

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación Agronómica de Híbridos Experimentales de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) a Campo Abierto en el Sureste de Coahuila

Por:

MAURICIO RUIZ PEREZ

TESIS

Presenta como requisito para poder obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación Agronómica de Híbridos Experimentales de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) a Campo Abierto en el Sureste de Coahuila

Por:

MAURICIO RUIZ PEREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría


Dr. Neymar Camposeco Montejo

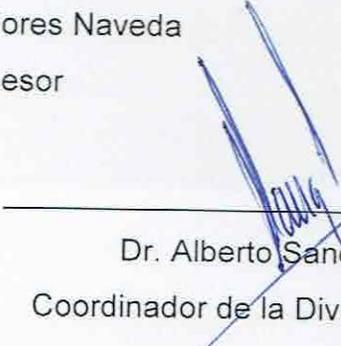
Asesor Principal


Dr. Antonio Flores Naveda

Coasesor


Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez

Coasesor


Dr. Alberto Sandoval Rangel

Coordinador de la División de agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2023

DECLARACION DE NO PLAGIO

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

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

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

Pasante



Mauricio Ruiz Pérez

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** por haberme permitido llegar a este momento, estoy muy agradecido por la capacidad que me diste, siempre que necesite de ti ahí estuviste, me iluminaste la cabeza muchas veces, permitiste que absorbiera el conocimiento más fácil y así fue desde el día 1, por darme salud y siempre cuidarme en todo este tiempo que he estado lejos de casa. Todo te lo debo a ti, muchas gracias mi Dios.

A mis **Padres** por su apoyo incansable e incondicional, siempre estuvieron al pendiente de mí y nunca me dejaron solo. Por enseñarme que todo en esta vida se puede realizar, sus palabras de aliento, sus consejos siempre los escuché y valoré. Ustedes y el cariño que siempre me dieron fueron mi motor, mi motivación a seguir adelante y luchar cada día y lo serán por el resto de mi vida. Las palabras sobran para ustedes, los quiero mucho, los respeto y los admiro. Gracias papás.

A mi "**Alma Mater**" la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por abrirme sus puertas y ser parte de esta gran institución, orgulloso de ser buitre, por siempre cuidarnos y apapacharnos, la comida, el transporte y demás detalles nunca faltaron, fuiste mi segunda casa, además por haberme dado una formación de calidad y así tener las herramientas necesarias para cumplir una digna labor en el campo mexicano.

A el **Dr. Neymar Camposeco Montejo** por darme la oportunidad y confianza de trabajar en sus proyectos, de tener la paciencia y por todas las enseñanzas que me dejó. Agradecido porque forma parte fundamental en la culminación de mis estudios, ayudándome a completar esta última etapa. Y a su colaborador en todos los proyectos al C. Lorenzo Villa Sandoval.

DEDICATORIA

Con mucho cariño y respeto.

A mi padre, José Luis Ruiz Muñoz

A ti papa por ser esa persona que me enseñó el amor al campo, porque más que mi padre eres mi amigo, tu eres mi ejemplo a seguir y te admiro como no te imaginas papá, estoy muy agradecido por todas las cosas que me inculcaste desde niño hoy en día me han servido de mucho. Gracias por todo el esfuerzo que hiciste para ver cumplir la meta de tu hijo. Te quiero mucho pa.

A mi madre, Ma. Matilde Pérez López

A ti mama, por todo el cariño inmenso que me has dado, siempre me has alegrado la vida y me diste ánimos y fortaleza todo el tiempo. Siempre me inculcaste estar cerca de Dios y seguir su camino y estando aquí me di cuenta que cuando hablaba con Dios de alguna manera te sentía cerca. Yo sé que querías que tuviera una profesión y aquí esta mamá. Gracias, por tanto, te quiero mucho ma.

A mis hermanos; Luis Eduardo Ruiz Pérez y Yessenia Ruiz Pérez

Por el gran cariño que siempre me han mostrado, porque que también fueron mi motivación para concluir esta etapa, por ser motivo de gran alegría cada que iba a casa y nos juntábamos todos, ustedes dan mucha felicidad a mi vida, gracias por siempre ser unos buenos hermanos y estar ahí siempre que los necesito, siempre me apoyaron emocional y económicamente, los quiero mucho.

A mis abuelos; Luis Ruiz Delgadillo (†), Román Pérez Durán (†).

A quienes recuerdo con mucho amor y cariño, que ya no están en este mundo terrenal, pero sé que les hubiera dado mucho orgullo y felicidad verme cumplir esta meta

A mis abuelas; Martina Muñoz Herrera, Esther López Fernández

Por siempre mostrarme mucho cariño y orgullo de que yo estuviera estudiando, por todas las bendiciones que me dieron y por siempre esa felicidad que me muestran cada que yo volvía a casa.

A todos esos tíos, primos y amigos que siempre me motivaron e impulsaron para que yo lograra esta meta. Muchas gracias

A mi novia, Guadalupe del Carmen Belmares Silva

Por hacer más amena la última parte de mi estancia en Saltillo, siempre estuviste motivándome y escuchándome. Sabes lo mucho que te quiero y gracias por todo el apoyo mi Camenchita.

A todos mis amigos de la carrera y de mi estancia en la universidad

Quienes me acompañaron en algún momento de mi vida universitaria, a: Aldo Alexis, Sergio, Fernando, Enrique, Miguel, Andrés, Luis, Amado, Francisco, Daniel, Israel, Moisés, Brayant, Ángel, Isaac a mis amigas Magaly, Shadey, Yamilet. Gracias por haber formado parte de esa hermandad Buitre

A mi equipo de tesis: Israel Alvarado, Francisco Ledezma, Daniel Morales y Elver Torres

Con quienes compartí muchos buenos momentos, y nos demostramos que cuando las personas son comprometidas y responsables las cosas se hacen teniendo grandes resultados. Siempre aprendimos el uno del otro y de ahí tuvimos una gran amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACION DE NO PLAGIO	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VII
INDICE DE FIGURAS	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	1
1.INTRODUCCION.....	2
2.OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3. HIPOTESIS.....	4
3.1 Hipótesis nula.....	4
3.2 Hipótesis alternativa	4
4. REVISION DE LITERATURA	5
4.1 Origen e importancia del chile habanero.....	5
4.2 Taxonomía y descripción botánica.....	6
4.3 Producción e impacto económico del chile habanero.....	7
4.4 Importancia de chile habanero a nivel mundial.....	8
4.5 Importancia del chile habanero en México.....	8
4.6 Importancia del chile habanero en Coahuila	9
4.7 Usos.....	9
4.8 Mejoramiento genético del chile habanero.....	9
4.9 Tipos de mejoramiento de chile habanero	10
4.10 Requerimientos climáticos del cultivo	11
4.11 Plagas.....	12
4.11.1 Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	12
4.11.2 Pulgón verde (<i>Myzus persicae</i>)	12
4.11.3 Barrenillo del chile (<i>Anthonomus eugenii</i>).....	13
4.11.4 Minador de la hoja (<i>Liriomyza spp.</i>).....	13

4.11.5 Acaro blanco (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>)	14
4.11.5 Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	14
4.11.6 Gusano del fruto (<i>Heliothis zea</i> y <i>H. virescens</i>).....	14
4.11.7 Gusano del cuerno (<i>Manduca sexta</i>)	15
4.12 Enfermedades	15
4.12.1 Damping off o secadera (Phytophthora, Pythium, Fusarium y Rhizoctonia).....	16
4.12.2 Antracnosis del chile (<i>Colletotrichum gloesporioides</i>).....	16
4.12.3 Mancha foliar de la hoja café (Cercospora capsici, Alternaria solani y Corynespora cassiicola)	17
4.12.4 Marchites del chile (<i>Phytophthora capsici</i>).....	17
4.12.5 Mancha bacteriana del chile (<i>Xanthomonas vesicatoria</i>).....	17
4.12.6 Marchitez bacteriana del chile (<i>Ralstonia solanacearum</i>).....	18
5. MATERIALES Y METODOS.....	19
5.1 Ubicación del sitio experimental.....	19
5.2 Material genético	19
5.3 Diseño de la parcela experimental.....	19
5.4 Labores culturales	20
5.4.1 Siembra	20
5.4.2 Trasplante.....	20
5.4.3 Sistema de riego y fertilización	21
5.4.4 Control de malezas.....	22
5.4.5 Tutorado.....	22
5.4.6 Control de plagas y enfermedades	23
5.4.6 Cosecha y variables evaluadas	24
5.5 Diseño experimental y estadístico	25
6. RESULTADOS	26
6.1 Longitud de fruto.....	26
6.2 Diametro de fruto	27
6.3 Gramos cosechados por planta.....	28
6.4 Numero de frutos por planta	29
6.5 Peso promedio del fruto	30
6.6 Grosor de mesocarpio	31
6.7 Toneladas por hectárea.....	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mauricio Ruiz 2022. Siembra de semilla de chile habanero en charolas de 128 cavidades con sustrato Peat Moss al 75% y Perlita al 25%. 200

Figura 2. Mauricio Ruiz ,2022. Trasplante de plántula de chile Poblano a 30 cm entre planta. 200

Figura 3. Mauricio Ruiz, 2022. Producto Fertidrip y aminoácidos para la nutrición de los chiles habanero. 21

Figura 4. Mauricio Ruiz, 2022. Tutorado de chile habanero. 22

Figura 5. Mauricio Ruiz 2022. Aplicación de insecticidas. 223

Figura 6. Mauricio Ruiz 2022. Cosecha y selección de chiles habanero..... 244

Figura 7. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable longitud de fruto, de ocho híbridos y un testigo bajo condiciones de producción a campo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.....26

Figura 8. ANVA($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable diámetro de fruto, de ocho híbridos y un testigo bajo condiciones de producción a campo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.....27

Figura 9. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable de gramos por planta, de 8 híbridos y un testigo, bajo condiciones de producción a campo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.....28

Figura 10. ANVA($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable número de frutos, de ocho híbridos y un testigo bajo condiciones de producción a campo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.....29

Figura 11. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable peso promedio de frutos, de ocho híbridos y un testigo bajo condiciones de producción a

acampo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.....30

Figura 12. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable *grosor del mesocarpio*, de ocho híbridos y un testigo bajo condiciones de producción a acampo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.....31

Figura 1. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable toneladas por hectárea, de ocho híbridos y un testigo bajo condiciones de producción a acampo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.....32

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo de investigación fue evaluar y comparar el desempeño agronómico de 8 híbridos experimentales de chile habanero pertenecientes al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro las cuales fueron evaluadas junto un con un material de testigo llamado Súper Habanero F¹ perteneciente a la empresa Nirit Seeds. El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en condiciones de campo abierto en ciclo primavera-verano, utilizando un sistema de riego por goteo con una distancia entre plantas de 0.3 m en camas acolchadas. El análisis estadístico ANVA ($p \leq 0.05$) se realizó en el software SAS y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del $p \leq 0.05$). Los resultados que se obtuvieron a través del análisis mostraron que el híbrido testigo mostro superioridad en la mayoría de las variables excepto en grosor de mesocarpio, destacando aquí el híbrido experimental 0607, el cual se mostró un poco por debajo del testigo, siendo superior a los otros materiales en el resto de las variables. Este genotipo mostró buen potencial genético en las condiciones en las que se estableció, las características agronómicas fueron destacables, siendo así un prospecto importante.

1.INTRODUCCION

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es sumamente consumido y producido especialmente en los estados de Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Tabasco, México sobresale en la generación de variedades de chile en el mundo, alrededor del 90% del chile que se consume a nivel mundial es de origen mexicano. Otros países productores son de China, Indonesia, Turquía, España, Estados Unidos y Nigeria. (SAGARPA, 2023) .Por su grado de picor y la diversidad de usos que tiene en las industrias alimenticia y medicinal hasta telecomunicaciones y artículos de defensa personal, el chile habanero tiene un alto valor y demanda en los mercados de Estados Unidos, Asia y Europa (Agroorganico, 2023)

Actualmente el 40% de la producción nacional de esta hortaliza se obtiene en la Península de Yucatán, región que cuenta con la denominación de origen para su producción. En 2013, en Campeche se produjeron un total de 506.38 toneladas con un valor de \$6,675,100.00 de pesos. En ese mismo año, ocupó el tercer lugar en superficie sembrada con 62.25 hectáreas, superado por Tabasco y Yucatán, con 259.75 y 172.71 hectáreas, respectivamente (SAGARPA, 2015). Las superficies cultivadas se han ido extendiendo, debido principalmente al aumento de la demanda del producto, tanto en el mercado nacional como en el internacional (Gutiérrez, 2016)

Sin embargo, la producción del chile habanero no es suficiente para las exigencias del mercado, la cual enfrenta varios retos desde contar con plántulas sanas, vigorosas y de calidad para el trasplante, hasta mejorar la fertilización mineral que podría ser favorecida con el uso de compostas o mejoradores del suelo (Mendoza-Elos *et al.* 2020). Generando así la necesidad de la creación de nuevas variedades con mejores características agronómicas, con mayores rendimientos, también se busca que sean materiales más adaptables a las zonas del norte de México, aumentando el área cultivada y así poder cumplir con las exigencias del mercado.

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el comportamiento agronómico de híbridos experimentales de chile habanero y un híbrido comercial a campo abierto en el sureste de Coahuila.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la respuesta agronómica y morfológica de los híbridos experimentales de chile habanero y el híbrido comercial a campo abierto en Coahuila.
- Seleccionar los materiales que presenten un mejor comportamiento agronómico y mayor potencial de rendimiento comparados con el híbrido comercial para continuar con el programa de mejoramiento genético.

3. HIPOTESIS

3.1 Hipótesis nula

Los híbridos experimentales de chile habanero expresarán mejores características agronómicas y superarán al híbrido comercial cuando se cultiva a campo abierto en el sureste de Coahuila

3.2 Hipótesis alternativa

Los híbridos experimentales de chile habanero expresarán características agronómicas iguales o inferiores que al híbrido comercial cuando se cultiva a campo abierto en el sureste de Coahuila

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 Origen e importancia del chile habanero

Diversos estudios han definido como centro de origen del género *Capsicum* a una gran área ubicada entre el sur de Brasil y el este de Bolivia, el oeste de Paraguay y el norte de Argentina. En esta región se observa la mayor distribución de especies silvestres en el mundo. (Soria et al., 2002) citan que Laborde indicó desde 1982 que probablemente el *C. chinense* era originario de América del Sur, de donde fue introducido a Cuba, aunque en la isla no se siembra ni se consume. De ahí se cree que fue traído a la Península de Yucatán. Esta hipótesis se refuerza al comprobar que *C. chinense* Jacq. es el único chile que no tiene nombre maya, a diferencia de otros. En Yucatán el chile *C. chinense* es comúnmente llamado “habanero”. Este chile se encuentra distribuido en toda la península, donde se observan diferentes formas, colores y tamaños del fruto. (Ruiz-Lau, 2011)

En México el cultivo de chile, desde los puntos de vista cultural, agronómico, nutricional y económico es uno de los más importantes. Además, es el octavo cultivo con mayor valor generado en la agricultura nacional, alcanzando alrededor de 13 mil millones de pesos anualmente, con un volumen de producción promedio de 2.2 millones de toneladas, del cual se exportan cerca de 900 mil toneladas de chiles frescos, secos y en preparaciones.

A escala internacional, México es el segundo país productor de chiles: alrededor del 90% que se consume a nivel mundial es de origen mexicano, dedicándole más de 140 mil hectáreas al cultivo de este fruto. Las principales variedades que se cultivan son: jalapeño, serrano, poblano, morrón y habanero. (SAGARPA, 2015)

4.2 Taxonomía y descripción botánica

Nombre Común: Chile Habanero

Nombre Científico: *Capsicum chinense* Jacq.

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Asteridae*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Capsicum* L.

Especie: *C. chinense* Jacq. (SAGARPA,2012).

Es una planta de ciclo anual, que puede alcanzar hasta 12 meses de vida, dependiendo del manejo agro nómico. Su altura es variable: puede oscilar de 75 y 120 centímetros en condiciones de invernadero. Su tallo es grueso, erecto y robusto; con un crecimiento semideterminado. Las hojas son simples, lisas, alternas y de forma lanceolada, de tamaño variable, lo mismo que su color, el cual puede presentar diferentes tonos de verde, dependiendo de la variedad. Tiene una raíz principal de tipo pivotante, que profundiza de 0.40 a 1.20 metros, con un sistema radicular bien desarrollado, cuyo tamaño depende de la edad de la planta, las características del suelo y las prácticas de manejo que se le proporcionen; puede alcanzar longitudes mayores a los 2 metros. La floración inicia cuando la planta empieza a ramificarse. Las flores se presentan solitarias o en grupos de dos o más en cada una de las axilas, y son blancas. El fruto es una baya poco carnosa y hueca; tiene entre tres y cuatro lóbulos, las semillas se alojan en las placentas y son lisas y pequeñas, con testa de color café claro a oscuro, y su periodo de germinación varía entre ocho y quince días. Las plantas presentan en promedio hasta seis frutos por axila; éstos son de un tamaño entre 2 y 6 centímetros. El color es verde cuando son tiernos, y cuando están maduros pueden ser anaranjados, amarillos, rojos o

café y su sabor siempre es picante, aunque el grado de picor depende del cultivar. (Ruiz-Lau, 2011)

4.3 Producción e impacto económico del chile habanero

El chile habanero, es producido en seis estados de la república mexicana, tales como; Campeche, Nayarit, Yucatán, Quintana Roo, Tabasco, y Sonora, con rendimientos por hectárea que oscilan a las 10-30 toneladas /hectárea. (SAGARPA, 2015). Según en el 2021, los estados con mayor producción fueron; Campeche, Sonora y Yucatán. Con un registro estadístico, ubicando a Campeche, con producción récord de 6 mil 475.95 toneladas. Continuando, como segundo lugar al estado de Yucatán con 3 mil 573.17 toneladas. (Agronoticias , 2022)

La producción nacional de chiles, lo conforman de un 70 a 80 % los chiles ancho, jalapeño, serrano, mirasol (guajillo) y dulce o pimiento; otros tipos comunes de chile en México, son el pasilla, de árbol, piquín, habanero, manzano, morita, mulato, poblano, entre otros (Pozo *et al.*, 1991).

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA,2015) mediante su Dirección General de Productividad y Desarrollo Tecnológico señala que México es líder en exportación de chile, con un comercio de 845 mil toneladas de este producto, lo que generó divisas por alrededor de 560 millones de dólares en 2014.

En 2020 la producción nacional de chile habanero fue de 21, 973.81 toneladas en una superficie de 1,283.45 hectáreas, generando así un valor de \$ 371.980 millones de pesos, de los cuales los estados con mayor producción fueron Sinaloa (38.28%), Tabasco (11.17%), Campeche (9.11%) y Yucatán (7%). En base al ciclo anual, la producción es mayor en otoño-invierno con el 72.13%, mientras que para primavera-verano se obtuvo el 27.86 (SIAP, 2021).

4.4 Importancia de chile habanero a nivel mundial

Gracias a su excelencia en calidad e inocuidad, ha adquirido la importancia comercial para lograr fracciones arancelarias que le abren oportunidad de 9 exportación en diversas modalidades (fresco, en polvo y en salsas), a países como Japón, China, Estados Unidos, Alemania, Italia y Corea del Sur. (SADER, 2018).

A nivel mundial el chile es una de las principales hortalizas cultivadas, con una producción de 38,027,164 toneladas anuales y creciendo a un ritmo de 1.8%. La superficie cosechada del cultivo es de 1,990, 850 hectáreas que al igual tuvo un incremento de 0.04% en el mismo periodo. Con respecto a los países productores de chile, china se reporta para 2019 como el principal productor a nivel mundial con el 49.90% de la producción mundial, seguido por México (8.51%), Turquía (6.93%), Indonesia (6.80%), España (3.68%), Estados Unidos de América (2%), Nigeria (1.98%), Egipto (1.77%), Argelia (1.64%) y Republica de Carea (1.16%), estos 10 países conforman el 84.42% de la producción mundial de chile (FAOSTAT, 2019).

4.5 Importancia del chile habanero en México

México cuenta con un inventario de 64 tipos de chiles criollos, de los cuales, 25 se ubican en Oaxaca, 12 en Guerrero, 10 en Puebla, nueve en Veracruz, y el resto en otras entidades. Los chiles se clasifican por su taxonomía en especies, subespecies y variedades botánicas, los comerciales o cultivares, por su origen geográfico, el procesamiento después de la cosecha, o región de cultivo.

El cultivo del chile contribuye con el 20.2 por ciento de la producción de hortalizas a nivel nacional, en el 2019 más de tres millones, un mexicano consume un estimado de 18 Kg de chile anualmente. El chile en México es una planta fundamental para la cocina y las tradiciones mexicanas, rescata la sabiduría de nuestros antepasados y la funde a la cultura de todos los grupos indígenas para colocarlo como uno de los alimentos básicos y estratégicos para la alimentación y la agricultura.

El chile habanero tiene gran importancia económica por ser uno de los vegetales que en la actualidad es demandado en el mercado nacional e internacional no sólo como alimento, sino también por ser una fuente excelente de colorantes naturales y compuestos fitoquímicos benéficos para la salud tales como los capsaicinoides (Navarro *et al.*, 2006; Ruiz *et al.*, 2009; Chan *et al.*, 2011).

4.6 Importancia del chile habanero en Coahuila

El chile habanero en Coahuila no tenía superficie sembrada sino hasta 2013, registrando las primeras estadísticas de producción con 6 hectáreas y teniendo una producción de 140.34 toneladas, obteniendo rendimientos de hasta 23.39 ton/ha, en el año 2020 aportó una producción de 210 toneladas anuales, generando así un 0.96% de la producción del total de la producción que se genera en el resto del país, la superficie destinada a la producción del cultivo en 2022 es de 10 hectáreas con rendimiento de 21.05 toneladas por hectárea. (SIAP, 2021)

4.7 Usos

El chile habanero tiene una amplia cantidad de usos, entre los más principales son de índole gastronómico y farmacéutico. El interés por este cultivo no solo se centra únicamente en su importancia económica y con sumo humano; también se ha demostrado que el chile es una fuente excelente de colorantes naturales, minerales y vitaminas. Dentro de la medicina se utilizan sus componentes para fabricar pomadas o ungüentos que alivian los severos dolores causados por la artritis, dentro de la industria química se utiliza para realizar la base de algunas pinturas, así como para fabricar algunos gases lacrimógenos. (SAGARPA, 2017)

4.8 Mejoramiento genético del chile habanero

El mejoramiento genético es la ciencia, el arte y el negocio de mejorar las plantas para el beneficio humano (Bernardo, 2002). El Fitomejoramiento inició cuando el hombre empezó a obtener semillas de plantas silvestres y a sembrarlas para beneficiarse de la cosecha. Poco a poco fue utilizando algunos procedimientos

elementales de selección para mejorar sus cultivos, basados en la simple observación. En la actualidad, el mejoramiento convencional o domesticación de cultivos sigue los principios básicos de selección y cruza entre individuos con caracteres deseables (Acquaah, 2006). Así como también tiene la finalidad de obtener variedades con características de mayor calidad comercial y nutritiva, mayor resistencia a factores abióticos y bióticos adversos al cultivo y mayor rendimiento. (SAGARPA, 2018)

En el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) se conserva el germoplasma de chile habanero, representado por alrededor de 250 colectas de las que se ha podido caracterizar solo 25% de las accesiones conservadas. Esta colección es una de las más completas de la especie en el ámbito internacional (González et al., 2018). Entre las instituciones públicas, podemos destacar al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y al Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) como las que han impulsado programas de mejoramiento genético en el chile habanero, con la intención de proporcionar variedades que resistan enfermedades, principalmente causadas por hongos o virus y con características que sean de interés para las distintas industrias (Santana *et al.*, 2014).

4.9 Tipos de mejoramiento de chile habanero

El mejoramiento de chile habanero, ya sea por selección o cruzamiento, permite que se conserven las características de los materiales criollos o endémicos, pero incorporando características de interés agronómico o económico, como puede ser la tolerancia a enfermedades o al estrés, así como el contenido de capsaicinoides, oleorresinas, entre otros compuestos. Contar con un gran acervo de material genético es el primer paso para obtener las variedades que exigen los productores y el mercado. (INTAGRI,2019)

. El mejoramiento de chile habanero en México ha sido realizado por instituciones como el CICY e INIFAP, y entidades predecesoras, sin embargo, en la actualidad universidades e instituciones de enseñanza e investigación nacionales también

realizan fitomejoramiento en diversas especies cultivadas (Santana *et al.*, 2014 y Puc, 2015), en Chile, por ser una planta autógama, los métodos más empleados para su mejoramiento son: la selección masal, la genealógica o de pedigrí y las retrocruzas. El método de selección masal es el más antiguo que se ha empleado y se basa en la selección de un gran número de individuos con características fenotípicas similares, para mezclarlos y constituir de este modo la generación siguiente. Este proceso se repite tantas veces como sea necesario hasta que la población se torne homogénea. Es eficiente en poblaciones heterogéneas constituidas por mezclas de líneas puras en especies autógamas. La idea principal de la selección masal es que al escoger los mejores fenotipos se mejora el nivel de la población con la reunión de los fenotipos superiores ya existentes. Es generalmente poco utilizada para características de baja heredabilidad (Ramírez y Méndez, 2018). El método de selección genealógica o de pedigrí implica mantener registros de los cruzamientos y su progenie. Incluye hacer selecciones de una sola planta y autopolinizarla. El pedigrí de las auto-cruzas se registra en combinación de las características deseadas. Este sistema produce líneas homogéneas (Pérez *et al.*, 1998). 16 En el método de retrocruza se utiliza un cultivar sobresaliente como progenitor recurrente, realizando un cruzamiento inicial con otro cultivar donador de una característica deseada, seguido de retrocruzas sucesivas con el progenitor recurrente, pero conteniendo el rasgo adicional deseado del material donador (Pérez *et al.*, 1998).

4.10 Requerimientos climáticos del cultivo

El cultivo de Chile habanero, demanda para su cultivo una cantidad de agua relativamente alta de entre 550 a 700 mm, sobre todo durante las etapas de floración, fructificación y llenado de fruto. Requiere una humedad relativa entre 65 a 80 %. En cuanto a temperatura, se desarrolla en regiones con temperaturas promedio de entre 26 a 33 °C y con poca variación de las mismas entre el día y la noche. No tolera temperaturas inferiores a los 15 °C. El cultivo se adapta a diferentes condiciones de suelos, aunque prefiere los suelos profundos, de textura franca, con baja salinidad y un pH que oscile entre 6.5 a 7 (INTAGRI, 2022).

4.11 Plagas

4.11.1 Mosquita blanca (*Bemesia tabaci*)

Son varias las causas a las que se debe su importancia, una de ellas, es el daño directo, ya que al succionar la savia de las plantas las debilita y puede ocasionar su muerte, sobre todo en sembradíos en los que se presentan altas poblaciones; sin embargo, el daño mayor está relacionado con la transmisión de enfermedades de tipo viral.

El daño directo lo ocasionan las ninfas y los adultos al succionar la savia de las plantas, lo que ocasiona el amarillamiento, moteado y encrespamiento de las hojas, seguido de necrosis y defoliación; otro daño es la excreción de mielecilla sobre las hojas en la cual se desarrolla una fungosis negra llamada fumagina, la cual interfiere con la fotosíntesis y baja la calidad de la cosecha con daños que varían del 20% al 100%. (Sifuentes *et al.*, 1991)

4.11.2 Pulgón verde (*Myzus persicae*)

El pulgón verde es el vector de virus en vegetales más dañino del mundo, es capaz de transmitir más de 120 enfermedades que afectan a más de 500 plantas hospedantes, donde se incluyen gran número de plantas de importancia económica (Leclant, 1988).

Las ninfas y los adultos se alimentan en grandes colonias sobre el envés de las hojas. El daño es ocasionado por todos los estadios, al succionar la savia de las hojas y brotes, al alimentarse inyectan una saliva toxica que distorsiona las hojas, el daño causa reducción de vigor de la planta, achaparramiento, marchitez, amarillamiento, encrespamiento y caída de las hojas, así como fumagina que crece en la mielecilla que excretan la cual ennegrece las hojas y se reduce la fotosíntesis. Sin embargo, el daño mayor es como vector de enfermedades de tipo viral (King y Saunders, 1984).

4.11.3 Barrenillo del chile (*Anthonomus eugenii*)

El barrenillo del chile es una de las principales plagas de este cultivo, debido a la resistencia que ha desarrollado a diferentes grupos de insecticidas que normalmente lo mantenían bajo control, su manejo se complica dado que ataca los frutos desde el inicio de la fructificación hasta el final de la cosecha, provocando pérdidas que pueden ser hasta del 100% (Garza, 2001 A).

La hembra deposita más de 300 huevecillos en forma individual en orificios que realiza en los botones florales y frutos inmaduros, posteriormente la larva se alimentara de la placenta del fruto causando necrosis de tejidos. La hembra deposita más de 300 huevecillos en forma individual en orificios que realiza en los botones florales y frutos inmaduros.

Por otra parte, los orificios realizados a los frutos por oviposición, emergencia de adultos o alimentación, favorecen la entrada de microorganismos que ocasionan infecciones internas como el del moho causado por *Alternaria alternata* Keissler (Burton, *et al*, 1989; Mau y Martín, 1994).

4.11.4 Minador de la hoja (*Liriomyza spp.*)

El minador de la hoja llega a ocasionar daños considerables al cultivo del chile, sobre todo cuando se realiza un manejo inadecuado de insecticidas, lo que ocasiona la eliminación de la fauna benéfica que ayuda a su control; por otra parte, su manejo se ha complicado por la resistencia que ha desarrollado a la mayoría de los insecticidas convencionales (Garza, 2001 B).

El daño principal es ocasionado por las larvas, que forman minas y galerías al alimentarse y desarrollarse dentro de la hoja. En infestaciones fuertes, la planta toma una coloración blanquizca y detiene su desarrollo normal, las infestaciones severas pueden ocasionar la defoliación de la planta con la consecuente reducción en el rendimiento y el tamaño de los frutos y finalmente quemaduras de la fruta por el sol. Los adultos también pueden causar daño al ovipositar y alimentarse, lo que se manifiesta en diminutas picaduras sobre la superficie de la hoja, que sirven de entrada a bacterias y hongos (Pacheco, 1985; Mau y Martín, 1991).

4.11.5 Acaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*)

El ácaro blanco, también conocido con el nombre de ácaro tropical o ácaro amarillo de “T” y en la región como “gacho”. Su importancia se debe al daño que ocasionan las ninfas y adultos al succionar la savia de las hojas, tallos, botones, flores y frutos, lo cual afecta las células y la epidermis (Garza, 2000).

La hembra deposita de 30 a 70 huevecillos en forma individual en el envés de las hojas tiernas durante un periodo de ocho a trece días. Los adultos y las ninfas se alimentan de la savia que succionan en el envés de las hojas en desarrollo, al picar las células de las plantas y succionarla cuando brota lentamente de la herida (Waterhouse y Norris, 1987)

El crecimiento de las hojas jóvenes se reduce por lo que estas quedan angostas o filiformes. Las hojas afectadas adquieren una apariencia bronceada, particularmente en el envés y se vuelven gruesas y quebradizas. Con altas infestaciones de ácaros el meristemo apical se muere, los frutos quedan deformes y adquieren una apariencia corchosa de color castaño. Es importante señalar que el ácaro blanco no es vector de enfermedades virales (Waterhouse y Norris, 1987; Higa y Namba, 1970).

4.11.5 Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Su importancia se debe al daño que ocasionan las ninfas y adultos en el envés de las hojas al succionar la savia.

Los daños son ocasionados por las picaduras de los adultos, larvas y ninfas al alimentarse. Las colonias de araña roja se localizan en el envés de las hojas, apareciendo en el haz zonas enrojecidas o amarillentas en hojas grandes o abombadas en hojas en crecimiento. En ataques fuertes, todos los órganos de la planta se ven afectados, se detiene el crecimiento y la planta es cubierta con densas telas (Lacasa, 1990).

4.11.6 Gusano del fruto (*Heliothis zea* y *H. virescens*)

Las larvas de estas dos especies son plagas de importancia del Chile, ya que dañan a los frutos desde la formación hasta su maduración; una vez afectados se pudren a consecuencia de la penetración de hongos, bacterias e insectos quedando

inutilizados para el mercado (Pacheco, 1985). Las larvas de estas especies son muy similares y solo se pueden diferenciar con la ayuda de un microscopio; son de colores muy variados, con bandas longitudinales y usualmente con puntitos negros. La hembra deposita los huevecillos en forma individual en las hojas del tercio superior. Cuando hay frutos en la planta la larva al emerger inmediatamente penetra el fruto, son de hábitos canibalísticos, por lo que solo se encuentra una larva por fruto, el daño se caracteriza por que muestran un estado aguano con gran cantidad de residuos fecales, posteriormente esos frutos son afectados por organismos secundarios que causan su pudrición (Morón y Terrón, 1988).

4.11.7 Gusano del cuerno (*Manduca sexta*)

Las larvas de estas dos especies pueden ocasionar defoliaciones severas al cultivo y el deterioro de los frutos, aunque pocas veces se observan infestaciones fuertes. Las larvas son de color verde claro a oscuro; las de *M. sexta* tienen siete líneas blancas oblicuas en cada lado del cuerpo cerca de los espiráculos; en el último segmento abdominal posee un cuerno curvado hacia abajo que inicialmente es verde y luego se torna rojo, llegan a medir hasta 9.0 cm

La hembra llega a poner más de 300 huevos en el haz de las hojas en forma individual, después de tres a cinco días emerge el primero de los cinco estadios larvales, los cuales se alimentan durante 20 a 30 días del follaje, tallos y frutos. (Morón y Terrón, 1988).

4.12 Enfermedades

El chile habanero presenta una alta gama de enfermedades fungosas, entre los que se pueden mencionar el damping off, antracnosis, el manchado foliar, el marchitamiento de plantas, mildiu, marchitez y pudrición del tallo, etc. La mayoría de las veces la severidad e incidencia de la enfermedad depende directamente de las condiciones ambientales, la variedad utilizada, el manejo del cultivo, por lo que resulta importante conocer cada uno de estos factores que afectan el comportamiento de la enfermedad, a fin de reducir las afectaciones debidas a este grupo de patógenos.

Las enfermedades pueden provocar bajos rendimientos del cultivo, los cuales a su vez pueden ocasionar pérdidas de hasta el 100% de la producción (Chávez y Zavaleta, 2019; Pérez-Moreno *et al.*, 2004). Por otro lado, la aplicación desmedida de pesticidas para el control de los fitopatógenos, ha ocasionado serios problemas en el ecosistema como: presencia residuos en las cosechas, resistencia de los patógenos a los agroquímicos, reducción de la fauna benéfica e incremento de la contaminación ambiental, además de elevar los costos de producción (Ramírez *et al.*, 2018).

4.12.1 Damping off o secadera (*Phytophthora infestans*, *Pythium*, *Fusarium* y *Rhizoctonia solani*)

El damping off es una de las enfermedades que ocasiona a los productores de Chile, pérdidas importantes debido a que provoca el decaimiento y marchitez del 5 al 80% de las plántulas en vivero, o de las plantas recién trasplantadas en campo (Chávez y Zavaleta, 2019; Lamichhane *et al.*, 2017).

Cuando la infección ocurre en la etapa pos emergencia, el cuello de las plántulas a nivel del suelo presenta un típico estrangulamiento de color café oscuro a rojiza, las hojas de las plántulas pierden turgencia y se marchitan, posteriormente toda la planta se marchita y finalmente muere provocando la observación de manchones de plántulas muertas en el vivero (Lamichhane *et al.*, 2017). Los factores que pueden afectar la aparición de la enfermedad son, condiciones de estrés hídrico, debido a periodos de baja humedad (30%) seguido de condiciones de alta humedad (arriba del 70%). El patógeno se dispersa de una planta enferma a una sana a través del agua de riego (Lamichhane *et al.*, 2017; Silva-Rojas *et al.*, 2009).

4.12.2 Antracnosis del Chile (*Colletotrichum gloesporioides*)

Es una de las principales enfermedades que afectan el Chile habanero en etapa de poscosecha, pero los síntomas también pueden presentarlo las plantas en campo. En Chile habanero se ha considerado como una enfermedad de los frutos, provoca pérdidas arriba del 50% de la producción, al reducir la calidad comercial, pues se observan lesiones oscuras y hundidas en los frutos las cuales contienen las esporas del hongo (Ali *et al.*, 2016; Oo y Oh, 2016). Los factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad son temperaturas de 27 °C y humedad relativa de 80% y suelos

con pH de 5.0 a 6.0. La lluvia puede dispersar las esporas del hongo, mediante lavado o salpique, por lo que las pérdidas en los periodos de mayor precipitación en las regiones tropicales pueden ser mayores (Oo y Oh, 2016).

4.12.3 Mancha foliar de la hoja café (*Cercospora capsici*, *Alternaria solani* y *Corynespora cassiicola*)

La enfermedad se manifiesta en las hojas y el tallo principalmente, en forma de clorosis, manchas ovaladas y oscuras con centro gris. Al inicio de la infección, se observan en las hojas manchas cafés con márgenes amarillos y un centro gris. Cuando las condiciones de temperatura (18-25 °C) y humedad relativa (90%) son propicias para el desarrollo del patógeno, el número de manchas incrementa y el tamaño de la mancha incrementa hasta 1.5 cm de diámetro aproximadamente, con anillos oscuros y un centro blanquecino. Posteriormente, el centro de la mancha se seca y desprende de la hoja y finalmente se observa un amarillamiento y caída de las hojas. (Cristobal- Alejo *et al*, 2006), reportaron en la península de Yucatán, que la mancha foliar es inducido por *Alternaria solani*, además mencionan que *Cercospora capsici* no fue aislado en las plantas con los síntomas de mancha foliar, lo que sugiere que el mismo síntoma, puede ser inducido por más de un patógeno, tal como demostró (Tun- Suárez *et al*, 2011)

4.12.4 Marchites del chile (*Phytophthora capsici*)

En etapa de semillero y plántulas esta enfermedad causa el Damping off, en las plantas adultas, la enfermedad comienza con una necrosis de las raíces y de la base del tallo. Todas las partes de la planta pueden infectarse, incluyendo hojas y la pudrición de frutos. Los síntomas más avanzados se manifiestan como una marchitez parcial o total de la planta. Las plantas sintomáticas suelen presentarse en hileras o manchones a lo largo del campo o el invernadero, pues el inóculo se dispersa hacia las plantas sanas a través del riego (Huasbeck, 2004).

4.12.5 Mancha bacteriana del chile (*Xanthomonas vesicatoria*)

Es una de las enfermedades más importantes del chile debido a las pérdidas económicas que puede generar en el cultivo, ya que puede infectar todas las partes aéreas de la planta. Al inicio de la infección, la bacteria provoca pequeñas manchas de color café y aspecto húmedo, de contorno redondeado a irregular, las manchas

se observan hundidas en el envés de la hoja y en el haz ligeramente levantada. Cuando ocurren condiciones de alta humedad y temperatura, las lesiones toman un color negro y un aspecto grasoso. Estas lesiones en las hojas pueden crecer y fusionarse, por lo que el resto de la lámina foliar toma una coloración amarilla (Manelli *et al.*, 2004)

El patógeno penetra en la planta a través de estomas u otras aberturas naturales, por heridas provocadas por partículas de suelo que impulsa el viento o por lesiones causadas por insectos. Dentro de una parcela, la bacteria puede ser diseminada por el roce de hojas infectadas con otras sanas, sobre todo en presencia de lluvia o rocío y viento (Potnis *et al.*, 2015).

4.12.6 Marchitez bacteriana del chile (*Ralstonia solanacearum*)

La bacteria puede causar pérdidas de hasta el 100% de la producción, cuando las condiciones de temperatura (28-35°C) y humedad son adecuadas (80-90%) para el desarrollo de la enfermedad.

La Marchitez es el primer síntoma externo visible, expresado en el follaje y tallos jóvenes, que inicialmente da la alarma del problema. Típicamente las hojas cuelgan flácidas, se enrollan hacia la cara superior en los márgenes y carecen de brillo y turgencia; sin embargo, característicamente conservan su color verde y permanecen temporalmente adheridas a la planta, aunque eventualmente se desprenderán. La retención temporal del color verde natural en las hojas diferencia a la Marchitez bacteriana de la Marchitez por *Fusarium*, pues en ésta última rápidamente ocurre amarillamiento, necrosis y caída de las hojas.

Puede ocurrir recuperación transitoria aparente de la planta durante la noche y las horas tempranas del día siguiente, pero al transcurrir el nuevo día aparece nuevamente la Marchitez. Lo que ocurre es que la bacteria se multiplica en el sistema de conductos internos de la planta por el cual fluye hacia arriba el agua extraída del suelo por la raíz, provocando la obstrucción a dicho flujo y matando la planta por falta de agua (Melgar, 2012).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación del sitio experimental

Este proyecto se desarrolló en un campo experimental del departamento de Horticultura perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro unidad Saltillo. Que presenta una temperatura media anual de 18°C a 22°C la temperatura más alta, mayor de 30°C se presenta en los meses de mayo a agosto y la más baja es en enero, que es alrededor de 4°C. Las lluvias son muy escasas y la precipitación media anual es de 400 mm (INEGI, 2023).

5.2 Material genético

El material genético utilizado pertenece al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se tomó en cuenta para la selección y prueba, las características deseadas como color, forma, tamaño, apariencia y peso de los resultados que se tuvieron en un ciclo anterior. Los híbridos utilizados se identifican como: 0607, 0507, 0308, 0807, 0608, 0508, 0102, 0706 y Súper Habanero F₁, que corresponde al híbrido comercial que también fue evaluado.

5.3 Diseño de la parcela experimental

El experimento se realizó en una parcela a campo abierto utilizando un diseño experimental completamente al azar, con 9 tratamientos y 4 repeticiones cada uno y tres plantas por repetición, es decir, cada tratamiento tenía 12 plantas. Las plantas estaban situadas en camas, sin acolchado plástico, pero con riego por goteo.

5.4 Labores culturales

5.4.1 Siembra

Se comenzó el día 5 de mayo del 2022 con la siembra directa de la semilla en charolas de germinación de 128 cavidades, de material de unicel desinfectadas previamente, se utilizó sustrato peat moss para llenar las charolas junto con perlita, a una mezcla de 75% de peat moss y 25 % de perlita como sustrato de germinación y crecimiento de las plántulas.



Figura 2. Mauricio Ruiz 2022. Siembra de semilla de chile habanero en charolas de 128 cavidades con sustrato Peat Moss al 75% y Perlita al 25%.

5.4.2 Trasplante

Una vez que la planta tuvo el tamaño suficiente se realizó el trasplante al sitio experimental, el cual se llevó a cabo el día 24 de mayo del 2022, la actividad se realizó de manera manual, dejándolas con una distancia de 30 cm entre plantas y 25 cm entre filas, a doble fila por cama.



Figura 3. Mauricio Ruiz ,2022. Trasplante de plántula de chile Poblano a 30 cm entre planta.

5.4.3 Sistema de riego y fertilización

El sistema de riego utilizado fue cintilla calibre 5 mil y distanciamiento de 20 cm entre gotero, se utilizaba un tanque de 1000l, la primera semana se realizaron riegos con únicamente agua, después de los 7 días se empezó a suministrar los fertilizantes. Los riegos se realizaban todos los días en un tiempo de 35 min, la demanda hídrica fue cambiando en función de la etapa en que se encontraba el cultivo, así como también de las condiciones climáticas. Regularmente se regaba los 7 días de la semana, 6 días se agregaba fertilizante a base de NKP y un día únicamente se utilizaba agua.

Como fertilización inicial vía riego se utilizaron 2 kg de 20-30-10 en 1,000 litros de agua, este se utilizó durante toda la etapa vegetativa de la planta, en cuanto se inició la floración y fructificación o bien etapa reproductiva se aplicó 2 kg de 16-06-40, aumentando así el suministro de potasio, elemento que es vital en esta etapa al igual como fuente de nitrógeno se agregó medio kilogramo de fosfonitrato 33-03-00



Figura 4. Mauricio Ruiz, 2022. Producto Fertidrip y aminoácidos para la nutrición de los chiles habanero.

De igual manera se estuvieron haciendo aplicaciones a base de productos con aminoácidos y algas marinas, a 1ml/ L de agua, aumentando después a 2 ml/L cuando la planta se encontraba más desarrollada, esto con el fin de generar una mayor adaptación además de ayudar contrarrestar el estrés producido por el trasplante y las altas temperaturas.

5.4.4 Control de malezas

El control de malezas se realizó de manera física, incluyendo los procedimientos de arranque manual, azadón y cortes con machete, la actividad se repetía cada 15 días con la finalidad de mantener las calles libres de maleza, evitando así competencia con los tratamientos, absorción de agua, nutrientes y también evitar que sirvan como hospedero de alguna plaga.

5.4.5 Tutorado

De acuerdo con el crecimiento de las plantas de chile habanero, estas se tutoraron mediante el método de espaldera o tipo español, este sistema consiste en colocar postes fuertes en la punta de las camas y colocar postes menores cada 2 a 3 m, se utilizó rafia negra agrícola de calibre 0.75, las hiladas se colaban conforme la planta lo fuera requiriendo, esta actividad se hace con la finalidad de obtener mayor aireación en la parte basal, mayor manejo de la planta, de soporte y de facilitar las actividades a la hora de la cosecha.



Figura 5. Mauricio Ruiz, 2022. Tutorado de chile habanero.

5.4.6 Control de plagas y enfermedades

A lo largo del ciclo se presentaron diversos problemas fitosanitarios con plagas y enfermedades, que a su vez se utilizaron plaguicidas sistémicos y de contacto para prevención y control. Las principales plagas que se presentaron a lo largo del desarrollo del cultivo fueron el picudo del chile (*Anthonomus eugeni*), mosquita blanca (*Bemesia tabaci*), Paratrioza (*Bactericera Cockerelli* S). minador de la hoja (*Liriomyza trifoli* B.) y trips. Se efectuó un control correspondiente a la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo, tomando como referencia los resultados de monitoreo semanales, en este caso se realizaron aplicaciones de Confidor® 350 SC con ingrediente activo Imidacloprid 30.2% a 1 ml L^{-1} y para control de enfermedades radiculares se aplicó Busan30® i.a TCMTB 30%, a una dosis de 0.2 ml L^{-1} , para la alta incidencia de plaga (Minador, trips y mosquita blanca) se aplicó Muralla Max® 300 OD cuyo ingrediente activo es imidacloprid 19.6% + betacyflutrin 8.4%, a una dosis de $0.5\text{ a }1\text{ ml L}^{-1}$ alternado de Sivanto® i.a flupyradifurone 17.09%, a una dosis de 1 ml L^{-1} y Sunfire® a dosis de 0.5 ml L^{-1} , para eliminación de las larvas y huevos de las diferentes plagas se aplicó Coragen® i.a clorantraniliprol.



Figura 6. Mauricio Ruiz 2022. Aplicación de insecticidas.

5.4.6 Cosecha y variables evaluadas

La primera cosecha fue realizada el día 17 de septiembre del 2022, donde se cosecharon cada una de las cuatro repeticiones de los 7 tratamientos, se separaron en bolsas marcadas con plumón, las cuales fueron llevadas al laboratorio de servicio en semillas, del departamento de Fitomejoramiento (UAAAN), para realizar sus respectivas mediciones y evaluaciones.



Figura 7. Mauricio Ruiz 2022. Cosecha y selección de chiles habanero.

Las primeras variables tomadas, fueron el diámetro del tallo y la altura de la planta, estas cada 15 días. Donde se tomaba la medida de cada planta de cada tratamiento, con el uso de un vernier digital y una cinta métrica, estas medidas fueron tomadas en las fechas siguientes; el día 15 de junio del 2022, 30 de junio, 15 de julio, 30 de julio, y última el 15 de agosto del 2022. Las variables evaluadas, fueron; rendimiento en gramos de frutos por planta, número de frutos por planta, peso promedio de frutos, longitud de fruto, ancho de fruto, grosor de mesocarpio y rendimiento calculado por hectárea.

5.5 Diseño experimental y estadístico

Los genotipos se evaluaron bajo un arreglo y modelo experimental completamente al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, con la finalidad de detectar diferencias significativas entre genotipos, los datos se analizaron con el software INFOSTAT® con análisis de varianza al $p \leq 0.05$ y se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del $p \leq 0.05$ para la comparación de medias, esto se llevó a cabo bajo el modelo estadístico lineal siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} = variable observada del i -ésimo repetición del j -ésimo tratamiento.

μ = efecto de la media general

T_i = efecto del j -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = efecto del error experimental

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Longitud de fruto

De acuerdo con los datos obtenidos a partir del análisis de varianza (ANVA $p \leq 0.05$) y la prueba de medias de Tukey (Tukey $p \leq 0.05$), con relación a la variable longitud de fruto, se observaron diferencias significativas, tal como se puede observar la figura 7. Los materiales experimentales con mejor desempeño fueron el 0607 con 4.28 cm y 0706 con 4.1 cm, similares estadísticamente al híbrido comercial Súper Habanero con 4.71 cm. Cabe recalcar que esta variable es de suma importancia, ya que un fruto de buen tamaño es más atractivo para el productor/consumidor.

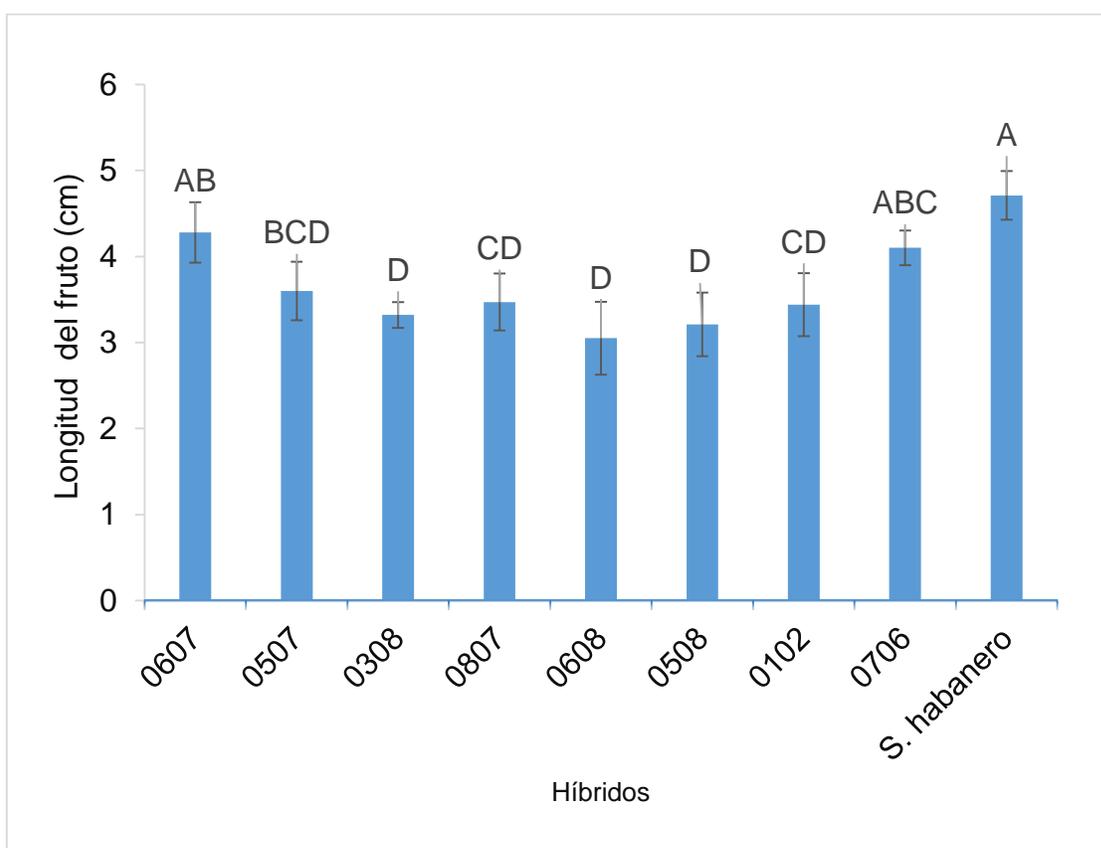


Figura 7. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable longitud de fruto, de híbridos de chile habanero bajo condiciones de acampo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.

6.2 Diámetro de fruto

De acuerdo con los datos obtenidos a partir del análisis de varianza (ANVA $p \leq 0.05$) y la prueba de medias de Tukey (Tukey $p \leq 0.05$), con relación a la variable de diámetro de fruto, se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los híbridos, como se pueden observar en la figura 8, los híbridos que destacaron en esta variable fueron el 0706, 0508, 0607 y el Súper Habanero, el resto de los híbridos fue inferior a los antes citados.

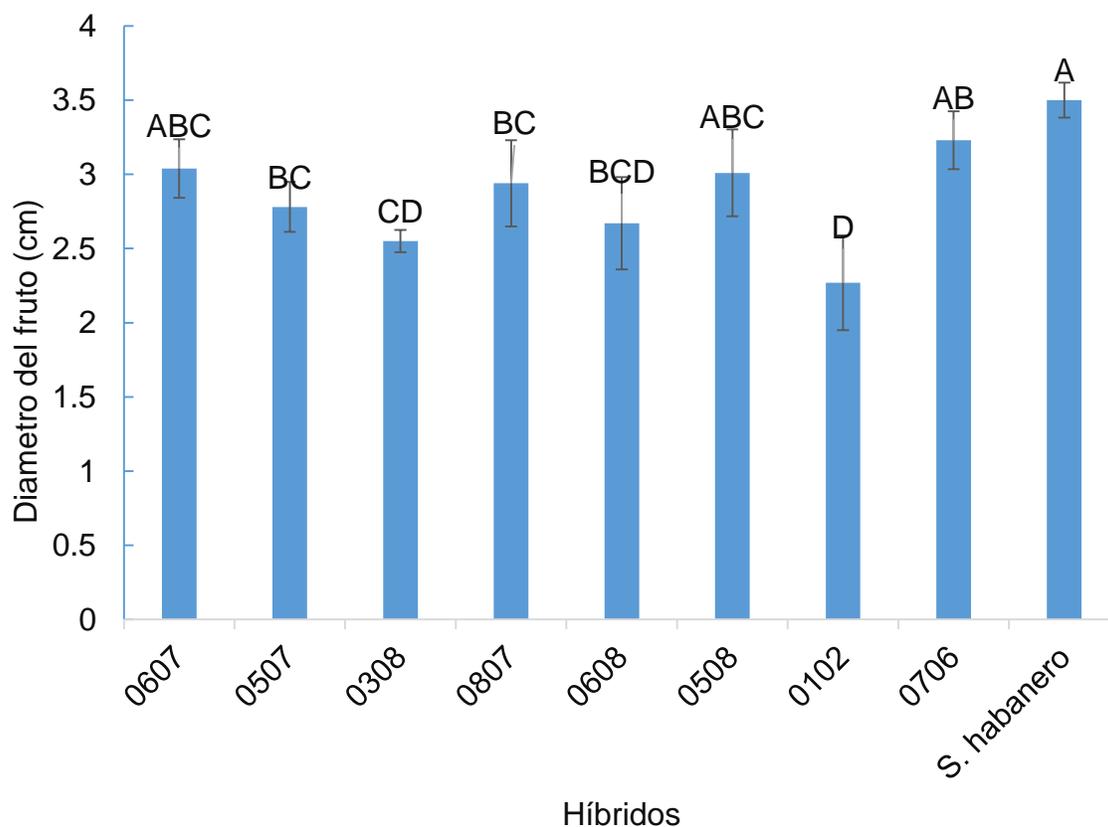


Figura 8. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable diámetro de fruto, de híbridos de chile habanero bajo condiciones de acampo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.

6.3 Rendimiento en gramos cosechados por planta

De acuerdo con los datos obtenidos a partir del análisis de varianza (ANVA $p \leq 0.05$) y la prueba de (Tukey $p \leq 0.05$), con relación a la variable de rendimiento en gramos por planta cosechados, se presentó una significancia estadística en relación a las medias de cada híbrido, como se puede ver en la figura 9, mostrando diferencias significativas, el híbrido comercial fue el de mayor rendimiento con 380.64 g por planta, seguido por 0607 con 267.6 gramos, el resto de los híbridos mostraron resultados inferiores a los antes mencionados.

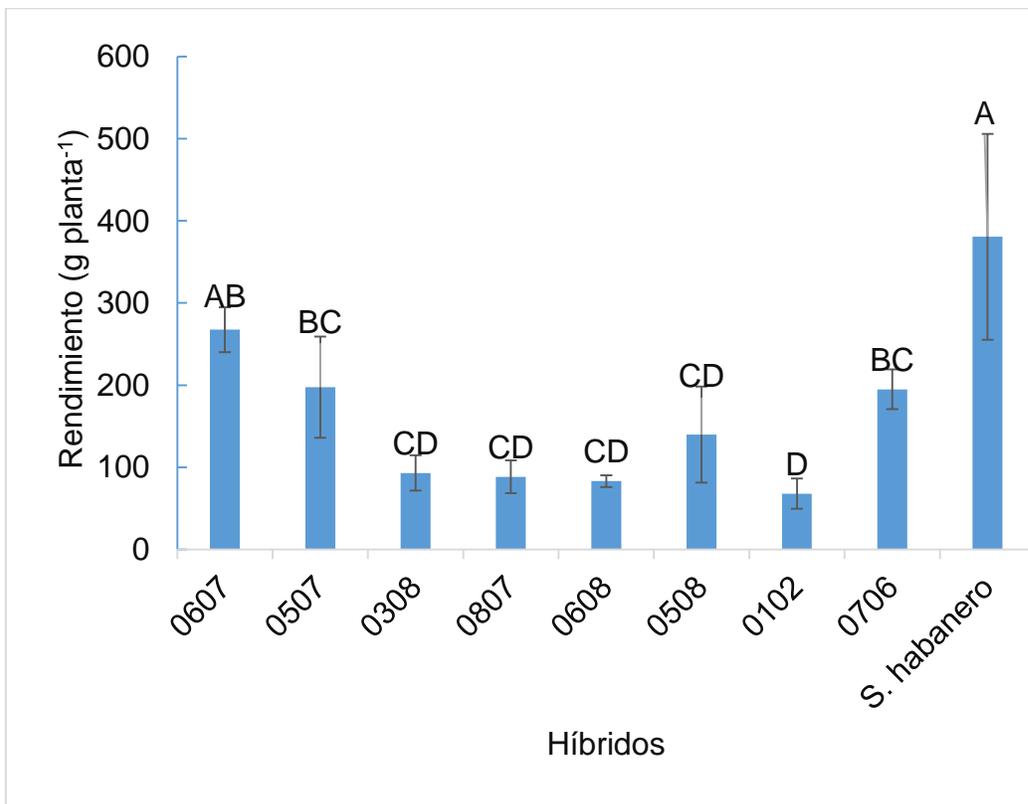


Figura 9. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable de gramos por planta, de híbridos de chile habanero bajo condiciones de acampo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.

6.4 Número de frutos por planta

De acuerdo con los datos obtenidos a partir del análisis de varianza (ANVA $p \leq 0.05$) y la prueba de (Tukey $p \leq 0.05$), con relación a la variable número de frutos por planta, se presentó una diferencia altamente significativa entre los híbridos probados. Donde el híbrido comercial mostró mejor el mejor desempeño con 76.5 frutos por planta, seguido por el híbrido 0607 con 67.38, el 0507, 0508 y 0706, mostraron similitud estadística entre ellos, con un rango entre 48 y 52 frutos por planta, por último, el tratamiento 0102 fue el que presentó menor cantidad de frutos con 21.56. Esta variable es de suma importancia, ya que algunas variedades comerciales no tienen la capacidad de viabilidad de que todas sus flores cuajen bajo estas condiciones de campo abierto.

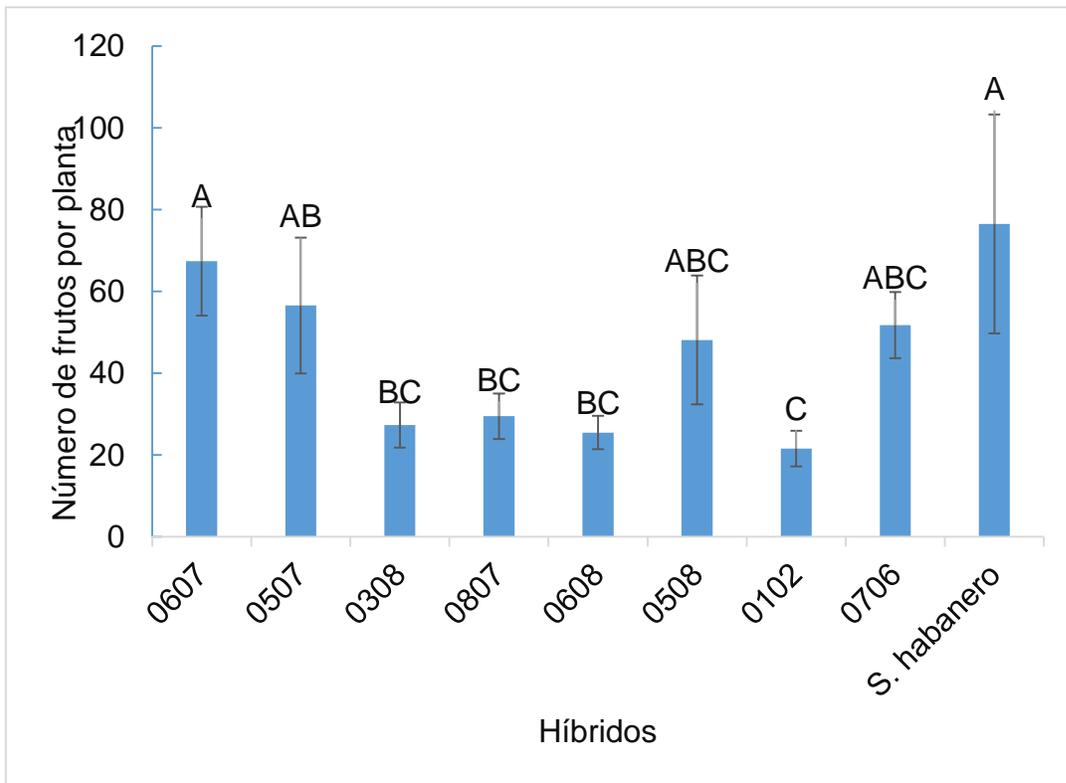


Figura 10. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable número de frutos, de híbridos de chile habanero bajo condiciones de campo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.

6.5 Peso promedio del fruto

De acuerdo con los datos obtenidos a partir del análisis de varianza (ANVA $p \leq 0.05$) y la prueba de (Tukey $p \leq 0.05$), con relación a la variable peso promedio del fruto, aquí se presentó una significancia estadística en relación de las medias de los híbridos, como se puede ver en la figura 11, el híbrido comercial fue el que mostró un mayor peso de fruto con 5.1 g en promedio, seguido de 0607 con 4.03, 0706 con 4 g, mientras que los frutos con menor peso se cosecharon en los híbridos 0807 y 0508.

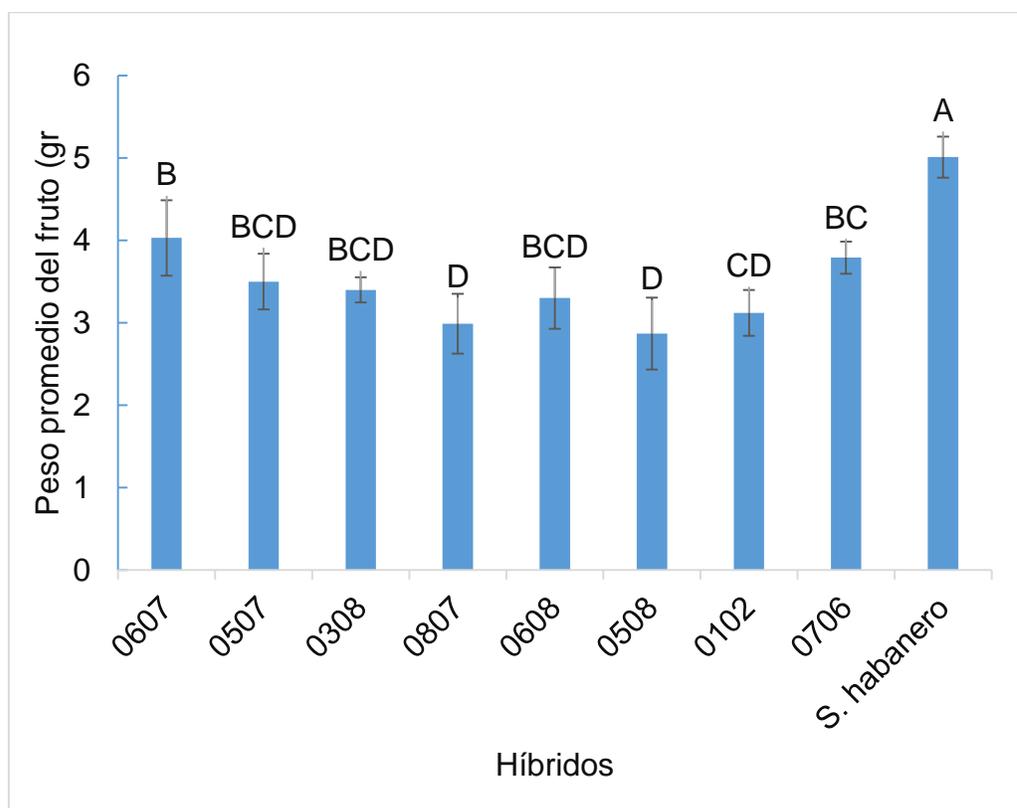


Figura 11. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable peso promedio de frutos, de híbridos de chile habanero bajo condiciones de acampo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.

6.6 Grosor de mesocarpio

De acuerdo con los datos obtenidos a partir del análisis de varianza (ANVA $p \leq 0.05$) y la prueba de (Tukey $p \leq 0.05$), con relación a la variable grosor de mesocarpio, no se encontraron diferencias estadísticas entre los híbridos, como se puede observar en la figura 12, no obstante, los híbridos que se perciben con ligera superioridad en esta variable fueron el 0507, 0607 y 0608. Es importante señalar que esta variable es de gran importancia, ya que un habanero con mayor grosor de mesocarpio tendría más peso manteniendo sus propiedades físicas y químicas.

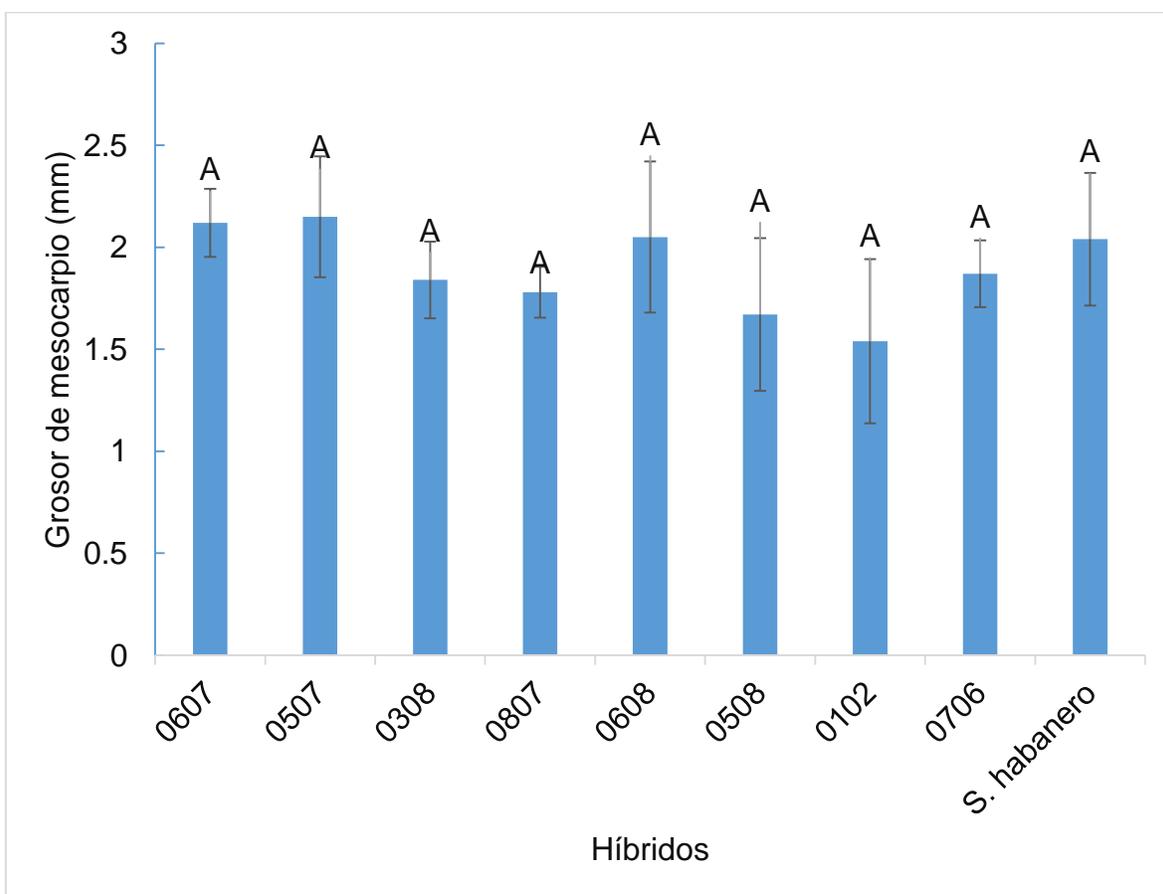


Figura 12. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable grosor del mesocarpio, de híbridos de chile habanero bajo condiciones de acampo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.

6.7 Rendimiento calculado en toneladas por hectárea

De acuerdo con los datos obtenidos a partir del análisis de varianza (ANVA $p \leq 0.05$) y la prueba de (Tukey $p \leq 0.05$), con relación a la variable de rendimiento calculado en toneladas por hectárea, se observaron diferencias altamente significativas entre los híbridos evaluados (Figura 13). El híbrido comercial fue el que mostro un rendimiento superior con 13.71 toneladas por hectárea, siendo el 0607 con 9.62 toneladas por hectárea, el segundo con mejor respuesta a esta variable, seguido de 0507, 0706. Mientras que los de peor rendimiento fueron y el 0102, 0608, 0807 y 0308.

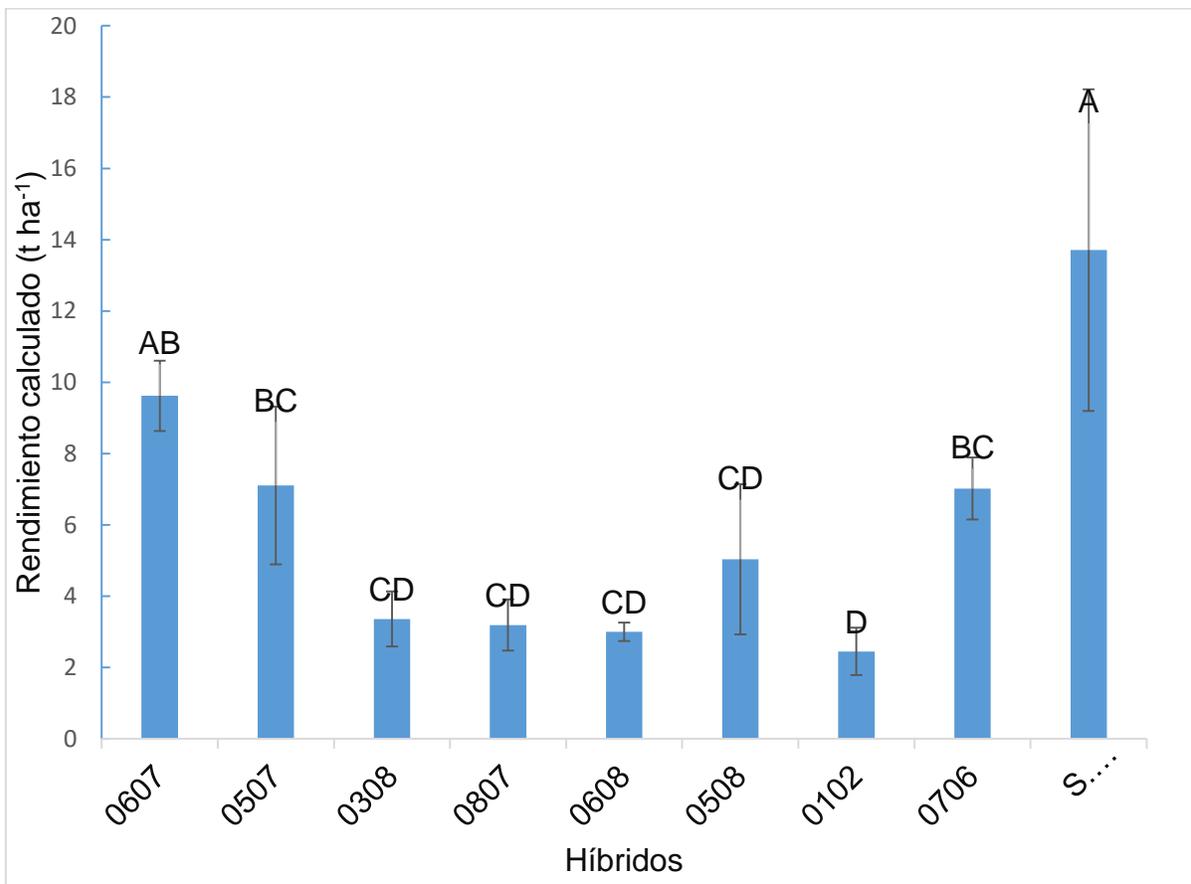


Figura 8. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable de rendimiento calculado en toneladas por hectárea, de híbridos de chile habanero bajo condiciones de acampo abierto, en la región sureste de Coahuila, México, las líneas verticales indican la desviación estándar.

7. CONCLUSIÓN

El híbrido experimenta de chile habanero que mostró mejor desempeño agronómico fue el 0607, siendo el que se mantuvo con mayor uniformidad y desempeño en la mayoría de las variables evaluadas, y fue estadísticamente similar al híbrido comercial el Súper Habanero F¹, por lo que se infiere, que, debido al buen potencial genético mostrado, el híbrido 0607, pudiera ser utilizado para su cultivo en Coahuila, siempre y cuando sea probado y validado en otros ambientes y lugares de cultivo.

BIBLIOGRAFIA

- Agroorganico. (Septiembre de 2023). Agroorganico. Obtenido de <http://www.agroorganico.info/mejoramiento-genetico-coloca-al-chile-habanero-en-el-mercado-internacional/>
- Ali, A., Bordoh, P.K., Singh, A., Siddiqui, Y. and Droby, S. 2016. Post harvest development of anthracnose in peppers (*Capsicum* spp): etiology and management strategies. *Crop protection* 90:132-141.
- Burton, B.D., L.D. Chandler and M.E. Miller. 1989. Relationship between pepper weevil and internal mold of sweet pepper. *Plant Disease*. 73: 170-173.
- Chávez-Díaz IF and Zavaleta-Mejía E. 2019. Molecular communication in the pathosystem *Capsicum* species-*Phytophthora capsici*. *Mexican Journal of Phytopathology* 37(2).
- FAOSTAT. 2019. Cultivos y productos de ganadería. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. Consulta realizada el 18 de septiembre de 2021. Disponible en línea: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>.
- Garza, U.E. 2000. El ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus*, nueva plaga del cultivo de chile en la Planicie Huasteca. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Ebano. Folleto técnico Num. 3 Tampico, Tamps. México. 19 p.
- Garza, U.E. 2001. (A) El barrenillo del chile *Anthonomus eugenii*, y su manejo en la Planicie Huasteca. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Ebano. Folleto técnico Num. 4 San Luis Potosí S.L.P., México. 15 p.
- Garza, U. E. 2001. (B) El minador de la hoja *Liriomyza* spp y su manejo en la Planicie Huasteca. INIFAP. CIRNE. Campo Experimental Ebano. Folleto técnico Núm. 5. San Luis Potosí, México, 14 p.
- González, E. T., Zúñiga A. J. y Vázquez F. F. 2018. Mejoramiento genético del chile habanero de la península de Yucatán. CICY. México. 371 p
- Hausbeck, M. K., & Lamour, K. H. (2004). *Phytophthora capsici* on vegetable crops: research progress and management challenges. *Plant disease*, 88(12), 1292-1303.
- INEGI. (2023). Información por identidad.
- INTAGRI. 2019. Usos y Mejoramiento Genético de Chile Habanero en México. Serie Hortalizas, Núm. 15. Artículos técnicos de INTAGRI. México. 3 p
- INTAGRI. 2022. Cultivo de Chile Habanero. Serie Hortalizas, Núm. 32. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p

- King, A.B. y J.L. Saunders. 1984. Las Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central. Overseas Development Administration. Turrialba, Costa Rica. pp 96-97.
- Lacasa, A. 1990. Acaros y tisanopteros en los cultivos protegidos mediterraneos. En: FIAPA (ed). I Curso Internacional sobre cultivos protegidos en zonas de clima árido y semiárido. Almeria. España. pp. 257- 271.
- Lamichhane, J.R., Dürr, C., Schwanck, A.A., Robin, M, H., Sarthou, J.P., Cellier, V., Messéan, A. and Aubertot, J.N. 2017. Integrated management of damping-off diseases. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 37: 10.
- Leclant, F. 1988. Efectos nocivos de los pulgones en las plantas cultivadas. Traducido por Peña M. R. y R. Bujanos M. En: Apuntes del V Curso Afidos de Importancia Agrícola en México. Sección de Graduados. Esc. Nal. de Ciencias Biológicas, IPN. Soc. Mex. Entomol. México, Mex.
- Mau, R.F.L. and J.L. Martín.K. 1991. *Liriomyza sativae* (Blanchard) Vegetable Leafminer. Department of Entomology. Honolulu, Hawaii, 4 p. 47
- Mau, R.F.L. and J.L. Martín K. 1994. *Anthonomus emigratella* (Busck). Department of Entomology. Honolulu, Hawaii. 5 p.
- Mau, R.F.L. and J.L. Martín K. 1998. *Myzus persicae* (Sulzer) Green Peach Apid. Department of Entomology. Honolulu, Hawaii.
- Manelli, E., R. E., Rodrigues, R., Gonzaga, P. M.,Pombo, S. C., and Karasawa, M. 2004. Inheritance of bacterial spot disease in *Capsicum annum* L. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 4:490-494
- Mendoza-Elos M, Zamudio-Álvarez L, Cervantes-Ortiz F, Chable-Moreno F, Frías-Pizano J, Gámez-Vázquez A (2020) Rendimiento de semilla y calidad de fruto de chile habanero con fertilización química y orgánica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11: 1749-1761.
- Morón, M.A. y R.A. Terrón. 1988. *Entomología Práctica. Una Guía para el Estudio de los Insectos con Importancia Agropecuaria, Médica, Forestal y Ecológica de México*. Instituto de Ecología, A.C. México, D.F. pp 417-419.
- Navarro, J. M., P. Flores, C. Garrido. y V. Martínez. 2006. Cambios en el contenido de compuestos antioxidantes en frutos de pimientos en diferentes etapas de maduración, afectadas por salinidad. *Química de alimentos*. 96(1):66-73.

- Oo MM, Oh SK. 2016. Chilli anthracnose (*Colletotrichum* spp.) disease and its management approach. *Korean Journal of Agricultural Science* 43:153-162.
- Pacheco, M.F. 1985. Plagas de los Cultivos Agrícolas en Sonora y Baja California. 1ª Ed. Edit. CIANO.SARH.INIA. Campo Agrícola Experimental Valle del Yaqui. Cd. Obregón, Sonora, México. pp. 222-223.
- Pérez, M. Márquez, F. y A. Peña. 1998. Mejoramiento genético de hortalizas. Segunda edición. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 380 p.
- Potnis, N., Timilsina, S., Strayer, A., Shantharaj, D., Barak, J. D., Paret, M.I., Vallad, G.E., and Jones, J.B. 2015. Bacterial spot of tomato and pepper: diverse *Xanthomonas* species with a wide variety of virulence factors posing a worldwide challenge. *Molecular Plant Pathology*: 16: 907–920.
- Pozo, O.; Montes, S. y Redondo, E. 1991. Chile (*Capsicum* spp.). Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. pp. 217-238. Palomino G, Castillo F, González V. A, Livera M. (eds.). Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C., Chapingo, México.
- Ramírez, M. M. y Méndez, A. R. 2018. Los chiles que le dan sabor al mundo. Mejoramiento genético de los chiles comerciales en México. IRD. Universidad Veracruzana. México. 286-300 p.
- Ramírez Meraz, Moisés, Gerardo Arcos Cavazos, and Reinaldo Méndez Aguilar. (2018). Jaguar: Cultivar de Chile Habanero Para México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9 (2), 487– 92. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1089>.
- Ruiz-Lau, N. (2011). revista ciencia. Obtenido de http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_3/PDF/Habanero.pdf
- SAGARPA. (2015). Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/produccion-del-chile-mexicano>
- SAGARPA. (2023). Gobierno de Mexico. Obtenido de <https://www.gob.mx/firco/articulos/chile-habanero-con-denominacion-de-origen?idiom=es>
- Santana, N. Díaz, P. R. y Zuñiga, J. J. 2014. Chile habanero. *Gaceta siidetey* N° 48. 37 p
- Santana, N. B. 2018. Mejoramiento genético del chile habanero de la península de Yucatán. Capítulo 4: Los recursos genéticos de *Capsicum chinense* Jacq. en la Península de Yucatán. Caracterización de variedades “criollas” de chile habanero. CICY. México. 45-51 p.

- SIAP. 2021. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentarias y Pesquera. Consulta realizada 15 de septiembre de 2021. Disponible en línea: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Sifuentes, I. A., C. N. Urbano y K. F. Byerly. 1991. Ciclo biológico, fluctuación poblacional de mosquita
- Soria, F. M., A. Trejo, J. Tun, R. Saldívar (2002), Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (*Capsi - cum chinense* Jacq.), Secretaría de Educación Pública/ SEIT/Instituto Tecnológico Agropecuario de Conkal, Yucatán, pp. 1-21.
- Tun-Suárez, J.M., Castillo-Peraza, M.E., Cristóbal-Alejo, J. y Latournerie-Moreno, L.2011. Etiología de la mancha foliar del chile
- Waterhouse, D.F. y K.R. Norris.1987. *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). In: Biological Control Pacific Prospects. Inkata Press: Melbourne. 454 p.