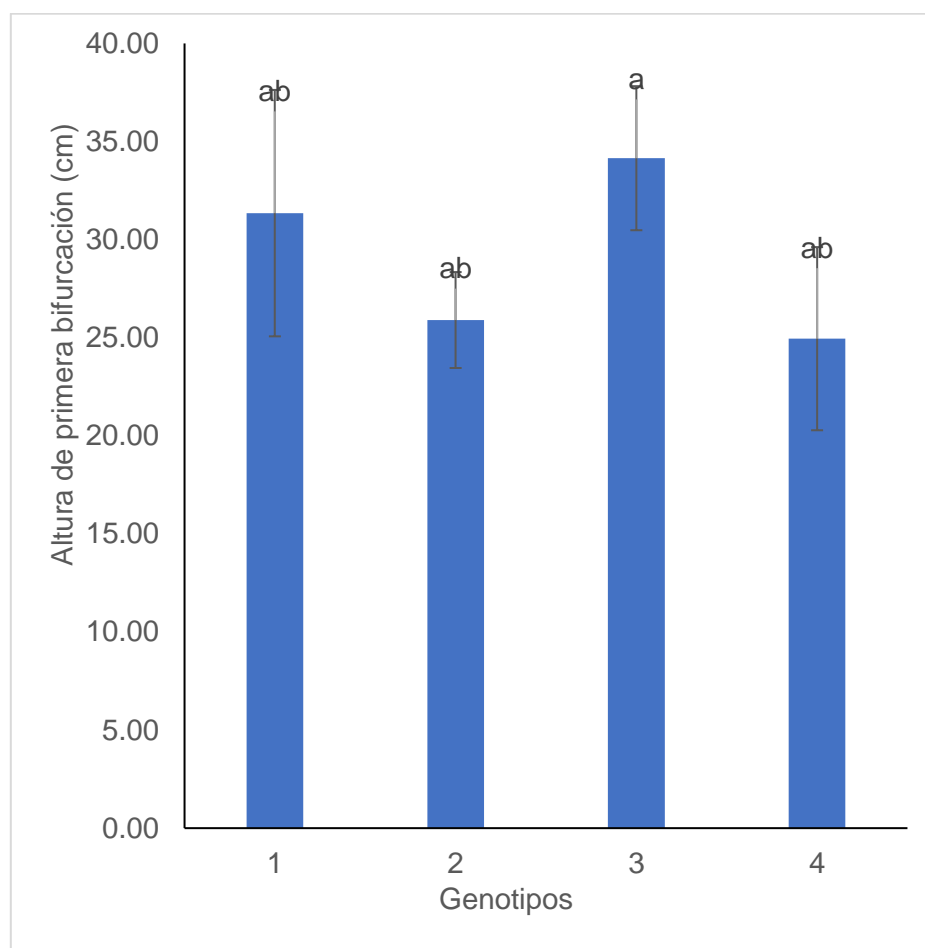


Figura 4. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable altura de la primera bifurcación de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

Tanto en la variable de largo de hoja (Figura 5A) como en la del ancho de hoja (Figura 5B), se puede observar que no existió una diferencia significativa en la respuesta de los genotipos (ANOVA $p \leq 0.05$), no obstante, se percibe una tendencia en la que el genotipo 3 es ligeramente superior a los demás. De la misma forma que Apaza (2006), que observó como

el índice de área foliar a los 60 días después de la siembra se mantiene constante y sin cambios significativos en diferentes variedades de sorgo.

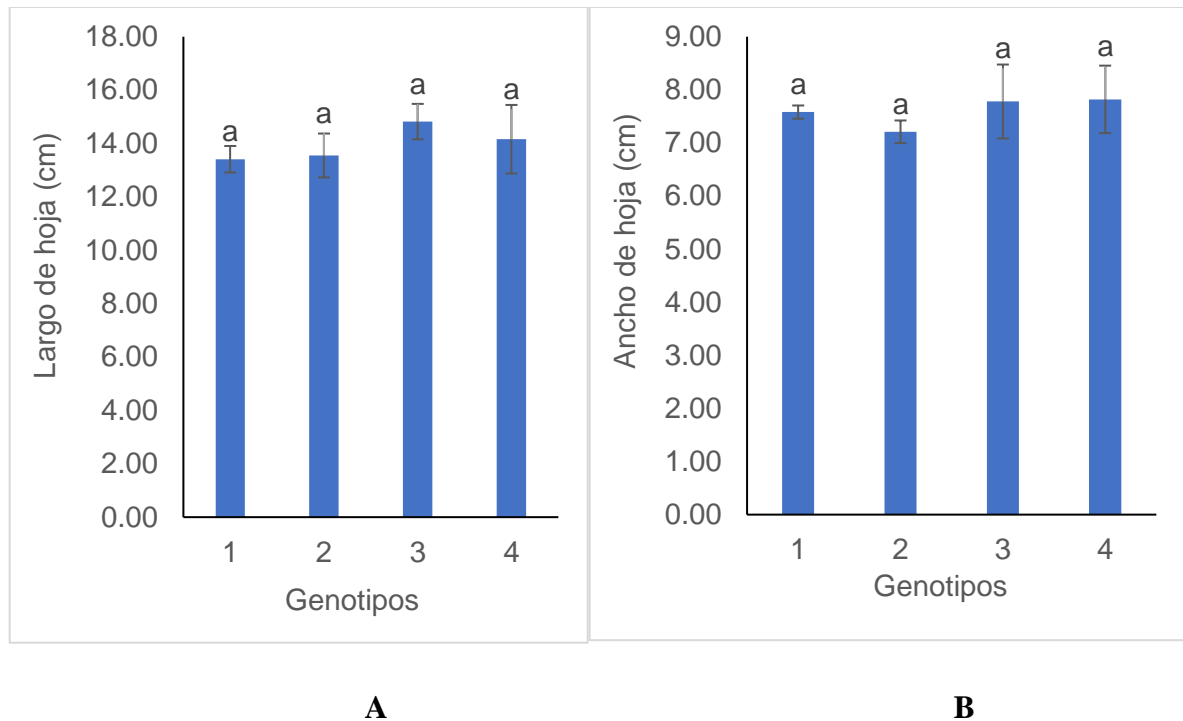


Figura 5. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable largo de hoja (A) y ancho de hoja (B), de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

De acuerdo al análisis de varianza obtenido ($p \leq 0.05$), se puede observar que no hubo diferencia estadística significativa en el grosor de tallo de los genotipos (Figura 6). Resultados con los que concuerda Luna *et al.*, (2021), el cual obtuvo que las poblaciones de los diferentes genotipos de *Capsicum annum L.*, se comportaron de la misma forma en cuanto al diámetro basal del tallo. Sin embargo, el genotipo 3 y el genotipo 4, superan al genotipo 1 y 2 en más del 25%, además, medir el grosor del tallo es de suma importancia, ya que dicho carácter es la que proporciona el soporte de toda la planta (hojas, flores frutos, etc.) realizando la conducción, fotosíntesis y almacén de sustancias nutritivas para las semillas y frutos (Megías *et al.*, 2015)

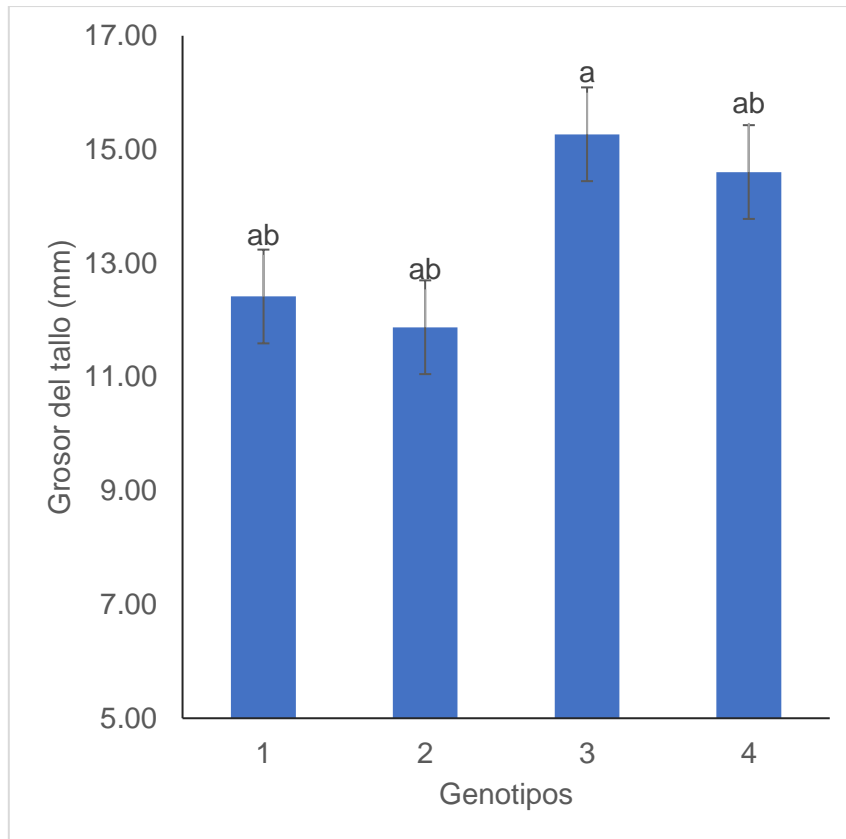


Figura 6. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) del grosor del tallo, de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

4.2 Variables de rendimiento y componentes de rendimiento

De acuerdo al ANOVA ($p \leq 0.05$), no existe diferencia estadística significativa entre los genotipos en el número de frutos por planta, por lo tanto la respuesta de los genotipos fue similar bajo el ambiente de evaluación (Figura 7). No obstante, el G4 superó al genotipo 3 en 25 %, que fue el de menor número de frutos por planta. Resultados que difieren con Mendoza (2015), el cual, obtuvo una gran diferencia estadística significativa entre los seis genotipos de chile jalapeño que utilizó, destacando las variedades de Perfecto y Grande.

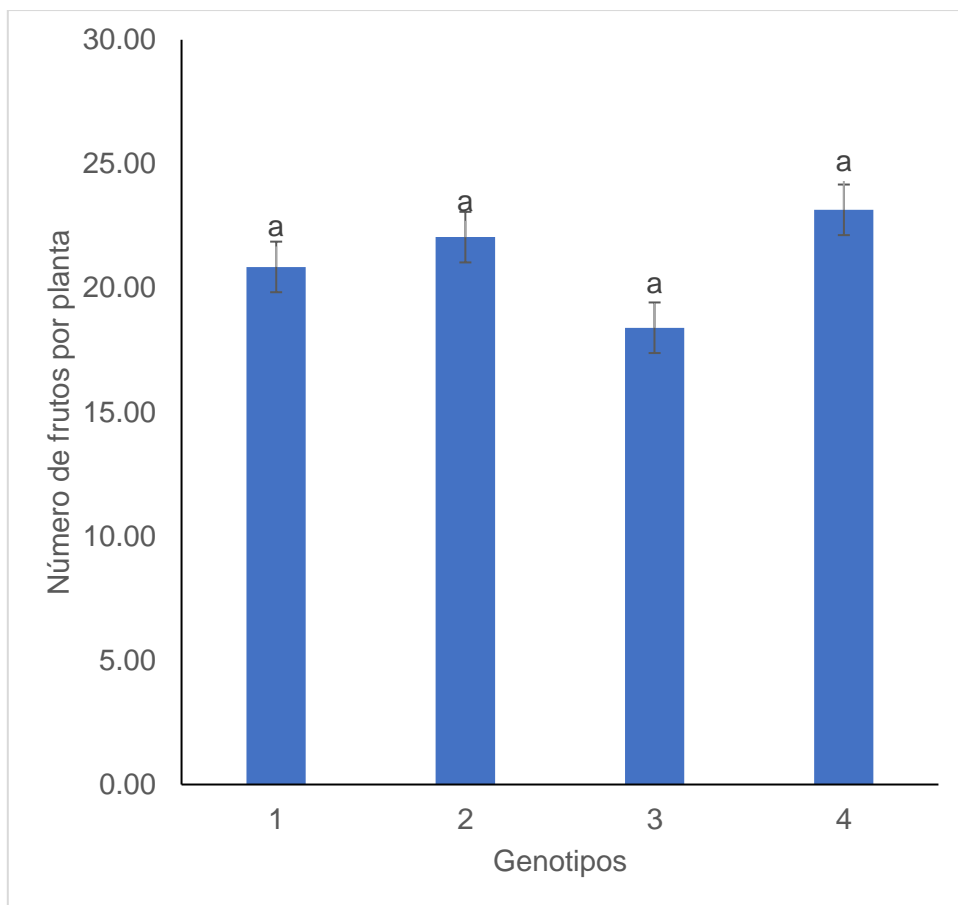


Figura 7. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de número promedio de frutos por planta de cuatro genotipos chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila. barras verticales corresponden a desviación estándar.

En el peso promedio de fruto de los genotipos se detectó una respuesta estadística diferencial (ANOVA $p \leq 0.05$), se observa que el genotipo tres y cuatro, son los más sobresalientes (Figura 8), ya que obtuvieron un promedio de 84.8 y 81.5 g por fruto respectivamente, superando de esta manera al genotipo 1 y 2 en 20%. Tanto para el caso de la variable del peso promedio del fruto y la longitud del fruto, ambos difieren con los resultados descubiertos por López L. (2012), ya que al igual que esta investigación, él no obtuvo diferencias significativas entre diferentes variedades de chile ancho, ni en las variedades de chile serrano, ni de chile jalapeño en dichas variables.

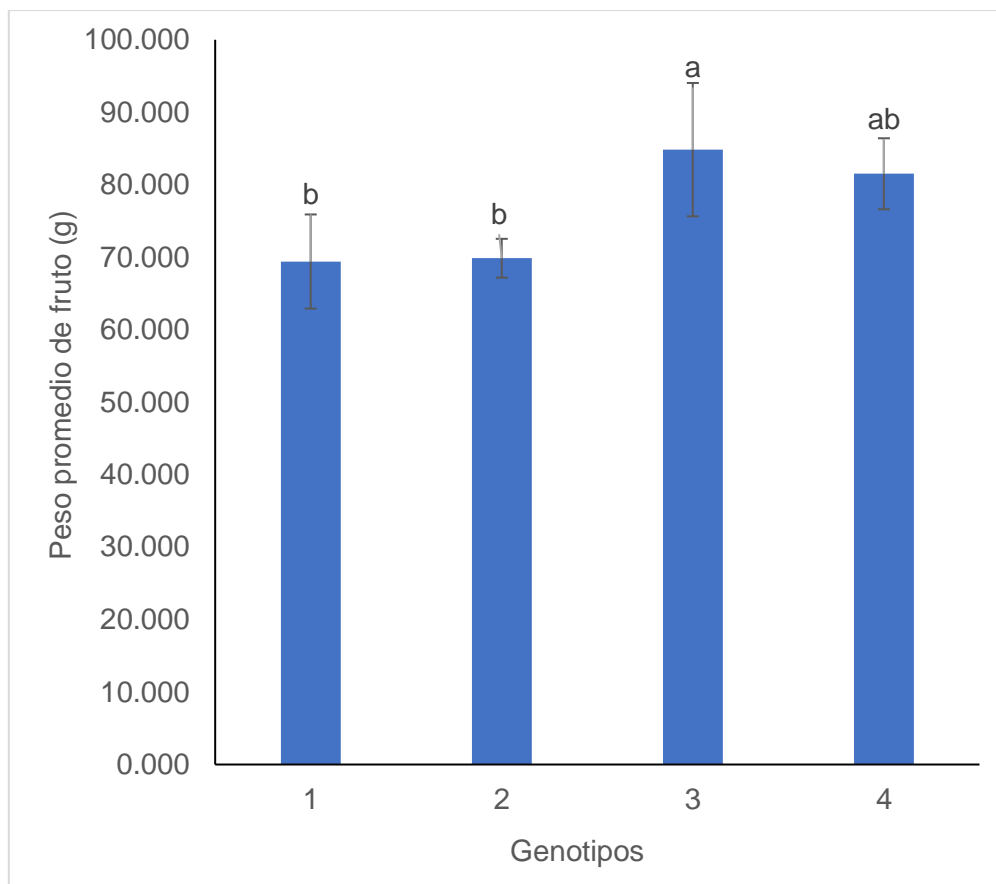


Figura 8. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de peso promedio del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

En la longitud del fruto, de acuerdo a la tabla de ANOVA con un alfa de 0.05, no existe diferencia estadística significativa entre los genotipos 3, 1 y 4 (Figura 9). por lo tanto, el comportamiento de los genotipos fue similar en cuanto a dicha variable a excepción del genotipo 2 que fue estadísticamente inferior a los demás.

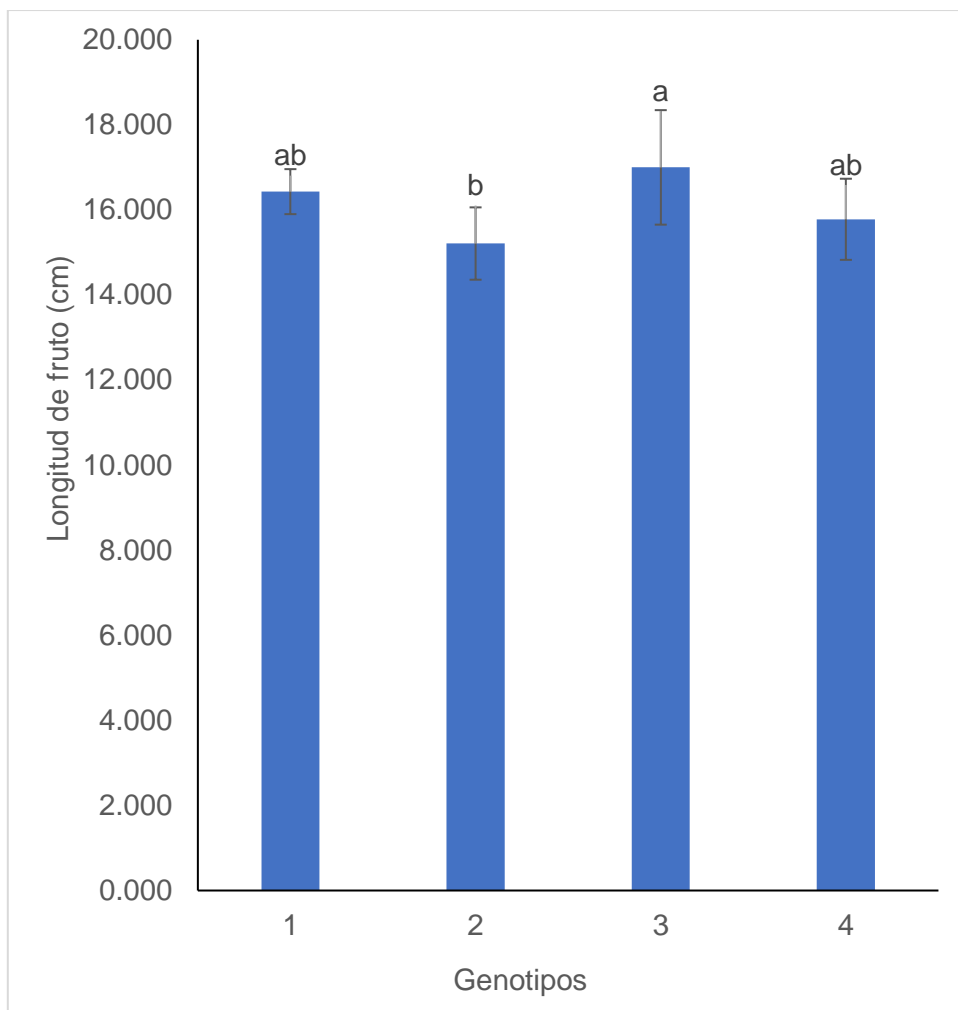


Figura 9. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de longitud del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

De acuerdo al ANOVA ($p \leq 0.05$), existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en la variable del ancho de la base del chile poblano, de acuerdo a la prueba de medias, los genotipos con mayor ancho de la base son G3 y G2 (Figura 10), los cuales tienen un ancho de 61.7 mm, superando a los genotipos 1 y 4 en 13%. Este carácter pudiese ser utilizado para la selección de individuos sobresalientes dentro de los genotipos.

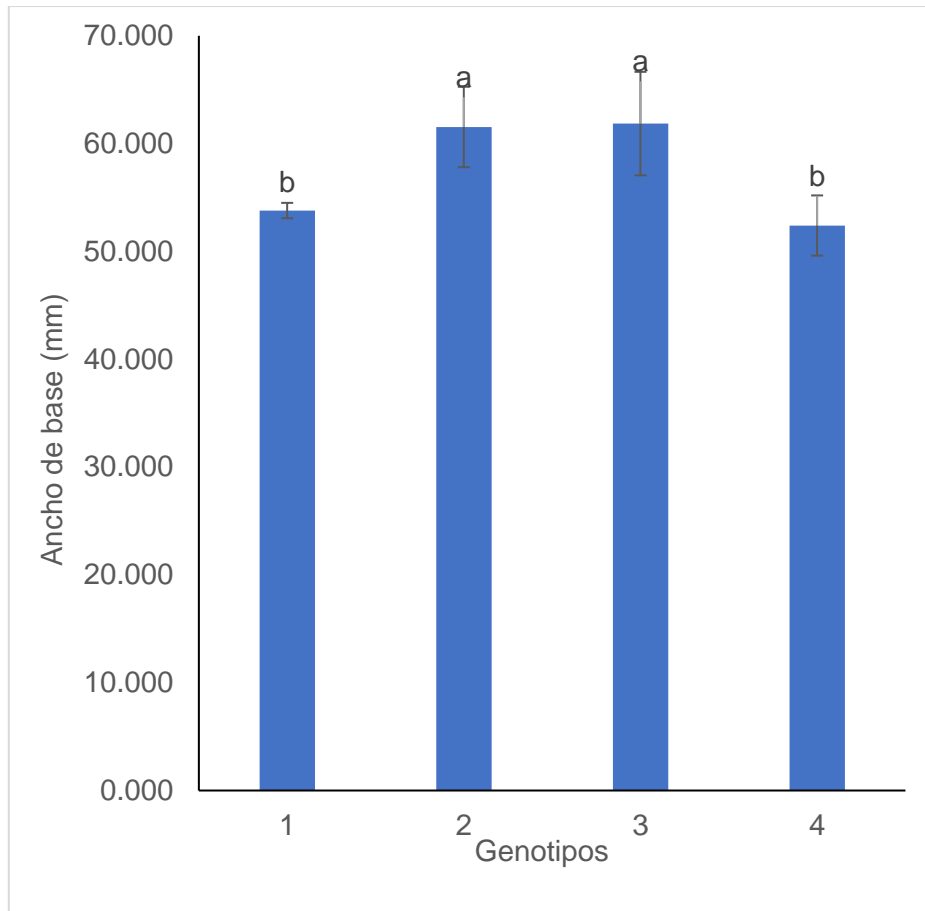


Figura 10. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable ancho de la base del fruto de los genotipos de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

De acuerdo al ANOVA ($p \leq 0.05$), existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, en la variable del ancho de la parte media del fruto de los genotipos de chile poblano (Figura 11); es importante mencionar que esta característica es de suma importancia, debido a que, es la característica principal que identifica al chile poblano, ya que esta permite que se “rellene” con guisos de la tradicional cocina mexicana. Resaltando en la prueba de medias, el genotipo dos, el cual tiene un comportamiento superior al resto, con un ancho promedio de 62.23 mm y el el tratamiento con menor ancho medio fue el G4 con 52.9 mm, los genotipos 1 y 3 tuvieron resultados intermedios y similares entre ellos.

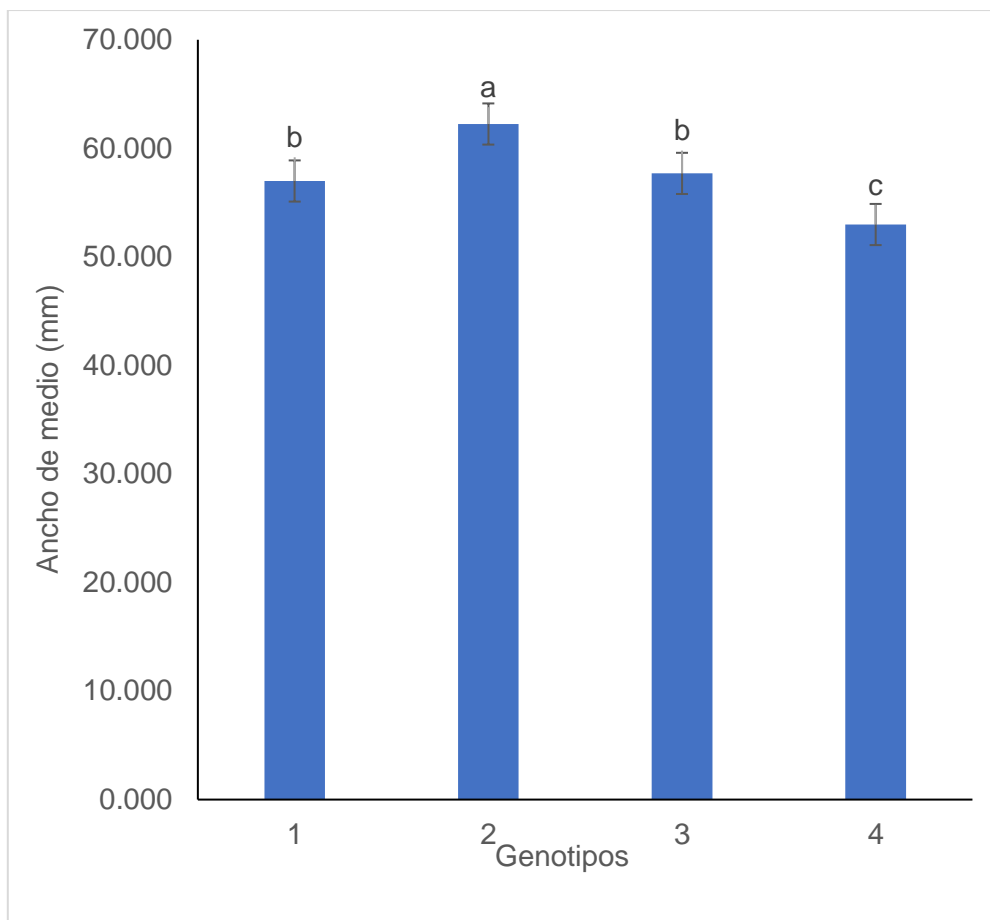


Figura 11. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable ancho de la parte media del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

De acuerdo al ANOVA ($p \leq 0.05$), existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en la variable del ancho de la punta de fruto, en la cual, como se observa en la figura 12, los genotipos 2, 3 y 4 se encuentran dentro del mismo grupo estadístico, mientras que el genotipo uno es inferior a los antes mencionados.

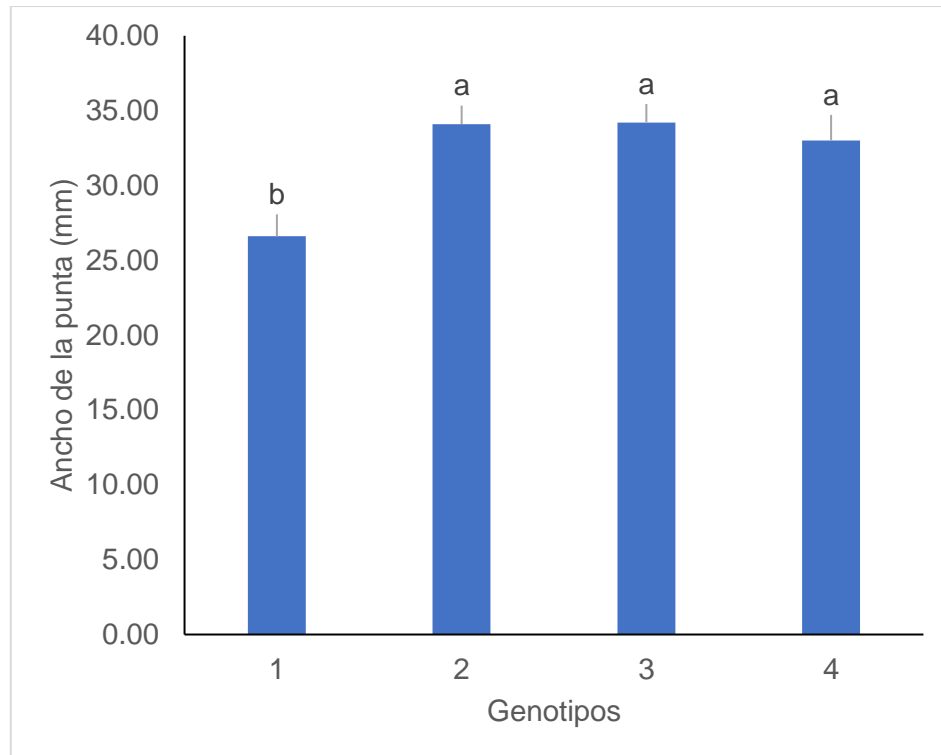


Figura 12. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable ancho de la punta del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila.

Como pudo observarse en las anteriores variables del ancho de tres puntos diferentes del fruto (base, medio y punta) (Figura 10, 11 y 12), en las tres variables hubo diferencia estadística significativa, lo cual, concuerda al resultado obtenido en el híbrido Lido F₁, que fue superior con un 38% al criollo y un 22% al Nathalie en el diámetro del fruto en la investigación que realizó Linares (2004).

En cuanto a la variable de la profundidad del cáliz, se encontró que sí existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos (ANOVA $p \leq 0.05$), en donde se aprecia fácilmente que el genotipo 1, presenta una mayor profundidad de cáliz con 18.058 mm en promedio (Figura 13), y supera al resto de los genotipos en más de 25%, y cuentan con una profundidad promedio de cáliz de entre 8.5-5.5 mm.

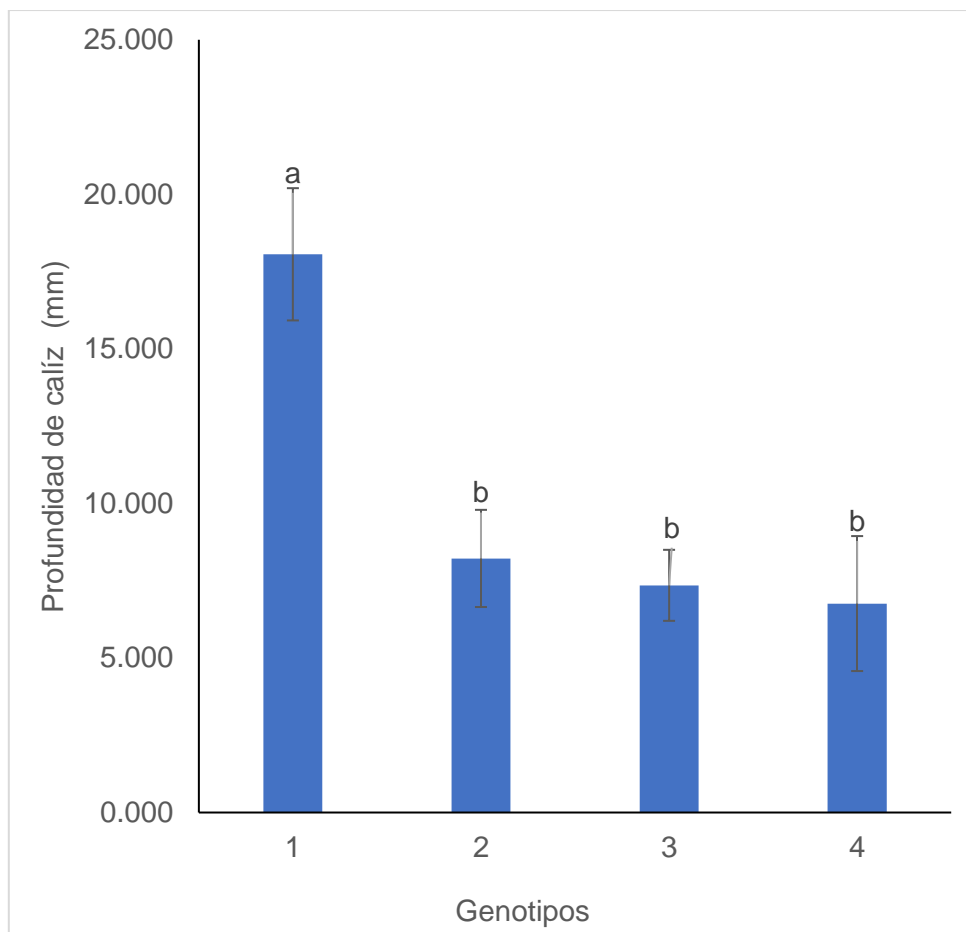


Figura 13. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable profundidad del cáliz del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

En la variable del grosor del pericarpio del fruto se encontró una diferencia estadística significativa (ANOVA $p \leq 0.05$), corroborada con la prueba de medias, en el cual, se observa como el genotipo cuatro y tres son los que destacan en la variable ya mencionada (Figura 14), superando al resto de los genotipos con más de 8%. Dicha variable es de gran importancia ya que está relacionada con el peso medio del fruto y en consecuencia con el rendimiento.

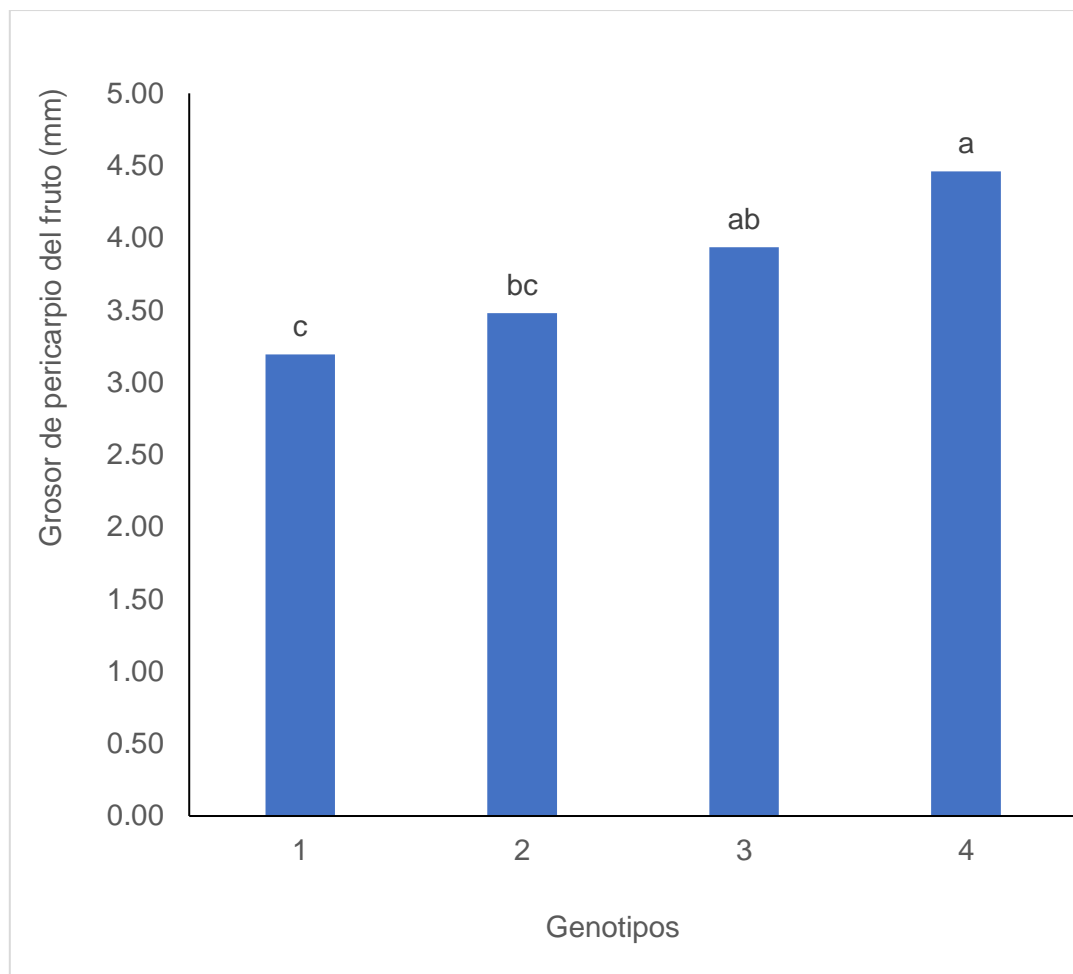


Figura 14. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable grosor del pericarpio del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila.

La mayor cantidad de sólidos solubles totales acumulados, se presentó en el genotipo 1, no obstante, estadísticamente fue igual al resto de los genotipos (ANOVA $p \leq 0.05$), como puede observarse en la figura 15.

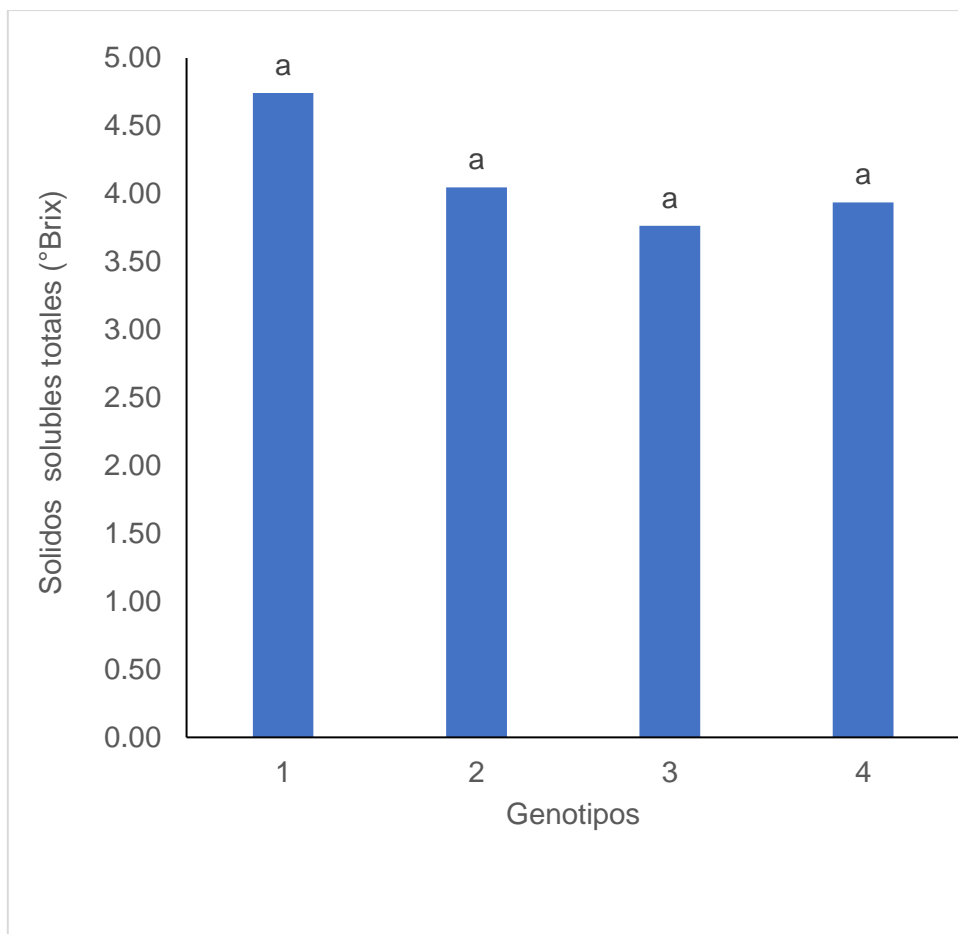


Figura 15. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable sólidos solubles totales del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila.

Se pudo observar que no hay diferencia estadística significativa entre los genotipos en cuestión de la firmeza del fruto (ANOVA $p \leq 0.05$) como se observa en la figura 16. Esta es una variable importante de considerar, ya que gracias a ella se tomarán diferentes decisiones, principalmente en la postcosecha, como el día de comercialización, periodo óptimo de almacenamiento, temperaturas, etc. (Jiménez *et al.*, 2017), aunque, el genotipo 3, superó al resto de los genotipos en más de 8%.

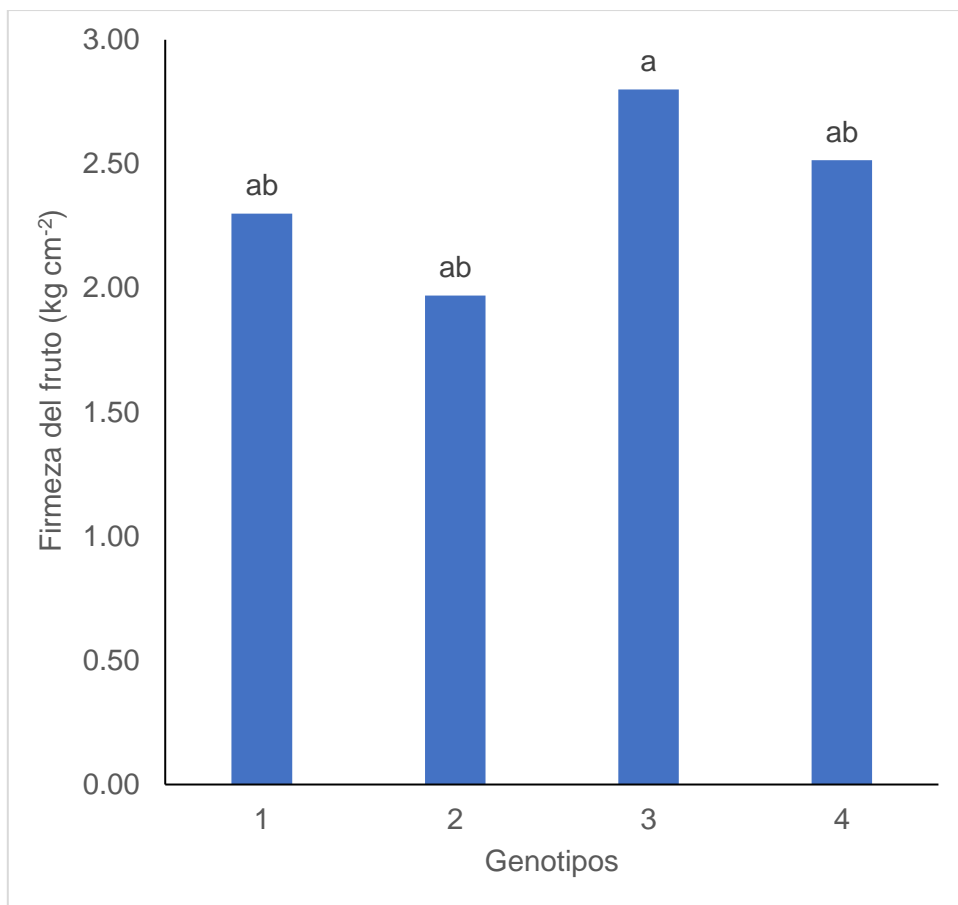


Figura 16. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable firmeza del fruto de cuatro genotipos de chile poblano evaluados bajo invernadero en el sureste de Coahuila.

El análisis de varianza realizado ($p \leq 0.05$), permiten ver como la altura de planta, profundidad del cáliz, ancho medio, ancho de la base y ancho de la punta del fruto son las únicas variables estudiadas que muestran una diferencia estadística significativa entre los diferentes genotipos, siendo el 33.33% de las variables totales evaluadas; difiriendo con Toledo *et al.*, (2016), que obtuvieron un 60% (que es 26.67% mayor que el obtenido en esta investigación) de diferencias estadísticas significativas totales entre diferentes poblaciones de chile poblano, chile ancho, chile loco, chile miahuateco, todos ellos de Puebla. Sin embargo, concuerda con que la mayor parte de las diferencias estadísticas significativas corresponden a las variables del fruto. Por otra parte, un tallo delgado, se ve reflejado en la anatomía de la planta, al ser más bajo, delgado y frágil (Luna *et al.*, 2021), en concordancia se puede detectar como el genotipo 2 que es el genotipo con menor grosor de tallo, de igual

forma es de los genotipos con menor altura de la planta, menor altura de la primera bifurcación y menor tamaño de hojas.

El genotipo tres fue el que destacó en las variables de longitud, grosor del pericarpio, ancho de la base, medio y punta del fruto, lo que le permitió obtener un fruto de mayor peso promedio con 84.84 g. Así mismo, la variable del peso promedio del fruto se ve influenciada por el número de frutos producidos por planta (Figura 7), ya que, al tener mayor cantidad de frutos, todos los asimilados se repartirán entre varios frutos, generando frutos pequeños y, por lo tanto, de menor peso; y en el caso contrario, al contar con un menor número de frutos por planta, los asimilados se repartirán entre menos frutos, por lo tanto, se generarán frutos más grandes y consiguientemente, más pesados, lo que concuerda con Montaña N. y Belisario H. (2012) los cuales relacionan que ciertos componentes de calidad, como la longitud y el ancho, son responsables directos en el peso de los frutos de pimiento. De igual forma mencionan que es lógico pensar que la producción de frutos dependerá del peso de los mismos, ya que los genotipos con menor tamaño de frutos pueden desarrollar varios frutos y en los genotipos de frutos grandes, en la planta se produce abortos de flores con la finalidad de hacer llegar a la maduración al resto de los frutos.

Si extrapolamos el rendimiento por planta a rendimiento calculado en toneladas por hectárea, asumiendo una densidad de plantación de 37,000 plantas, se observa que no hay diferencias estadísticas significativas, no obstante, se aprecia que, el genotipo 4 es el que es ligeramente superior a los demás con un rendimiento de 69.39 toneladas por hectárea calculadas y, en seguida, el genotipo 2 con 57.28 toneladas por hectárea (Figura 17). Es importante mencionar que los genotipos 4 y 2 fueron los de menor altura de la primera bifurcación, pero más cantidad de frutos por planta, resultados que concuerdan Canul *et al.*, (2017), el cual obtuvo mayor rendimiento en plantas de tomate de cáscara con menor altura a la primera bifurcación.

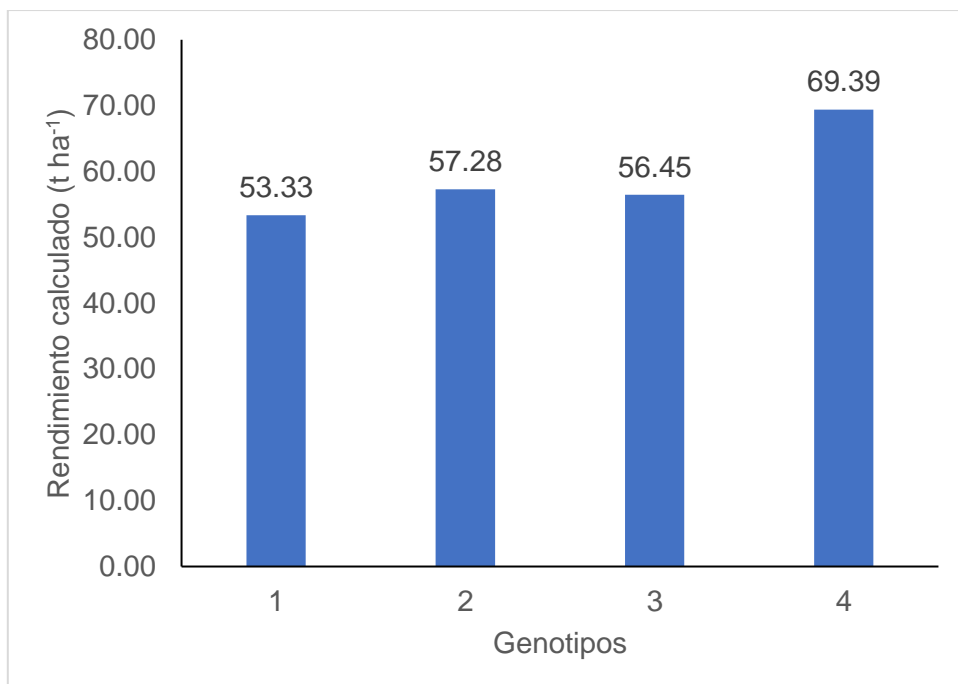


Figura 17. Rendimiento calculado por hectárea (t ha⁻¹) de cada uno de los genotipos de chile poblano con una densidad de 37,000 plantas por hectárea, evaluados bajo invernadero en Saltillo, Coahuila.

V.- CONCLUSIÓN

El comportamiento agronómico de los genotipos fue variable, no obstante, el mejor desempeño en variables como diámetro del tallo, altura de la planta, ancho y largo de la hoja correspondió al genotipo número tres, mismo que también destacó en variables de rendimiento y componentes de rendimiento como; el peso promedio del fruto, longitud del fruto y grosor de pericarpio. Por su parte el genotipo cuatro destacó en grosor de pericarpio, peso promedio de fruto y número de frutos por planta, lo que le confiere un mayor rendimiento calculado.

De manera general se concluye que, los genotipos cuatro y tres, provenientes del estado de Jalisco y Zacatecas son los cultivares con mejor comportamiento agronómico, atribuido a su adaptación a las condiciones del suelo, hídricas y climatológicas del sureste de Coahuila.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observaron diferencias en algunas de las variables evaluadas, indicativo que las respuestas de los genotipos se ven influenciados por las condiciones ambientales y el propio genotipo, lo que permitiría la selección de individuos que, de acuerdo a sus características observadas podrían dar la pauta para su posterior recombinación genética en busca de generar nuevas variedades o híbridos mejorados.

VI.- BIBLIOGRAFÍA

- Apaza, Q. R. *Evaluacion comparativa del comportamiento agronomico de diez variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en el altiplano norte* (Doctoral dissertation). Obtenido de: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-11/010039277.pdf
- Ascencio, C. D. O. (2013). Evaluación del rendimiento de variedades de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) en campo abierto y en macrotunel. Obtenido de: <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3481/IAF1EVA01301.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ascencio, D. O. 2013. Evaluación del rendimiento de variedades de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) en campo abierto y en macrotunel.
- Bahena, D. G., Bustos, R. A. J., Broa, R. E., & Jaime, H. M. Á. (2012). Comportamiento Agronómico del chile criollo (*Capsicum annuum* L.) en fertirrigación con acolchado plástico y cubierta flotante en Xalostoc, Morelos. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 4, 19-24.
- Barrios, D. B., Arellano, F. M. E., Vázquez, H. G., Manuel, J., Barrios, D. R. B. A., & del Rosario, H. T. M. (2016). Control Alternativo de Paratiroza (*Bactericera cockerelli* Sulc.) en Chile Serrano (*Capsicum annuum* L.). *Entomología mexicana*, 3, 146-152.
- Bonilla, B.O., Lobato, O.R., García, Z.J.J., Cruz, I.S., Reyes, L.D., Hernández, L.E. & Hernández, B.A. 2014. Diversidad agronómica y morfológica de tomates arriñonados y tipo pimiento de uso local en Puebla y Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 37 (2). 129-139 pp. Obtenido de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v37n2/v37n2a4.pdf>.

- Camargo, B.I., Quiros, M.I.E. & Gordón, M.R. 2011. Identificación de mega-ambientes para potenciar el uso de genotipos superiores de arroz en Panamá. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 46 (9), p. 1061-1069. Obtenido de: <https://www.scielo.br/j/pab/a/CrW3Pqh7KKBZcVhkY7dPXdg/?format=pdf&lang=es>
- Canul, K. J., González, P. E., Villalobos, R. S., Barrios, G. E. J., & Rangel, E. S. E. (2017). Valoración de germoplasma de tomate de cáscara cultivado en el estado de Morelos, México. *Interciencia*, 42(4), 250-255.
- Dzul, T., & de la Cruz, J. (2008). Requerimientos nutricionales de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) y su relación con el rendimiento y la calidad del fruto.
- Flores, H. L. A., Lobato, O. R., Garcia, Z.J.J., Molina, G.J.D., Sargerman, J.D.M. & Velasco, A.M.J. 2017. Parientes Silvestres del tomate como fuente de germoplasma para el mejoramiento genético de la especie. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 40 (1). 83-91 pp. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/610/61050549011.pdf>.
- González, M.M. & Bosland, P.W. 1991. Strategies for stemming genetic erosion of *Capsicum* germplasm in the Americas. *Diversity*. 7. 52-53.
- González, N. (2017). Descripción varietal y comportamiento agronómico de siete genotipos de chile ancho mulato (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero y campo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Obtenido de: <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 annuum L.) cultivado hidropónicamente bajo condiciones de agricultura protegida* (Master's thesis). Obtenido de: http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/3178/1/Hernandez_Hernandez_BN_MC_EDAR_2019.pdf

- Hernández, H. B. N., Tornero, C. M. A., Sandoval, C. E., Rodríguez, M. D. L. N., Taboada, G. O. R., & Peña, O. B. V. (2021). Crecimiento, rendimiento y calidad de chile poblano cultivado en hidroponía bajo invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(6), 1043-1056.
- Hernández, S. A. M., & Fernández, G. D. (2007). *Chile*. Duncker & Humblot. Obtenido de: https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/66_3/PDF/Chile.pdf
- Jain, R.K., Singh, P.K., Vaishampayan, A. & Parihar, S. 2014. Management of Damping off (*Pythium aphanidermatum*) in chili (*Capsicum annum* cv VNS4) by *Pseudomonas fluorescens*. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. 7(1). 83. DOI: 10.5958 / j.2230- 732X.7.1.011.
- Jiménez, E. L. O., González, P. M. M., Yanez, Y. Á. W., Cruz, T. S. E., & Villacís, A. L. A. (2017). Características organolépticas de frutas de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw.) bajo dos condiciones de almacenamiento. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 160-167.
- Kumari, S., Singh, T.P. & Prasad, S. 2019. Climate Smart Agriculture and Climate Change. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8 (3). 1112-1137. DOI: 10.20546 / ijcmas.2019.803.134.
- Linares, L. (2004). Comportamiento de variedades de chile dulce (*Capsicum annum*) en la región occidental de el Salvador. *Agronomía mesoamericana*, 15(1), 25-29. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43715104.pdf>
- 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 cruces interraciales de chile. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(1), 23-36.
- Martínez, C. D. R. 2016. Respuesta del chile ancho (*Capsicum annum* L. var. Abedul) a la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares.

- Mederos, R. A., & Ortiz, P. R. (2021). Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la soya (*Glycine max* (L) Merrill). *Cultivos Tropicales*, 42(1). Obtenido de: <https://www.redalyc.org/journal/1932/193266707010/html/>
- Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. (2015). Órganos vegetales. Atlas de Histología Vegetal Y Animal, 5.
- 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. Obtenido: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7847/EMANUEL%2520MENDOZA%2520VILLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno, J. A. M., Loza, C. S., & Ortiz, M. M. (2017). Efecto de luz LED sobre semillas de *Capsicum annuum* L. var. serrano. *Biotecnología Vegetal*, 17(3).
- 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, Son.)*, 27(49), 47-66.
- Pérez, A., Galán, J. D. M., & Garza, A. M. (2002). Adaptación clima templado de razas tropicales y subtropicales de maíz de México por selección masal visual. rendimiento, altura de planta y recocidad. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25(4), 435-441.
- Pérez, V.R., Morales, J.J., López, S.H. & Ayala, G.A.V. 2017. Intención de compra del consumidor organizacional de chile regional en el estado de Puebla, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*. 14 (4). Obtenido de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-54722017000400599&script=sci_arttext.
- Rangel, P. P., Sifuentes, A. A., Chávez, E. S., Pérez, L. S., Hernández, M. F., Puente, E. O. R., & Hernández, J. L. G. (2019). Potassium influence the nutraceutical and antioxidant content of Serrano hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Agrociencia*, 53(4), 581-591.

- SAGARPA. 2020. El chile poblano, popular en la cocina mexicana. Gobierno de México. Obtenido de: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-chile-poblano-rey-de-los-rellenos>.
- SAGARPA. 2018. Mejoramiento genético de plantas de interés agrícola. Gobierno de México. Obtenido de: <https://www.gob.mx/inin/acciones-y-programas/mejoramiento-genetico-de-plantas-de-interes-agricola#:~:text=El%20mejoramiento%20gen%C3%A9tico%20de%20plantas,al%20cultivo%20y%20mayor%20rendimiento>
- SIACON. 2019. Modulo agrícola Municipal. SIAP
- SIACON. 2019. Modulo agrícola Nacional. SIAP
- SIAP-SAGARPA. (2020). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de: https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2020/Atlas-Agroalimentario-2020
- Toledo, A. R., López, S. H., Antonio, L. P., Guerrero, R. J. D. D., Santacruz, V. A., & Huerta, P. A. (2011). Características vegetativas, reproductivas y de rendimiento de fruto de variedades nativas de chile" poblano". *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(3), 139-150. Obtenido de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000300006
- Toledo, A. R., López, S. H., López, P. A., Guerrero, R. J. D. D., Santacruz, V. A., & Huerta, P. A. (2016). Diversidad morfológica de poblaciones nativas de chile poblano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(5), 1005-1015.
- López, L. E.G. (2012). Evaluación de once genotipos de chile en General Cepeda, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Obtenido de: [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5824/T19610%20%20LOPEZ%20GONZALEZ,%20LEVI%20ELIAZAR%20%20TESIS.pdf?s](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5824/T19610%20%20LOPEZ%20GONZALEZ,%20LEVI%20ELIAZAR%20%20TESIS.pdf?sequence=1)
[equence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5824/T19610%20%20LOPEZ%20GONZALEZ,%20LEVI%20ELIAZAR%20%20TESIS.pdf?sequence=1)