

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación y Caracterización Morfológica de Chile Tipo Serrano (*Capsicum
annuum L.*) en Saltillo, Coahuila

Por:

JAVIER ARGÜELLES GUTIÉRREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación y Caracterización Morfológica de Chile Tipo Serrano (*Capsicum
annuum L.*) en Saltillo, Coahuila

Por:

JAVIER ARGÜELLES GUTIÉRREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Neymar Camposeco Montejo
Asesor Principal

Dr. Josué Israel García López
Coasesor

Dr. Antonio Flores Naveda
Coasesor

Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Junio, 2025

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

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

Reproducción de fragmentos o textos sin citar a la fuente o autor original (corta y pega), reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio) comprar, robar, o pedir prestado los datos o las tesis para presentarla como propia, omitir referencia bibliográfica o citar textualmente sin comillas, utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al 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 los anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original

Pasante



Javier Argüelles Gutiérrez

Agradecimiento

A mi **madre Ana Isabel Gutiérrez García**. Esta tesis es resultado de tu apoyo y sacrificio durante mi viaje educativo, tus palabras de aliento, tu perseverancia. Cada día que trabajaste incansablemente y cada vez que me brindaste tu cariño son tesoros que valoro profundamente; a través de tus enseñanzas has dejado huella en mi vida y mi éxito académico es un reflejo de tu dedicación por lo cual, esta tesis es mi modesta forma de agradecerte por todo lo que has hecho por mí.

A mi **padre Javier Argüelles Olarte (†)**. Esta tesis es un tributo a tu apoyo en mi educación, agradezco profundamente tus enseñanzas durante mi camino, gracias por cada sacrificio que hiciste en nombre de mi educación.

A mi "**Alma Terra Mater**". Por abrirme la puerta de sus instalaciones y brindarme las herramientas necesarias para realizar este viaje en busca del conocimiento y superación personal.

A la Doctora **Martha Gómez Martínez (†)**. Por su paciencia, su apoyo y creer en mi capacidad para superarme.

Al doctor **Neymar Camposeco Montejo**. Por brindarme la oportunidad de trabajar con él, la paciencia y atención brindada durante la carrera como mi tutor; de igual manera agradecer por todo el apoyo que me proporcionó durante la elaboración de este documento.

Al ingeniero **Juan Feliciano González Rama**. Por haberme brindado su amistad incondicional durante todo este tiempo y por haberme apoyado en la elaboración de este escrito.

A **César Regalado, Valeria torres, Eduardo Ochoa, Jesús Fierro y Cristian Hernández**. Quienes me ofrecieron una amistad y estuvieron ahí para escucharme.

A **Mario Pérez Aguilar**. Por brindarme su amistad incondicional a lo largo de la carrera.

A **Ruth López López**. Por brindarme su apoyo como compañera, apoyarme en el trámite de este documento y por su compañía durante este tiempo; a ti que hiciste de cada paso una experiencia compartida te agradezco con el alma.

Al profe **Francisco Hernández Ramírez** en quien encontré un gran apoyo en las buenas y las malas, sobre todo un buen amigo y un ejemplo a seguir sin duda

Dedicatoria

A mi madre, **Ana Isabel Gutiérrez García**. Gracias por ser mi guía y enseñarme a seguir adelante, no hay ni habrá nadie como tú por lo cual eres especial y única en mi vida, gracias por tu compañía, por estar siempre a mi lado y ser mi soporte durante los momentos difíciles; espero poder retribuir todo lo que has hecho por mí, e igualmente hacerte sentir orgullosa en cada paso que dé. Nunca me cansaré de darte las gracias este y todos mis logros serán siempre en tu honor.

A mi padre, **Javier Argüelles Olarte (†)**. quien fue un ejemplo a seguir, por sus enseñanzas, trabajo y ayuda incansable hacia la gente trabajadora del campo. "**No se dice NO puedo hacerlo, se dice NO SE HACERLO**"

A mis hermanas **Valeria y Camila**, quienes me impulsan a seguir adelante.

Índice de contenido

RESUMEN	X
1.0 INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.	3
1.3 HIPÓTESIS	4
2.0 REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Origen del cultivo	5
2.2. importancia del cultivo a nivel mundial y nacional	6
2.2.1 Importancia del chile serrano en la región noreste.	7
2.3. Problemáticas asociadas al cultivo y alternativas de soluciones	8
2.3.1 Condiciones edáficas y climáticas para el desarrollo	8
2.3.2 Plagas y enfermedades	9
2.4 Mejoramiento genético de chile	11
2.4.1 Técnicas de obtención de variedades vegetales	11
2.5 Mejoramiento genético de chile serrano (Trabajos de referencia)	13
2.6 Evaluación de nuevos materiales híbridos o variedades	14
3.0 MATERIALES Y METODOS	16
3.0.1 Localización del sitio experimental.....	16
3.0.2 Material genético.....	16
3.1 Labores culturales	16
3.1.4 Fertilización.....	16
3.1.5 Riego	16
3.1.6 Tutorado	17
3.2 Control de malezas y toma de datos de campo	17
3.2.1 Control de plagas y enfermedades.....	18
3.2.2 Cosecha.....	18
3.3 Variables agronómicas evaluadas	19
3.3.1 Número de frutos por repetición.....	19
3.3.2 Peso por repetición y peso promedio del tratamiento.....	20
3.3.3 Longitud del fruto y longitud promedio por tratamiento.....	20

3.3.4 Diámetro ecuatorial y diámetro promedio por tratamiento	21
3.3.5 Longitud del pedúnculo y longitud promedio por tratamiento.....	21
3.3.6 Número de lóculos por fruto y cavidades promedio por tratamiento	21
3.3.7 Grosor del pericarpio y grosor promedio del tratamiento.....	22
3.4 Diseño experimental	23
4.0 RESULTADOS Y CONCLUSIÓN	24
4.1 Longitud de fruto	24
4.2 Diámetro de fruto	25
4.3 Longitud de pedúnculo	26
4.4 Grosor de pericarpio	28
4.5 Peso promedio del fruto.....	29
4.6 Rendimiento en kilogramos por repetición.....	30
5.0 CONCLUSIÓN.....	31
6.0 REFERENCIAS	32

Índice de figuras

FIGURA 1. Esquema de resultado de cruzamiento tradicional Fuente: COVACEVICH ...	12
FIGURA 2. Establecimiento de estacas para tutoreo.....	17
FIGURA 3. Eliminación manual de malezas	17
FIGURA 4. Proceso de cosecha.....	18
FIGURA 5. Frutos similares seleccionados por tratamiento	19
FIGURA 6. Conteo de frutos por repetición	19
FIGURA 7. Pesado de fruto por repetición.....	20
FIGURA 8. Medición de longitud de fruto.....	20
FIGURA 9. Medición de diámetro de fruto	21
FIGURA 10. Conteo de lóculos por frutos.....	21
FIGURA 11. Medición de pericarpio.....	22

Índice de cuadros

Cuadro 1. Produccion de chile serrano en Coahuila (SIAP, 2023).....	8
Cuadro 2. Principales estados productores de la zona noreste de México (Producepay, 2021).	8
Cuadro 3. Progenitores y cruza simples, utilizados como material vegetal.....	13
Cuadro 4. Productos para control de plagas	18

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación y la caracterización morfológica de diversos genotipos de chile tipo serrano (*Capsicum annuum* L.) en la región sureste de Coahuila. Esta investigación surge ante la necesidad de contar con materiales genéticos que presenten un mejor comportamiento en condiciones locales del semidesierto Chihuahuense, alta calidad de fruto y resistencia a factores bióticos y abióticos, debido a que la producción nacional presenta limitaciones por condiciones climáticas adversas, plagas, enfermedades y exigencias del mercado.

Esta investigación se realizó en el campo experimental Buenavista “el bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en la cual se utilizaron doce tratamientos con tres repeticiones cada una, bajo un diseño experimental completamente al azar. En el cual se evaluaron variables como la longitud del fruto, diámetro del fruto, número de lóculos, grosor del pericarpio, longitud del pedúnculo, peso promedio del fruto y rendimiento por tratamientos, se utilizó el análisis de varianza con un $p \leq 0.05$ y comparación de medias con la prueba de Tukey (0.05).

Los resultados obtenidos demostraron diferencias estadísticas significativas en la mayoría de las variables analizadas. El genotipo 5 destacó repetidamente por su desempeño agronómico, mientras que los genotipos 3, 4, 9, 11 y 12 también presentaron buen desempeño en la mayoría de las variables evaluadas. El resto de los genotipos tuvo un desempeño inferior a los antes citados.

En base a esto se concluye que la evaluación morfológica y agronómica permitió identificar materiales con potencial para integrarse a programas de mejoramiento genético, debido a las diferencias genéticas mostradas por los genotipos en su interacción con el ambiente de evaluación, los cuales se orientarán a incrementar la productividad, calidad y adaptabilidad del cultivo de chile serrano en las condiciones del noreste de México.

Palabras clave: Evaluación y caracterización, resistencia, *Capsicum annuum* L.

1.0 INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annuum* L.) fue domesticado en México, debido a esto se tiene una gran diversidad en el país; se tienen investigaciones las cuales arrojan evidencias del establecimiento de este cultivo desde el año 900 a.C. en las regiones de Puebla, Ocampo y Tamaulipas Este género pertenece a la familia de las solanáceas, las cuales son plantas herbáceas anuales (Roblero,2023). Se tiene registro de más de 200 variedades de chile y se reportan que al menos 100 son propias de México, según SIAP (2018) informa que al menos 40 variedades son establecidas en territorio mexicano, dentro de estas se encuentra chile habanero, poblano, jalapeño, morrón, serrano, pasilla y su producción representa el 20.4% de la producción nacional.

Por su versatilidad, dentro de la agroindustria, pueden elaborarse una gran cantidad de productos como lo son chiles congelados, enlatados, encurtidos, salsas, dulces, fármacos, productos agroquímicos e incluso dentro de la industria cosmetológica esto conduce a que el chile serrano es el producto o cultivo más representativo del país SIAP-SAGARPA (2018). Pese al extraordinario desarrollo que ha tenido este cultivo en este tiempo, no se ha podido cumplir la extensa demanda del mercado, debido a que, cada vez es más exigente. Además, el cultivo de chile se ha visto afectado por problemas fitosanitarios como las plagas entre las cuales destacan mosquita blanca, diabrotica, pulgón verde, minador de la hoja y gusano soldado; enfermedades como el Damping off, secadera del chile, tizón tardío, mancha bacteriana, marchitez del chile por *Phytophthora capsici* y *Alternaria*, estrés hídrico; los cuales causan una considerable reducción al rendimiento y a su vez pérdidas económicas (Hernández et al., 2021); debido a esto es necesario llevar a cabo investigaciones para la creación de nuevas variedades, las cuales cuenten con capacidad de alto rendimiento, calidad de fruto y sobre todo sean resistentes a las plagas y enfermedades, y a los cambios actuales en el clima errático.

Dentro de las propiedades nutricionales que posee el chile se pueden encontrar las siguientes: contiene vitamina A y C, contiene una gran cantidad de antioxidantes los cuales son beneficiosos para el sistema cardiovascular, contiene vitamina B y E, es buena fuente de hierro, y es un anticoagulante natural (Procuraduría Federal del Consumidor,2021). Por lo anterior descrito se pretende como objetivo evaluar y caracterizar agrónomica y morfológicamente genotipos de chile tipo serrano en el sureste de Coahuila, a fin de identificar aquellos con potencial genético para el desarrollo de este tipo de chile producido y consumido en el territorio nacional y el extranjero.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Uno de los problemas con los que se enfrenta la producción de chile es la calidad, debido a los diversos factores que influyen en esta como; la falta de recursos hídricos, la presencia de las plagas, enfermedades e incluso la falta de nutrición, la cual debe estar adecuada a los requerimientos del cultivo, el análisis de suelo, agua y la eficiencia de la planta para aprovechar este producto son quienes la afectan directamente demeritando las características organolépticas como lo son el color, la forma, tamaño y su sabor. Por lo cual se busca tener una producción lo más uniforme posible que destaque por su forma, tamaño y tenga la capacidad para competir dentro del mercado y que sea del agrado de los agricultores este tipo de chile.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar y caracterizar agronómica y morfológicamente genotipos de chile tipo serrano en el sureste de Coahuila

1.2.2 Objetivos específicos.

- Determinar a través del desempeño agronómico los mejores genotipos con características de chile serrano.
- Caracterizar los frutos producidos en cuanto a su tamaño, forma, número de cavidades, grosor de pericarpio y longitud de pedúnculo.

1.3 HIPÓTESIS

Al menos uno de los genotipos de chile tipo serrano mostrará mejor potencial agronómico bajo condiciones del sureste de Coahuila.

2.0 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 origen del cultivo

(Attokaran 2017) menciona que los chiles fueron unas de las primeras plantas en domesticarse. El chile pertenece al género *Capsicum*, el cual fue cultivado principalmente en América y después del contacto europeo este se distribuyó en todo el mundo. Los lugares en donde los exploradores encontraron este cultivo fueron en Sudamérica, América central y en las Islas del caribe; para posteriormente ser llevado a Europa donde las variedades que tenían menos picor pudieron prosperar por la condición atmosférica.

La especie de chile que presenta una gran variabilidad morfológica es *Capsicum annuum*, con un amplio rango en formas, colores de fruto y en el nivel de pungencia de los mismos (Carrizo García et al., 2016). La evidencia arqueológica indica que en México las personas han empleado chiles silvestres como fuente de alimento probablemente desde 8000 a.C como una dieta compleja (Araceli et al., 2009). Se tienen datos donde se menciona que los aztecas hacían uso de esta especie desde 7000 a.C (Kraft et al., 2014)

De las relativamente 25 especies de chiles que se tienen reconocidas a nivel mundial, las que están económicamente más presentes son *C. annuum*, *C. frutescens* L., *C. baccatum* L., *C. pubescens* Ruiz. & Pav., y *C. chinense* Jacq. (Perry et al., 2007). (Pickersgrill, 1971) indica que estas especies de chiles fueron domesticadas en al menos dos regiones del nuevo mundo las cuales son Mesoamérica (*C. annuum* y *C. frutescens*) y en América del Sur (*C. chinense*, *C. pubescens*).

Taxonomía

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum* L.

Especie: *Capsicum annuum* L.

Descripción botánica

Sistema radicular

Capsicum annuum L. es una planta perenne con un ciclo de cultivo anual con porte variable y cuenta con sistema radicular pivotante y profundo el cual pueden llegar a medir de 70 a 120 cm. Sin embargo, la mayoría de las raíces se encuentran a una profundidad de 5 a 40 cm. (Gueckov, 1987)

Tallo

Son de color verde oscuro, de consistencia herbácea, con crecimiento limitado y erecto; cuya longitud puede variar de 0.5 a 1.5 m. y al llegar a cierta edad tienden a lignificarse (Zapata N.M. 1992)

Hoja

Las hojas son planas, simples con forma ovoide alargada, ovadas o incluso pueden ser lanceoladas y varían mucho de tamaño por lo cual pueden medir de 1.5 a 12 cm de largo; en cuanto al ancho este va desde 0.5 a 7.5 cm. Su ápice es acuminado y la base es cuadrada o aguda. (Valadez, 1994)

Flor

Son solitarias en cada nudo de tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y cuentan con una corola de color blanco, en cuanto a su polinización es autógena, aunque hay casos en los que se puede presentar alogamia.

Fruto

Su fruto es una baya hueca de color variable (rojo, verde, amarillo, naranja o blanco); algunas variedades tienden a pasar del color verde a naranja y consiguientemente al rojo a medida que estos maduran. Su tamaño es muy variable, las semillas se encuentran en una placenta cónica en disposición central; estas son redondas, con color amarillo pálido y con longitud variable (SAGARPA,2012)

2.2. Importancia del cultivo a nivel mundial y nacional

(FAOSTAT, 2021). Comenta que el valor de la producción de chile fresco es de 31,418.5 millones de dólares de los cuales, 12,930.5 millones de dólares corresponden a china. Mientras que el valor en España es de 1,924.9 millones de dólares y en México de 1,511.54 millones de dólares, países bajos con 579.95 millones de dólares; esto solo por mencionar a algunos de los principales países con mayor producción.

En el año 2019 México produjo 60,706 Ton de chile seco siendo superado por la india, Tailandia y china. Mientras que en la producción de chile verde México fue el segundo lugar con 3,238 245 Ton en la cual fue superado por china con una producción casi seis veces mayor (Miranda, 2020)

México reportó 165,226 hectáreas sembradas hasta el cierre de 2023 y con ello superó las 158 mil 238 hectáreas que fueron contabilizadas un año antes. Los datos proporcionados (SADER,2024) menciona que México es líder en la producción de chile verde, esto debido a encontrarse en segundo y cuarto lugar a nivel mundial, ya que en el cierre de 2023 reportó tres millones 237 mil toneladas con exportación a 47 países. Superando la producción registrada en 2021 con tres millones 086 mil toneladas y en 2022 con tres millones 112 mil toneladas. Siendo Sinaloa, Chihuahua y zacatecas quienes reportaron una cosecha de 751 mil 839 toneladas, 701 mil 392 toneladas, y 480 mil 694 toneladas, quienes respectivamente representan el 59.7% del volumen nacional al mes de diciembre 2023.

Haciendo mención a San Luis Potosí con 324 mil 870 toneladas; Sonora con 187 mil 591 toneladas; Guanajuato con 145 mil 362 toneladas; Jalisco con 140 mil 253 toneladas, y Baja California Sur con 83 mil 121 toneladas quienes también logran sobresalir dentro de las 32 entidades que cultivan el chile verde.

El chile verde es sembrado principalmente en los estados norte del país, es una especie de gran importancia comercial y es cultivado para su uso de forma fresco, seco y sobre todo en productos procesados. De esta manera se considera que México es uno de los mayores productores de chile, ocupando el primer lugar como exportador a nivel mundial (Luna et al., 2021) y es un cultivo de importancia económica, social y productiva del país, debido a que más de 12 mil productores de este cultivo en la república mexicana quienes a su vez generan alrededor de 30 millones de jornales al año.

2.2.1 Importancia del chile serrano en la región noreste.

Referente a la producción de chile verde en invernadero, en el estado de Coahuila se cuenta con una superficie sembrada de 105.0 hectáreas dentro de las cuales se obtiene una cosecha de 163.83 Ton ha (SIAP,2021). De igual manera en la siguiente tabla se muestran las cantidades de producción obtenidas por el SIAP durante el año 2023 de Coahuila.

Cuadro 1. Producción de chile serrano en Coahuila (SIAP, 2023)

Entidad	superficie		producción	Rendimiento (udm/ha)	Valor de producción (miles de pesos)
	Sembrada	Cosechada			
Coahuila	22	22	436.39	19.84	6,800.22

Según los datos proporcionados por SADER-SIAP en la tabla siguiente se muestran los estados con mayor producción de chile serrano en la zona noreste de México; quienes en conjunto aportan el 67.9% del volumen nacional el cual se traducen en 1,669,979 toneladas en 2021.

Cuadro 2. Principales estados productores de la zona noreste de México (Producepay, 2021).

estado	Producción obtenida	Superficie cosechada (ha)	Rendimiento promedio (t/ha)	Precio medio (\$/t)	Valor de la producción en (mdp)
Sinaloa	659,684	15,035	43.9	8,474	5,590
Chihuahua	493,324	16,494	29.9	7,858	3,877
Sonora	219,877	5,070	43.4	9,199	2,023
Baja california sur	75,857	1,545	49.1	9,867	748

2.3. Problemáticas asociadas al cultivo y alternativas de soluciones

2.3.1 Condiciones edáficas y climáticas para el desarrollo

El chile es una planta la cual requiere de climas cálidos para lograr desarrollarse, es sensible a las bajas temperaturas. En cuanto a su tiempo de germinación es de 9 a 12 días y necesita una temperatura que oscile de los 20 a 30 °C para crecer; mientras que para la fructificación pueden ser de 16 a 32 °C (SIAP 2023).

En caso de que se tengan temperaturas menores a los 18°C el crecimiento de la planta se detiene. Tiene la capacidad de prosperar estando a nivel de mar o incluso a una altitud de 2,500 msnm; los suelos que requiere para su desarrollo son los de textura ligera y que retienen la humedad (SIAP 2023).

2.3.2 plagas y enfermedades

Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Se tiene registro de que esta plaga se desarrolla en el envés de la hoja, y es la causante de las decoloraciones, punteaduras o moteados amarillos que pueden observarse en el haz como principales síntomas. En caso de que se tenga un ataque severo puede causar la marchitez o defoliación parcial; siendo en los primeros estados fenológicos cuando se recibe un mayor daño. (Barreto 2019)

1. En cuanto a una forma de controlar esta plaga se puede optar por un control biológico como las crisopas, catarinas, tijerillas e incluso algunos hongos que mantienen a la población de araña roja bajo de los umbrales económicos (Jiménez Fonseca, 2022)

Trips (*Frankliniella occidentalis*)

1. Estos son insectos pequeños que tienen un color marrón oscuro o amarillo claro, los cuales se alimentan al succionar el contenido de las células vegetales causando así que la parte donde atacó se torne de color plateado para posteriormente causar su muerte. Este insecto es el transmisor del virus del bronceado del tomate en el cual se manifiestan manchas circulares en las hojas, flores y frutos. (Roblero 2023). Como medida de prevención se recomienda realizar la eliminación de hierbas y restos de cultivos los cuales puedan ser utilizados como hospederos por la plaga, de igual forma acompañarlo con el uso de químicos (Henao 2018).

Aparte de los ya mencionados se puede tener presencia de la chicharrita (*Eutettix tenellus*), Diabrotica (*Diabrotica balteata*), Grillo de campo (*Archeta assimilis*), Minador de la hoja (*Liriomyza spp*), Pulgón (*Myzus persicae*), Gusano trozador (*Agrotis sp; prodenia spp*). (Morales 2023)

Estos insectos pueden ser controladas mediante el manejo integrado de plagas, implementado ya sea cultivos trampa los cuales servirán para contrarrestar el ataque de las plagas, usar enemigos naturales de las plagas, se pueden colocar feromonas de confusión sexual para detener y controlar adultos de ciertas plagas; así como la colocación de trampas de colores (azules, amarillas y naranja) con adherentes para intentar atrapar masivamente al insecto plaga (Morales 2023)

Enfermedades

Referente a las enfermedades causadas por virus se tiene reportados en México que para el chile son virus del rizado amarillo geminivirus virus jaspeado del tabaco, virus mosaico del tabaco y virus del mosaico del pepino, los cuales son transmitidos principalmente por mosquita blanca y pulgón verde. (Proain tecnología agrícola 2024)

1. Una forma de evitar o disminuir la presencia de este tipo de virus es mantener el cultivo libre de insectos vectores o transmisores de estas enfermedades, al igual que mantener un correcto manejo fitosanitario.

Marchitez del chile

Esta enfermedad es causada por una agrupación de hongos entre los que se encuentran *fusarium*, *Hytium*, *Rhizoctonia* y *Phytophthora*. El daño principal se observa comúnmente en el cuello de la raíz o en la base del tallo lo cual causa que la planta se marchite repentinamente y muera; aunque igual se puede presentar en la parte aérea de la planta. Esta enfermedad se manifiesta en lugares donde hay encharcamientos de agua, o igualmente en donde se repite el mismo cultivo año con año (Proain tecnología agrícola 2024)

Control

1. Hacer rotación de cultivos por más de tres años.
2. realizar un manejo de agua adecuado, tener suelos con buen drenaje y nivelar los terrenos.
3. Eliminar los residuos de cosechas para evitar que sean hospederos de los patógenos.
4. Tratar plantas con fungicidas.

Tizón tardío *Phytophthora infestans*.

La espora de este hongo suele dispersarse a grandes distancias por medio del viento; los factores que favorecen al desarrollo de esta enfermedad son humedad, días nublados y lluviosos. Como síntomas las hojas presentan manchas irregulares de diferentes tamaños, primeramente, son color verde oscuro con márgenes pálidos, los cuales posteriormente se tornarán color café y abarcaran toda la lámina foliar y de igual manera los tallos y ramas pueden ser afectados (Montes 2022).

Control

1. Evitar encharcamientos.
2. controlar humedad.
3. procurar buena ventilación y limpieza en el predio.

Tizón temprano *Alternaria solani*

Esta enfermedad es de suma importancia para el cultivo ya que tiene la capacidad de infestar cualquier órgano de la planta (tallo, peciolo, hoja, flor, fruto. Este patógeno invernal en los restos de cosecha y germina a temperaturas de 24 °C y en ambientes húmedos o lluviosos. Los síntomas que se presentan son manchas marrones en las hojas más viejas, acompañadas de anillos concéntricos. Normalmente las lesiones se tornan de color amarillo y en ocasiones pueden crecer tanto hasta unirse y destruir el tejido foliar (Montes 2022)

1. Eliminar residuos de cosecha
2. Programar aplicaciones de fungicidas a partir de la floración.

2.4 Mejoramiento genético de chile

Un programa de fitomejoramiento se explica con tres sencillos pasos los cuales son: tener la necesidad de mejorar una característica en una variedad vegetal, conseguir un donante con dicha característica genética y que permita transferirla a la variedad mejorada; para después transferirla por medio de cruza o *in vitro* a los nuevos individuos y seleccionar a quienes lo expresen. (ANOVE, 2014a)

2.4.1 Técnicas de obtención de variedades vegetales

Con la finalidad de obtener nuevas variedades vegetales se han desarrollado técnicas que le permite a los fitomejoradores identificar la presencia de una característica deseada en un individuo, aislarla y transferirla a otro, aprovechando así la diversidad genética resultante de la selección natural o la selección artificial inducida por el hombre; a continuación, se explicaran de manera breve algunas técnicas de mejoramiento clásico (Covacevich 2015)

Mejoramiento genético clásico

en esta categoría se aglomeran aquellos métodos que utilizan el cruzamiento de individuos de una misma especie, para después seleccionarlos dentro de la progenie resultante, de los individuos que presenten las características deseadas. Y de esta manera resulta un híbrido el cual tiene la información genética de ambos padres por medio de la recombinación completamente al azar del genoma de otro individuo. El cruzamiento se realiza de manera consecutiva hasta conseguir una variedad vegetal que posea los alelos o formas de genes que codifiquen con las características deseadas o al eliminar las que no se deseen en la siguiente imagen se muestra un esquema del cruzamiento tradicional con la finalidad de obtener una planta con determinadas características (ARGENBIO, 2007a).

En la (Figura 1) se busca una planta de maíz pequeña la cual produzca una mazorca de buen tamaño, y para esto se cruza una planta de maíz alta que produzca una mazorca de buen tamaño con una planta de maíz pequeña con la capacidad de producir una mazorca pequeña y de esto resulta plantas altas con mazorcas pequeñas, plantas bajas con mazorca pequeña, plantas altas con mazorcas grandes y por último plantas bajas con mazorcas grandes las cuales serán seleccionadas para continuar con el programa de cruzamiento.

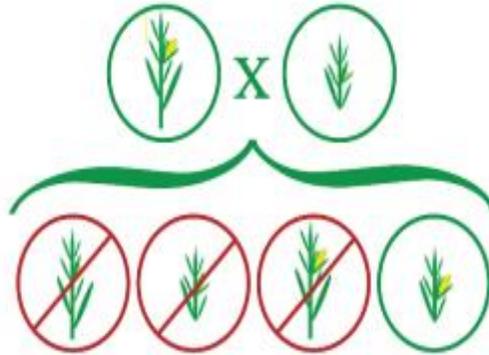


FIGURA 1. Esquema de resultado de cruzamiento tradicional Fuente: COVACEVICH

Selección masal

consiste en cosechar las semillas de aquellos individuos que presenten las características deseadas dentro de una población vegetal, para después mezclarlas y sembrarlas en conjunto, para obtener una nueva población más homogénea. A su vez, de esta nueva población se realizará nuevamente la selección de los mejores individuos para continuar con el ciclo de mejoramiento (Covacevich, 2015).

Hibridación

En este método se asegura el cruzamiento de individuos con diferentes genotipos para así obtener las características de los genes deseables de ambos parentales en una nueva generación, este método se usa con la finalidad de mejorar variedades ya existentes. Se utilizan progenitores en ciclos avanzados de selección recurrente, teniendo claras las características que se desean mezclar de cada progenitor (Morales 2023).

Cultivo de tejidos

Este es un método eficiente debido a que las técnicas que se emplean son más sencillas y se necesita menos presupuesto en la producción, de igual manera ahorra más tiempo para obtener las nuevas plantas a comparación del mejoramiento tradicional, otro punto a favor de este método es que se pueden producir plantas más sanas (Bonilla, 2015).

Retrocruzamiento

Este método tiene la finalidad de obtener variedades cuya capacidad sea resistir a cualquier patógeno o enfermedad, así como modificar los atributos; este método permite modificar cualquier carácter que tenga una alta heredabilidad y particularmente genes dominantes (Arteaga,2011).

El instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias (INIFAP) cuenta con un banco de germoplasma de Chile en el campo experimental las Huastecas, en el cual se hacen colectas, caracteriza y evalúa la diversidad genética. La idea principal del programa de mejoramiento genético de Chile del INIFAP es producir diversas variedades para cubrir las demandas de la industria y del consumidor (INIFAP,2022)

La puesta en marcha de los programas de conservación y el análisis de diversas formas de su uso tradicional, potencial y manejo en las diferentes regiones de producción, serán importantes para rescatarlo. En México se realizan colectas de Chile con la finalidad de mejorarlo y conservarlo en más de la mitad del país desde 1970.

2.5 Mejoramiento genético de Chile serrano (Trabajos de referencia)

En el colegio de postgraduados (COLPOS) campus Montecillos, el cual está localizado en carretera México-Texcoco km 36.5 Texcoco. Se realizó un experimento donde se utilizaron dos materiales provenientes de la región de los altos de Jalisco A3 y A4, una población de la región de Nayarit (CR) y dos de la región de la sierra norte de Puebla (S5 Y S6), de igual manera se utilizaron las cruzas simples.

Cuadro 3. Progenitores y cruzas simples, utilizados como material vegetal.

PROGENITORES	TIPO DE CHILE	ORIGEN	CRUZAS SIMPLES
CR	Cola de Rata	Sinaloa-Nayarit	F1(CRxA4)
A3	De Árbol	Jalisco	F1(A3xS5)
A4	De Árbol	Jalisco	F1(A4xS6)
S5	Soledad	Puebla	
S6	Soledad	Puebla	

Como metodología menciona que se dispusieron 100 semillas de cada población y las tres cruzas simples, al llegar a determinada altura 80 plántulas se trasplantaron a vasos de unicel, y utilizando el método de retrocruzas se procedió a hacer la polinización, cuando se produjeron los frutos se reunieron y se hizo un compuesto balanceado de las retrocruzas [CR(CRxA4), A4(CRxA4), A3(A3Xs5), S5(A3Xs5), A4(A4xS6) y S6(A4Xs6)].

Posteriormente se realizó selección masal el cual se llevó a cabo dentro del invernadero para lo cual se establecieron 140 semillas en charolas de unicel de

cada una de las cruza y retrocruzas. se cosecharon los frutos por planta en estado de madurez fisiológica y las variables que se analizaron fueron: rendimiento total, numero de frutos y peso por fruto con la información obtenida se aplicó una presión de selección del 20% [C1F1(CRxA4), C1A4(CRxA4), c1fa(A3Xs5), C1S5(A3Xs5), C1F1(A4xS6), C1A4(A4xS6) Y C1S6(A4Xs6)].

Como resultado de esto en cuanto a la variable de fruto por planta se obtuvo una amplitud de 39 a 70 frutos por planta y no mostraron una diferencia significativa entre ellos, solamente el progenitor S6 con respecto a la retrocruza S5(A3Xs5) y los materiales con menos frutos fueron los tipos serranillos (S5 Y S6). Los resultados de peso por fruto comentan que no se tuvieron diferencias estadísticas con los materiales, solamente el progenitor A3 y la población C1F1(A4XS6) con 1.9 y 2.6g por fruto. Los resultados de rendimiento total reportan que no se tuvieron diferencias entre la mayoría de los materiales, solamente las retrocruzas CR(CRxA4) y S5(A3Xs5) superaron por completo a los cinco progenitores; y las dos poblaciones que tuvieron los valores más bajos fueron los tipos soledad (Corrales 2018).

2.6 Evaluación de nuevos materiales híbridos o variedades

La hibridación de plantas es un proceso por medio del cual se cruzan dos especies diferentes, las cuales pueden pertenecer al mismo género o pueden ser diferentes con la finalidad de producir una planta nueva la cual combine características de sus parentales. La creación de un híbrido se hace con la finalidad de solventar la necesidad de tener especies las cuales requieran menos cuidados y se adapten a las condiciones ambientales, posean resistencia a patógenos y que tengan ciertas características cualitativas (SNICS, 2018).

El proceso consiste en esperar a que dos especies coincidan en su floración, una vez que las flores están maduras el polen de uno de los parentales será colocado en los estigmas del otro parental y de pues de un mes y medio (dependiendo de cada especie) se podrá obtener el fruto de la planta (SNICS, 2018).

El mejoramiento genético de las plantas tiene la finalidad de producir variedades con mayor calidad comercial y nutritiva, ser resistente a factores bióticos y abióticos adversos al cultivo y sobre todo tener un incremento en su rendimiento. Los beneficios o los motivos para evaluarlos son generar innovación en el sector agroalimentario para obtener líneas mejoradas con alto valor agronómico las cuales eleven la producción y competitividad en el campo, en este caso particular el chile (ININ, 2018).

Un ejemplo de variedad es el “Coloso” la cual reduce los ciclos de siembra y cosecha del chile serrano, el cual a su vez disminuye los riesgos por ataques de plagas y enfermedades durante el tiempo expuesto en campo, otra característica de esta variedad mejorada es que presenta alto rendimiento, tiene una mejor respuesta a los factores adversos del clima. La información proporcionada por la representación AGRICULTURA DE ZACATECAS (2019) menciona que se produce de 15 a 20

toneladas por hectárea durante el primer mes y que tiene la capacidad de superar las 90 toneladas en producción total a cielo abierto; lo cual quiere decir que representa un aumento del 40 % mayor de rendimiento.

Uno de los motivos por el cual se hace la prueba de semillas híbridas o nuevas variedades es porque las poblaciones criollas de chiles tienen varios problemas entre los cuales destaca la uniformidad de los frutos, por lo cual se realiza una investigación con enfoque de fitomejoramiento (Morales, 2023).

3.0 MATERIALES Y METODOS

3.0.1 Localización del sitio experimental

La presente investigación se llevó a cabo en el campo experimental Buenavista “El bajío”, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en el área del bajío con coordenadas 25°21'36.3"N 101°02'14.3"W; y con una temperatura la cual varía de 5°C a 29 °C y algunas veces puede llegar a bajar hasta -0°C

3.0.2 Material genético

El material genético que se utilizó pertenece al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS) del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN. Los genotipos probados fueron Gen 1, Gen 2, Gen 3, Gen 4, Gen 5, Gen 6, Gen 7, Gen 8, Gen 9, Gen 10, Gen 11 y Gen 12.

3.1 Labores culturales

3.1.1 Siembra

Para la producción de plántulas se utilizó una charola germinadora la cual tenía 200 cavidades, cada una de esta fue suministrada de sustrato el cual era perlita y Peat Moss en proporción 70/30%, posteriormente se agregó la semilla. Una vez que se establecieron se supervisaban diariamente y se dan los cuidados necesarios hasta que estuvieron listas para trasplante.

3.1.3 Trasplante

Este proceso es realizado cuando las plántulas alcanzan un tamaño promedio de 15 a 20 cm dentro de las charolas germinadoras; la cual es alcanzada dentro del primero 35 días. La forma de colocarlas es en dos hileras a los costados de la cintilla, a una distancia entre planta de 25 a 30 cm cuidando que saliera completo el cepellón para evitar dañar la raíz.

3.1.4 Fertilización

La fertilización es un proceso clave en el cultivo ya que garantiza la disponibilidad de los nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta. Los macronutrientes que requiere son nitrógeno, fósforo y potasio; los macronutrientes son calcio, magnesio y azufre y por último los micronutrientes requeridos por este cultivo son zinc, boro, hierro, manganeso y cobre, la fertilización global utilizada fue de 130-70-170 de N-P-K.

3.1.5 Riego

La manera en que se realizaban los riegos era por goteo, esto debido a que aporta el agua directamente a la raíz y se puede ahorrar más recurso hídrico, el riego era aplicado por las mañanas por al menos una hora al día

3.1.6 Tutorado

Debido al crecimiento que tuvo la planta de chile serrano, se tuvo la necesidad de tutorar las plantas por el método de espalderas, el cual consiste en colocar varas de aproximadamente 1.5 m de altura a una distancia aproximada de 2 m a lo largo de los surcos, posteriormente se amarraron rafias tipo agrícola las cuales se usaron para soportar el peso de las plantas y mantenerlas erectas con el llamado sistema español o fajado.



FIGURA 2. Establecimiento de estacas para tutorado

3.2 Control de malezas y toma de datos de campo

Tanto el control de malezas como la toma de datos eran realizados cada 15 días por la mañana, siendo estos los días viernes; el control de malezas era realizado de manera manual con apoyo de un machete o azadón y a mano cuando se observaba malezas en la periferia del tallo de la planta.



FIGURA 3. Eliminación manual de malezas

3.2.1 Control de plagas y enfermedades

Como bien sabemos, las plagas y enfermedades son factores que influyen considerablemente en la producción, por lo cual se debe contar con un manejo integrado. Con respecto a las aplicaciones estas eran realizadas en la mañana ya que las plagas presentan menos movilidad.

Cuadro 4. Productos para control de plagas

Producto comercial	Ingrediente activo	dosis
Sivanto	<i>Flupyradifurone</i>	1ml/1L
New leverage	<i>Imidacloprid + deltametrina</i>	1ml/1L
Abamectin 18 EC	<i>Abamectina</i>	1ml/1L

3.2.2 Cosecha

La cosecha se realiza cuando los frutos cumplen con las características que requiere el mercado y estas normalmente se alcanzan de los 90 a 120 días posteriores al trasplante; la cosecha se realizó de manera manual con ayuda de los alumnos inscritos en el servicio social. Se colectaron los frutos de cada línea evaluada los cuales fueron marcados y separados en bolsas para identificar cada tratamiento y su respectiva repetición.



FIGURA 4. Proceso de cosecha

3.3 Variables agronómicas evaluadas

La toma de datos se realizaba con ayuda de un vernier milimétrico digital de la marca Steren con el cual se medía el grosor del tallo y la altura era tomada con ayuda de una cinta métrica, estos datos eran anotados en una libreta.

Para evaluar las siguientes variables se tomaron 4 frutos por cada repetición, los cuales debían cumplir con un grosor, longitud de fruto, longitud de pedúnculo y forma similar.



FIGURA 5. Frutos similares seleccionados por tratamiento

3.3.1 Número de frutos por repetición

Se contabilizaron los frutos de cada repetición por tratamiento.



FIGURA 6. Conteo de frutos por repetición

3.3.2 Peso por repetición y peso promedio del tratamiento

Para poder calcular esta variable se tomó cada bolsa la cual estaba marcada con los datos del tratamiento y repetición que era; posterior a obtener el peso por cada repetición se procedió a sumar cada uno y dividirlo entre el número de repeticiones obteniendo así el peso promedio por tratamiento.

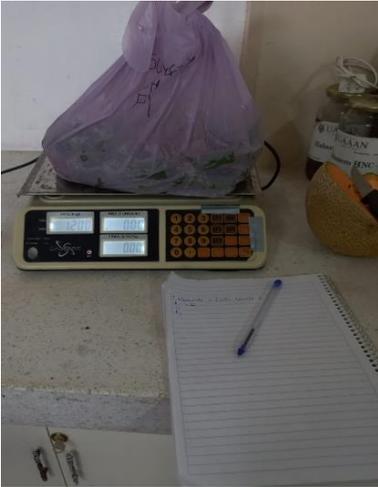


FIGURA 7. Pesado de fruto por repetición

3.3.3 Longitud del fruto y longitud promedio por tratamiento

Para obtener esta variable se usó un vernier digital de marca Steren y se midió del cáliz hasta el ápice de cada fruto, consecutivamente al término de la medición individual se sumaron los datos resultantes y dividieron entre cuatro.



FIGURA 8. Medición de longitud de fruto

3.3.4 Diámetro ecuatorial y diámetro promedio por tratamiento

Para obtener esta variable se usó un vernier digital y se midió el chile por la parte media obteniéndola en milímetros, una vez tenido el resultado se sumaron los datos de cada chile y se dividió entre cuatro.



FIGURA 9. Medición de diámetro de fruto

3.3.5 Longitud del pedúnculo y longitud promedio por tratamiento

Con ayuda del vernier digital se procedió a medir el pedúnculo de cada fruto para posteriormente sumarlo y dividirlo entre cuatro.

3.3.6 Número de lóculos por fruto y cavidades promedio por tratamiento

Para esta variable se procedió a cortar todos los frutos por la mitad y contar el número de cavidades que este contenía para después sumarlo y dividirlo entre cuatro obteniendo así el número de lóculos promedio.



FIGURA 10. conteo de lóculos por frutos

3.3.7 Grosor del pericarpio y grosor promedio del tratamiento

Para esta variable teniendo el fruto partido se procedió a medir el pericarpio de cada fruto para después sumarlos y dividirlo entre cuatro dando como resultado el grosor promedio de pericarpio por tratamiento que se tenía.



FIGURA 11. Medición de pericarpio

3.4 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar, con 12 tratamientos y conformados por tres repeticiones cada uno; el terreno estuvo conformado con 4 surcos con una longitud de 50 m de largo, con respecto a la distancia entre planta era de 0.30 m y la distancia de surco a surco era de 0.50 m. la cosecha se realizó en forma manual, cuando los frutos presentaron las características consideradas como óptimas

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = respuesta obtenida a partir de la unidad experimental que recibe el tratamiento i en la j -ésima repetición.

μ = promedio general del conjunto de datos de la muestra.

T_i = efecto del tratamiento i .

E_{ij} = error aleatorio (residuo)

Análisis estadístico.

Se utilizó el sistema estadístico INFOSTAT para realizar el análisis de varianza y para comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey a 0.05 para todas las variables evaluadas y el modelo por el cual se estimó fue lineal general (GLM)

4.0 RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

4.1 Longitud de fruto

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) entre los genotipos evaluados en cuanto a la variable de longitud de fruto, donde los genotipos 5, 6, 9 y 4 resultaron superiores al resto, el genotipo 5 expresó una longitud de fruto de 126.22 mm, seguido del genotipo 6 con 107.32 mm, el genotipo 9 con 107.16 y el genotipo 4 con 104.15 mm. los genotipos que tuvieron la longitud más corta fueron el 10 y 12.

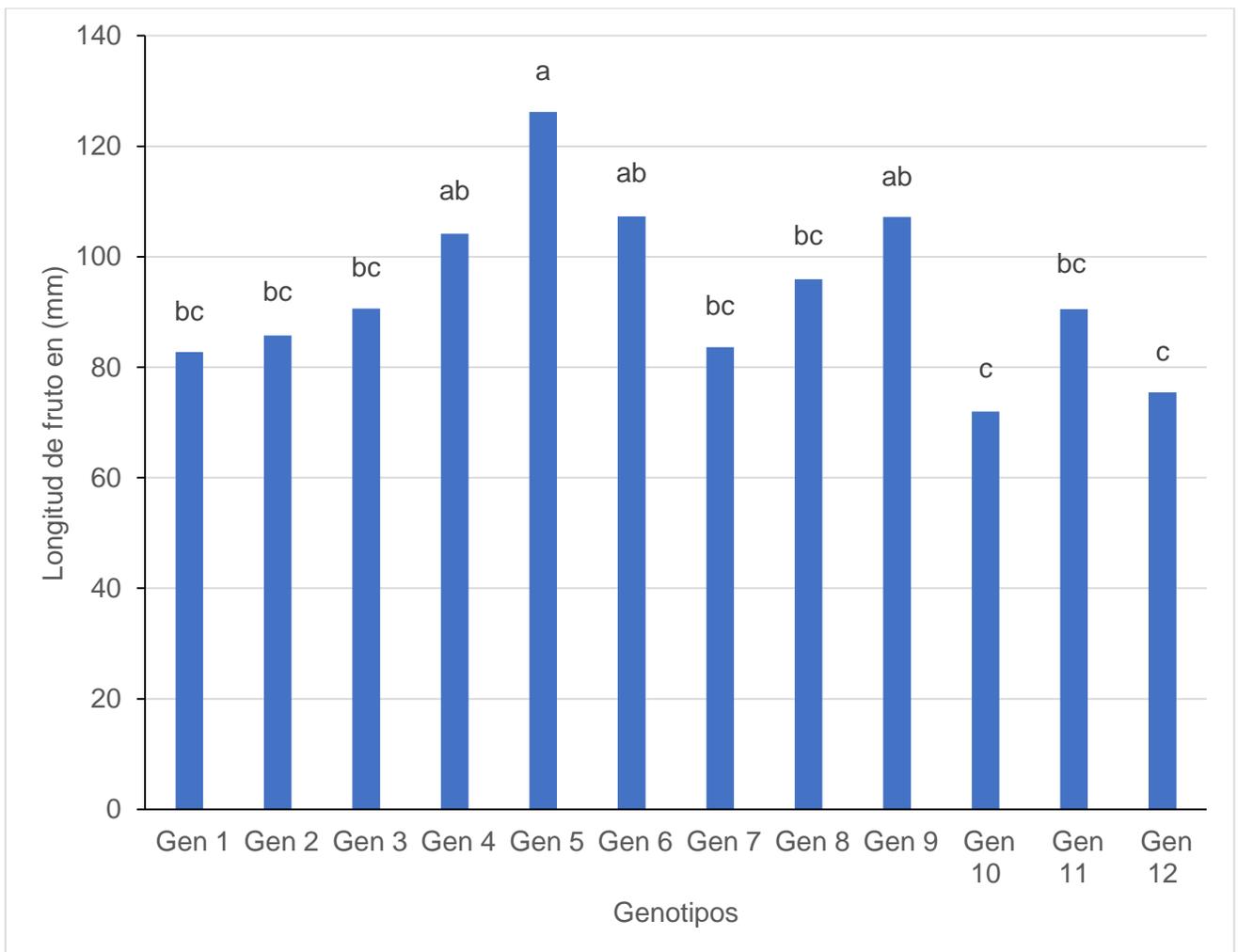


FIGURA 13. Comparación de medias para la variable longitud de fruto de los genotipos de chile tipo serrano evaluado en Saltillo, Coahuila.

4.2 Diámetro de fruto

El tamaño de fruto fue diferente entre los distintos genotipos, sin embargo; el genotipo 11 tuvo el fruto más grande, con un diámetro de casi 29 mm, seguido de los genotipos Gen 1, 3, 4, 5, 6, 9 y 10, no obstante, el Gen 11 fue el que más sobresalió de entre las diferencias significativas. Los genotipos de menos grosor fueron el Gen 2, 7, 8, y 12.

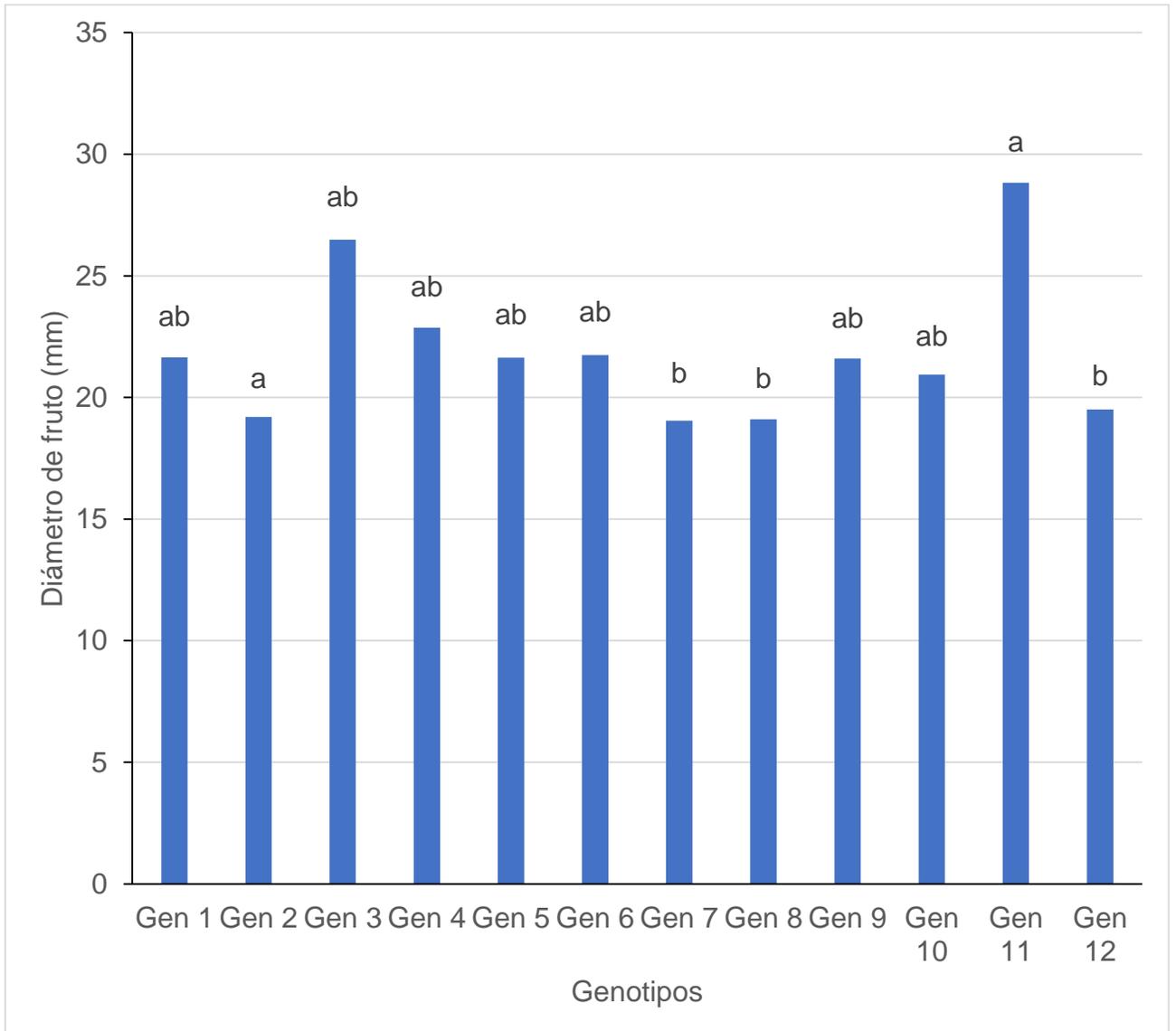


FIGURA 14. Comparación de medias de la variable diámetro del fruto de chile tipo serrano evaluado en Saltillo, Coahuila.

4.3 Longitud de pedúnculo

En la variable longitud de fruto se presentaron diferencias estadísticamente significativas, el genotipo 5 presentó la mayor longitud de pedúnculo con más de 47 mm; siendo seguido por el genotipo 4, el genotipo 8 y el genotipo 9. Los genotipos 1 y 10 se encontraron en el grupo C lo cual indica que poseen longitudes de pedúnculo más cortas, el resto de los genotipos se mantuvieron intermedios entre los primeros y los del grupo C.

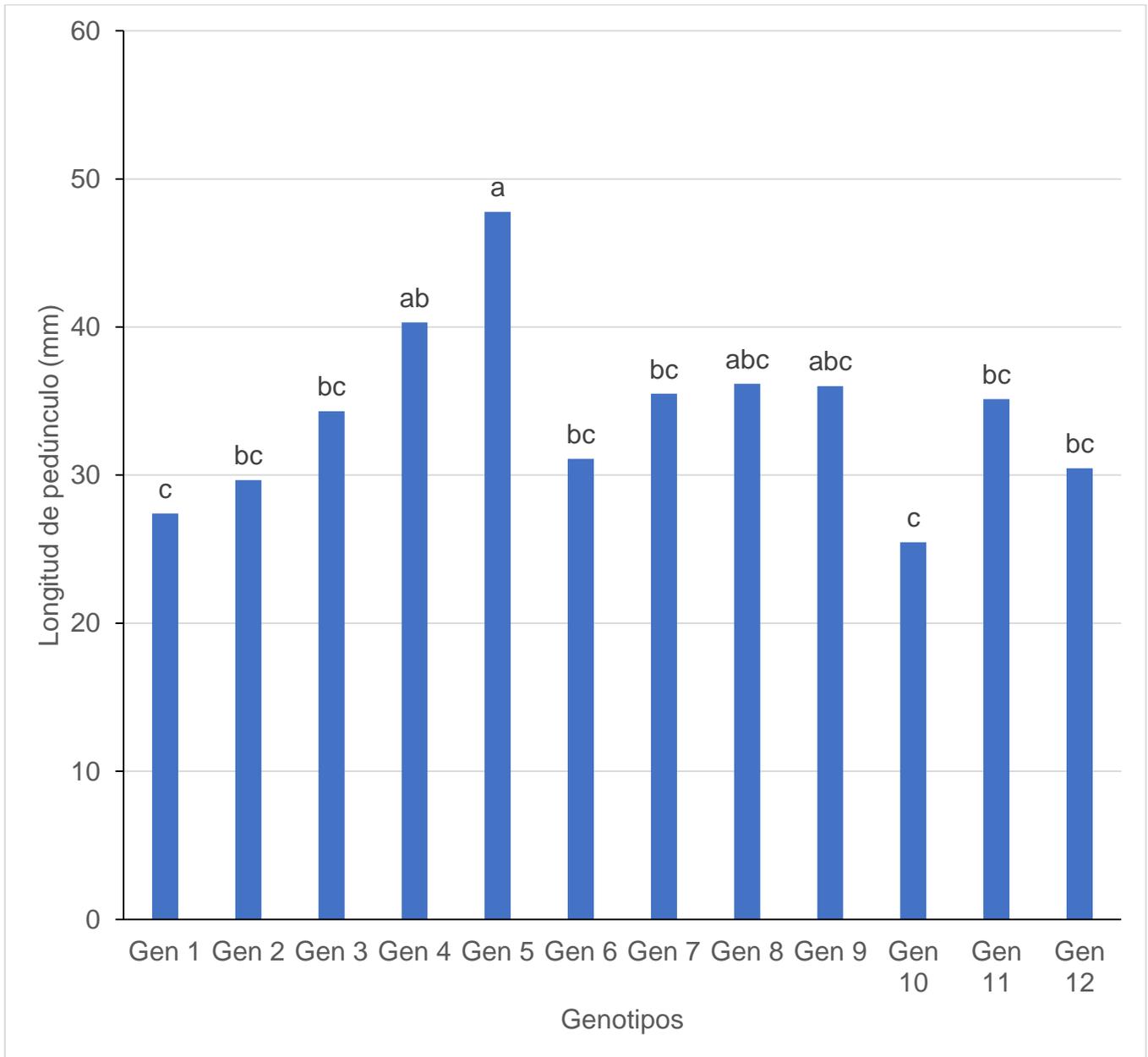


FIGURA 15 Comparación de medias para la variable de longitud de pedúnculo de chile tipo serrano evaluado en Saltillo, Coahuila.

4.4 Número de lóculos

El análisis de varianza arrojó diferencias estadísticas significativas en cuanto al número de lóculos de fruto, donde a excepción del genotipo dos que fue el de menor cantidad de lóculos, el resto de los genotipos se mantuvo superior a este en un mismo grupo estadístico, no obstante, dentro de ellos destaca el genotipo cuatro.

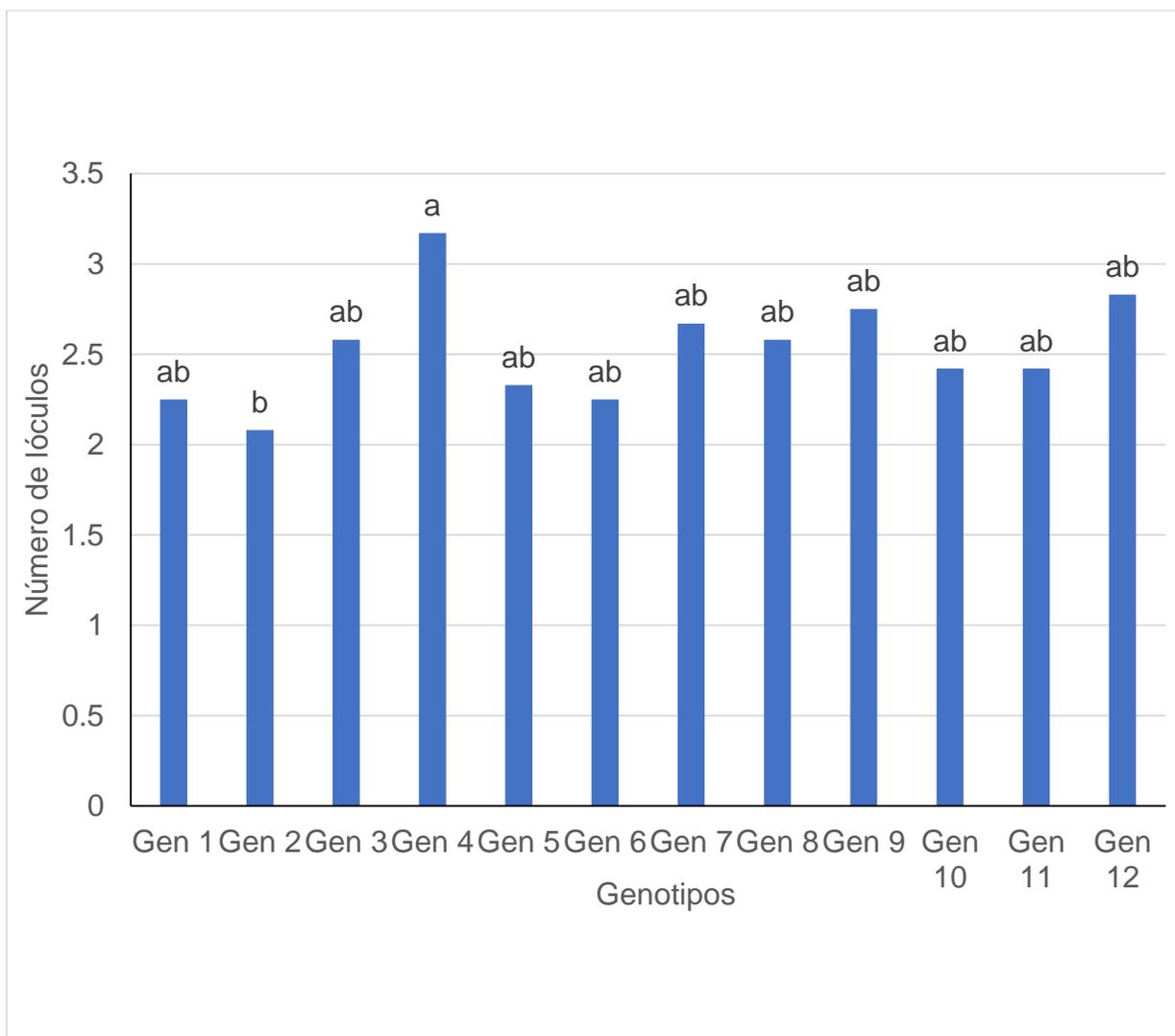


FIGURA 16 Comparación de medias con respecto a numero de lóculos de chile tipo serrano evaluado en Saltillo, Coahuila.

4.5 Grosor de pericarpio

Los resultados para esta variable no detectaron diferencias estadísticas significativas, en donde todos los genotipos mostraron el mismo comportamiento ubicándose en el mismo grupo estadístico de acuerdo con a prueba de medias de Tukey. Aunque visualmente el genotipo 3 y 10 parecen destacar en dicha variable

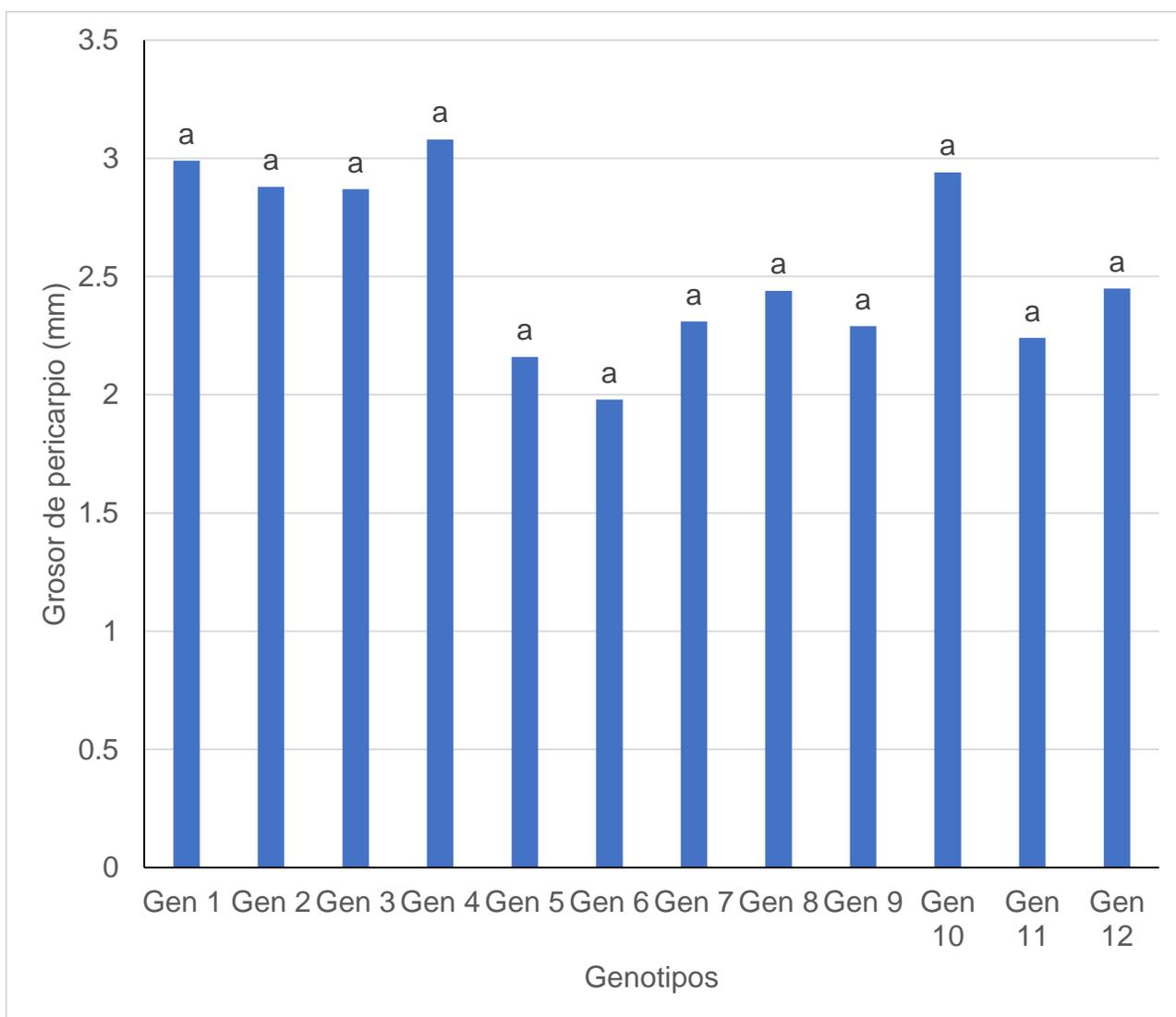


FIGURA 17 Comparación de medias para la variable de grosor de pericarpio de chile tipo serrano evaluado en Saltillo, Coahuila.

4.6 Peso promedio del fruto

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas en el peso medio del fruto, en donde el genotipo 9 presentó el mayor peso promedio de fruto con más de 14 g, seguido del genotipo 3 y el genotipo 10 lo cual indica que superó estadísticamente a todos los demás genotipos. No obstante, los genotipos 6, 7 y 8 fueron los de menos peso medio, en tanto que el resto de los genotipos se mantuvieron intermedios en referencia al genotipo 9.

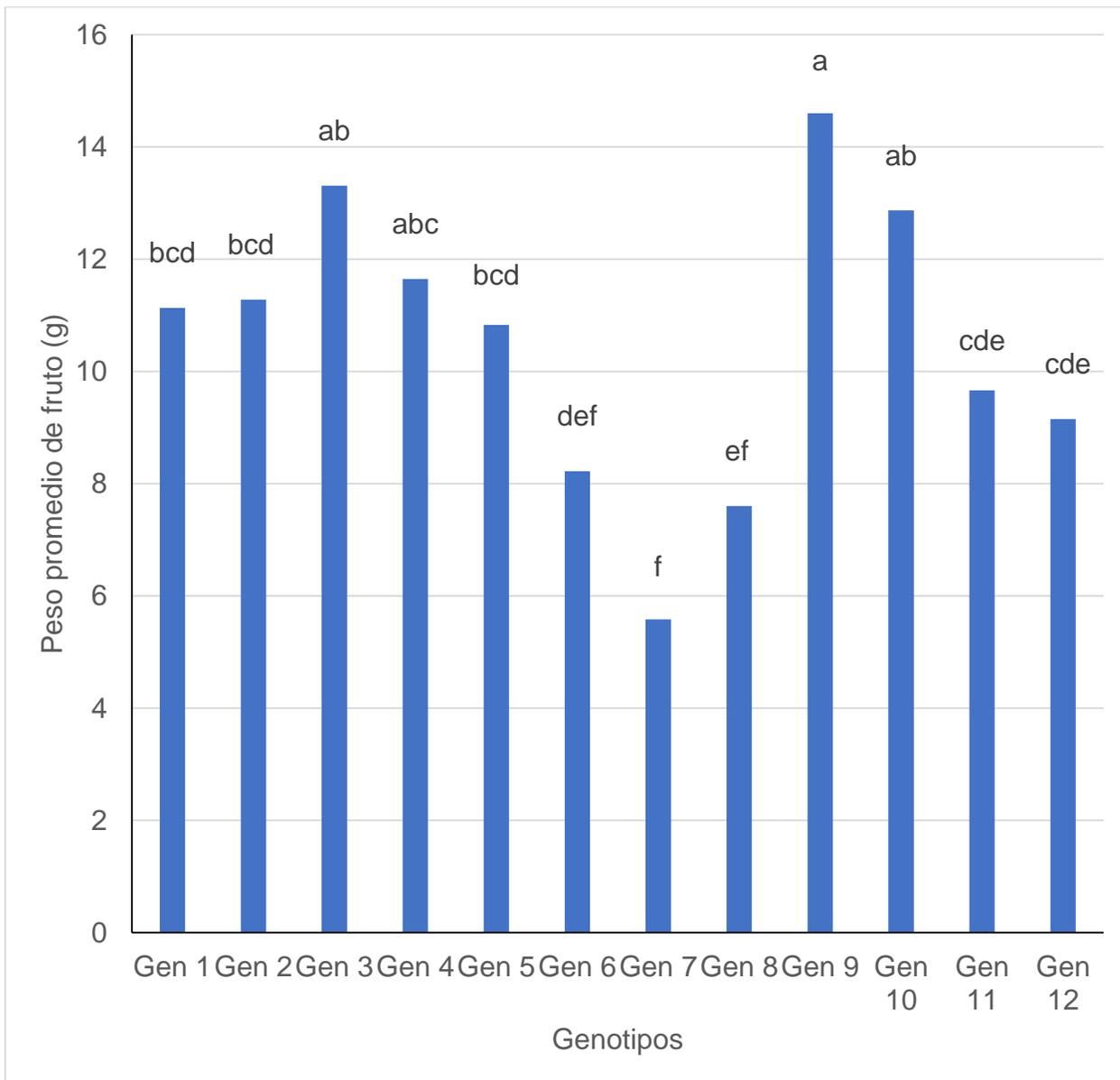


FIGURA 18 Comparación de medias para la variable de peso promedio de fruto de chile tipo serrano evaluado en Saltillo, Coahuila.

4.7 Rendimiento en kilogramos por repetición

Los datos arrojados por el análisis de varianza mostraron diferencias significativas en el rendimiento del cultivo, para esta variable el genotipo 5 fue el que destacó con 2.8 kg por repetición, seguido de los genotipos 3, 12, 11, 2 y 4. En tanto que los genotipos de menor rendimiento por repetición fueron el genotipo 6 y el genotipo 1. El resto de los genotipos se mantuvo intermedio entre rangos de 2 a 2.4 kilogramos por repetición.

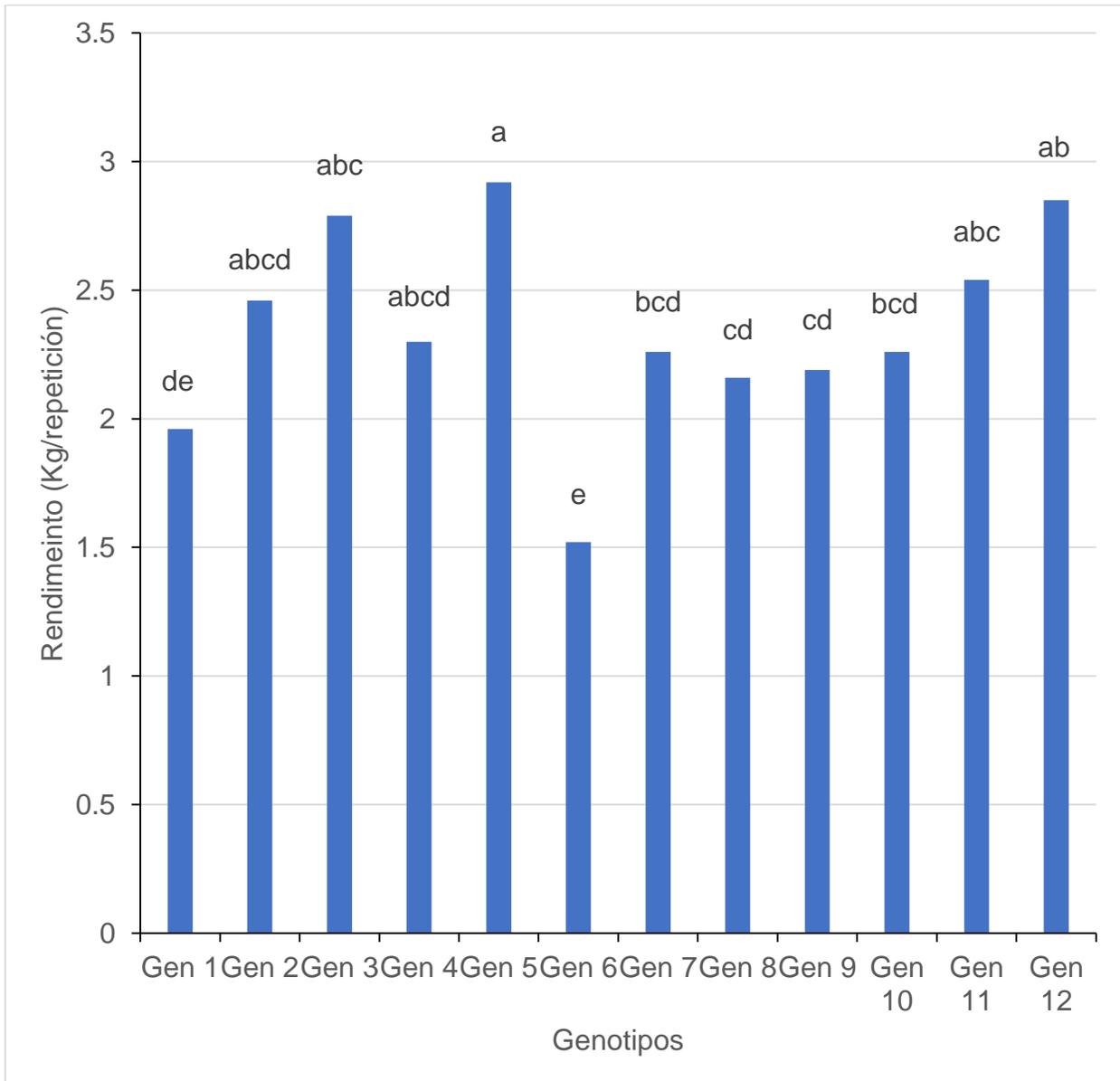


FIGURA 19 Comparación de medias para la variable de rendimiento en kilogramos por repetición de chile tipo serrano evaluado en Saltillo, Coahuila.

5.0 CONCLUSIÓN

Los genotipos probados mostraron diferencias en la mayoría de las variables evaluadas, lo que se atribuye a la genética propia de los genotipos y su interacción con el ambiente bajo el cual se desarrollaron.

El genotipo cinco se destacó constantemente en múltiples características lo que sugiere un buen desempeño agronómico en general bajo las condiciones probadas; y a su vez los genotipos 3, 4, 9 y 11 de igual manera presentaron un buen desempeño en algunas variables de interés agronómico propias de Chile tipo serrano.

6.0 REFERENCIAS

- Agricultura Zacatecas. (2019, 01 de agosto). Desarrolla inifap híbrido de chile serrano mejorado que reduce tiempo de cosecha. <https://www.gob.mx/agricultura%7Czacatecas/articulos/desarrolla-inifap-hibrido-de-chile-serrano-mejorado-que-reduce-tiempo-de-cosecha>
- ANOVE (Asociación Nacional de Obtentores Nacionales), 2014a. La obtención vegetal: Mejora genética vegetal. [En línea]. España. Recuperado en: <http://web.anove.es/obtencion-vegetal/>>. Consultado el: 29 de octubre de 2014.
- ARGENBIO (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología), 2007a. Cuaderno N° 5: Introducción al mejoramiento tradicional y la Biotecnología moderna. [En línea]. Argentina. Recuperado en: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&opt=5&tipo=1¬e=5>>. Consultado el: 11 de febrero de 2015.
- Arteaga, A. (2011). Simulación de dos estrategias de mejoramiento genético de plantas aplicando la plataforma qu - gene. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]
- Araceli, A. M., Morrell, P. L., Roose, M. L., & Kim, S. C. (2009). Genetic diversity and structure in semiwild and domesticated chiles (*Capsicum annuum* ; Solanaceae) from Mexico. *American Journal of Botany*, 96(6), 1190–1202. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800155>
- Attokaran M. (2017a). Natural food flavors and colorants. Wiley blackwell <https://download.e-bookshelf.de/download/0008/4903/17/L-G-0008490317-0019351564.pdf>
- Barreto Silva S. J. 2019. Estudio comparativo de un producto coformulado con base en co2 foliar en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) Milagro, guayas. (tesis de licenciatura). Universidad Agraria Del Ecuador.
- Bonilla, M. (2015). Conservación in vitro: una perspectiva para el manejo de los recursos fitogenéticos. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 6(1), 67 -82.
- Carrizo-García. C., J. Barfuss. M.H.,M. Sher. E., E.Barboza. G., Rosabelle S., A.Mascone. E. and Ehrendorfer F. 2016 Pfylogenetic relationships, diversification and expansión of chili peppers (*Capsicum*, Solanaceae). *Annals of Botany*, 118, 35-51. <https://doi.org/10.1093/aob/mcw079>
- Corrales Rodríguez M. A. 2018 Mejoramiento de chile de árbol y soledad a través de cruza intervarietales. (tesis de maestría) Colegio De Postgraduados.

- Covacevich Valdebenito D. E. 2015 mejoramiento genético vegetal y propiedades intelectuales en Chile: de variedades públicas a variedades privadas. Santiago-Chile. (tesis de pregrado). Universidad de Chile
- FAO (División de Estadística Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2021. Valor de la producción agrícola. Obtenido de: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QV>.
- Guenckov, 1987 fundamentos de la horticultura cubana. Instituto cubano del libro 2ª ed. la Habana Cuba
- Henao Gómez G. E. 2018. El cultivo del pimiento amarillo (*Capsicum annum*) bajo dos entornos de producción en el oriente Antioqueño. (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD.
- Hernández H.B.N., Tornero C.M.A., Sandoval C.E., Rodríguez M.M.N., Taboada G.O.R and Peña O.B.V. 2021 Crecimiento, rendimiento y calidad de Chile poblano cultivado en hidroponía bajo invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12, 1043-1056.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2022, 07 de marzo). Rescate de los chiles mexicanos en las Huastecas. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/rescate-de-los-chiles-mexicanos-en-las-huastecas>
- Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. (2018, 27 de noviembre). Mejoramiento genético de plantas de interés agrícola. [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.%20\(inin%202018\)](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.%20(inin%202018))
- Jiménez Fonseca, V.H. 2022. Alternativas para el control de araña roja. [https://idp.cimmyt.org/alternativas-para-el-control-de-la-araña-roja/](https://idp.cimmyt.org/alternativas-para-el-control-de-la-ara%C3%B1a-roja/).
- Kraft, H. K., Brown, H. C., Nabhan, P. G., Leudeling, E., Luna R. J. de J., d'Eeckenbrugge, C. G., Hijmans, J. R., and Gepts, P. (2014). Multiple lines of evidence for the origin of domesticated chili pepper, *Capsicum annum*, in Mexico. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111(17), 6165-6170. doi: 10.1073/pnas.1308933111.
- Luna G.L.R., Robledo T.V., Ramírez G.F, Mendoza V.R., Pérez R.M.A y Gordillo M.F.A 2021. Comportamiento agronómico y nutraceutico de poblaciones F2 desarrolladas de cruces interraciales de Chile. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12, 1-24.
- Miranda Molina Francisco D. 2020 Cambios fisiológicos, daños por el frío, perfil químico y extracción de capsaicinoides de frutos de Chile serrano (*Capsicum*

annum L.) durante su desarrollo y en postcosecha (tesis de doctorado) Universidad Autónoma Chapingo.

Morales Menchaca J. D. 2023. Desempeño agronómico y morfológico de híbridos experimentales de chile poblano (*Capsicum annum L.*) (tesis de licenciatura) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Montes Reyes C. 2022. Potencial productivo y calidad de chile serrano autóctono en el municipio de Tlaola, Puebla (tesis de licenciatura). Benemérita Universidad Autónoma De Puebla.

Perry, L., Dickau, R., Zarrillo, S., Holst, I., Pearsall, D. M., Piperno, D. R., ... Zeidler, J. A. (2007). Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum spp. L.*) in the Americas. *Science*, 315(5814), 986–988. <https://doi.org/10.1126/science.1136914>

Pickersgill, B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (genus *Capsicum*). *Evolution*. 25:683691

Producepay. (2021, 26 de noviembre). Regiones productoras de chile en México. Producepay. <https://producepay.com/es/el-blog/cuales-son-las-principales-zonas-de-produccion-de-chile-en-mexico/> .

Proain Tecnología Agrícola. (2024, 24 de septiembre). Principales plagas y enfermedades del chile serrano. Proain Tecnología Agrícola. https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/principales-plagas-y-enfermedades-del-chile-serrano?srsltid=AfmBOooSSHKCjT4mynOo3CtgRfRMNTyeDLhnALOsoJmS717mY_UfAFBD

Procuraduría federal del consumidor (2021,19 de abril). Consume chile serrano esta temporada. <https://www.gob.mx/profeco/articulos/consume-chile-serrano-esta-temporada?idiom=es>

Roblero Cifuentes B. 2023. Comportamiento agronómico de ocho variedades de chile (*Capsicum annum L.*) bajo condiciones de invernadero (tesis de licenciatura) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

SAGARPA, (2012). Plan Rector del Sistema Producto Chile Seco 24 de febrero de 2012

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2023,01 de diciembre). Chile verde. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/832767/chile_verde.pdf Gob.mx/agricultura.

Servicio nacional de inspección y certificación de semillas. (2018, 08 de junio). Hibridación de echeverias en la UNAM. [https://www.gob.mx/snics/prensa/publica-el-conacyt-hibridacion-de-echeverias-en-la-unam?idiom=es#:~:text=La%20hibridaci%C3%B3n%20de%20plantas%20es,combine%20caracter%C3%ADsticas%20de%20sus%20parentales.%20\(SNICS%202018\)](https://www.gob.mx/snics/prensa/publica-el-conacyt-hibridacion-de-echeverias-en-la-unam?idiom=es#:~:text=La%20hibridaci%C3%B3n%20de%20plantas%20es,combine%20caracter%C3%ADsticas%20de%20sus%20parentales.%20(SNICS%202018))

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2024, 28 de enero). México entre los principales productores de chile verde en el mundo. Gobierno de México. [https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-entre-los-principales-productores-de-chile-verde-en-el-mundo-agricultura?idiom=es#:~:text=Esta%20producci%C3%B3n%20fue%20superior%20a,mil%20237%20hect%C3%A1reas%20de%202022.%20\(importancia%20econ%C3%B3mica%20a%20nivel%20nacional\)https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-entre-los-principales-productores-de-chile-verde-en-el-mundo-agricultura?idiom=es#:~:text=Esta%20producci%C3%B3n%20fue%20superior%20a,mil%20237%20hect%C3%A1reas%20de%202022.%20\(importancia%20econ%C3%B3mica%20a%20nivel%20nacional\)](https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-entre-los-principales-productores-de-chile-verde-en-el-mundo-agricultura?idiom=es#:~:text=Esta%20producci%C3%B3n%20fue%20superior%20a,mil%20237%20hect%C3%A1reas%20de%202022.%20(importancia%20econ%C3%B3mica%20a%20nivel%20nacional)https://www.gob.mx/agricultura/prensa/mexico-entre-los-principales-productores-de-chile-verde-en-el-mundo-agricultura?idiom=es#:~:text=Esta%20producci%C3%B3n%20fue%20superior%20a,mil%20237%20hect%C3%A1reas%20de%202022.%20(importancia%20econ%C3%B3mica%20a%20nivel%20nacional))

SIAP,2021 Creció 2.7 por ciento la producción de chile verde en México en 2020 y registra mayor demanda en los mercados internacionales. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/crecio-2-7-por-ciento-la-produccion-de-chile-verde-en-mexico-en-2020-y-registra-la-mayor-demanda-en-los-mercados-internacionales?idiom=es>.

SIAP.2018. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. Producción agrícola por cultivo. Disponible en línea: <http://www.siap.gob.mx>.

Valadez L. A, 1994. Producción de hortalizas ed. limusa 4a ed. México.

Zapata N. M. 1992 el pimiento. Editorial Acribia España.