

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Evaluación de Híbridos de Chiles Serrano, Santa Fe y Anaheim en el Sureste de Coahuila.

Por:

CAROLINA GARCÍA ALBARRÁN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de Híbridos de Chiles Serrano, Santa Fe y Anaheim en el Sureste de Coahuila.

Por:


CAROLINA GARCÍA ALBARRÁN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

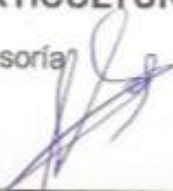
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría



Dr. Alberto Sandoval Rangel

Asesor Principal



M.C. Raúl Alejandro Ramos Salazar

Asesor Principal Externo



Ing. Gerardo Rodríguez Galindo

Coasesor



Dra. Laura Raquel Luna García

Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2024

Declaración De No Plagio

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

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, 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 el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo es original.

Autor principal


_ Carolina García Albarrán _
Firma y Nombre

AGRADECIMIENTOS

A mi **ALMA MATER**: Por recibirme con los brazos abiertos, por ser mi segunda casa, por enseñarme tanto y por darme tanto, por tanta felicidad que me brindaste, siempre diré con un orgullo que soy buitre.

Al Dr. Alberto Sandoval Rangel: Por creer y confiar en mí plenamente, por abrirme las puertas de su casa cuando más lo necesitaba, por guiarme, enseñarme, por hacer de mi último año el mejor, llevare y guardare en mi corazón cada enseñanza, palabra e incluso regaño, gracias por tanto Doc.

Al M.C. Raúl Alejandro Ramos Salazar, Por enseñarme, porque más que un coasesor fuiste y eres mi amigo, por hacer esos días menos tediosos, por tenerme la paciencia que merecía, por no cansarte, por seguir enseñándome día con día algo nuevo.

A la Dra. Laura Raquel Luna García: Gracias por su amor, su dedicación, su amistad, por tener las palabras correctas en los momentos adecuados, por su enorme y hermoso corazón, la llevare en mi mente y corazón todo el tiempo.

A Dios: Por darme la vida y la dicha de estar aquí viviéndola y disfrutándola.

DEDICATORIAS

A mi mamá

Sofía Albarrán Catalán: Por tu amor, paciencia y cariño, por darme la vida, gracias a ti soy quien soy el día de hoy, eres mi mayor inspiración, la persona que más admiro, créeme mamá que este es el primer logro de muchos y todos ellos serán por y para ti, te amo con el alma.

A mi papá

Bonifacio Bernabé García Bracamontes: Por todos los días en los que te decía que ya no podía y estabas ahí al pie de lucha junto conmigo dándome ánimos, por tu apoyo incondicional, por creer en mí, por amarme de una manera tan inexplicable, gracias papá, este trabajo y logro es para ti también, te amo con el alma.

A mis hermanos

Adriana García Albarrán: Gracias por ser mi confidente, por ser ese apoyo, por amarme, cuidarme, protegerme, por las veces que me decías que, si se podía y ve, si se pudo, gracias por no dejarme sola y siempre estar ahí, este logro es tuyo, te amo desde lo más profundo de mi alma hermana, tú y yo hasta el infinito.

Gustavo García Albarrán: Por las risas, los enojos, los llantos, el mejor compañero de vida que pude tener, mi cómplice en muchas travesuras y secretos, crecí contigo y tu conmigo, me diste grandes historias que contar, aunque espero que sigan siendo más, te amo hermano por favor quédate siempre, porque siempre te necesitare.

A mis segundos padres

Alicia Gema Buendía Figueroa y Gilberto García Albarrán: Por ser las personas que me dieron un amor bonito, por creer en mí y confiar en que podía hacer esto, estuvieron, están y confío que estarán en los mejores momentos de mi vida y donde más voy a necesitar de ustedes, los amo.

A mis sobrinos

Mya Sofía y Mauricio Jiménez García: Por ser mi motor, por amarme y amarlos tanto, porque gracias a ustedes mi vida comenzó a sonar tan bonita, por las risas,

enjos, han sido y seguirán siendo mis cómplices de muchas travesuras y aventuras, gracias infinitas por llegar a mi vida, los amo con todo mi ser.

A mis abuelos:

Cira Bracamontes García†: Por todo el amor tan bonito que me diste, por tus apapachos, tus palabras de sabiduría, fortaleza y aliento, por no dejarme sola en ningún momento, porque a pesar de la distancia yo podía marcarte y tenías las palabras correctas siempre, porque me educaste con tanto amor que no se que hacer con tanto, te amo, te amé y te amaré toda mi vida abuela, gracias por dejar algo de ti en mí, te estoy extrañando con el alma. Fuerte, Audaz y Valiente.

Gilberto García Bernardino†: Por tus buenas palabras, por enseñarnos tanto, el amor hacia el campo y el trabajo, gracias por todo, te amo

Francisco Albarrán Rayo† y Ricarda Catalán Villalba†: Por darme de su cariño, por ser quienes son, por los momentos bonitos que me dieron durante mi infancia, los amo.

A mis amigos:

Yarit Hernández Martínez: Gracias por absolutamente todo, por tu amor, por tu tiempo, por las risas, por los enjos y los llantos, porque creíste en mi cuando nadie lo hacía, porque me diste ánimos, gracias infinitas, te amo Yayis.

Karla Yurem Morgado: Por llegar en el momento adecuado, por cuidarme y cuidar de mi corazón, por hacerme reír lo suficiente hasta que se me olvidara todo lo malo, por ser mi roomie y mi compañera de aventuras, por tus apoyos, detrás de todo esto estas tú, con tus ánimos y palabras, gracias por ser mi amiga leal, te amo.

Carlos Sánchez Vajam: Gracias por ser ese amigo que nunca me dejo sola, por hacer mi último semestre especial y tan bonito, por tu amor incondicional, por tu gran corazón, por las mil aventuras que tuvimos, por ayudarme cuando más lo necesite, por hacer esos días tanto de cosecha como de laboratorio más divertidos y no dejarme morir sola, siempre tenías y tendrás las palabras correctas en el momento indicado, te amo.

Itiel Jonguitud, Ady Hernández, Karla Rivera, Nayeli Espinosa, Andrés Loera y Dalay Jasso: Gracias por los momentos tan bonitos y especiales, cada uno de ustedes estuvieron y no dudo que estarán cuando más los necesite, gracias por brindarme una casa, una amistad y una lealtad inmensa, son parte importante en mi vida y los quiero en ella siempre, los adoro.

Cesar Jafet García e Ismael Lujan: Gracias por estar en los momentos tantos buenos como malos, aprendí mucho de ustedes y deseo seguir aprendiendo aún más, los adoro demasiado.

Mis novatos:

Marcos Rodríguez Moreno y Sergio Emiliano Martínez Trinidad: Por no rajarse en ningún momento cuando más necesite de su ayuda, por las pláticas que teníamos, por dejarse aconsejar y por escucharme, por la gran amistad que formamos y el cariño que les tome que se de sobra que es mutuo, no dudo que serán unos excelentes ingenieros.

A mis hermanas de otros padres.

Marisol, Wendy y Alexa Sandoval: Gracias por todos sus consejos, apapachos, por hacerme sentir bien y su valiosa ayuda en cada momento, por quererme tanto, por los momentos de felicidad que me dieron, saben de sobra que es mutuo y aquí tienen una hermana siempre, las adoro.

A mis compañeras de una nueva aventura que comencé:

Cristina Jazmín Suarez Luis, Hannia Lizeth Coyotl Huerta y Lizbeth Garces Domínguez: Gracias por estar ahí, por llegar a mi vida en un momento donde no contemplaba encontrarlas y conectar tan bonito, me hicieron muy felices y menos tediosas mis prácticas, espero que este sea el principio de una bonita amistad, las adoro y las extraño.

INDICE

Contenido	
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Objetivo	4
Hipótesis	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Importancia del cultivo	5
Producción mundial	6
Producción nacional	6
Serranos:	8
Santa Fe:	9
Anaheim o Chilacas:	10
Agronomía del cultivo	11
Raíz	11
Hoja	11
Flor	12
Fruto	12
Semilla	13
Taxonomía del cultivo	13
Requerimientos edafoclimatológicos	13
Temperatura	13
Irrigación	14
Suelo	14
Usos	14
MATERIALES Y MÉTODOS	15
Localización del sitio experimental	15
Descripción del estudio	15
Actividades para el establecimiento del estudio	16
Preparación del terreno	16
Producción de Plántula y Trasplante	16
Tutorado	16
Deshierbe	16

VARIABLES A EVALUAR	16
VARIABLES DE CRECIMIENTO	16
Altura de planta	16
Longitud de entrenudos	17
Diámetro de tallo	17
Número de bifurcaciones	17
Número de plantas muertas	17
Área foliar	17
Biomasa fresca	17
Biomasa seca	17
Unidades SPAD	17
VARIABLES DE PRODUCTIVIDAD	17
Número de frutos	17
Peso del fruto	17
VARIABLES DE CALIDAD DEL FRUTO	17
Peso promedio del Fruto	17
Diámetro polar	18
Diámetro ecuatorial	18
Firmeza	18
Grueso de pericarpio	18
Análisis estadístico	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
Diámetro de tallo	21
Altura de planta	22
Numero de bifurcaciones	23
Distancia entrenudos	25
Largo y ancho de fruto	26
Firmeza y grosor de mesocarpio	28
Peso de frutos	29
Frutos por planta	31
Cosecha por planta	32
SPAD	33
CONCLUSIÓN	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los híbridos evaluados.....	15
Tabla 2. Diámetro de tallo en las distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim.....	21
Tabla 3. Altura de planta en las distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim.....	23
Tabla 4. Número de bifurcaciones en las distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim.....	24
Tabla 5. Distancia entre nudos en las distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim.....	26
Tabla 6. Largo, ancho de fruto en distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim.....	27
Tabla 7. Firmeza y grosor de mesocarpio en distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim.....	29
Tabla 8. Peso de frutos en distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim.....	30
Tabla 9. Frutos por plantas en distintas variedades de chile tipo Santa Fe y Serrano...	31
Tabla 10. Cosecha por planta en distintas variedades de chile tipo Santa Fe y Serrano.	32
Tabla 11. Clorofila en las distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim.....	33

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fruto de chile Serrano.....	8
Figura 2. Fruto de chile Santa Fe.....	9
Figura 3. Fruto de chile Anaheim.....	10
Figura 4. Fruto de El Dorado.....	19
Figura 5. Fruto de 2124-04.....	19
Ilustración 6. Fruto de Gallardon.....	20

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue; Evaluar el crecimiento, rendimiento y la calidad de híbridos de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim, de la empresa Nongwoo Bio®. Se evaluaron 3 híbridos de chiles Santa Fe o Santa Fe, tres de Serrano y 3 de Anaheim. Cada híbrido se evaluó entre repeticiones y cada repetición constó de un surco con acolchado de polietileno plata-negro de 10 m de largo y una separación entre surcos de 1.4 m. Se plantó a doble hilera con una separación entre hileras y plantas de 0.3 m., en un diseño de bloques completos al azar. Los resultados muestran que; Los chiles tipo Santa Fe o Santa Fe, no mostraron diferencias significativas en el crecimiento y la producción total. No obstante, en la primera cosecha, las variedades 21-2404 y El Dorado mostraron un mejor rendimiento y mayores tamaños de los frutos, mientras que la variedad Gallardón se destacó por la firmeza de sus frutos. Para el chile tipo Serrano, no hubo diferencias significativas en la altura de la planta, diámetro del tallo y variables de calidad del fruto. Sin embargo, San Luis y Torete presentaron distancias entre nudos significativamente menores en comparación con 21-2205 y Plata. La variedad Plata sobresalió por el mayor peso de sus frutos y un mayor número de frutos por planta, siendo la más productiva. En el caso del chile tipo Anaheim, no se observaron diferencias significativas en las variables estudiadas, excepto en la estimación de clorofila, donde las variedades 21-2628 y Maverick mostraron mayores unidades SPAD en comparación con 21-2603.

Palabras clave: Evaluación de chiles, Nuevas variedades.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the growth, yield, and quality of Santa Fe, Serrano, and Anaheim chili hybrids from Nongwoo Bio®. Three hybrids of Santa Fe or Santa Fe chilis, three of Serrano, and three of Anaheim were evaluated. Each hybrid was assessed across repetitions, with each repetition consisting of a 10-meter-long row with silver-black polyethylene mulch and 1.4-meter spacing between rows. The plants were grown in double rows with 0.3-meter spacing between rows and plants, in a randomized complete block design. The results show that Santa Fe or Santa Fe chilis did not exhibit significant differences in growth and total production. However, in the first harvest, the 21-2404 and El Dorado varieties showed better yield and larger fruit sizes, while the Gallardón variety stood out for its fruit firmness. For Serrano chilis, there were no significant differences in plant height, stem diameter, and fruit quality variables. However, San Luis and Torete had significantly shorter internodal distances compared to 21-2205 and Plata. The Plata variety excelled with the highest fruit weight and the most fruits per plant, making it the most productive. In the case of Anaheim chilis, no significant differences were observed in the studied variables, except for chlorophyll estimation, where the 21-2628 and Maverick varieties showed higher SPAD units compared to 21-2603.

Keywords: Chili evaluation, new varieties.

INTRODUCCIÓN

El chile es uno de los cultivos agrícolas más importantes en México (SIAP-2022), dado que nuestros ancestros lo incorporaron a sus hábitos alimenticios, volviéndose un producto con renombre a nivel internacional. En efecto, varios autores concuerdan en que este cultivo figura entre las principales hortalizas cultivadas mundialmente (FOASTAT, 2020). En los últimos años, México ha experimentado un aumento notable en la producción de chiles desde el año 2020, llevando al país a asegurar el segundo puesto en la clasificación global, con una producción superior a los 3 millones de toneladas anuales. (INIFAP, 2022) Además, este cultivo se sitúa en el octavo lugar en términos de valor en la esfera de la agricultura nacional, y su diversidad genética abarca todo el territorio mexicano. Con más de 100 variantes identificadas, únicamente alrededor de 25 se comercializan en su estado fresco, mientras que 12 se ofrecen en forma deshidratada.

En México, los chiles frescos se ubican en dos grupos; Dulces (morrón, pimienta o Bel Pepper) y picosos en este grupo, se emplean principalmente 10 tipos, entre las cuales destacan; el Jalapeño, Serrano, Poblano, Manzano, Mirasol, Chile de árbol, Habanero, Chilaca, Anaheim, Santa Fe o Santa Fe. En este estudio se eligieron híbridos de Serrano, Chilaca, Anaheim y Santa Fe, proporcionados por la empresa Nongwoo Bio®. Esta empresa busca evaluar estos híbridos de chile bajo rigor científico, como parte de su programa de producción y promoción.

Con base en lo anterior, este estudio tuvo como objetivo;

Objetivo

Evaluar cuatro híbridos de chile Serrano, tres de Santa Fe y tres de Anaheim en campo abierto en Saltillo, Coahuila.

Hipótesis

Los híbridos tendrán un comportamiento diferente en cuanto a crecimiento, productividad y/o calidad.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del cultivo

La producción global de chiles ha experimentado un notable aumento en las últimas dos décadas, pasando de 2.4 millones de toneladas de chiles secos y 20.8 millones de toneladas de chiles frescos a 4.2 millones de toneladas de chiles secos y 38 millones de toneladas de chiles frescos (FAOSTAT, 2021).

La extensión de tierra dedicada al cultivo de chiles ha mostrado una tendencia similar, registrando un aumento de aproximadamente el 35% en las últimas dos décadas, alcanzando un total de 3.7 millones de hectáreas. La producción de chiles frescos se distribuye en 126 naciones, siendo China el principal productor con 18.9 millones de toneladas anuales, seguido de México con 3.2 millones de toneladas. Por otro lado, los chiles secos se cultivan en 70 países, destacando a la India como el principal productor con 1.7 millones de toneladas, seguido de cerca por Tailandia con 348 mil toneladas (FAOSTAT, 2021). El valor económico de la producción global de chiles ha experimentado un constante aumento desde 1991, convirtiéndose en una valiosa fuente de ingresos para los agricultores en numerosos países. Esto ha otorgado a los chiles un papel significativo en el comercio internacional (Tripodi y Kumar, 2019)

Producción mundial

A nivel mundial, el chile figura como uno de los principales cultivos de hortalizas, con una producción total de 36,771,482 toneladas (FAOSTAT, 2020) lo que representa un aumento del 2.17% con respecto al año 2017. La extensión de tierra destinada al cultivo de chile también experimentó un incremento del 1.4% durante el mismo período. Este aumento sigue una tendencia que se ha mantenido constante en los últimos 11 años (INTAGRI, 2020)

De manera paralela, el rendimiento promedio del chile en todo el mundo ha evolucionado de 15.5 toneladas por hectárea en 2008 a 18.5 toneladas por hectárea en 2018. En cuanto a los países destacados por su producción de chile, en 2018, China encabezó la lista como el principal productor a nivel global, con un impresionante 49.45% de la producción total, seguido por México con un 9.19%, Turquía con un 6.95%, Indonesia con un 6.91% y España con un 3.47%. Estos cinco países representaron más del 75% de la producción mundial de chile y el 67.67% de la superficie cosechada en ese mismo año.

Dentro de este grupo de países, España logró el rendimiento más alto por unidad de superficie, alcanzando los 6.2 kg/m², seguido de cerca por Turquía con 2.77 kg/m², China con 2.36 kg/m², México con 2.15 kg/m² e Indonesia con 0.82 kg/m². No obstante, es importante señalar que, según los datos de la (FAOSTAT, 2020) algunos países a nivel global superaron los 20 kg/m² de rendimiento en 2018, como el Reino Unido con 31.85 kg/m², Bélgica con 28 kg/m² y Países Bajos con 27 kg/m². Esto se debe en gran medida al avanzado desarrollo tecnológico que estos países han aplicado en la producción bajo invernadero (INTAGRI, 2020)

Producción nacional

El chile contribuye significativamente, representando un 20.2% de la producción total de hortalizas a nivel nacional. Según el informe del SIAP (2020), en el año 2019 se alcanzó una producción nacional de chile de 3,238,244.81 toneladas. Durante los últimos 15 años, la extensión de tierra destinada al cultivo de chile ha oscilado en un rango de alrededor de 40,000 hectáreas, manteniéndose en un promedio anual de 147,000 hectáreas en todo el país. A

pesar de esta estabilidad en la superficie cultivada, la producción ha experimentado un incremento de más de un millón de toneladas durante este período. Este aumento se relaciona en gran medida con el crecimiento en el rendimiento promedio por hectárea, que pasó de 13.86 toneladas por hectárea en 2005 a 21.65 toneladas por hectárea en 2019.

El aumento en la producción de chile en México está estrechamente vinculado al desarrollo de la horticultura protegida. La implementación de estructuras de protección, como casas sombra, invernaderos y macro túneles, junto con la adopción de mejores prácticas en la gestión agronómica, sanitaria, nutricional y de inocuidad, ha permitido un notable aumento en el rendimiento por unidad de superficie. Para destacar el impacto de la horticultura protegida en la producción de chile, se pueden observar diferencias significativas en los rendimientos. El SIAP (2020) informa que, en el año 2019, el rendimiento promedio en la agricultura protegida fue de 12.3 kg/m², mientras que en campo abierto fue de solo 1.8 kg/m².

El uso de estructuras de cubierta en el cultivo de chile no solo ha influido en la producción, sino que también ha mejorado la calidad y la inocuidad de los frutos, lo que ha permitido aumentar las exportaciones. Esto ha tenido un impacto económico considerable, triplicando el valor de la producción de chile en los últimos 15 años. La importancia del chile en México va más allá de su papel en la gastronomía, ya que desempeña un papel crucial en la generación de ingresos y empleo, tanto directa como indirectamente. En 2019, Sinaloa lideró la producción de chile en México, aportando el 23.4% del total nacional, seguido de Chihuahua (21%), Zacatecas (13.9%), San Luis Potosí (9.9%) y Sonora (5.94%). Estos cinco estados concentraron el 74.2% de la producción nacional. Zacatecas, por otro lado, tuvo la mayor superficie cosechada de chile en 2019, representando el 23.7% de la superficie total. El rendimiento promedio por estado varió desde 3.98 hasta 53.5 toneladas por hectárea. Sinaloa también lideró en la superficie de cultivo de chile bajo agricultura protegida, con 793 hectáreas en 2019, lo que representa el 39.2% de la superficie nacional bajo cubierta. Guanajuato, Jalisco,

Querétaro y Sonora completan la lista de estados con una gran superficie de cultivo bajo agricultura protegida. México cuenta con una amplia diversidad de chiles, pero los de mayor importancia económica, según el valor de su producción, son el pimiento morrón, el jalapeño, el poblano, el serrano, el anaheim y la chilaca. El pimiento morrón, en particular, se destina principalmente al mercado de exportación, representando el 86% del volumen exportado de chiles en 2019. También se exportan otros chiles picantes, como el anaheim, el serrano y el jalapeño, aunque en menor cantidad.

La época de mayor producción y exportación de chile en México es el ciclo de otoño-invierno debido al alto rendimiento, la alta calidad de los frutos y los precios elevados que alcanza durante esta temporada. Sin embargo, esta producción debe llevarse a cabo en invernaderos debido a las restricciones ambientales que limitan el cultivo al aire libre en gran parte del país durante el invierno (INTAGRI, 2020).

Breve descripción de los chiles

Serranos: El chile serrano, también llamado chile verde, tiene una gran relevancia en México y se cree que proviene de las Sierras del norte de Puebla e Hidalgo. Sus frutos tienen forma triangular y varían en tamaño, desde 2 cm hasta más de 8 cm de longitud. Rincón et al. (2010)



Figura 1. Fruto de chile Serrano

Santa Fe: Estos chiles también llamados Caloros o caribes. El fruto es una baya de forma cónica alargada, con un tamaño promedio de 15 cm de longitud y 6 cm de diámetro en su base. Presenta colores que van desde el verde amarillo o verde oscuro hasta un rojo intenso y brillante cuando alcanza la madurez. El pericarpio, que es la capa externa del fruto, tiene un grosor de 1 a 3 mm. El pedúnculo, que es la parte que une el fruto a la planta, es grueso (entre 3 y 6 mm), liso al tacto y mide aproximadamente 3 cm de largo. Rincón et al. (2010)



Figura 2. Fruto de chile Santa Fe

Anaheim o Chilacas: Es conocido por ser uno de los más largos, ya que su longitud puede variar entre 17.0 y 34.0 cm, con un ancho de 2.1 a 5.6 cm. Su forma es ondulada y su color es predominantemente verde oscuro cuando está inmaduro, transformándose en tonos de café con algunas áreas rojizas a medida que madura. Rincón et al. (2010)



Figura 3. Fruto de chile Anaheim

Agronomía del cultivo

Raíz

El sistema radicular de los chiles se caracteriza por una raíz principal robusta con raíces laterales que se extienden a lo largo del eje. La mayoría de estas raíces tienden a concentrarse en las capas superficiales del suelo, distribuyéndose horizontalmente en un rango de 30 a 50 cm y alcanzando una profundidad de 30 a 60 cm. En las variedades modernas, la masa radicular es comparativamente pequeña en relación con el tamaño total de la planta, representando aproximadamente el 10% de su peso total. Este porcentaje tiende a decrecer gradualmente a medida que la planta aumenta su proporción de hojas y tallos. (Bosland & Votava, 2012).

Tallos

Los tallos de los chiles exhiben una notable variabilidad. Durante su etapa temprana, tienden a presentar una forma angular, pero su sección transversal suele volverse circular a medida que maduran. En su longitud, los tallos pueden presentar antocianinas, las cuales pueden o no estar presentes en los nudos. Respecto a su textura, pueden variar entre ser glabros, pubescentes o mostrar una gradación que va desde completamente liso hasta pubescente. (Bosland & Votava, 2012).

Hoja

La mayoría de las variedades de *C. annuum* desarrollan un tallo único que lleva entre ocho y 15 hojas antes de la aparición de la primera flor. El número de hojas que emergen antes de la primera floración parece estar influenciado por la temperatura y el genotipo de la planta. Las hojas presentan una variación en su tamaño, forma y color. La mayoría son simples, enteras y simétricas, con una

textura que puede ser suave y brillante o áspera y sin pelos. Algunas variedades presentan hojas pubescentes, como es el caso de los chiles tipo serrano y especialmente en la especie *C. pubescens* (Pérez-Grajales & Castro-Brindis, 2008). La lámina foliar puede ser ovada, elíptica o lanceolada (Bosland & Votava, 2012).

Flor

Las flores características de las plantas del género *Capsicum* son pentámeras, hermafroditas y presentan un ovario súpero. En la mayoría de las especies, la corola es rotada, constando de cinco a siete pétalos que tienen una longitud que varía de 10 a 20 mm, con la excepción de *C. cardenasii* y *C. tovarii*, cuyas corolas son campanuladas. El diámetro de las flores de *C. annuum* oscila entre 10 y 15 mm, aunque en las especies silvestres suelen ser más pequeñas. El color de la corola varía según la especie, pudiendo ser sólido o tener manchas, siendo mayoritariamente de color blanco. No obstante, en algunas accesiones de *C. annuum* se pueden encontrar corolas de color morado, mientras que en *C. frutescens* son de tonalidad verde claro, y en *C. eximium*, *C. pubescens* y son de color púrpura (Bosland y Votava, 2012).

Fruto

Existe una gran diversidad con respecto a la forma de los frutos, tamaño y color dentro del género *Capsicum*. Entre los distintos tipos, la longitud puede variar desde menos de 1 cm hasta 32.5 cm. Los niveles de pungencia, causado por los capsaicinoides (capsaicina y dihidrocapsaicina) también varía entre cultivares y estados de desarrollo del fruto. Normalmente presenta semillas y tiene dos o más lóculos, cada uno dividido por una placenta central. La placenta tiene vesículas que producen los capsaicinoides, y su rol más importante es el suministro de nutrientes hacia las semillas (Bosland & Votava, 2012).

Semilla

Las semillas de *Capsicum* son numerosas, pequeñas y tienen una forma aplanada y comprimida, que puede ser suborbicular o más o menos reniforme, con un margen estrecho. La testa de las semillas puede ser tanto reticulada-rugosa como lisa. El embrión suele estar fuertemente curvado o circinado, y el endospermo es carnoso. La radícula es de forma cilíndrica en la parte más ancha, mientras que los cotiledones son semicirculares (WFO, 2021).

Taxonomía del cultivo

Según Roskov et al. (2020), la clasificación taxonómica del género *Capsicum* es la siguiente:

Reino: *Plantae*

Filo: *Tracheophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Capsicum* L

Requerimientos edafoclimatológicos

Temperatura

Los chiles, al ser cultivados en estaciones cálidas, demandan condiciones de desarrollo que se asemejan a las necesarias para el cultivo de tomates y berenjenas. Progresan de manera óptima en temporadas extensas sin heladas, lo que favorece altos rendimientos. Sin embargo, las plantas son sumamente vulnerables a las heladas y su crecimiento se ve obstaculizado considerablemente en entornos con temperaturas entre 5 y 15 °C (Bosland & Votava, 2012).

Irrigación

En áreas con precipitaciones regulares y abundantes, el riego no es una necesidad. No obstante, en regiones áridas y semiáridas, el riego resulta crucial para asegurar la humedad adecuada en el suelo, la cual debe mantenerse entre 600 y 750 mm a lo largo del ciclo de cultivo. A pesar de su relativa tolerancia a la sequía, los chiles tienden a sufrir una contracción en su desarrollo bajo condiciones extremas. Se ha observado que estos son sensibles a la escasez de agua durante los procesos de floración y fructificación (Bosland & Votava, 2012).

Suelo

Al igual que en la mayoría de los cultivos, los suelos óptimos para el cultivo de chiles son aquellos que presentan una textura media a franco-arenosa, son profundos, y tienen un buen drenaje que retiene la humedad y cuenta con una cantidad adecuada de materia orgánica. La mayoría de las plantaciones de chiles se llevan a cabo en suelos con un nivel de pH que oscila entre 7.0 y 8.5 (Bosland & Votava, 2012).

Usos

Los chiles son versátiles en su uso y pueden ser consumidos frescos, cocidos o empleados como condimentos en platos tradicionales. La industria aprovecha su potencial mediante la producción de una amplia gama de productos que incluyen chiles congelados, deshidratados, encurtidos y enlatados. Además, se utilizan en la preparación de pastas y una infinidad de salsas. Su versatilidad también se refleja en su aplicación en la obtención de colorantes y resinas para propósitos industriales. Además, los chiles son reconocidos por su uso en la medicina tradicional (Ruiz-Bello, Nava-Tablada, Landeros-Sánchez, & Díaz-Padilla, 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio experimental

El experimento se estableció en el área experimental del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila en las coordenadas 25° 21' 21.6" LN y 101° 02' 10.3" LO con una altura de 1742 msnm. Periodo abril a noviembre del 2023.

Descripción del estudio

Se evaluaron 3 tipos de chile Santa Fe o Caribe, 4 de Serrano, 3 de Anaheim de la empresa Nongwoo Bio.

Tabla 1. Descripción de los híbridos evaluados

Chile	Genotipo
Santa Fe	El Dorado
Santa Fe	21-2404
Santa Fe	Gallardon
Serrano	San Luis
Serrano	Torete
Serrano	21-2205
Serrano	Plata
Anaheim	21-2603
Anaheim	21-2628
Anaheim	Maverick

Cada genotipo se evaluó en 3 repeticiones o bloques y cada repetición fue un surco, plantada a doble hilera a 30 cm de distancia entre plantas e hileras. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, donde la parcela grande será el tipo de chile, la parcela mediana el híbrido.

Actividades para el establecimiento del estudio

Preparación del terreno

Se formo y acolcho camas de siembra de 40 metros de longitud y 1.4 m de separación, el ancho de la cama acolchada fue 0.8 m de ancho y 0.3 m de alto. Se complementó la fertilización por fertirrigación en base a la solución nutritiva Steiner ajustada para pimiento (Acea, 2021). El riego fue por goteo con emisores a 20 cm y un gasto de 1.0 L por hora por emisor.

Producción de Plántula y Trasplante

La planta se produjo en charolas de poliestireno expandido de 200 cavidades, con Peat Moss® como sustrato. A los 30 días posteriores a la siembra se realizará el trasplante, colocando las plantas en sistema “tresbolillo”.

Tutorado

Se utilizo tutorado tradicional con estacas a 4 m e hilo de rafia en ambos costados de la planta. Se colocaron hilos a los 20, 40 y 60 cm de altura de la planta.

Deshierbe

Las malezas se controlaron de forma manual.

Variables a evaluar

Se tomaron en cuenta variables de crecimiento, productividad y calidad del fruto.

Variables de crecimiento. Estas variables se midieron cada semana, a excepción de las variables de biomasa, y área foliar.

Altura de planta. Se midió con un flexómetro desde la base de la planta, hasta el ápice. El resultado se expresó en cm planta⁻¹.

Longitud de entrenudos. Se midió la longitud de los entrenudos. El resultado se expresó en cm.

Diámetro de tallo. Empleando un vernier digital marca modelo, se midió el diámetro de los tallos, expresando el resultado en mm.

Número de bifurcaciones. Se contaron el número de bifurcaciones ne la planta.

Número de plantas muertas. Las plantas muertas se extrajeron cada semana y se identificó la causa de muerte con apoyo del Departamento de Parasitología de la UAAAN.

Área foliar. Se contarán las hojas por planta de 3 plantas por repetición en cada tratamiento, se seleccionarán 3 hojas representativas por cada planta (por tamaño) y se medirá su área con la aplicación Petiole (Petiole LTD).

Biomasa fresca. Al término del experimento se extraerán 3 plantas por repetición de cada tratamiento, se dividirá en raíz y parte aérea y se pesará en una balanza digital.

Biomasa seca. Las muestras obtenidas en el punto anterior se secarán en un secador solar y una vez secas se pesarán en una balanza digital.

Unidades SPAD. Se medirá con un medidor de clorofila portátil de plantas marca MaquiGra, se midió 3 ocasiones, cada 30 días, iniciando al mes después del trasplante.

Variables de productividad

Se realizaron 2 cortes. Para estas variables se cosechó el total de las plantas de cada repetición, y se medirán:

Número de frutos. Se contabilizó el número de frutos obtenidos en cada corte, por cada tratamiento.

Peso del fruto. Se pesó el total de frutos obtenidos en cada cosecha, para cada tratamiento el resultado se expresará en kg.

Variables de Calidad del Fruto

Peso promedio del Fruto. Se obtuvo al dividir el peso entre el número de los frutos obtenidos en cada corte.

Para las siguientes variables, en cada corte se tomaron 3 frutos al azar de cada repetición, y se midió:

Diámetro polar. Con un vernier digital se midió el diámetro polar de 3 frutos por repetición de cada tratamiento, los resultados se expresaron en mm.

Diámetro ecuatorial. Con un vernier digital se midió el diámetro ecuatorial de 3 frutos por repetición de cada tratamiento, los resultados se expresaron en mm.

Firmeza. Empleando un penetrómetro analógico, se midió la firmeza de 3 frutos por repetición de cada tratamiento, expresando los resultados en lbf.

Grueso de pericarpio. Se seccionó transversalmente 3 frutos por repetición de cada tratamiento y se midió el pericarpio con un vernier digital.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron con un diseño de bloques completos al azar. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) ($p \leq 0.05$), y una prueba de comparación de medias de LSD de Fisher ($p \leq 0.05$). Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico Infostat v. 2020 (Infostat Inc., Córdoba, Argentina).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Chiles Santa Fe

El Dorado: Planta de un tamaño bueno, resistente al trasplante entre 50 a 70 cm de altura. Madurez temprana, fruta entre 50-90 g, con una longitud de 9.30 a 12.43 cm, diámetro de 3.93 a 4.26 cm, un color muy atractivo, amarillo con verde pared gruesa de 4 a 5 mm, buena calidad de la fruta, su vida de anaquel es muy corta, de rápida maduración y cambio de color amarillo a rojo en 4 días



Figura 4. Fruto de El Dorado

2124-04: Planta de buen tamaño, fuerte vigor y madurez temprana, fruta entre 50 a 65g, con una longitud de 9.66 a 14.15 cm, diámetro de 3 a 5 cm, un color muy elegante, completamente amarillo, buena calidad de la fruta, un picor muy aceptable, su vida de anaquel es muy resistente, a los 8 días cambio su color a rojo.



Figura 5. Fruto de 2124-04

Gallardon: Planta Tipo Santa Fe, con un buen vigor de la planta, madurez temprana, con un cuajado concentrado. Fruta 80-90g, longitud 10.5 - 11.5cm, diámetro 4.5-5.5cm Atractivo color típico amarillo-verdoso, pared gruesa, buen tamaño y calidad de la fruta, su vida de anaquel no es mala ni buena, cambio su color a los 6 días.



Ilustración 6. Fruto de Gallardon

Chiles Serranos

San Luis: Planta frondosa, con una altura de 30 a 60 cm de altura, Las frutas son de color verde oscuro brillante con piel lisa, con muy buenas bifurcaciones y excelente floreo.

Torete: Este material es un híbrido serrano de madurez media y de planta muy fuerte, con altura de 28 a 55 cm, las frutas verdes brillantes con piel suave y la forma de esta fruta es recta son de grado extra alto en calidad para el mercado.

21-2205: Planta frondosa, poco resistente a eventos naturales principalmente la lluvia, mide entre 23 a 50 cm de altura, frutos verdosos, lisos.

Plata: Planta en buen estado, vigorosa, con demasiados frutos, excelentes bifurcaciones, con una altura desde los 40 hasta los 60 cm de altura, fruto con un color verde oscuro con una pared gruesa muy buena.

Chiles Anaheim

21-2603: Fuerte vigor, madurez media-temprana, con una altura que va de los 35 hasta los 60 cm, excelentes frutos, excelente floración.

21-2628: Planta con un vigor medio, con un buen número de frutos por planta, mide entre los 40 hasta los 70 cm de altura, muy buen color de fruto.

Maverik: Plantas muy frondosas, hojas muy grandes y de buen color, con bastantes frutos, y con una altura de 40 a 70 cm, buen color de fruto, tamaño y forma.

Diámetro de tallo

Tabla 2. Diámetro de tallo en las distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim

TIPO	VARIEDAD	DIÁMETRO DE TALLO		
		(mm)		
		46 ddt	53 ddt	60 ddt
SANTA FE	21-2404	8.73 ± 2.00	8.25 ± 0.71	8.73 ± 2.00
	EL DORADO	7.56 ± 1.03	9.18 ± 1.10	8.51 ± 1.10
	GALLARDON	11.46 ± 1.68	9.52 ± 1.22	12.59 ± 1.46
	p-value	0.1544	0.4605	0.0547
SERRANO	21-2205	9.00 ± 0.81	10.06 ± 0.61	9.11 ± 0.98
	San Luis	7.86 ± 2.13	10.52 ± 10.75	7.86 ± 2.13
	Torete	9.43 ± 1.68	9.77 ± 0.65	9.52 ± 1.71
	PLATA	7.33 ± 1.29	10.43 ± 0.46	15.27 ± 5.77
	p-value	0.3734	0.5535	0.1044
ANAHEIM	21-2603	8.20 ± 0.51	10.44 ± 0.92	13.59 ± 2.40
	21-2628	7.41 ± 0.75	9.43 ± 0.86	17.85 ± 3.78
	MAVERICK	8.14 ± 1.22	8.60 ± 2.01	14.70 ± 0.95
	p-value	0.2648	0.4221	0.3273

Prueba LSD Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En la Tabla 2 se muestra el estudio del diámetro del tallo en diferentes variedades de chile a lo largo de tres momentos de medición, donde no se encontraron diferencias significativas entre las variedades en ningún momento de medición ($p > 0.05$). Esto sugiere que, al menos en términos de diámetro del tallo, las variedades de chile evaluadas en este estudio tienen un comportamiento similar. En general, se observó que el diámetro del tallo tendió a aumentar con el tiempo en la mayoría de las variedades, en especial en la variedad Plata, que se observa un crecimiento de 42.29% y 46.40% en la segunda y tercera medición con respecto a la medición anterior, lo cual es consistente con el crecimiento

esperado de las plantas. Sin embargo, a pesar de esta tendencia general, la falta de diferencias significativas entre las variedades indica que el crecimiento del tallo en estas variedades podría estar influenciado por factores comunes a todas, como las condiciones ambientales y el manejo agronómico.

Los resultados de diámetro del tallo para los chiles tipo Santa Fe obtenidos en este estudio son comparativamente menores a los reportados por García de Jesús *et al.*, quienes observaron diámetros de hasta 15 mm en el híbrido Bonano (García de Jesús *et al.*, 2011). En cuanto a los chiles tipo Anaheim, los diámetros encontrados son mayores que los reportados por Nafarrete *et al.*, quienes obtuvieron diámetros de hasta 3.03 mm a los 145 días después del trasplante en la variedad Anaheim Azteca F1 (Nafarrate-Ramos *et al.*, 2016). En el caso de los chiles Serrano, los datos obtenidos superan a los reportados por Díaz-José *et al.*, quienes observaron diámetros de tallo de hasta 6.76 mm en plantas de la variedad Serrano con diferentes fuentes de fertilización en el estado de Veracruz (Díaz-José *et al.*, 2023).

Altura de planta

La Tabla 3 muestra que el análisis de la altura de las plantas de chile en diferentes variedades (Santa Fe, Serrano y Anaheim) a lo largo de tres momentos de medición no mostró diferencias significativas entre las variedades en ningún momento ($p > 0.05$). Este resultado dice que, en términos de altura de la planta, las variedades evaluadas en este estudio presentaron un comportamiento similar durante el período de estudio para cada tipo de chile. Al observar la altura de las plantas en cada momento de medición, en general, se observó un aumento en la altura de las plantas con el tiempo en la mayoría de las variedades. Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas entre las variedades, lo que sugiere que factores como las condiciones ambientales y el manejo agronómico pueden haber tenido un efecto similar en todas las variedades.

Los resultados obtenidos para los chiles Santa Fe son superiores en comparación con los datos mostrados por Moreno *et al.*, quienes en condiciones de invernadero, obtuvieron plantas de la variedad Yellow con altura de 48.20 cm

en promedio (Moreno Reséndez et al., 2014). En el caso de la altura de los chiles Serranos, los datos obtenidos por esta investigación, a excepción de la variedad San Luis, coinciden con la altura mostrada por Díaz *et al.*, quienes obtuvieron plantas con una altura media de 44.13 cm (Díaz-José et al., 2023). Por su parte, los chiles Anaheim superan ampliamente las plantas obtenidas por Nafarrate *et al.*, ya que encontraron plantas de Chile Anaheim, variedad “Azteca F1”, con altura media de 14.43 cm (Nafarrate-Ramos et al., 2016).

Tabla 3. Altura de planta en las distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim

TIPO	VARIEDAD	ALTURA DE PLANTA		
		(cm)		
		46 ddt	53 ddt	60 ddt
SANTA FE	21-2404	46.22 ± 1.02	47.58 ± 5.15	71.89 ± 11.45
	EL DORADO	51.33 ± 12.12	61.44 ± 13.50	63.28 ± 12.74
	GALLARDON	50.20 ± 1.83	52.47 ± 3.30	51.60 ± 1.83
	p-value	0.6974	0.3219	0.2311
SERRANO	21-2205	41.56 ± 10.28	31.54 ± 12.56	44.22 ± 7.60
	San Luis	32.11 ± 10.34	40.03 ± 10.75	34.08 ± 14.93
	Torete	40.22 ± 2.83	44.59 ± 9.61	48.56 ± 5.40
	PLATA	48.07 ± 0.76	51.93 ± 8.40	48.47 ± 0.81
	p-value	0.2437	0.2863	0.2906
ANAHEIM	21-2603	49.67 ± 4.46	58.33 ± 5.14	52.93 ± 5.71
	21-2628	57.67 ± 1.55	61.53 ± 12.97	56.47 ± 2.14
	MAVERICK	57.07 ± 9.02	55.40 ± 4.28	57.07 ± 7.91
	p-value	0.3651	0.7479	0.7559

Prueba LSD Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Numero de bifurcaciones

Los resultados correspondientes a la cantidad de bifurcaciones y la distancia entre nudos en las variedades de chile Santa Fe, Serrano y Anaheim se presentan en la Tabla 4. En general, se observaron algunas diferencias significativas en el número de bifurcaciones entre las variedades en ciertos momentos de medición.

Para los chiles tipo Santa Fe, se observaron diferencias significativas en el número de bifurcaciones a los 46 ddt. En este momento, la variedad Gallardón (3.40 ± 0.00 bifurcaciones) tuvo un 61.13% más de bifurcaciones que El Dorado (2.11 ± 0.51 bifurcaciones) y un 53.15% más que 21-2404 (2.22 ± 0.38 bifurcaciones). Sin embargo, estas diferencias no se mantuvieron en los otros momentos de medición ni entre todas las variedades, lo que sugiere que el número de bifurcaciones puede variar dependiendo de la variedad y el momento de medición.

Tabla 4. Numero de bifurcaciones en las distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim

TIPO	VARIEDAD	NUMERO DE BIFURCACIONES		
		46 ddt	53 ddt	60 ddt
SANTA FE	21-2404	2.22 ± 0.38 B	2.33 ± 0.33	4.00 ± 0.67
	EL DORADO	2.11 ± 0.51 B	2.22 ± 0.69	3.78 ± 0.38
	GALLARDON	3.40 ± 0.00 A	3.87 ± 0.83	3.40 ± 0.87
	p-value	0.0263	0.0582	0.4569
SERRANO	21-2205	3.11 ± 0.51	3.22 ± 0.51	4.00 ± 0.33
	San Luis	3.56 ± 0.51	3.44 ± 0.51	4.44 ± 0.77
	Torete	3.56 ± 0.38	3.56 ± 0.38	4.11 ± 0.77
	PLATA	2.87 ± 0.42	4.27 ± 0.64	4.00 ± 0.72
p-value	0.2276	0.2365	0.8081	
ANAHEIM	21-2603	2.73 ± 0.50	3.40 ± 0.53 B	4.60 ± 0.40
	21-2628	2.67 ± 0.12	4.00 ± 0.20 A	5.33 ± 0.12
	MAVERICK	2.87 ± 0.31	3.80 ± 0.20 AB	5.80 ± 0.53
	p-value	0.7803	0.0494	0.2602

Prueba LSD Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En el caso de las variedades de chile Serrano, no se observaron diferencias significativas en el número de bifurcaciones entre las variedades en ningún momento de medición. Esto indica que, al menos en términos de bifurcaciones, las variedades de chile Serrano evaluadas en este estudio mostraron un comportamiento similar.

Para las variedades de Chile Anaheim, se observaron diferencias significativas en el número de bifurcaciones en el día 53 ddt. En este momento, las variedades Maverick (3.80 ± 0.20 bifurcaciones) y 21-2628 (4.00 ± 0.20 bifurcaciones) no mostraron diferencias entre sí, pero tuvieron un 11.76% y un 17.65% más de bifurcaciones que 21-2603 (3.40 ± 0.53 bifurcaciones), respectivamente. Sin embargo, al igual que en las otras variedades, estas diferencias no fueron consistentes en todos los momentos de medición ni entre todas las variedades.

García *et al.* reportan hasta 8.4 bifurcaciones en Chile Serrano y 5.6 bifurcaciones en Chile tipo Santa Fe, resultados superiores a los alcanzados en esta investigación (García de Jesús *et al.*, 2011).

Distancia entrenudos

La Tabla 5 presenta los resultados de la distancia entre nudos en las variedades de Chile Santa Fe, Serrano y Anaheim. Se observaron diferencias significativas entre las variedades de Chile Serrano en el día 46 ddt ($p = 0.0244$). En esta medición, al realizar comparaciones entre las variedades, se encontró que San Luis (4.56 ± 0.56 cm) y Torete (5.15 ± 0.74 cm) no mostraron diferencias significativas entre sí. San Luis tuvo una distancia entre nudos 43.86% y 50.00% menor en comparación con 21-2205 (6.56 ± 0.40 cm) y Plata (6.84 ± 0.89 cm), respectivamente, mientras que Torete obtuvo valores 27.38% y 32.82% menores en comparación con 21-2205 y Plata, respectivamente. Estos resultados sugieren que, aunque no hubo diferencias significativas entre San Luis y Torete, sí hubo diferencias significativas con respecto a otras variedades de Chile Serrano en este momento específico.

En general, no se encontraron diferencias significativas entre las variedades en los otros momentos de medición ni en las otras variedades de Chile Santa Fe y Anaheim ($p > 0.05$). Esto sugiere que, en términos de distancia entre nudos, las variedades de Chile evaluadas en este estudio presentaron un comportamiento similar en la mayoría de los casos.

Tabla 5. Distancia entre nudos en las distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim

TIPO	VARIEDAD	DISTANCIA ENTRENUDOS		
		(cm)		
		46 ddt	53 ddt	60 ddt
SANTA FE	21-2404	5.19 ± 0.53	17.18 ± 2.71	7.78 ± 1.25
	EL DORADO	5.59 ± 0.17	15.96 ± 3.24	7.64 ± 2.12
	GALLARDON	6.65 ± 1.04	18.89 ± 1.53	7.22 ± 1.32
	p-value	0.1631	0.2033	0.9355
SERRANO	21-2205	6.56 ± 0.40 BC	16.52 ± 1.51	11.15 ± 1.84
	San Luis	4.56 ± 0.56 A	18.63 ± 2.35	9.00 ± 2.23
	Torete	5.15 ± 0.74 AB	16.44 ± 1.39	8.63 ± 1.08
	PLATA	6.84 ± 0.89 C	15.93 ± 1.11	8.09 ± 0.73
	p-value	0.0244	0.2410	0.2354
ANAHEIM	21-2603	8.04 ± 0.86	17.33 ± 0.90	8.22 ± 0.66
	21-2628	7.47 ± 0.42	15.71 ± 3.78	7.96 ± 1.53
	MAVERICK	7.67 ± 0.55	18.09 ± 2.77	7.51 ± 1.31
	p-value	0.6694	0.4162	0.8439

Prueba LSD Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Largo y ancho de fruto

Los resultados de la evaluación del desarrollo de fruto de chile se presentan en la Tabla 6. Se observaron diferencias significativas en el largo a los 53 y 73 días en los chiles tipo Santa Fe después del trasplante (ddt). A los 53 ddt, la variedad 21-2404 (11.62 ± 0.43 cm) presentó longitudes de fruto 9.83% y 9.01% mayores que El Dorado (10.58 ± 0.93 cm) y Gallardón (10.66 ± 0.67 cm), respectivamente. A los 73 ddt, 21-2404 (11.69 ± 0.68 cm) y El Dorado (12.43 ± 0.15 cm) no mostraron diferencias significativas entre sí, pero exhibieron longitudes de fruto 12.95% y 21.27% superiores a Gallardón (10.35 ± 0.32 cm),

respectivamente. No se detectaron diferencias significativas en el ancho de fruto entre las variedades de chile Santa Fe en ninguna de las mediciones.

En el caso de las variedades de chile Serrano y Anaheim, no se encontraron diferencias significativas ni en el largo ni en el ancho de fruto entre las diferentes variedades ($p > 0.05$). Estos resultados sugieren que, dentro del alcance de este estudio, las variedades de chile Serrano y Anaheim evaluadas exhibieron un comportamiento homogéneo en cuanto al tamaño de fruto.

Tabla 6. Largo, ancho de fruto en distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim.

TIPO	VARIEDAD	LARGO DE FRUTO (cm)		ANCHO DE FRUTO (mm)	
		53 dt	73 ddt	53 dt	73 ddt
SANTA FE	21-2404	11.62 ± 0.43 A	11.69 ± 0.68 A	38.8 ± 0.21	37.8 ± 5.5
	EL DORADO	10.58 ± 0.93 B	12.43 ± 0.15 A	43.7 ± 0.66	39.3 ± 2.7
	GALLARDON	10.66 ± 0.67 B	10.35 ± 0.32 B	39.1 ± 0.20	41.4 ± 4.0
	p-value	0.0156	0.0062	0.4444	0.5188
SERRANO	21-2205	10.83 ± 1.19		17.19 ± 0.75	
	San Luis	8.49 ± 0.54		17.58 ± 2.71	
	Torete PLATA	9.68 ± 0.77 NA		18.00 ± 2.17 NA	
	p-value	0.1020		0.8926	
ANAHEIM	21-2603	27.31 ± 15.78		33.28 ± 1.27	
	21-2628	18.74 ± 0.52		32.22 ± 9.32	
	MAVERICK	25.84 ± 11.50		38.24 ± 1.86	
	p-value	0.7200		0.4198	

Prueba LSD Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Para los chiles tipo Santa Fe, Moreno *et al.* en su investigación consiguieron chiles de la variedad Yellow con largos de 7.9 cm, y diámetros de

fruto de hasta 22 mm, resultados inferiores a los obtenidos en esta investigación (Moreno Reséndez et al., 2014). Por su parte, Díaz *et al.* obtuvieron chiles serranos con medias inferiores a los obtenidos en este trabajo, ya que con la combinación de una fertilización química y orgánica obtuvieron chiles de hasta 7.53 cm de largo y 7.47 mm de diámetro de fruto (Díaz-José et al., 2023). Nafarrete *et al.*, al trabajar con chiles Anaheim, obtuvieron chiles de hasta 16.2 cm de largo y 38.4 mm de ancho, largos que fueron inferiores a los mostrados en el presente estudio y anchos superiores (Nafarrate-Ramos et al., 2016). Los resultados de la firmeza y grosor de mesocarpio en chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim se presentan en la Tabla 7. Se observaron diferencias significativas en la firmeza de los chiles Santa Fe. En particular, la variedad Gallardón (5.18 ± 0.29 lbf) mostró una firmeza significativamente mayor en comparación con El Dorado (3.94 ± 0.43 lbf) y 21-2404 (4.47 ± 0.15 lbf), siendo un 31.47% y un 15.88% más firme, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la firmeza de los chiles Serrano y Anaheim entre las diferentes variedades evaluadas ($p > 0.05$). En cuanto al grosor de mesocarpio, no se observaron diferencias significativas entre las variedades de chile Santa Fe, Serrano y Anaheim ($p > 0.05$). Esto sugiere que las diferentes variedades de chile presentaron un grosor de mesocarpio similar en este estudio.

Firmeza y grosor de mesocarpio

Los resultados de la firmeza y grosor de mesocarpio en chile tipo Caloros, Serrano y Anaheim se presentan en la Tabla 7. Se observaron diferencias significativas en la firmeza de los chiles Caloros. En particular, la variedad Gallardón (5.18 ± 0.29 lbf) mostró una firmeza significativamente mayor en comparación con El Dorado (3.94 ± 0.43 lbf) y 21-2404 (4.47 ± 0.15 lbf), siendo un 31.47% y un 15.88% más firme, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en la firmeza de los chiles Serrano y Anaheim entre las diferentes variedades evaluadas ($p > 0.05$). En cuanto al grosor de mesocarpio, no se observaron diferencias significativas entre las variedades de chile Caloros, Serrano y Anaheim ($p > 0.05$). Esto sugiere que las diferentes variedades de chile presentaron un grosor de mesocarpio similar en este estudio.

Los resultados conseguidos en esta investigación para el grosor de mesocarpio son inferiores a los 5.4 mm reportados por Moreno *et al.* para chiles húngaros variedad Yellow (Moreno Reséndez et al., 2014).

Tabla 7. Firmeza y grosor de mesocarpio en distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim.

TIPO	VARIEDAD	FIRMEZA	GROSOR DE MESOCARPIO	
		(lbf)	(mm)	
		53 ddt	53 dt	73 ddt
SANTA FE	21-2404	4.47 ± 0.15 B	4.62 ± 0.61	4.12 ± 0.94
	EL DORADO	3.94 ± 0.43 B	4.96 ± 0.50	3.97 ± 0.38
	GALLARDON	5.18 ± 0.29 A	4.47 ± 0.57	3.66 ± 0.31
	p-value	0.0202	0.6692	0.6985
SERRANO	21-2205	8.02 ± 0.28	2.67 ± 0.16	
	San Luis	7.57 ± 0.69	2.49 ± 0.51	
	Torete	7.69 ± 0.84	2.63 ± 0.15	
	PLATA	NA	NA	
	p-value	0.5542	0.8288	
ANAHEIM	21-2603	6.56 ± 0.80	3.53 ± 0.36	
	21-2628	6.09 ± 0.56	3.00 ± 0.42	
	MAVERICK	6.26 ± 0.71	3.52 ± 0.34	
	p-value	0.7856	0.1281	

Prueba LSD Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Peso de frutos

Para el peso de frutos en diferentes variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim, los resultados se muestran en la Tabla 8. Se encontró que no hubo diferencias significativas en el peso de frutos entre las variedades de chile Santa Fe y Anaheim ($p > 0.05$). Sin embargo, en los chiles Serrano, no se observaron diferencias significativas entre la variedad 21-2205 (16.60 ± 1.03 g) y las otras variedades. Por otro lado, los chiles de la variedad Plata (18.79 ± 3.03 g) obtuvieron un peso de fruto 38.15% y 25.96% superior que San Luis (13.82 ± 1.09 g) y Torete (13.60 ± 2.47 g), respectivamente.

Estos resultados dicen que las variedades de chile Santa Fe y Anaheim presentaron un comportamiento similar en cuanto al peso de frutos, mientras que

en los Serranos, la variedad Plata destacó por su mayor peso de fruto en comparación con San Luis y Torete.

Tabla 8. Peso de frutos en distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim.

TIPO	VARIEDAD	PESO DE FRUTOS	
		(g)	
		53 dt	73 ddt
	21-2404	73.78 ± 2.22	63.00 ± 11.72
SANTA FE	EL DORADO	64.89 ± 9.64	56.45 ± 4.95
	GALLARDON	62.44 ± 7.76	70.89 ± 21.54
	p-value	0.1656	0.4726
SERRANO	21-2205	16.60 ± 1.03 AB	
	San Luis	13.82 ± 1.09 B	
	Torete	13.60 ± 2.47 B	
	PLATA	18.79 ± 3.03 A	
	p-value	0.0213	
ANAHEIM	21-2603	65.00 ± 9.87	
	21-2628	79.56 ± 2.91	
	MAVERICK	76.44 ± 6.95	
	p-value	0.0642	

Prueba LSD Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

El peso de fruto de chiles tipo Santa Fe que se consiguieron en la presente investigación son superiores a los reportados por Moreno *et al.* que, en la variedad Yellow, obtuvieron frutos con un peso promedio de 13.96 g (Moreno Reséndez *et al.*, 2014). Por su parte, los resultados de los chiles tipo Serrano también son superiores a los reportados por Díaz *et al.* ya que ellos obtuvieron chiles con un peso promedio de 3.32 g (Díaz-José *et al.*, 2023). De igual manera, los chiles tipo Anaheim resultaron en chiles con mayor peso a los reportados por Nafarrete *et al.* quienes, en diferentes sustratos obtuvieron chiles de hasta 61.3g (Nafarrate-Ramos *et al.*, 2016).

Frutos por planta

Tabla 9. Frutos por plantas en distintas variedades de chile tipo Santa Fe y Serrano.

TIPO	VARIEDAD	FRUTOS POR PLANTA		
		53 dt	73 ddt	TOTAL
	21-2404	0.76 ± 0.34	2.88 ± 0.50	3.63 ± 0.52
SANTA FE	EL DORADO	0.91 ± 0.64	5.19 ± 3.45	6.09 ± 2.91
	GALLARDON	0.79 ± 0.43	6.72 ± 3.02	7.51 ± 2.78
	p-value	0.7243	0.3007	0.2681
SERRANO	21-2205	13.18 ± 2.66 B		
	San Luis	11.82 ± 4.26 B		
	Torete	20.22 ± 8.57 B		
	PLATA	35.20 ± 4.71 A		
	p-value	0.0082		

Prueba LSD Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Los resultados del número de frutos por planta en diferentes variedades de chile tipo Santa Fe y Serrano se presentan en la Tabla 9. Encontramos que no hubo diferencias significativas en el número de frutos por planta entre las variedades de chile Santa Fe ($p > 0.05$). Sin embargo, en los chiles Serrano, la variedad Plata (35.20 ± 4.71 frutos por planta) obtuvo un 167.07%, 197.80% y 74.08% más frutos por planta en comparación con 21-2205 (13.18 ± 2.66 frutos por planta), San Luis (11.82 ± 4.26 frutos por planta) y Torete (20.22 ± 8.57 frutos por planta), respectivamente.

En comparación con Moreno *et al.*, los resultados para chiles tipo Calores mostrados en esta investigación son inferiores, ya que ellos reportan un promedio de 26 frutos por planta en la variedad Yellow (Moreno Reséndez *et al.*, 2014). Por su parte, para los chiles tipo Serrano, la variedad plata supera a lo reportado por Díaz *et al.*, quienes lograron 24.36 frutos por planta (Díaz-José *et al.*, 2023).

Cosecha por planta

Los datos de la cosecha por planta en diferentes variedades de chile tipo Santa Fe y Serrano se presentan en la Tabla 10. A los 53 días después del trasplante, en los chiles Santa Fe, las variedades 21-2404 (56.06 ± 31.47 gramos por planta) y El Dorado (59.77 ± 34.22 gramos por planta) obtuvieron una mayor cosecha por planta en comparación con Gallardon (16.37 ± 10.81 gramos por planta), siendo un 242.46% y 265.12% superiores, respectivamente. Sin embargo, a los 73 días después del trasplante y en la cosecha total, no se observaron diferencias significativas en la cantidad de cosecha por planta entre las variedades de chile Santa Fe ($p > 0.05$). En los Serranos, el Plata (668.00 ± 182.65 gramos por planta) fue la variedad que alcanzó la mayor cosecha por planta, siendo un 202.73%, 402.97% y 119.56% superior a 21-2205 (220.66 ± 59.22 gramos por planta), San Luis (132.81 ± 36.47 gramos por planta) y Torete (304.24 ± 136.68 gramos por planta), respectivamente.

Tabla 10. Cosecha por planta en distintas variedades de chile tipo Santa Fe y Serrano.

TIPO	VARIEDAD	COSECHA POR PLANTA		
		(g)		
		53 ddt	73 ddt	TOTAL
SANTA FE	21-2404	56.06 ± 31.47 A	163.52 ± 54.81	219.58 ± 70.65
	EL DORADO	59.77 ± 34.22 A	272.15 ± 186.35	331.91 ± 160.93
	GALLARDON	16.37 ± 10.81 B	297.16 ± 36.48	313.53 ± 31.42
	p-value	0.0281	0.3999	0.4843
SERRANO	21-2205	220.66 ± 59.22 B		
	San Luis	132.81 ± 36.47 B		
	Torete	304.24 ± 136.68 B		
	PLATA	668.00 ± 182.65 A		
	p-value	0.0059		

Prueba LSD Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Los resultados reportados por Moreno *et al.* coinciden con los obtenidos por esta investigación, ya que reportan 315 g por planta de chile tipo Santa Fe, variedad Yellow (Moreno Reséndez *et al.*, 2014). En cuanto a los chile tipo Serrano, las variedades Torete y Plata superan a lo reportado por Díaz *et al.*, quienes obtuvieron un rendimiento de 255 g por planta (Díaz-José *et al.*, 2023).

SPAD

Los datos de clorofila en diferentes variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim se presentan en la Tabla 11. En los chiles Santa Fe y Serranos, no se observaron diferencias significativas en los niveles de clorofila a los 46 días después del trasplante ($p > 0.05$).

Tabla 11. Clorofila en las distintas variedades de chile tipo Santa Fe, Serrano y Anaheim

TIPO	VARIEDAD	CLOROFILA
		SPAD 46 ddt
SANTA FE	21-2404	49.73 ± 5.06
	EL DORADO	40.68 ± 2.77
	GALLARDON	46.71 ± 0.67
	p-value	0.1029
SERRANO	21-2205	45.36 ± 8.51
	San Luis	44.98 ± 8.82
	Torete	44.83 ± 4.04
	PLATA	49.53 ± 6.21
	p-value	0.7037
ANAHEIM	21-2603	44.67 ± 3.87 B
	21-2628	50.58 ± 5.96 A
	MAVERICK	52.44 ± 4.55 A
	p-value	0.0050

Prueba LSD Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Por otro lado, en los chiles Anaheim, las variedades 21-2628 (50.58 ± 5.96 SPAD) y Maverick (52.44 ± 4.55 SPAD) presentaron una mayor cantidad de unidades SPAD, con valores un 13.24% y 17.39% mayores en comparación con 21-2603 (44.67 ± 3.87 SPAD), respectivamente. Esto sugiere que las variedades 21-2628 y Maverick podrían tener una mayor concentración de clorofila en las hojas en comparación con 21-2603, lo que podría indicar un mejor estado nutricional o de crecimiento de estas variedades.

Los datos obtenidos en esta investigación son inferiores a los reportados por Diaz *et al.*, quienes mostraron plantas con 63.63 unidades SPAD, pero en una localidad diferente (Venta Parada, Veracruz) (Díaz-José et al., 2023).

CONCLUSIÓN

En el análisis de las variedades de chile tipo Santa Fe no se observaron diferencias significativas en las variables de crecimiento y en la producción total, aunque en la primera cosecha se observó un mejor comportamiento de las variedades 21-2404 y El Dorado, mismas variedades presentaron chiles con mayores dimensiones. La variedad Gallardón se caracterizó por tener chiles más firmes.

En las variedades de chile tipo Serrano no se encontraron diferencias significativas en altura de planta, diámetro de tallo, así como en las variables de calidad de fruto. Las variedades San Luis y Torete mostraron distancia entrenudos significativamente menores en comparación con 21-2205 y Plata. La variedad plata se destacó por tener frutos con mayor peso, así como mayor número de frutos por planta, lo que llevó a esta variedad a ser la más productiva.

En las variedades de chile tipo Anaheim no hubo diferencias significativas en ninguna variable, salvo en la estimación de clorofila, donde las variedades 21-2628 y Maverick presentaron una mayor cantidad de unidades SPAD en comparación con 21-2603.

Estos resultados sugieren que la selección de híbridos específicos puede optimizar ciertos aspectos de la producción de chile en campo abierto en Saltillo, Coahuila.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, R. V. H., Corona T. T., López, L. P., Latournerie, M. L., Ramírez, M, M., Villalón, M. H., & Aguilar, C. J. A. (2010). Los chiles de México y su distribución. SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, IT-Conkal, UANL, UAN.
- Díaz-José, J., Andres Meza, P., González-Cuevas, B. M., Leyva-Ovalle, O. R., & Cebada-Merino, M. (2023). Fertilización química y orgánica y su efecto sobre el rendimiento de chile serrano (*Capsicum annuum* L.). *Revista Bio Ciencias*, 271, 1–15. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1472>
- FAOSTAT. (2020). Cultivos. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura
- García de Jesus, I. J., Sandoval Rangel, A., Robledo Torres, V., & Cabrera de la Fuente, M. (2011). Evaluación de treinta y siete genotipos de chile en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Hernández-Verdugo, S.; López-España, R. G.; Sánchez-Peña, P.; Villarreal-Romero, M.; Parra-Terraza, S.; Porras, F.; Corrales-Madrid, J. L. 2008. Variación fenotípica entre y dentro de poblaciones silvestres de chile del noroeste de México. *Rev. Fitotec. Mex.*
- INTAGRI. (2020). Cultivo de chile en México. Serie hortalizas. Artículos Técnicos de INTAGRI.
- Lesur, L. (2006). Una guía paso a paso: Manual del cultivo del chile. Editorial Trillas.
- Moreno Reséndez, A., Rodríguez Dimas, N., Reyes Carrillo, J. L., Márquez Quiroz, C., & Reyes González, J. (2014). Comportamiento del Chile Húngaro (*Capsicum annuum*) en mezclas de vermicompost- arena bajo condiciones protegidas - Behavior of chile Pepper Húngaro (*Capsicum annuum*) in mixtures of vermicompost-sand under protected conditions. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 46(Vol. 46, 2), 97–111.

- Nafarrate-Ramos, D., Sanchez-Soto, B. H., Nunez-Ramirez, F., Lugo-Garcia, G. A., Sarabia-Perea, V. R., & Buelna-Tarin, S. (2016). Anaheim Pepper (*Capsicum annuum* L.) Production on Substrates under Greenhouse Conditions. *OALib*, 03(06), 1–6. <https://doi.org/10.4236/oalib.1102721>
- Partida-Sandoval, A. A.; Quezada-Camberos, S. M. 2012. De los nombres del chile y sus variedades principales en tierras nayaritas. *Revista Fuente*. 4(10): 50-55.
- Rincón, V. H. A., Torres, T. C., López, P. L., Moreno, L. L., Meraz, M. R., Mendoza, H. V., & Castillo, J. A. A. (2010). Los chiles de México y su distribución (p. 108). SINAREFI.
- Tripodi, P., Kumar, S. (2019). The Capsicum Crop: An Introduction. In: Ramchiary, N., Kole, C. (eds) *The Capsicum Genome. Compendium of Plant Genomes*. Springer, Cham.