

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación Agronómica de Líneas Experimentales de Jitomate (*Solanum lycopersicum* L.)
Cultivadas en Invernadero

Por:

JOSÉ ADRIÁN NIETO SÁNCHEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación Agronómica de Líneas Experimentales de Jitomate (*Solanum lycopersicum* L.)
Cultivadas en Invernadero

Por:

JOSÉ ADRIÁN NIETO SÁNCHEZ

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. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza
Coasesor

Dr. Alberto Sandoval Anguiano
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.

Junio, 2025

Derechos de Autor y Declaración de no plagio

Todo material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es el responsable directo y jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

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

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

Autor principal



José Adrián Nieto Sánchez

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, por haberme dado la vida, salud, fortaleza y coraje necesarios para culminar esta etapa de mi vida. Su presencia constante ha sido guía, consuelo y sostén a lo largo de este proceso. A él encomiendo los frutos de este trabajo y todo lo aprendido en este camino.

A mi **Alma Terra Mater**, por ser el espacio que me permitió formarme profesional y personalmente. Esta noble institución que me abrió sus puertas y se convirtió en mi segundo hogar, brindándome no solo conocimientos y herramientas profesionales, sino también valores, experiencias y amistades que llevaré conmigo toda la vida.

A el **Dr. Neymar Camposeco Montejo** por la oportunidad y su valiosa orientación, compromiso y paciencia durante el desarrollo y culminación de esta tesis. Gracias por todos los consejos y conocimientos compartidos que siempre los tendré presentes en mi vida profesional.

A mis amigos **César, Luis, Miguel y Óscar** por su amistad a lo largo de esta etapa. Su amistad sincera y compañía constante hicieron que el camino fuera más llevadero. Gracias por estar presentes en momentos difíciles, por las palabras de aliento, todas las risas, anécdotas y aventuras que compartimos dentro y fuera del aula.

DEDICATORIA

A mi padre, **JOSÉ LIBRADO NIETO FLORES** quien siempre ha estado a mi lado brindándome su apoyo incondicional. Gracias por sus palabras de aliento y por los consejos que, en los momentos más importantes, fueron una guía invaluable. Le agradezco profundamente por haberme formado como un hombre de valores y principios firmes. Su amor, su ejemplo de esfuerzo y rectitud, y sus enseñanzas constantes me han acompañado en cada paso de este camino. Gracias, por que, sin su respaldo esta meta no habría sido posible.

A mi madre, **MARTHA SÁNCHEZ MALVAIS**, cuyo amor incondicional y constante preocupación por mi bienestar han sido una fuente de fortaleza a lo largo de mi vida. Nunca fue fácil la despedida cada vez que regresaba a la universidad, pero su apoyo y cariño me acompañaron siempre. Gracias por estar atenta a mi salud, por cuidar de cada detalle, incluso en la distancia. Por estar presente en todas las formas posibles, por sus consejos y palabras de aliento, que fueron un sostén invaluable en los momentos más importantes.

A mi hermano **JOEL ARTURO NIETO SÁNCHEZ**, quien no solo ha sido un compañero de vida, sino también en la universidad. Compartir esta etapa fue una gran experiencia, tu ejemplo, apoyo y compañía hicieron mucho más fácil esta etapa y más significativos los logros. Gracias por estar presente en cada paso, por los consejos y por ser un gran apoyo durante toda mi vida.

A mis hermanos **ERNESTO, LIBRADO y LEONARDO**, ustedes han sido una motivación constante para seguir adelante y dar lo mejor de mí. Cada paso que doy, cada meta que alcanzo lleva el deseo de ser un buen ejemplo para ustedes. Gracias por su cariño, sus palabras sencillas que me levantaron el ánimo. Este logro también es de ustedes.

Este logro no habría sido posible sin ustedes. ¡Es tan suyo como mío!

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
INDICE DE CONTENIDO	vi
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.	3
2.2 Objetivo específico.	3
3. HIPÓTESIS.....	4
3.1 H_A	4
3.2 H_0	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Origen del cultivo.....	5
4.2 Características morfológicas	5
4.2.1 Raíz	5
4.2.2 Tallo	6
4.2.3 Hojas	6
4.2.4 Flor	6
4.2.5 Fruto.....	6
4.2.6 Semillas	7
4.3 Importancia del cultivo	7

4.3.1 A nivel mundial.....	7
4.3.2 En México.....	7
4.4 Importancia de la evaluación en tomates.....	8
4.5 Mejoramiento genético del jitomate.....	9
4.6 Tipos de mejoramiento genético.....	10
4.6.1 Selección genealógica (método por pedigree).....	10
4.6.2 Hibridación.....	10
4.6.3 Selección masal.....	10
4.6.4 Retrocruzamientos.....	11
4.6.5 Selección asistida por marcadores moleculares.....	11
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
5.1 Ubicación y localización.....	12
5.2 Material genético.....	12
5.3 Diseño de la parcela experimental.....	13
5.4 Labores culturales.....	13
5.4.1 Siembra.....	13
5.4.2 Trasplante.....	13
5.4.3 Riego y nutrición.....	13
5.4.5 Poda.....	14
5.4.6 Tutorado.....	14
5.4.7 Control de plagas y enfermedades.....	15
5.5 Variables evaluadas.....	15
5.5.1 Número de frutos por planta (NFP).....	15
5.5.2 Peso promedio del fruto (PPF).....	15
5.5.3 Rendimiento (kg planta ⁻¹).....	15

5.5.4 Rendimiento en toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$).....	15
5.5.5 Numero de semillas por fruto (NSF)	16
5.5.6 Diámetro polar del fruto (DPF).....	16
5.5.7 Diámetro ecuatorial del fruto (DEF).....	16
5.5.8 Número de lóculos (NL)	16
5.5.9 Grosor del mesocarpio (GM)	16
5.6 Análisis estadístico de los datos.....	16
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
6.1 Número de frutos por planta (NFP).....	18
6.2 Peso promedio de fruto (PPF).....	19
6.3 Rendimiento en kilogramos por planta ($kg\ planta^{-1}$)	20
6.4 Rendimiento en toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$).....	21
6.5 Número de semillas por fruto (NSF)	22
6.6 Diámetro polar del fruto (DPF).....	23
6.7 Diámetro ecuatorial del fruto (DEF).....	24
6.8 Número de lóculos (NL)	25
6.9 Grosor del mesocarpio (GM)	26
7. CONCLUSIONES.....	27
Bibliografía	28

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Líneas experimentales de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) evaluados en el ciclo P-V 2023.....	12
Cuadro 2. Composición química de la solución nutritiva utilizada en el manejo del cultivo de tomate.....	14

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de la variable de número de frutos por planta de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.....18
- Figura 2:** ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de la variable de peso promedio de frutos de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.....19
- Figura 3:** ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de la variable de rendimiento de kilogramos por planta de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponden a la desviación estándar.....20
- Figura 4:** ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de rendimiento calculado en toneladas por hectárea de las ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.....21
- Figura 5:** ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de número de semillas por fruto de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.....22
- Figura 6.** ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de la variable diámetro polar de fruto, de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.....23
- Figura 7.** ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable diámetro ecuatorial de fruto de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.....24
- Figura 8.** ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de la variable número de lóculos de fruto de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.....25
- Figura 9.** ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable grosor de mesocarpio de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.....26

RESUMEN

Para obtener nuevos materiales que aumenten la productividad, es necesario tener el germoplasma que tenga los genes de interés agronómico. El objetivo de esta investigación fue el evaluar el comportamiento agronómico de líneas experimentales de tomate para la generación de nuevas variedades o híbridos. El diseño experimental empleado fue de bloques completamente al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones cada uno con un ANVA al $p \leq 0.05$ y la prueba de medias fue por Tukey ($p \leq 0.05$). Los resultados obtenidos indican diferencias estadísticas significativas para la mayoría de las variables cuantificadas en el estudio. El comportamiento agronómico de las líneas fue variable en la mayoría de las variables evaluadas. Para los componentes de rendimiento se encontró que la más prometedora es la línea TR-006 que destaca en número de frutos por planta con 59.42, rendimiento (kg planta^{-1}) con 3.38 kg y al mismo tiempo al ser la misma con el mayor rendimiento calculado (t ha^{-1}), también al ser la que presenta el mayor grosor del mesocarpio con 9.59 mm. La línea TR-008 destacó por ser la de mayor peso promedio del fruto con 127.41 g. Para la variable semillas por fruto, la línea TR-003 resultó tener el mejor desempeño con 159.17. Las líneas TR-004 y TR-008 mostraron ser superiores en el tamaño en el diámetro polar con valores de 59.06 y 60.93 mm respectivamente. Para la variable de diámetro ecuatorial, todas las líneas resultaron ser estadísticamente similares con valores de 46.27 a 66.48 mm. Para el número lóculos la línea con el mejor desempeño fue TR-004 con 5.46. El comportamiento agronómico de los genotipos fue variable en la mayoría de los caracteres evaluados, esto indica que existe variabilidad genética entre las líneas evaluadas, esta variabilidad pudiera ser utilizada para la generación de materiales nuevos con un alto potencial reproductivo pudiendo ser como variedad o como híbridos.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum*, caracterización, rendimiento, genotipos.

ABSTRACT

To obtain new materials that increase productivity it is necessary to have germplasm with genes of agronomic interest. The objective of this research is to evaluate the agronomic performance of experimental lines of tomato for the generation of new varieties or hybrids. The experimental design used was a completely randomized block design with eight treatments and four replicates each with an ANOVA at $p \leq 0.05$ and the mean test was by Tukey ($p \leq 0.05$). The results obtained indicate significant statistical differences for most of the variables quantified in the study. The agronomic performance of the lines was variable for most of the variables evaluated. For the yield components, it was found that the most promising was line TR-006, which stood out for the number of fruits per plant with 59.42, yield (kg plant⁻¹) with 3.38 kg and at the same time for being the line with the highest calculated yield (t ha⁻¹), also for being the one with the greatest thickness of the mesocarp with 9.59 mm. Line TR-008 stood out for being the one with the highest average fruit weight with 127.41 g. For the seeds per fruit variable, line TR-003 had the best performance with 159.17. Lines TR-004 and TR-008 were shown to be superior in polar diameter size with values of 59.06 and 60.93 mm, respectively. For the equatorial diameter variable, all lines were statistically similar with values ranging from 46.27 to 66.48 mm. For the number of locules, the line with the best performance was TR-004 with 5.46. The agronomic performance of the genotypes was variable in most of the characters evaluated, this indicates that there is genetic variability among the lines evaluated, this variability could be used for the generation of new materials with a high reproductive potential as a variety or as hybrids.

Key words: *Solanum lycopersicum*, characterization, yield, genotypes.

1. INTRODUCCIÓN

El jitomate destaca entre los cultivos con mayor volumen de producción en el mundo y, al igual que el maíz, el trigo, el frijol, constituye un alimento esencial en muchas culturas y comunidades. En la actualidad, México se ubica entre los diez principales países productores de este fruto (CIAD, 2024). En 2023 se destinaron para su cultivo 49, 522 ha, los estados con mayor superficie sembrada son Sinaloa con 11,843 ha, Michoacán con 7,689 ha, San Luis Potosí con 3,228 ha, Baja California Sur con 2,679 ha y Sonora con 2,474 ha (SIAP, 2023). Gracias a su sabor con un toque ácido, el jitomate es un ingrediente versátil en la cocina, utilizado en gran variedad de preparaciones. Además de su valor culinario, este fruto destaca por su contenido en fibra, vitamina C y potasio. Su característico color rojo es indicativo de la presencia de betacarotenos, precursores de la vitamina A. Estos compuestos contribuyen al buen funcionamiento del sistema digestivo, fortalecen el sistema inmunológico y ayudan a mantener la salud cardiovascular (PROFECO, 2020).

México es centro de domesticación y diversificación, posee amplia diversidad genética tanto de especies domesticadas como silvestres, además de materiales mutantes recombinantes y exóticos (González-Pérez *et al.*, 2021). La evolución y amplia distribución de los parientes silvestres del jitomate, así como sus variedades cultivadas dieron lugar al aumento de la productividad, estimulando al mismo tiempo la reducción de la base genética de las variedades actuales (Zavala-Gallegos, 2023). Los parientes silvestres del tomate han sido objeto de numerosos estudios a nivel internacional, especialmente enfocados en el análisis de su origen y en la identificación de genes asociados con características de interés agronómico para programas de mejoramiento genético. No obstante, en el contexto nacional, existe limitada disponibilidad de investigaciones que hayan evaluado estas especies bajo condiciones controladas, como las de invernadero, con el propósito de integrarlas de manera sistemática en estrategias de mejoramiento de jitomate (Flores-Hernández *et al.*, 2017).

En años recientes, la producción de jitomate ha sido limitada por factores como la sequía, la erosión del suelo, y el aumento de plagas y enfermedades (Alonso *et al.*, 2015). En lugares cuya economía depende de la agricultura, la salinización y la erosión de los suelos representan serias limitaciones productivas, al incrementar la concentración de sales solubles.

Esta condición reduce la productividad afectando de manera significativa al jitomate, ya que inhibe el desarrollo radicular, limita el crecimiento del tallo y reduce la cobertura foliar. Como consecuencia, se disminuye la síntesis de foto asimilados, lo que repercute negativamente en el número, peso, calidad de los frutos y, en última instancia, en el rendimiento comercial postcosecha (López, 2020). Aun cuando México es un país autosuficiente en la producción de jitomate, el costo que se necesita para obtener los rendimientos actuales demasiado elevado, debido a diversos factores como lo son: el uso de híbridos costosos provenientes de empresas extranjeras, el control de plagas y enfermedades, el uso de instalaciones adecuadas, etc. y por razones como estas es que se buscan alternativas para poder reducir estos gastos. Entre ellas, el mejoramiento de jitomate, el cual se ha enfocado principalmente al rendimiento (Sánchez, 2018).

En México, debido al elevado costo de las semillas comerciales de jitomate producidas por empresas extranjeras y a la limitada investigación pública en esta especie, resulta indispensable impulsar programas nacionales de mejoramiento genético que aprovechen el potencial de los parientes silvestres y las variedades nativas. Para ello es necesario realizar la recolección, caracterización y evaluación de estos recursos (Salgado-Meraz, *et al*, 2018). El mejoramiento genético del jitomate requiere diversidad genética amplia o diversidad alélica significativa, ya que la reducción de esta variabilidad pone en riesgo el progreso a largo plazo. Las características agronómicas de mayor interés para el mejoramiento genético suelen ser heredadas de manera cuantitativa y tienen su origen en poblaciones nativas (Salgado-Meraz, *et al*, 2018). Asimismo, la amplia distribución geográfica del jitomate ha favorecido el desarrollo de poblaciones con distintos grados de adaptación a condiciones abióticas extremas y resistencia a plagas y enfermedades la que ha incrementado la variabilidad de la especie (Castañeda-Villa, 2021). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue la evaluación y selección de líneas de jitomate en base al comportamiento agronómico bajo condiciones de invernadero, permitiendo generar progenitores potenciales de híbridos con características deseadas para ser producidas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.

Evaluar el desempeño agronómico y parámetros físico del fruto de ocho líneas experimentales de jitomate bajo condiciones de invernadero.

2.2 Objetivo específico.

Determinar mediante los componentes de rendimiento y parámetros físicos del fruto el potencial genético de las líneas experimentales.

Identificar progenitores sobresalientes para rendimiento y parámetros físicos del fruto.

3. HIPÓTESIS

3.1 H_A

Debido a la diversidad genética de las líneas experimentales de tomate, se presentarán diferencias entre las líneas en cuanto al rendimiento y componentes físicos del fruto.

3.2 H₀

No existirán diferencias entre las líneas experimentales de tomate en cuanto al rendimiento y componentes físicos del fruto.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Origen del cultivo

El proceso de origen y pre-domesticación del jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), tuvo lugar en la región andina, mientras que su domesticación definitiva se llevó a cabo en Mesoamérica, desde donde posteriormente se difundió por el mundo (Marín-Montes *et al.*, 2020). Los parientes silvestres de esta especie son originarios de Sudamérica; sin embargo, el origen y la domesticación del jitomate siguen siendo temas de debate, debido a la existencia de múltiples hipótesis que intentan explicar este proceso (Zavala-Gallegos, 2023). La teoría más aceptada de la domesticación del jitomate cultivado señala que tal evento ocurrió en México, otra denota que fue en Perú y aún más, tampoco se descarta que pudiera haber ocurrido en ambos sitios. El origen exacto del jitomate cultivado permanece sin resolverse, no obstante, en México existe una amplia variabilidad genética de esta especie conocida localmente como tomatillo (ICAMEX, 2024).

4.2 Características morfológicas

El jitomate es una especie diploide perteneciente a la subfamilia Solanoideae, caracterizada por poseer un número cromosómico constante ($2n=2x=24$), tiene flores regulares, las semillas están comprimidas y su embrión es curvado (Taylor, 1986). Aunque el jitomate es una planta perenne de hábito arbustivo, su cultivo se realiza comúnmente como anual. En términos morfológicos, la planta puede adoptar formas rastreras, semi erecta o erecta, y se clasifica en dos tipos principales: plantas determinadas, que presentan un crecimiento limitado, y plantas indeterminadas cuya capacidad de crecimiento es ilimitada (Saavedra *et al.*, 2019).

4.2.1 Raíz

El sistema radicular cumple funciones esenciales en el desarrollo de la planta, ya que permite su anclaje al suelo o sustrato, además de encargarse de la absorción y el transporte de agua y nutrientes. Está conformado por una raíz principal, raíces secundarias y adventicias, estas últimas destacan por su abundancia, aunque su crecimiento no supera los 30 cm (López-Marín, 2016).

4.2.2 Tallo

Durante las etapas iniciales de desarrollo, el tallo presenta un porte erguido; sin embargo, en plantas de crecimiento determinado tiende a inclinarse debido al peso. En contraste, en las plantas de crecimiento indeterminado, la orientación del tallo depende en gran medida del manejo agronómico empleado como la poda y el tutoreo. Morfológicamente, el tallo es anguloso y está cubierto por tricomas y glándulas que secretan un líquido con aroma característico (Saavedra *et al.*, 2019).

4.2.3 Hojas

Las hojas presentan una morfología compuesta y de disposición pinnada, integradas por un conjunto de siete a nueve folíolos peciolados, cuyas dimensiones varían entre 4 y 60 mm de largo por 3 a 40 mm de ancho. Estos folíolos se caracterizan por ser lobulados, con márgenes dentados, y pueden disponer de manera alterna y opuesta. El haz es glanduloso-pubescente y de tonalidad verde, mientras que el envés muestra un color grisáceo. La orientación foliar respecto al tallo puede ser semierecta, horizontal o inclinada (López-Marín, 2016). En los tallos se observan axilas foliares, ubicadas en el ángulo superior entre el tallo y la base del pecíolo. De dichas axilas se originan tanto ramificaciones laterales como las estructuras florales y los racimos que conforman las inflorescencias (Torres *et al.*, 2023).

4.2.4 Flor

La flor presenta una estructura simétrica y completa. Los sépalos, pétalos y estambres se disponen alrededor de la base del ovario, conformando una organización típica de flor perfecta. El cáliz y la corola están compuestos por cinco o más sépalos y cinco pétalos de tonalidad amarilla, dispuestos en espiral. El androceo está constituido por cinco o seis estambres que se ubican de manera alterna con los pétalos. Estas flores se disponen en inflorescencias del tipo racimo, característica común dentro del género (López-Marín, 2016).

4.2.5 Fruto

Es una baya que puede presentar dos o más lóculos, con forma que varía desde subesférica, o globosa hasta alargada. Su peso es altamente variable, abarcando desde unos pocos miligramos hasta aproximadamente 600 gramos, dependiendo del cultivar. El fruto se compone del pericarpio, el tejido placentario y las semillas. En su fase inmadura exhibe una

coloración verde, mientras que en la madurez adquiere típicamente un tono rojo. (López-Marín, 2016).

4.2.6 Semillas

Se caracterizan por su pequeño tamaño, forma aplanada y apariencia reniforme. Estas se encuentran inmersas en una matriz gelatinosa conocida como tejido placentario. Cada semilla esta recubierta por una testa que cumple funciones de protección y resguarda al embrión (Torres *et al.*, 2023). Estructuralmente las semillas están conformadas por el embrión, endospermo y la cubierta seminal(López-Marín, 2016).

4.3 Importancia del cultivo

4.3.1 A nivel mundial

China se posiciona como el principal productor y consumidor de jitomate, mientras que Estados Unidos destaca como el mayor país importador. Por su parte, México ocupa el primer lugar como exportador de esta hortaliza. La productividad del cultivo de jitomate por unidad de superficie ha mostrado una tendencia ascendente en los últimos años. Los rendimientos obtenidos varían considerablemente según el nivel tecnológico aplicado, abarcando desde sistemas de producción a cielo abierto hasta esquemas altamente tecnificados en invernadero, que incorporan automatización en el riego, manejo nutricional y control fitosanitario (Gabriel-Ortega *et al.*, 2022). El valor de la producción mundial de tomate fresco para el 2023 fue de \$141,982,673 millones de dólares, de los cuales, \$44,699,188 USD corresponden a China, para Estados Unidos de \$13,690,180 USD, para Turquía de \$6,019,811 USD, en Italia de \$5,601,556 USD y México de \$2,484.186 USD, por mencionar la importancia económica de los principales países productores (FAO, 2025).

4.3.2 En México

En 2023, los principales exportadores de tomates, frescos o refrigerados fueron, México (\$3,06 MMD), Países bajos (\$1,71 MMD), Marruecos (\$1,59 MMD), España (\$1,42 MMD) y Turquía (\$614 MD), cuyo principal importador fue Estados Unidos (OEC, 2025). El volumen de producción en México en el año 2023 fue aproximadamente de 3,636,927.46 ha, con un valor estimado de \$36, 508, 191. Los estados con mayor superficie sembrada de jitomate en México son Sinaloa con 11,843.75 ha, Michoacán con 7,712.45 ha, San Luis

Potosí con 3,228.50 ha, Baja California Sur con 2,679.95 ha y Sonora con 2,474.10 ha (SIAP, 2023).

Además de su importancia económica, el jitomate es también fuente de vitaminas, minerales y antioxidantes, los cuales son fundamentales para la nutrición y la salud humana. Los mexicanos consumimos esta hortaliza principalmente como condimento, es decir para darle sabor al arroz, a las sopas y a los guisados; sólo algunos estratos de la sociedad lo consumen en ensaladas y salsas, aunque sería deseable consumirlo como alimento principal en diferentes platillos (ICAMEX, 2024).

4.4 Importancia de la evaluación en tomates

El proceso de domesticación del jitomate indujo modificaciones significativas tanto en su anatomía como en su sistema reproductivo, la pasar de ser una especie predominantemente alógama a una autógena. Se ha determinado que la mayoría de estos cambios están asociados con la selección en un número reducido de loci. La adopción de la autofecundación como mecanismo principal de reproducción ha resultado en una baja variabilidad genética dentro de las variedades cultivadas, lo cual ha llevado a que las nuevas líneas provengan, en su mayoría, de descendencia de híbridos con escasa diferenciación genética (Salgado-Meraz *et al.*, 2018). A pesar de su amplia distribución y cultivo a nivel global, el acervo genético del jitomate es considerado limitado. Esta restricción genética lo hace más vulnerable a la incidencia de plagas, enfermedades y condiciones de estrés abiótico, además de contribuir a la pérdida de características sensoriales (Délices *et al.*, 2019).

Zavala-Gallegos (2023), evaluó caracteres morfológicos en frutos de 16 líneas avanzadas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativo del sureste de México. Las líneas evaluadas constituyen una valiosa fuente de germoplasma, con potencial para ser incorporadas en programas de mejoramiento genético enfocados en la obtención de materiales con mayor adaptación a condiciones específicas. Este germoplasma puede contribuir al desarrollo de nuevas líneas, variedades sintéticas e híbridos con características agronómicas mejoradas. De acuerdo con Canul-Ku *et al.*, (2022), México alberga una notable diversidad de jitomates nativos, los cuales representan una riqueza genética considerable. Esta diversidad puede ser aprovechada estratégicamente en programas de mejoramiento genético para la creación de variedades nacionales adaptadas a las condiciones agroclimáticas particulares de las distintas

regiones productoras del país. Castalleda-Villa (2021), menciona que los cruzamientos entre poblaciones nativas e híbridos comerciales tipo saladette generan progenies sobresalientes que pueden emplearse como variedades de polinización libre o líneas progenitoras potenciales de nuevos híbridos.

De acuerdo con Pérez-Díaz *et al.*, (2020), México es reconocido como centro de domesticación del jitomate y se caracteriza por contar con una notable diversidad de frutos, así como una considerable variabilidad genética relacionada con su composición química, resistencia a plagas, enfermedades y adaptación a condiciones de cultivo extremas. Este material nativo representa una alternativa valiosa para programas de mejoramiento genético, orientados al rescate de características que se han perdido en cultivares comerciales. Marín-Montes *et al.* (2019) destacan que las colectas nativas mexicanas muestran diversidad genética con rasgos contrastantes, útiles para dichos fines.

Según lo señalado por Salgado-Meraz *et al.*, (2018), los cultivares modernos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), presentan una limitada variabilidad genética, lo cual obliga a los fitomejoradores a recurrir al germoplasma nativo y a especies silvestres relacionadas con el fin de identificar genes con potencial agronómico y comercial. Por su parte Martínez-Vázquez *et al.*, (2017) indican que las colectas nativas de jitomate originarias de México manifiestan efectos aditivos en atributos como el rendimiento, cantidad de frutos por planta, firmeza del fruto, número de flores y número de racimos.

4.5 Mejoramiento genético del jitomate.

El punto de partida en cualquier programa de mejoramiento genético vegetal es el conocimiento detallado del germoplasma disponible. Comprender de manera precisa los rasgos fenotípicos y genéticos permite optimizar el proceso de selección facilitando así la generación de nuevas variantes en un periodo reducido. Para lograr este objetivo, es necesario realizar evaluaciones agronómicas, morfológicas, moleculares y genómicas que proporcionen información integral sobre el material genético disponible (Canul-Ku *et al.*, 2022).

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) presenta una base genética limitada, lo cual constituye una restricción importante en su mejoramiento genético (Marín-Montes *et al.*, 2019). Esta

condición se deriva tanto del proceso de domesticación como de su sistema reproductivo predominantemente autógamo. Por ello, una estrategia común en los programas consiste en recurrir a genotipos nativos con el objetivo de identificar y recuperar características valiosas que se perdieron durante la selección, particularmente aquellas relacionadas con tolerancia a condiciones abióticas adversas (Magallanes-López *et al.*, 2020). Es por ello que, los fitomejoradores exploran nuevas fuentes de germoplasma de parientes silvestres para utilizarlas en el mejoramiento de la especie (Parra-Gómez *et al.*, 2016). La mejora genética del jitomate en México no ha sido atendida por instituciones del gobierno y parcialmente por centros públicos de investigación. Solo las empresas trasnacionales lo han hecho de manera formal (González-Pérez *et al.*, 2021).

4.6 Tipos de mejoramiento genético

4.6.1 Selección genealógica (método por pedigree)

Se fundamenta en la identificación y aislamiento de los genotipos más sobresalientes, seleccionando aquellas plantas con características superiores para su eventual desarrollo como nuevos cultivares (Huaman *et al.*, 2021).

4.6.2 Hibridación

Es un método que permite obtener descendencia con características deseables, al combinar los atributos más favorables de dos progenitores. Este procedimiento implica el cruce de materiales genéticamente homocigotos y contrastantes, con la finalidad de integrar en un solo genotipo los rasgos de interés presentes en uno o más de los parentales utilizados en el cruce (Angulo y Ortiz, 2020).

4.6.3 Selección masal

La selección masal fue empleada de forma empírica por los primeros agricultores, quienes elegían los materiales en función de atributos visuales que consideraban favorables tanto para su cultivo como para su consumo. Este método tiene como propósito fundamental mejorar la población en su conjunto, seleccionando aquellos fenotipos que manifiestan las características más sobresalientes. Además, busca reunir los genotipos presentes en la población que exhiben un desempeño superior con respecto a los rasgos de interés agronómico (Angulo y Ortiz, 2020).

4.6.4 Retrocruzamientos

El propósito de este método tradicional es desarrollar variedades con resistencia a diversos patógenos o enfermedades, así como modificar características cualitativas. Esta técnica permite la alteración de cualquier rasgo, siempre que esté presente una heredabilidad elevada (Arteaga, 2011). En el retrocruzamiento intervienen dos componentes esenciales: el progenitor recurrente, que conserva la mayor parte del genotipo original y con el cual se realizan los cruces sucesivos, y el progenitor donador, del cual se pretende transferir uno o varios genes específicos al genotipo del progenitor recurrente (Huaman *et al.*, 2021).

4.6.5 Selección asistida por marcadores moleculares

Los programas tradicionales de mejoramiento genético suelen requerir la evaluación de un gran número de plántulas (en ocasiones cientos de miles), con el fin de identificar genotipos superiores a partir del análisis fenotípico. Este procedimiento, en condiciones óptimas, puede prolongarse entre seis y ocho años. En contraste, el uso de marcadores moleculares, biomoléculas asociadas con rasgos genéticos específicos, representa una herramienta fundamental para optimizar la eficiencia en la selección de caracteres de interés dentro de dichos programas. En este contexto, la Selección Asistida por Marcadores Moleculares (SAM) se ha consolidado como una estrategia clave, ya que incorpora técnicas avanzadas de biología molecular que permiten prescindir de los efectos del ambiente, garantizando así una selección basada en el genotipo en lugar del fenotipo. Además, esta técnica puede aplicarse mediante una sola prueba en un periodo reducido, sin requerir las múltiples etapas propias del mejoramiento convencional, lo que disminuye significativamente el tiempo y los recursos necesarios en el proceso de selección (Fundación PROINPA, 2015).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación y localización

El proyecto de investigación se estableció durante el ciclo agrícola primavera-verano 2023, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en un invernadero de baja tecnología localizado cerca del departamento de Fitomejoramiento, con las siguientes coordenadas 25°21'15'' latitud norte y 101°2'3'' longitud oeste, a una altitud de 1774 msnm, con una temperatura media anual de 16.4°C, con precipitaciones de 370 mm anuales y con un clima cálido-templado semidesértico.

5.2 Material genético

El germoplasma utilizado consistió en ocho líneas de tomate rojo de crecimiento determinado (Cuadro 1) pertenecientes al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS), del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, las cuales se encuentran en el filial 5 (F5)

Cuadro 1. Líneas experimentales de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) evaluados en el ciclo P-V 2023.

Líneas	Clave
TR	001
TR	002
TR	003
TR	004
TR	005
TR	006
TR	007
TR	008

TR= Tomate rojo

5.3 Diseño de la parcela experimental

La investigación se desarrolló en un invernadero tipo gótico con tecnología convencional, empleando un diseño experimental de bloques completos al azar conformado por tres bloques, ocho tratamientos y cuatro repeticiones por cada uno.

5.4 Labores culturales

5.4.1 Siembra

La siembra del material vegetal se efectuó el 18 de febrero de 2023, utilizando charolas de polietileno de 200 cavidades, empleando como sustrato una mezcla de Peat moss y perlita en proporción 70:30, respectivamente. Se colocaron dos semillas por cavidades para garantizar la germinación. Posteriormente, se aplicó Captan® a una concentración de 1 g L^{-1} como medida preventiva ante posibles enfermedades. Las semillas fueron cubiertas con el mismo sustrato, y las charolas se trasladaron al interior del invernadero para favorecer.

5.4.2 Trasplante

Después de los 30 días de siembra las plántulas tuvieron el desarrollo adecuado para su trasplante, realizándose el día 22 de marzo de 2023, trasplantando cuatro plántulas de cada línea experimental en contenedores tipo boli con sustrato de fibra de coco, previamente regadas para mantener la humedad y que las plántulas se adaptaran al cambio garantizando su desarrollo.

5.4.3 Riego y nutrición.

La nutrición utilizada para el cultivo fue de acuerdo al método de solución Steiner modificado, manteniendo un rango de pH de 5.9-6.1 y una conductividad eléctrica de 1.5 a 2.7 dS/m, utilizando un tanque de 2,500 litros conectado a una bomba de riego con temporizador el cual estaba programado para realizar el suministro de la nutrición cada hora, por dos a 7 minutos entre aplicaciones, se utilizaron tres concentraciones durante el desarrollo del cultivo, sin embargo, durante la primer semana después del trasplante no se le suministro ningún fertilizante en el riego, para la segunda semana se realizó la aplicación de la solución nutritiva al 50% para el crecimiento, posteriormente en la etapa de desarrollo se aplicó una concentración de 75% y en la etapa de fructificación al 100%, esta última generalmente de mayor demanda de nutrientes para la producción floral y amarre de frutos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición química de la solución nutritiva utilizada en el manejo del cultivo de tomate.

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

Microelementos ppm								
SN (%)	Fe ⁺³	Mn ⁺²	H ₃ BO ₃	Zn ⁺²	Cu ⁺²	MoO ₄ ⁻²	CE dS/m	pH
50	1.5	0.74	0.14	0.12	0.06	0.04	1.5	5.9-6.1
75	2.25	1.1	0.21	0.18	0.09	0.06	2.1	5.9-6.2
100	3	1.48	0.28	0.24	0.12	0.08	2.7	5.9-6.3

5.4.5 Poda

La poda se llevó a cabo cuando las plantas comenzaron a desarrollar tallos axilares por debajo del primer racimo floral, y posteriormente se repitió cada vez que fue necesario. Esta práctica incluyó la eliminación de hojas y brotes laterales, con el objetivo de favorecer el desarrollo vegetativo por encima del primer racimo y mejorar el cuajado floral y la producción de frutos. También se retiraron hojas senescentes para facilitar la circulación del aire y optimizar la coloración del fruto. La labor fue realizada con tijeras de poda previamente desinfectadas con una solución de cloro a 200 ppm.

5.4.6 Tutorado

Las plantas de tomate evaluadas presentaron hábito de crecimiento determinado, por lo que implementó un sistema de tutorado de tipo español con el propósito de mantenerlas erguidas

y prevenir el contacto de los frutos con el suelo. Para este fin, se emplearon soportes de madera sobre los cuales se ató hilo rafia, colocando cada línea con una separación aproximada de 20 cm, lo que permitió asegurar la estabilidad de las plantas.

5.4.7 Control de plagas y enfermedades

Con el fin de prevenir la aparición de plagas y enfermedades, se implementó un programa de protección fitosanitaria que incluyó la aplicación de diversos productos agrícolas con distintos ingredientes activos, para evitar el desarrollo de resistencia química a dichos compuestos, entre los cuales se encuentran: Lamdacialotrina, Abamectina, Clorantraniliprol, Flupyradifurone, Thiacloprid, Spiromesifen, Clorfenapir, Tiametoxam, Deltametrina, Imidacloprid + Betacyflutrin y Malation, a razón de 1 ml L⁻¹ de agua.

5.5 Variables evaluadas

A continuación, se describen las actividades realizadas para evaluar las variables consideradas en esta investigación

5.5.1 Número de frutos por planta (NFP)

Se contabilizaron los frutos cosechados por planta de cada línea experimental.

5.5.2 Peso promedio del fruto (PPF)

Para determinar el peso promedio de fruto, se pesaron los frutos utilizando una báscula digital de la marca OHAUS® Scout®-Pro, el resultado se dividió entre el número total de frutos, dando como resultado el peso medio del fruto.

5.5.3 Rendimiento (kg planta⁻¹)

Para determinar esta variable, se pesaron los frutos de cada planta en una báscula digital de la marca OHAUS® Scout®-Pro, para cada línea, la suma de los pesos de cada cosecha y de cada planta nos dará el resultado total del rendimiento por planta.

5.5.4 Rendimiento en toneladas por hectárea (t ha⁻¹)

Para determinar esta variable, se calculó mediante el peso promedio en kilogramos por planta, multiplicando por el número de plantas por hectárea de acuerdo con la configuración entre surcos y entre plantas.

5.5.5 Numero de semillas por fruto (NSF)

Por cada fruto evaluado y cortado por la mitad se extrajo la semilla, el cual se dejó en un recipiente con agua por un periodo de 20 a 24 horas para promover la fermentación y así poder eliminar el mucilago que cubre la semilla, posteriormente se enjuago las semillas y se puso a secar sobre papel para realizar el conteo y saber el número de semillas por fruto.

5.5.6 Diámetro polar del fruto (DPF)

Se hizo uso de un vernier de la marca Esteren®, el dato se cuantificó de la parte media del fruto y así obtener el diámetro polar para cada fruto en milímetros.

5.5.7 Diámetro ecuatorial del fruto (DEF)

Se hizo uso de un vernier de la marca Esteren®, el dato se cuantificó de la parte media del fruto y así obtener el diámetro ecuatorial para cada fruto en milímetros.

5.5.8 Número de lóculos (NL)

Una vez cosechado los frutos se realizó un corte longitudinal por la parte media del fruto para contabilizar número de lóculos de cada fruto.

5.5.9 Grosor del mesocarpio (GM)

Una vez cosechado los frutos se realizó un corte longitudinal por la parte media del fruto para contabilizar número de lóculos de cada fruto.

5.6 Análisis estadístico de los datos

Las variables analizadas en esta investigación se analizaron estadísticamente con un diseño experimental de bloques completamente al azar utilizando un modelo generalizado lineal representado por la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

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.

β_j = efecto del bloqueo

ϵ_{ij} = efecto del error experimental.

Para aquellas variables que resultaron con varianzas estadísticamente significativas se aplicó una prueba de Comparaciones de Medias utilizando la prueba de medias de Tukey ($p \geq 0.05$), la diferencia honesta significativa DHS, se estimó de la siguiente forma:

$$DHS = S\bar{y} \cdot q$$

$$S\bar{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{r}}$$

$$q = q_{GL(E),t,\alpha}$$

Donde:

$S\bar{y}$ =comparador de Tukey

$CM(E)$ = Cuadrados medios del error

r= Repeticiones

q= Estadístico en puntos porcentuales de la distribución del rango estudentizado, valor que se obtiene de tablas

GL= Grados de libertad del error

t= Números de tratamientos

α = Nivel de probabilidad de cometer error tipo 1, rechazar la hipótesis nula H_0 cuando esta es verdadera, se establece un valor de 5% (0.05).

si

$|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > DHS$ entonces se concluye que $T_i \neq T_j$

Estos análisis fueron realizados con el programa Software estadístico Infostat (2017).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Número de frutos por planta (NFP)

Se encontraron diferencias estadísticas significativas (ANVA $p \leq 0.05$), para la variable evaluada de número de frutos por planta (NFP), mostrando que la línea TR-006 es superior con 59.42 frutos por planta, seguido de la línea TR-005 con 45.17 frutos por planta, aunque en otro grupo estadístico. Las líneas inferiores TR-001, TR-002, TR-003, TR-004, TR-007 y TR-008 mostraron rendimientos de 21.08 a 37.62 frutos por planta (Figura 1). Resultados similares reporta Castañeda-Villa (2021) con rendimientos de 42 a 51 frutos por planta. Datos demuestran mayor rendimiento de acuerdo con lo reportado por Parra-Gómez (2016) mostrando rendimientos desde 7.6 hasta 249.9 frutos por planta en la evaluación de 11 líneas de tomate. Otro estudio realizado por Marín-Montes *et al.*, (2019), al evaluar poblaciones nativas de tomate mostro rendimientos de 31.95 hasta 514.33 frutos por planta.

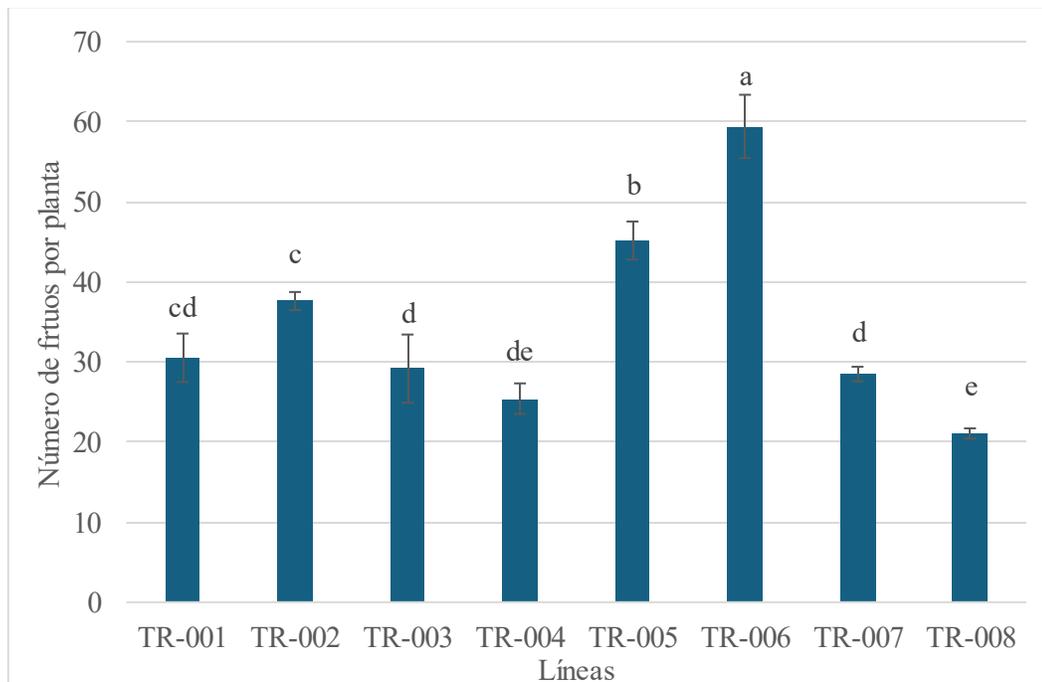


Figura 1: ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de la variable de número de frutos por planta de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.

6.2 Peso promedio de fruto (PPF)

Para el peso promedio del fruto se observan diferencias estadísticas significativas, mostrando que la línea TR-008 fue estadísticamente superior con peso promedio de 127.41 g, siguiendo de la línea TR-007 con un peso promedio de 107.7 g esta de un grupo estadístico diferente, mientras que la línea que mostro el menor peso promedio fue TR-006 con 57.11 g, las demás líneas mantuvieron valores entre 60 y 90 g (Figura 2). Estos resultados mostraron superiores a los reportados por Castañeda-Villa (2021) quien tuvo frutos con valores mayores a 96 g siendo los más pesados. Burbano (2016) encontró pesos promedios similares con valores de 97.7 a 104.05 g. Así mismo los datos obtenidos mostraron ser superiores a los reportados por Parra-Gómez (2016) donde la línea con mayor peso obtuvo un valor de 36.7 g.

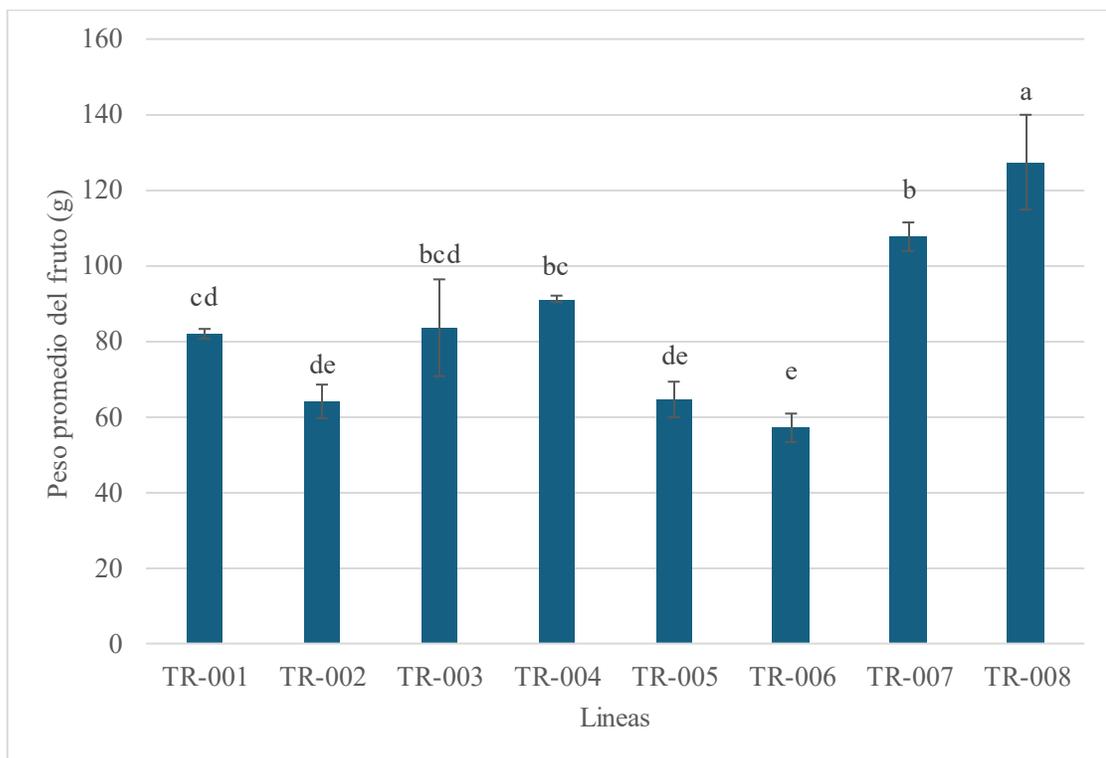


Figura 2: ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de la variable de peso promedio de frutos de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.

6.3 Rendimiento en kilogramos por planta (kg planta⁻¹)

Se observó variación estadísticamente significativa en las líneas evaluadas en el rendimiento en kilogramos por planta (kg planta⁻¹), oscilando los rendimientos entre 2.41 a 3.38 kg planta⁻¹ entre las líneas (Figura 3). La línea TR-006 produjo el mayor rendimiento con 3.38 kg planta⁻¹, seguido de las líneas TR-005 y TR-007 con valores de 2.91 kg planta⁻¹ siendo estos estadísticamente iguales. Las líneas que tuvieron un menor rendimiento fueron TR-001, TR-002, TR-003, TR-004, TR-008 con valores entre 2.32 y 2.98 kg planta⁻¹. Estos resultados no son inferiores a los reportados por Salgado-Meraz *et al.*, (2018) quienes obtuvieron rendimientos de 2.16 a 1.67 kg planta⁻¹. Además, otro estudio donde se evaluaron tomates nativos y un híbrido comercial reportando 0.143 a 1.57 kg planta⁻¹ (Bonilla-Barrientos *et al.*, 2014).

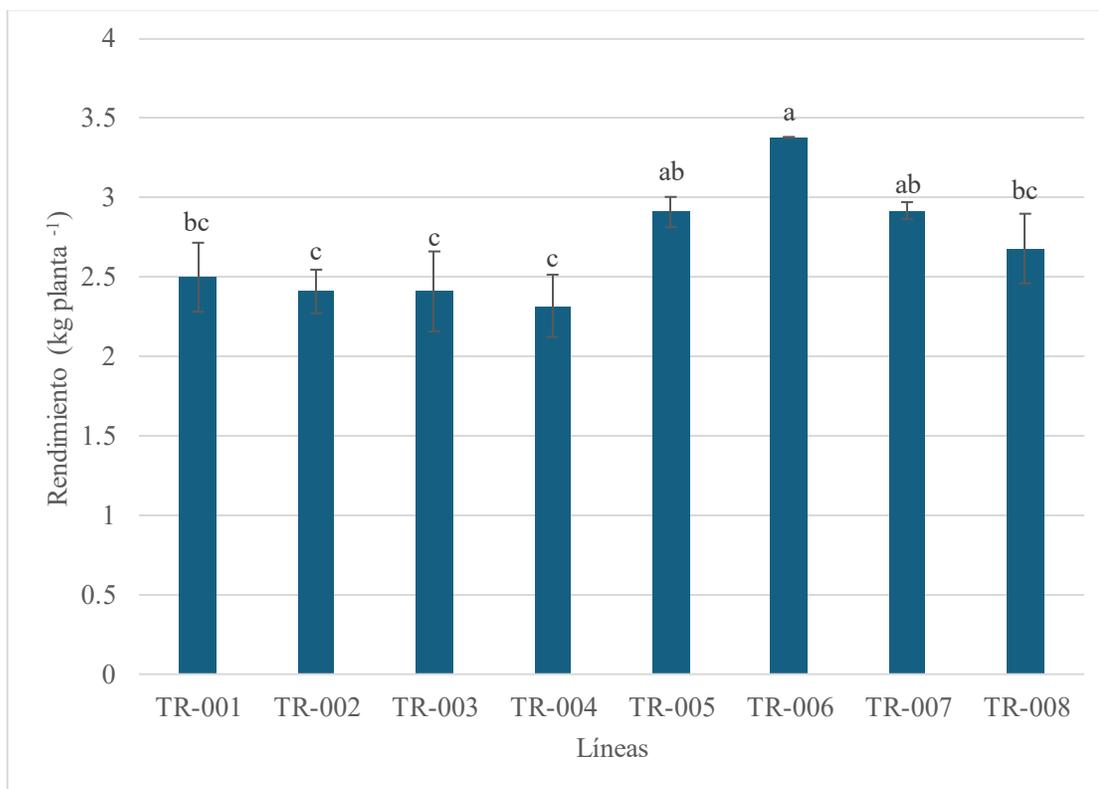


Figura 3: ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de la variable de rendimiento en kilogramos por planta de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponden a la desviación estándar.

6.4 Rendimiento en toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$)

Se observó un comportamiento estadísticamente similar a la variable anterior donde la línea TR-006 mostró ser estadísticamente superior obteniendo un rendimiento de $76.12\ t\ ha^{-1}$, siguiendo de las líneas TR-005 y TR-007 siendo estadísticamente similares con resultados de 65.52 y $65.81\ t\ ha^{-1}$ respectivamente, mientras que las líneas inferiores TR-001, TR-002, TR-003, TR-004, TR-008 mostraron rendimientos de 60.38 a $52.19\ t\ ha^{-1}$ (Figura 4). Estos resultados mostraron ser superiores a los reportados por Pupo (2017), donde al evaluar líneas experimentales obtuvo rendimientos de 16.37 a $20.83\ t\ ha^{-1}$. Burbano (2016), reportó en la evaluación de seis líneas de tomate, rendimientos de 57.3 a $85.9\ t\ ha^{-1}$, mostrando resultados similares a los obtenidos en el experimento.

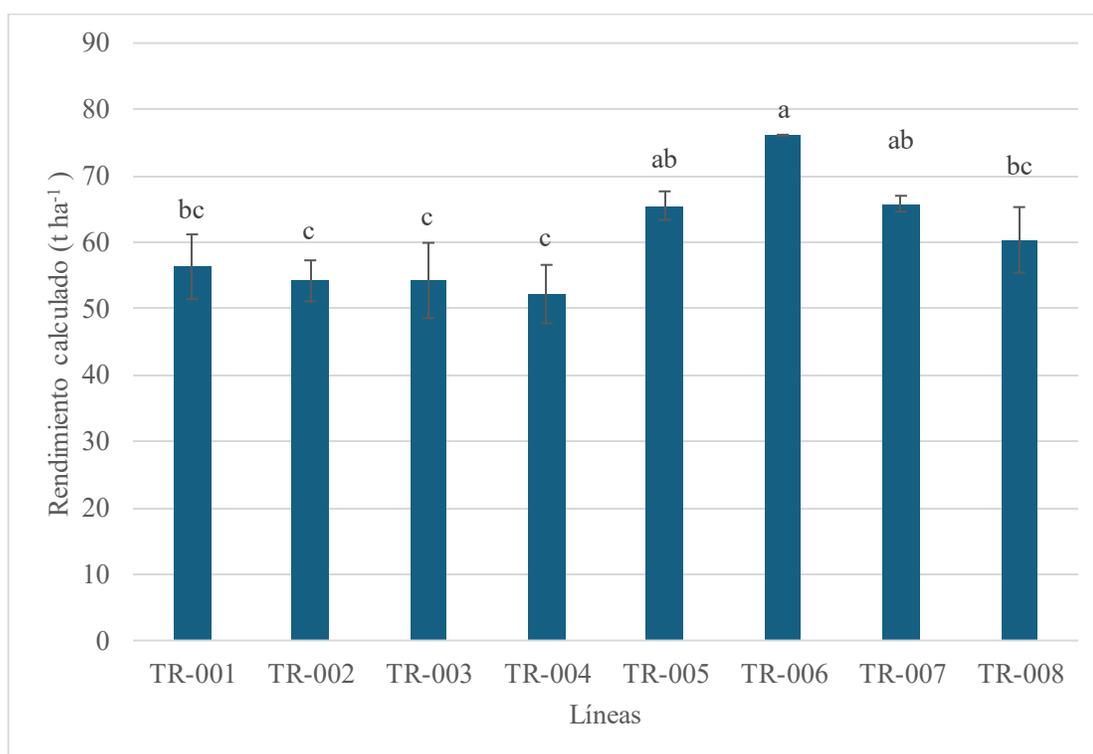


Figura 4: ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de rendimiento en toneladas por hectárea de las ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.

6.5 Número de semillas por fruto (NSF)

Los resultados obtenidos para la esta variable mostraron ser estadísticamente significativas (ANVA $p \leq 0.05$) entre las líneas evaluadas en relación con el número de semilla por fruto (Figura 5). El mayor número de semillas por fruto se reportó en la línea TR-003 con 159.17, mientras que la línea TR-008 resulto ser la menor con 67.16 semillas, las líneas TR-001, TR-002, TR-004, TR-005, TR-006, TR-007 mostraron ser estadísticamente similares con un numero de semillas por fruto de 90 a 130 aunque en el mismo grupo estadístico de la línea TR-003 (Figura 5). Datos obtenidos por Salim *et al.*, (2020) muestra tener 147.6 semillas por fruto con el mejor rendimiento, y con 46.05 semillas por fruto siendo el de menor rendimiento. Flores-Hernández *et al.*, (2017), reporta obtener 197 semillas por fruto siendo el mejor rendimiento y 4 semillas por fruto el de menor rendimiento.

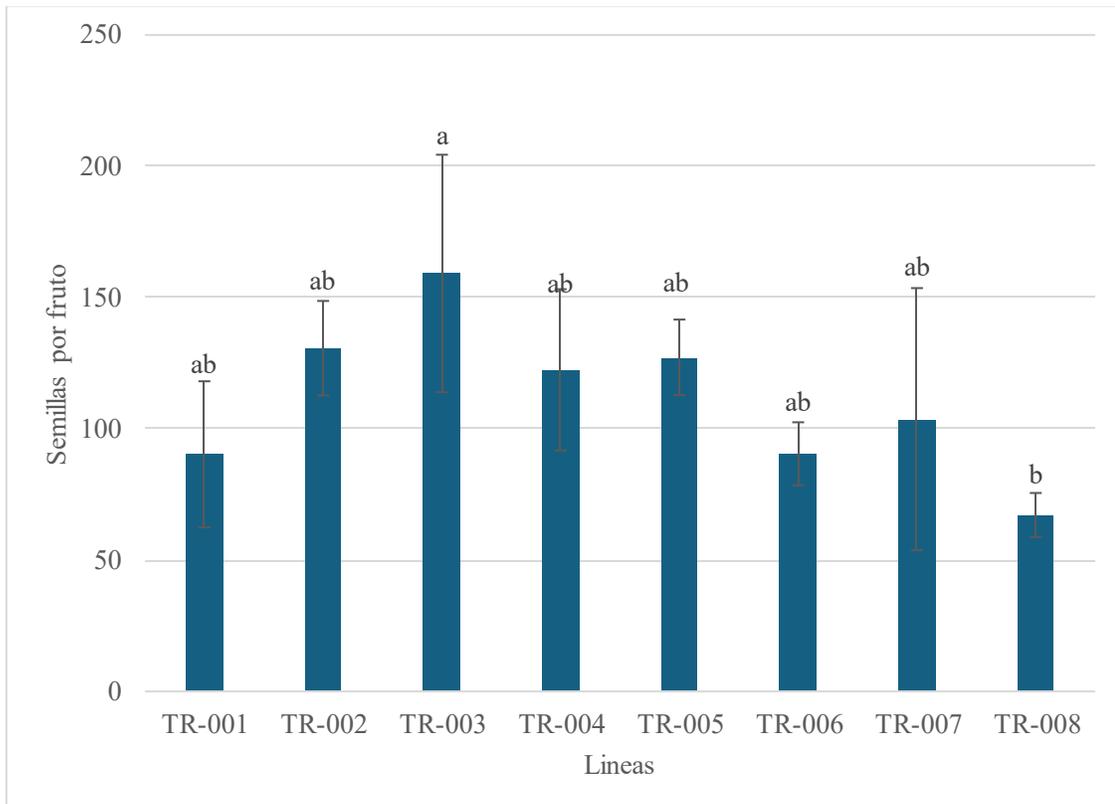


Figura 5: ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de número de semillas por fruto de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.

6.6 Diámetro polar del fruto (DPF)

En la variable diámetro polar del fruto se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ANVA $p \leq 0.05$) entre las líneas evaluadas, donde las líneas TR-004 y TR-008 son estadísticamente similares y superiores con diámetros de 59.06 mm y 60.93 mm respectivamente, las líneas TR-001, TR-003, TR-005, TR-006 y TR-007 resultaron ser estadísticamente similares con tamaños entre 50 y 57 mm, mientras que la línea TR-002 resulto ser la de menor diámetro polar con 41.94 mm (Figura 6). Quispe-Choque y Huanca-Alanoca (2023) reportan tamaños de diámetro polar de 57.02 a 72.45 mm siendo similares a los del experimento. Resultados similares reporta Vallecillo *et al.*, (2022), donde obtuvo diámetros polares entre 59.1 y 72.6 mm.

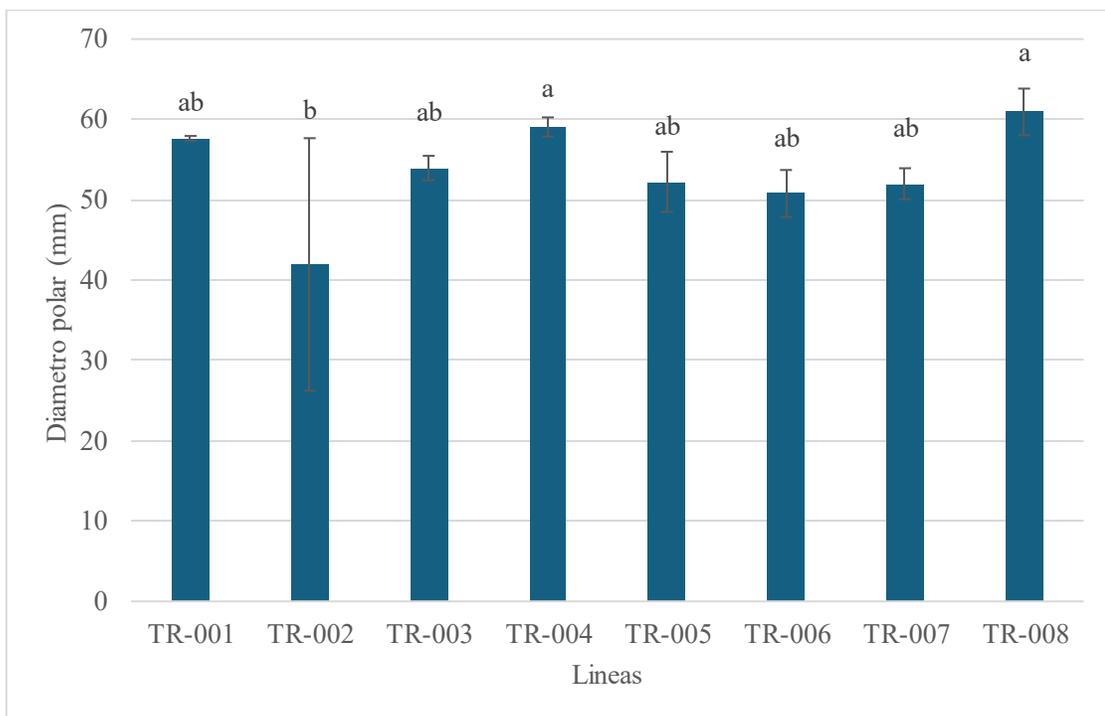


Figura 6. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de la variable diámetro polar de fruto, de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.

6.7 Diámetro ecuatorial del fruto (DEF)

Para diámetro ecuatorial del fruto no se encontraron diferencias significativas entre las líneas, siendo todas estadísticamente iguales (Figura 7), la línea de mayor diámetro percibido fue la TR-008 con 66.48 mm y la de menor es TR-002 con 46.27 mm, aunque como se mencionó solo fue porcentualmente ya que estadísticamente son iguales. De acuerdo con lo reportado por Vallecillo *et al.*, (2022) muestra diámetros que varían de 5.5 a 5.7 cm. Salim *et al.*, (2020), reportó diámetros de fruto entre 3.64 a 8.15 cm mostrando diferencias significativas entre las líneas.

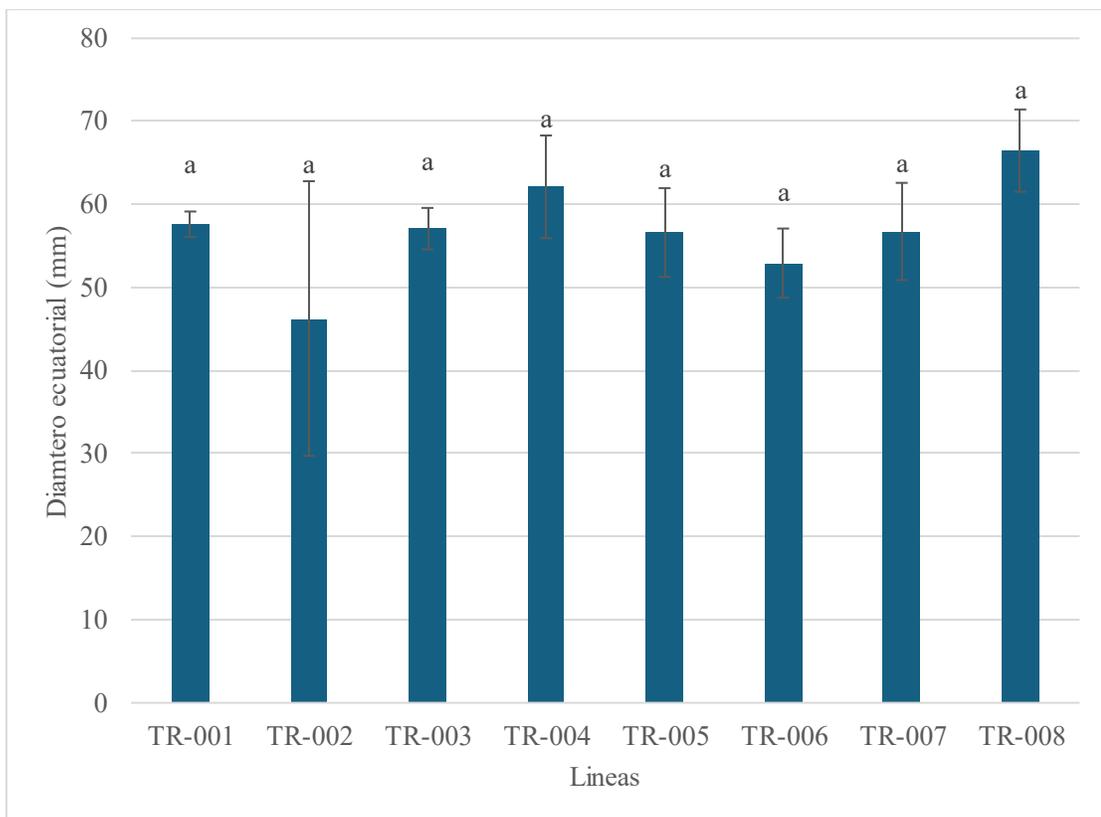


Figura 7. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable diámetro ecuatorial de fruto de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.

6.8 Número de lóculos (NL)

Para la variable de número de lóculos se encontraron diferencias estadísticas significativas, donde la línea con el mayor número promedio de lóculos es TR-004 con 5.46, siguiendo de la línea TR-003 con 5.21, la línea con el menor número de lóculos fue TR-002 con 2.27. Las demás líneas reportaron valores entre 2.56 y 4.9 (Figura 8). Elsadek *et al.*, (2022), obtuvo resultados obteniendo un número promedio de lóculos por fruto con valores de 2.0 a 8.94, siendo similares e incluso superiores a los de este experimento. Otros estudios han reportado lóculos por fruto entre 2 y 9.93 (Salim *et al.*, 2020) dando resultados similares a los de este experimento. Burbano (2016) reporta un número de lóculos entre 2 y 3.

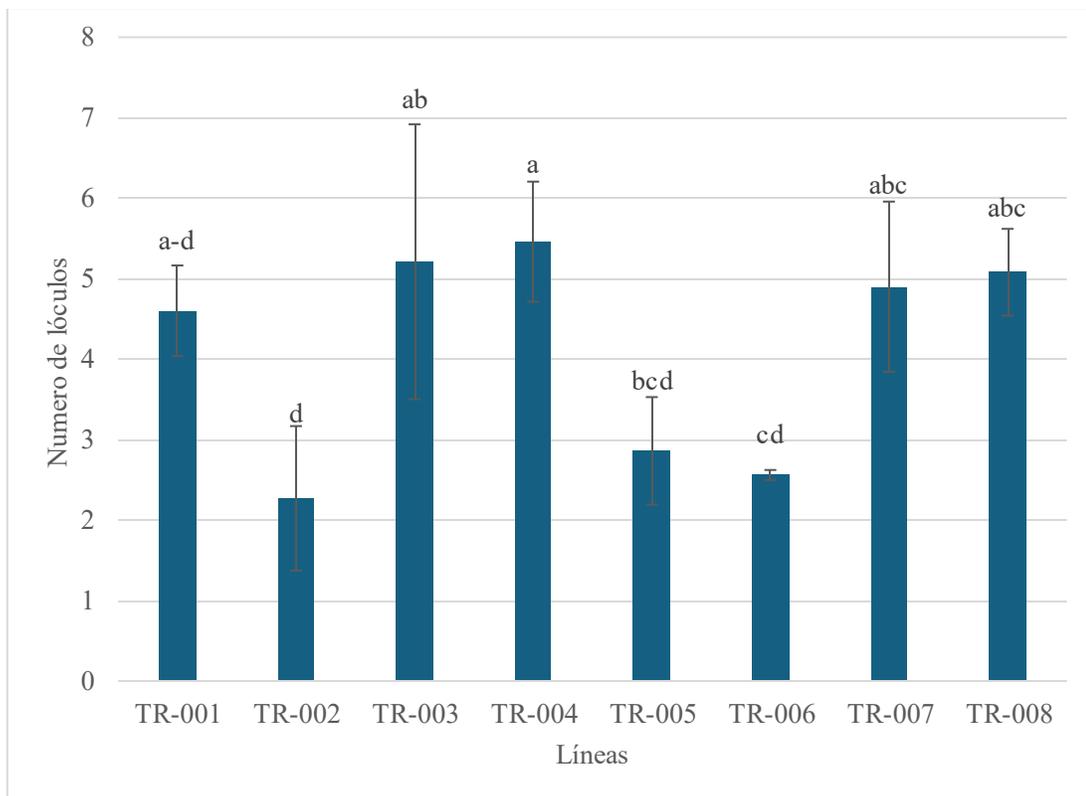


Figura 8. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$), de la variable número de lóculos de fruto de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.

6.9 Grosor del mesocarpio (GM)

De acuerdo con el análisis de varianza ($p \leq 0.05$), se encontró una variación estadística significativa en el grosor del mesocarpio en las líneas de tomate evaluadas. La línea con el mayor grosor con 9.59 mm fue TR-006, la línea con el menor grosor fue TR-002 con 6.3 mm, las demás líneas resultaron ser estadísticamente similares con valores entre 6.68 a 8.4 mm (Figura 9). Los resultados obtenidos por Vallecillo *et al.*, (2022) muestran ser similares al obtener medias por fruto que varían de los 6.78 a 7.82 mm. Otros resultados obtenidos por Elsadek *et al.*, (2022) mostraron valores semejantes variando desde los 5.80 a los 8.58 mm. De igual manera Trento *et al.*, (2021), reporto resultados similares a los del experimento con valores promedios de 7.2 a 10.4 mm. También resultados obtenidos por Salim *et al.*, (2020) obtuvo resultados que van desde los 4.4 a 8.07 mm, resultados muy similares a los obtenidos.

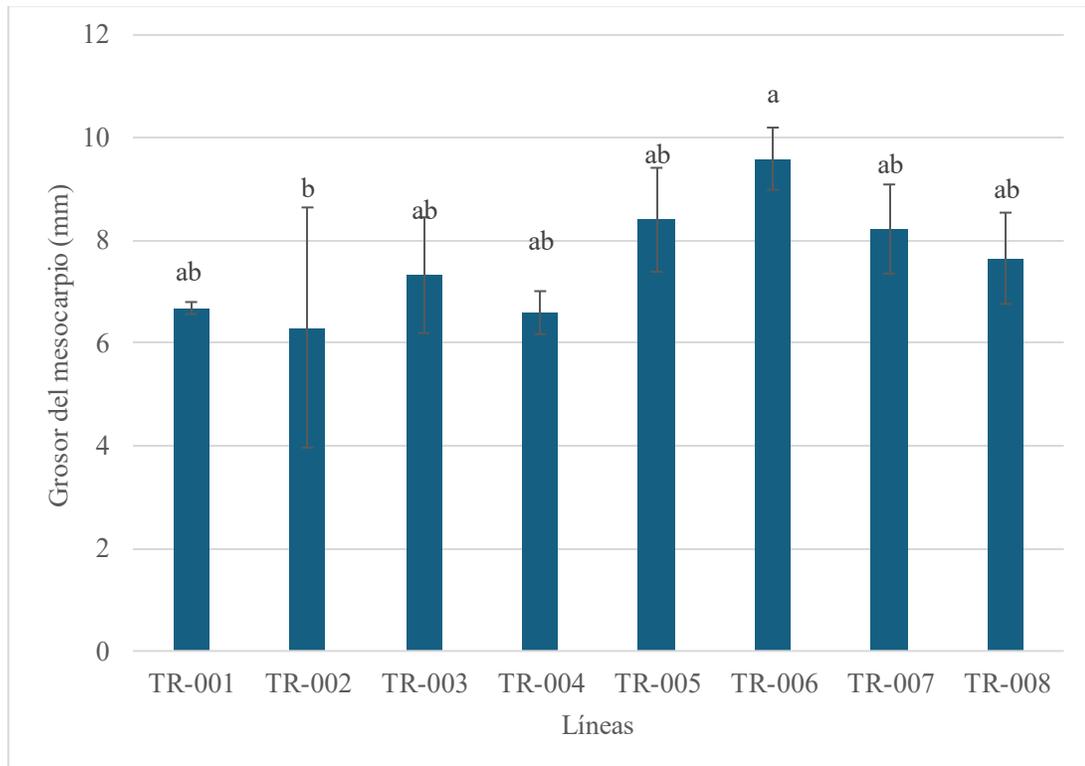


Figura 9. ANVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable grosor de mesocarpio de ocho líneas experimentales de tomate evaluadas en invernadero, barras verticales corresponde a la desviación estándar.

7. CONCLUSIONES

El comportamiento agronómico de los genotipos fue variable en la mayoría de los caracteres evaluados, esto indica que existe variabilidad genética entre las líneas evaluadas, esta variabilidad pudiera ser utilizada para la generación de materiales nuevos con un alto potencial reproductivo, pudiendo ser utilizados ya sea como variedad o como híbridos de alto potencial de rendimiento.

La línea con mayor potencial en base a componentes de rendimiento es TR-006 que destaca en número de frutos por planta, kg planta^{-1} , rendimiento calculado t ha^{-1} y grosor del mesocarpio, mientras que la línea TR-008 es superior en peso promedio del fruto y diámetro polar. Para la producción de semilla la línea TR-003 mostro buen desempeño. En número de lóculos TR-004.

Bibliografía

- Alonso López, A., López Collado, C. J., Barois Boullard, I., Palafox Caballero, A., & Quiñones Monfil, E. (2015). Evaluación de lombricomposta y tezontle en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 967-975. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n5/v6n5a5.pdf>
- Angulo Vivas, I., & Ortiz Bocanegra, M. Á. (2020). Mejoramiento Genético en Plantas Alógamas y Autógamas. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de Mejoramiento: https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Ortiz-24/publication/339139689_Monografia_mejoramiento_genetico_de_plantas_autogamas_y_alogamas_Fitomejoramiento/links/5e40e396a6fdccd965963018/Monografia-mejoramiento-genetico-de-plantas-autogamas-y-alogamas-Fi
- Arteaga, A. (2011). Simulación de dos estrategias de mejoramiento genético de plantas aplicando la plataforma qu-gene. Universidad Nacional de Colombia.
- Bonilla-Barrientos, O., Lobato-Ortiz, R., García-Zavala, J., Cruz-Izquierdo, S., Reyes-López, D., Hernández-Leal, E., & Hernández-Bautista, A. (2014). Diversidad Agronómica y Morfológica de Tomates Arriñonados y Tipo Pimiento de Uso Local en Puebla y Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(2), 129-139. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802014000200004&script=sci_arttext
- Burbano Erazo, E. (2016). Producción, evaluación y selección de líneas de tomate tipo "chonto" (*Solanum lycopersicum* Mill.) con hábito de crecimiento determinado. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56397/2018-Esteban%20Burbano%20Erazo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Canul-Ku, J., González Pérez, E., Barrios-Gómez, E. J., Hernández-Meneses, E., & Rangel-Estrada, S. E. (2022). Variación morfológica cualitativa de germoplasma nativo de jitomate del sur de México. *Revista Brasileña de Investigación Animal y Ambiental*, 5(2), 1590-1602. doi: <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n2-012>

- Castañeda-Villa, A. M. (2021). Selección de Líneas Avanzadas de Jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) Tipo Saladette con Base Genética Ampliada. Colegio de Postgraduados. Obtenido de S: http://193.122.196.39:8080/bitstream/handle/10521/4955/Castaneda_Villa_AM_M_C_RGP_Genetica_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). (2024). El cultivo de tomate en México retos y oportunidades frente a enfermedades producidas por virus. Obtenido de <https://www.ciad.mx/el-cultivo-de-tomate-en-mexico-retos-y-oportunidades-frente-a-enfermedades-producidas-por-virus/>
- Délices, G., Leyva Ovalle, O. R., Mota-Vargas, C., Núñez Pastrana, R., Gámez Pastrana, R., Andrés Meza, P., & Serna-Lagunes, R. (2019). Biogeografía del tomate *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme (Solanaceae) en su centro de origen (sur de América) y de domesticación (México). *Revista de Biología Tropical*, 67(4), 1023-1036. doi: <https://doi.org/10.15517/rbt.v67i4.33754>
- Elsadek, W. S., EL-Shinawy, M. Z., M Elminiawy, S. E., & H Ayoub, F. (2022). Evaluation of some Indeterminate Exotic Genotypes of Tomato. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 30(1), 117-127. doi: <https://dx.doi.org/10.21608/ajs.2022.105853.1436>
- Flores-Hernández, L. A., Lobato-Ortiz, R., García-Zavala, J., Molina-Galán, J., Sargerman-Jarquin, D., & Velazco-Alvarado, M. (2017). Parientes Silvestres del Tomate Como Fuente de Germoplasma Para el Mejoramiento Genético de la Especie. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(1), 83-91.
- Fundación PROINPA. (2015). Informe Compendio 2011-2014. Cochamba - Bolivia.
- Gabriel-Ortega, J., Cervallos Gutiérrez, K., Vera Velázquez, R., Castro Piguave, C., Narvárez C Campana, W., & Burgos López, G. (2022). Evaluation and selection of tomato *Solanum lycopersicum* L. (Mill.) hybrids in Puerto la Boca Ecuador. *Selva Andina Biosphere*, 10(1), 21-31. Obtenido de

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S230838592022000100021&script=sci_abstract&tlng=en

González-Pérez, E., Ramírez-Meraz, M., Canul-Ku, J., Flores-López, R., & Macias-Valdez, L. M. (2021). Aportaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias al mejoramiento genético de hortalizas. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 12(25), 1-13. Obtenido de *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*: <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i25.2802>.

Huaman, J. J., Blas Cerdán, W. G., Reyes Pita, D. B., Rodríguez Luján, L. F., Rosales Rodríguez, S. F., Ruíz Ángele, J., Yabar Rosales, Y. I. (2021). Mejoramiento Genético en Plantas Autógamas. *Revista de Investigación Científica REBIOL*, 41(1), 136-153. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/3626/4358>

Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal (ICAMEX). (2024). Cultivo de Jitomate. Obtenido de <https://icamex.edomex.gob.mx/jitomate>

Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX). (2024). Producción Sustentable de Jitomate en Agricultura Protegida. México: Secretaria de Campo. Obtenido de https://icamex.edomex.gob.mx/sites/icamex.edomex.gob.mx/files/files/publicaciones/2024/Producci%C3%B3n%20de%20Jitomate%20ICAMEX%202024_compressed.pdf

López, J. I. (2020). Optimización del recurso agua y suelo para la producción de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero en dos sistemas de producción. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/20.500.12371/14660>

López-Marín, L. (2016). Manual Técnico del Cultivo de Tomate. (L. Ramírez, Ed.) Costa Rica: Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (PRIICA). Obtenido de <https://repositorio.iica.int/items/ac1c1a34-20f3-4564-83a9-0aae65452d82>

- Magallanes-López, M., Martínez-Damián, M. T., Sahagún-Castellanos, J., Pérez-Flores, L. J., Marín-Montes, I. M., & Rodríguez-Pérez, J. E. (2020). CALIDAD POSCOSECHA DE 40 POBLACIONES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) NATIVAS DE MÉXICO. *Agrociencia*, 54(6), 779-795. doi: <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v54i6.2184>
- Marín-Montes, I. M., Lobato-Ortiz, R., Carrillo-Castañeda, G., Rodríguez-Pérez, J. E., García-Zavala, J. J., & Velasco-García, Á. M. (2019). Riqueza Alélica de Poblaciones Nativas de Jitomate ("*Solanum lycopersicum*" L.) Para el Mejoramiento Genético. *Agrociencia*, 53(3), 355-370. Obtenido de <https://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2019/abr-may/art-4.pdf>
- Marín-Montes, I. M., Lobato-Ortiz, R., Carrillo-Castañeda, G., Rodríguez-Pérez, J., García-Zavala, J., Hernández-Rodríguez, M., & Velasco-García, Á. M. (2020). Parámetros genéticos de una cruce interespecífica de *S. lycopersicum* L. y *S. habrochaites* Knapp & Spooner. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 26(2), 111-123. doi: 10.5154/r.rchsh.2020.01.003
- Martínez-Vázquez, E. d., Hernández-Bautista, A., Lobato Ortiz, R., García-Zavala, J. J., & Reyes-López, D. (2017). Exploring the breeding potential of Mexican tomato landraces. *Scientia Horticulturae*, 220, 317-325. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.03.031>
- Observatorio de Complejidad Económica (OEC). (2025). Obtenido de Tomates, frescos o refrigerados: <https://oec.world/es/profile/hs/tomatoes>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2025). FAOSTAT. Obtenido de Valor de la Producción Agrícola: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QV>
- Parra-Gómez, M. A., Lobato-Ortiz, R., García-Zavala, J. J., Reyes-López, D., & Velasco-Alvarado, M. J. (2016). Evaluación de Líneas de una Cruce Interespecífica de Tomate. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 59-65. Obtenido de

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802016000100010

- Pérez-Díaz, F., Arévalo-Galarza, M. d., Pérez-Flores, L. J., Lobato-Ortiz, R., & Ramírez-Guzmán, M. E. (2020). Crecimiento y características postcosecha de frutos de genotipos nativos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de Fitotecnia Mexicana*, 43(1), 89-99.
- Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). (2020). Jitomate, versátil y nutritivo. Obtenido de <https://www.gob.mx/profeco/articulos/jitomate-versatil-y-nutritivo?state=published>
- Pupo Feria, C., & Galindo Menéndez, L. E. (2017). Evaluación Agronómica de Tres Cultivares y Dos Líneas de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) en el Municipio Majibacoa, Provincia las Tunas, Cuba. *Ojeando la agenda* (50), 20-32. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6266021>
- Quispe-Choque, G., & Huanca-Alanoca, N. (2023). Correlation analysis and path coefficients for yield components in nine experimental tomato lines. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 14(2), 26-35. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9507322>
- Saavedra del Real, G., Jana Ayala, C., & Kehr Mellado, E. (2019). Hortalizas para Procesamiento Agroindustrial (Vol. Boletín N° 411). Temuco: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Salgado-Meraz, L., Lobato-Ortiz, R., Pérez-Flores, L., Cruz-Izquierdo, S., Peña-Valdivia, C., & García-Zavala, J. (2018). Diversidad Agronómica de Poblaciones de Jitomate Tipo "Cherry" *S. lycopersicum* L. y *S. pimpinellifolium* L. con Potencial en el Mejoramiento Genético. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(4-A), 499-507.
- Salim Rahman, M. M., Rashid, M., Hossain, M. M., & Zakaria, M. (2020). Morphological characterization of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(3), 233-240. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.11.001>

- Sánchez, A. C. (2018). Obtenido de Desarrollo de Portainjertos de Jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) Para Incrementar Productividad. Colegio de Postgraduados (COLPOS). Obtenido de: http://colposdigital.colpos.mx:8080/bitstream/handle/10521/3262/Cortes_Sanchez_A_MC_Genetica_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2025). Cierre de Producción Agrícola. Obtenido de Anuario Estadístico de la Producción Agrícola: <http://nube.agricultura.gob.mx/cierreagricola/>
- Taylor, I. B. (1986). Byosystematics of the tomato. (J. y. Atherton, Ed.) The Tomato Crop. A Scientific Basis for Improvement, 1-34. doi: https://doi.org/10.1007/978-94-009-3137-4_1
- Torres Quezada, E., Gandini Taveras, R., & Perlaza Cruz, S. (2023). Basic Tomato (*Lycopersicum esculentum*) Physiology and Morphology. Virginia Cooperative Extension, 9.
- Trento, D. A., Antunes, D. T., Fernández Júnior, F., Zazuno, M. R., Dallacort, R., & Seabra Júnior, S. (2021). Desempenho de cultivares de tomate italiano de cescimento determinado em cultivo protegido sob altas temperaturas. Nativia, 9(4), 359-366. doi: <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i4.10945>
- Vallecillo Godoy, A. J., Ortiz Grisales, S., Vallejo Cabrera, F. A., Salazar Villareal, M. D., Guerra Guzmán, D. G., & Salazar Villa, F. A. (2022). Agronomic evaluation of chonto tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) lines of determinate growth. Agronomía Colombiana, 40(3), 336-343. doi: <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v40n3.103518>
- Zavala-Gallegos, M. d. (2023). Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra. Obtenido de Caracterización Morfológica del Fruto de Líneas Avanzadas de Jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) Nativo del Sureste de México: <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/6102>