

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

**UNIDAD LAGUNA
DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



**Efecto de diferentes portainjertos sobre la calidad del fruto de tomate
Solanum lycopersicum L**

Por:

Daniela Hernández Chacón

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Efecto de diferentes portainjertos sobre la calidad del fruto de tomate
Solanum lycopersicum L

Por:

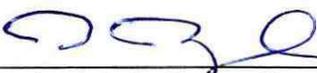
Daniela Hernández Chacón

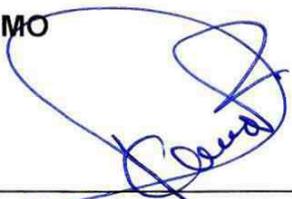
TESIS

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobado por:


Dr. José Luis Reyes Carrillo
Presidente


Dr. Pedro Cano Ríos
Vocal


M.C. Alicia García Moreno
Vocal


M.A.C.H. Rubi Muñoz Soto
Vocal suplente


M.E. Javier López Hernández
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Efecto de diferentes portainjertos sobre la calidad del fruto de tomate
Solanum lycopersicum L.

Por:

Daniela Hernández Chacón

TESIS

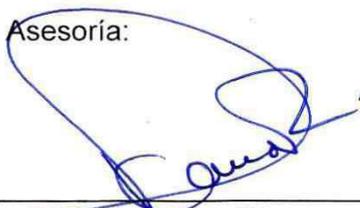
Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobado por el Comité de Asesoría:



Dr. José Luis Reyes Carrillo
Asesor Principal



Dr. Pedro Cano Ríos
Coasesor



M.C. Alicia García Moreno
Coasesor



M.A.C.H. Rubi Muñoz Soto
Coasesor



M.E. Javier López Hernández
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2024

AGRADECIMIENTOS

Con profunda gratitud **a Dios** que derrama día a día en mi salud, inteligencia, sabiduría y el entendimiento necesario para poder concluir esta etapa de mi vida y por haberme permitido finalizar mi tesis con éxito. Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

A mi Alma Terra Mater: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por brindarme la oportunidad de formar parte de su plantel y por todas las enseñanzas que me brindó durante mi tiempo como estudiante.

A mí asesor: Dr. José Luis Reyes Carrillo gracias por su apoyo, por el tiempo que me brindo y por formar parte de este trabajo.

A mi asesor: Dr. Pedro Cano Ríos

A mi asesora: M.C. Alicia Moreno García por brindarme su conocimiento, su tiempo, apoyo y guiarme con paciencia en este proyecto, gracias por su amor a la enseñanza.

A mis amigos: Grecia Castillo Bautista gracias por siempre estar para mí, por tantas horas de estudio, por siempre darme ánimos y por cada vivencia compartida, a mi amigo **Adrián Enrique Izquierdo González** gracias por estar para mí y por ayudarme en este proyecto en cuanto a tus posibilidades, los quiero mucho, siempre estaré para ustedes.

DEDICATORIA

A mis padres: Fidencio Hernández Mendieta y María Dolores Chacón Juárez quienes son un pilar fundamental en mi vida, gracias por siempre darme ánimos, echarme porras, brindarme su amor incondicional y esforzarse tanto para que siempre pudiera tener todo a mi alcance, infinitamente estoy agradecida con ustedes, los amo con todo mi ser.

A mis Hermanos: al MVZ Fidencio Hernández Chacón gracias por tenerme tanta paciencia, por cuidar siempre de mí y por compartir esta etapa tan importante en nuestra vida a nivel académico te quiero muchísimo, a mi hermana **Abigail Hernández Chacón** y mi hermano **Adrián Hernández Chacón** gracias por llenarme de su amor y compañía incondicional a distancia y por siempre darme ánimos y llenarme de energía, los amo.

A mi abuelita: María Prudencia Leonila Juárez Sánchez por siempre apoyarme moralmente y nunca dudar de mí, gracias por siempre tenerme presente en tus oraciones aun estando lejos, Te amo infinitamente y no me alcanzan las palabras para agradecerte todo lo que has hecho por mí.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN	1
1. REVISION DE LITERATURA	3
1.1 El cultivo de tomate	3
2.1.1 Taxonomía	4
2.1.2 Características botánicas del tomate	4
2.1.3 Importancia del tomate	7
2.1.4 Producción de tomate a nivel nacional	7
2.1.5 Injerto	9
2.1.6 Origen del injerto	11
2.1.7 Injerto en hortalizas	12
2.1.8 Finalidad del injerto	13
2.1.9 Ventajas del injerto en hortalizas	13
3 MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Descripción del área de estudio	15
3.2 Localización geográfica y características del sitio experimental ..	15
3.3 Labores	15
3.4 Variables a evaluar	16
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
5 CONCLUSIÓN	19
6 LITERATURA CITADA	20

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Análisis de varianza para las Variables de calidad: sólidos solubles (°Brix), grosor de pericarpio, diámetro polar y diámetro ecuatorial en los portainjertos estudiados.....	17
---	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Partes de la planta de jitomate.....	6
Figura 2.- Planta injertada	13

RESUMEN

El jitomate es una de las hortalizas más relevantes a nivel global. Para el país mexicano, su producción ha tenido un notable éxito, convirtiéndose en el principal exportador global. En términos generales, la producción del cultivo por unidad de superficie va en aumento. Para 2030 se estima una amplia proyección que anticipan un incremento en el volumen cosechado, lo que permitirá satisfacer tanto la demanda nacional como internacional. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes portainjertos sobre la calidad del fruto de tomate, por ello en el presente trabajo se estudió la influencia de las plantas injertadas de la variedad Taurino con tres diferentes portas injertos Tuareg, Aorta y Kardia, en los parámetros de calidad del fruto de plantas de jitomate *Solanum lycopersicum* L. bajo condiciones de invernadero. El trabajo experimental se realizó en un invernadero tipo capilla del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta y Atmósfera (CENID RASPA), ubicado en la Ciudad de Gómez Palacio Durango. El diseño experimental utilizado fue bloques completos con tratamientos aleatorizados y cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza y los promedios fueron comparados mediante la prueba de la diferencia mínima significativa al 0.05. En el análisis realizado no se encontraron diferencias significativas de sólidos solubles totales (°Brix), grosor de pericarpio, diámetro polar y diámetro ecuatorial en ninguno de los frutos de los tres portainjertos evaluados: Tuareg, Aorta y Kardia. La combinación de los diferentes portainjertos en las condiciones de la evaluación obtenida de las plantas de tomate sobre los parámetros de calidad sólidos solubles totales (°Brix), grosor de pericarpio, diámetro polar y diámetro ecuatorial, mostraron valores que permanecieron sin cambios favorables o destacables, por lo tanto, el injerto no tuvo efectos para la mejora de calidad del fruto.

Palabras clave: Sólidos solubles °Brix, Grosor de pericarpio, Diámetro polar, Diámetro ecuatorial

ABSTRACT

Tomatoes are one of the most important vegetables on a global level. For Mexico, its production has been a notable success, becoming the main global exporter. In general terms, the crop's production per unit of surface area is increasing. For 2030, a broad projection is estimated that anticipates an increase in the harvested volume, which will allow to satisfy both national and international demand. The objective of this work was to evaluate the effect of different rootstocks on the quality of tomato fruit, therefore in the present work the influence of plants grafted with three different rootstocks was studied Tuareg, Aorta and Kardia, in the quality parameters of the fruit of tomato plants *Solanum lycopersicum* L. under greenhouse conditions. The experimental work was carried out in a chapel-type greenhouse of the Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta y Atmósfera (CENID RASPA), located in the city of Gómez Palacio Durango. The experimental design used was complete blocks with randomized treatments and four repetitions. The results obtained were analyzed using the analysis of variance and the averages were compared using the minimum significant difference test at 0.05. In the analysis provided, no significant differences were found in total soluble solids (°Brix), pericarp thickness, polar diameter and equatorial diameter in fruits from Taurino cultivar with three rootstocks evaluated: Tuareg, Aorta and Kardia. The combination of the different rootstocks in the conditions of the evaluation obtained from the tomato plants on the quality parameters total soluble solids (°Brix), pericarp thickness, polar diameter and equatorial diameter, they show values where they remained without favorable or notable changes, therefore, the graft had no impact effects on the improvement of the quality of the fruit.

Keywords: Soluble solids °Brix, Pericarp thickness, Polar diameter, Equatorial diameter

INTRODUCCIÓN

El jitomate es una de las hortalizas más relevantes a nivel global. Para el país mexicano, su producción ha tenido un notable éxito, convirtiéndose en el principal exportador global. En términos generales, la producción del cultivo por unidad de superficie va en aumento. Para 2030 se estima una amplia proyección que anticipan un incremento en el volumen cosechado, lo que permitirá satisfacer tanto la demanda nacional como internacional (Pérez-Díaz et al., 2020) La Comarca Lagunera en México juega un papel fundamental en la producción y exportación del jitomate, especialmente hacia Estados Unidos. Las unidades de producción en esta región han demostrado ser más eficientes, con rendimientos que superan el promedio nacional. Esto se atribuye a la implementación de tecnologías avanzadas y prácticas agrícolas mejoradas (SAGARPA, 2017).

El empleo comercial de injertos en tomate se originó en 1960, pero fue a principios de los años 90 cuando se difundió más ampliamente en Europa, y consecutivamente en América del Norte. Este auge se debió a la simplificación de las técnicas de injertación y al desarrollo de portainjertos compatibles con variedades productivas. Hoy en día, el injerto es una actividad día a día más extendida a nivel global (Öztekin et al., 2009).

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es considerada de las hortalizas más populares, pero debido a ciertos problemas fitopatológicos, ha sido necesario buscar alternativas para su producción sin afectar su calidad. Una de estas alternativas es emplear portainjertos que sean resistentes a factores ambientales y enfermedades. Esto implica realizar investigaciones para analizar la semejanza vegetativa y eficacia a estos factores, siendo un aspecto clave de la valoración de los sistemas vasculares en los puntos de fusión del injerto (Toure et al., 2010).

El injerto en tomate favorece la adaptabilidad de las plantas a situaciones de estrés, salinidad en el suelo o en el agua de riego, así como a ambientes desfavorables o al estrés posterior al trasplante. Esto reduce la mortalidad de las plantas y mejora el rendimiento agronómico del cultivo (Mitidieri et al., 2011).

Los portainjertos empleados con frecuencia aumentan el vigor de la planta, pueden extender el período de crecimiento, mejorar el rendimiento y alargar la vida útil post-cosecha de los frutos. Los efectos sobre el cultivo pueden variar según la compatibilidad e interacciones entre el portainjerto y la variedad injertada, así como de las condiciones ambientales y de cultivo a las que se expongan (Martínez et al., 2015).

China es el principal productor de tomate, dando 25 millones de toneladas, siguiendo Estados Unidos con 12,2 millones de toneladas. Más países con producciones superiores a los 5 millones de toneladas incluyen Turquía, India, Italia y Egipto. A nivel mundial, la producción promedio es de 27 toneladas por hectárea. Sin embargo, los invernaderos europeos logran una mayor productividad por área, alcanzando hasta 700 toneladas por hectárea en una temporada. En cultivos de tomates frescos a campo abierto con riego por surco y de alta producción, se obtienen generalmente entre 50 y 70 toneladas por hectárea. Los estados con mayor producción en tomate (toneladas) en el año agrícola 2022 son: Sinaloa con 637,134.06, seguido por San Luis Potosí: 374,791.85 ton; en tercer lugar está Michoacán con 274,883.93 ton; la cuarta posición la ocupa Baja California Sur 177,049.05 ton; en el quinto sitio está Zacatecas con 171,846.61 ton. Estos 5 estados aportan el 51.3 % de la producción nacional. Es importante el señalamiento de la media de producción a nivel nacional es de 67.31 ton/ha; y Sinaloa con 55.75 ton/ha está por debajo de estados como San Luis Potosí que su media es de 132 ton/ha y Puebla que su media es de 131 ton/ha, solo por mencionar algunos ejemplos representativos (Maldonado et al., 2023). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes portainjertos sobre la calidad del fruto de tomate.

1. REVISION DE LITERATURA

1.1 El cultivo de tomate

Pertenece a las Solanáceas y siendo una planta herbácea cual desarrollo puede ser tanto determinado como indeterminado. Dependiendo de esto, puede cultivarse de diversas maneras, con la cosecha planificada según el objetivo. Existen producciones orientadas a la industria o al consumo fresco, siendo esta última la que ofrece mayor variedad en la producción, ya que el tomate puede cultivarse en diversas condiciones a lo largo del año. No obstante, es importante considerar que las temperaturas elevadas y bajas en extremo llegan afectar su crecimiento, especialmente para los cultivos al aire libre. El jitomate tiene su origen en los bajos Andes y fue cultivado por los aztecas en México durante la época prehispánica. Hoy en día, se presenta como una de las hortalizas más sembradas por todo el mundo. Con una enorme diversidad que se observa en los mercados tiene su origen en un antepasado común: una planta llamada tomate silvestre (*S. lycopersicum* L). La evolución de dominación ocurrió en México, fue llevada a cabo por las culturas precolombinas. Entre las propiedades de los jitomates silvestres se destacan su capacidad para resistir heridas por plagas y daños a causa de enfermedades, cualidades que se emplean en el cultivo de las variedades modernas de jitomate, mejorando así su calidad y producción (Guzmán et al., 2017).

El nombre del jitomate varía según la región y para reconocerlo, es necesario identificarlo, es necesario comprender el origen de los dos términos.: tomate rojo y jitomate. "Tomate rojo" proviene del náhuatl, específicamente de la palabra *tomatel*, que es *atomohuac* (*fatl* (agua), lo *quexictomatl*, que se *foxictli* (ombligo), *tomohuac*(fruta)*atl* (agua) (SIAP, 2019).

Temperatura y luz

El tomate necesita de un clima fresco y seco para obtener un rendimiento elevado y una calidad superior. Sin embargo, puede adaptarse diversas condiciones climáticas desde templadas hasta tropicales cálidas y húmedas. La temperatura óptima para la mayoría de las variedades se sitúa entre 21 y 24 °C. Las plantas

pueden sobrevivir a un rango de temperaturas, pero los tejidos vegetales se dañan por debajo de los 10 °C y por encima de los 38 °C (Van Dam et al., 2005).

2.1.1 Taxonomía

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asteridae
Familia	Solanacea
Género	Solanum
Especie	<i>Lycopersicum</i>
Fuente	(INTA,2017).

2.1.2 Características botánicas del tomate

El tomate es parte de la familia Solanaceae. Se trata de una planta dicotiledónea y herbácea perenne, aunque se cultiva anualmente con el fin de aprovechar sus frutos para el consumo (INTA, 2017).

Tallo

El tallo del tomate es robusto, cubierto de vello, tiene una forma angulosa y de semblante verde. El diámetro varía entre 2 y 4 cm, siendo más estrecho por la parte superior. Desde el tallo principal, crecen ramas secundarias, hojas nuevas y racimos de flores, mientras que en el segmento distal está ubicado el meristemo apical, responsable de la formación de nacientes primordios florales y foliares. En sus primeras etapas, el tallo muestra una estructura herbácea, compuesta por epidermis con filamentos glandulares, corteza y un cilindro vascular (Escobar y Lee., 2010).

Hoja

La hoja del tomate está constituida y pinnada, con entre siete y nueve folíolos peciolados con un tamaño entre 4-60 mm de largo y 3-40 mm de ancho. Los folíolos son lobulados, con bordes dentados, dispuestos de forma alterna y

opuesta, y generalmente son de color verde. Presentan una textura glanduloso-pubescente en la parte del haz y un tono grisáceo por el envés. Están cubiertas por pelos glandulares dispuestos de manera alternada sobre el tallo. Las hojas pueden tener una disposición semierecta, horizontal o inclinada en el tallo. Existen diferentes tipos de hojas, como enana, de papa, estándar, peruvianum (INTA,2017).

Flor

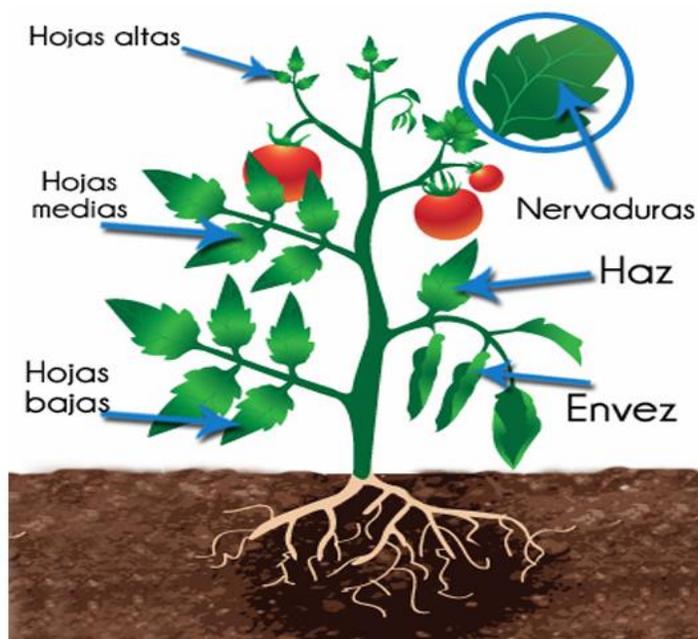
A la flor de jitomate la considerada como ideal e intermedia. sépalos, pétalos y estambres se colocan en la parte inferior del ovario. Tanto cáliz y corola se ven compuestos por cinco o más sépalos, además de cinco pétalos de color amarillo, habilitados en una manera helicoidal. Los estambres, que son entre cinco y seis, se disponen de manera alternadamente con los pétalos y forman los órganos reproductivos (INTA y López, 2017).

Las flores del tomate se disponen en un tipo de racimo, formando grupos que varían entre tres a diez flores, especialmente en las variedades para comercio en jitomate rojo de tamaño mediano y grande. Estas inflorescencias se localizan por la parte de las axilas, entre dos hojas o tres. Habitualmente la flor inicial se desarrolla en la yema apical, durante este tiempo las flores restantes surgen lateralmente y por abajo de la primera flor, ordenándose en el contorno del eje principal. El pedicelo esta como responsable de conectar cada flor (INTA et al., 2017).

Fruto

El jitomate es un fruto en una baya bilocular o plurilocular, que puede tener una figura subesférica, globosa o alargada está formado del pericarpio, el tejido placentario y las semillas. En su etapa prematuro, el fruto es de color verde y al madurar, adquiere un tono rojo. Contiene semillas de aproximadamente 5 x 4 x 2 mm, que tiene formas ovoides, son estrechas, simples o muy vellosas, de color parduzco, y las rodea una masa mucilaginosa. Cada semilla contiene uno por el embrión, el endospermo y una cubierta seminal (López, 2017).

Figura 1.- Partes de la planta de jitomate



Fuente: hydroenv, (2015)

Sistema radicular

La raíz del tomate apoya a la una buena sujeción de parte la planta al suelo o sustrato, y además la función de consumir y transportar agua y nutrientes a la parte superior de la planta. Se forma partiendo de la raíz principal, así como de las raíces secundarias y las raíces adventicias. Son abundantes y fuertes, pero generalmente no alcanzan más de 30 cm de fondo. La parte de adentro de la raíz se divide en tres partes: epidermis, el córtex, el cilindro vascular y epidermis está recubierta por pelos hacen más facili la absorción de agua y nutrientes. Por su parte, el córtex y cilindro vascular se encargan de trasladar los nutrientes a través de la planta (López, 2017).

La raíz principal del tomate es corta y débil, pero está acompañada de numerosas raíces secundarias muy potentes, además de contar con raíces adventicias. Al cortar transversalmente la raíz principal, se observa la epidermis que contiene

pelos absorbentes especialistas en la captación de agua y nutrientes. En el cilindro central se encuentra el xilema, una estructura compuesta por vasos que se encargan del llevar los nutrientes a través de la planta (Siicex Caaarem. 2015).

2.1.3 Importancia del tomate

En 2022, la producción global de tomate llegó a los 186.107,97 millones de kilos (según la FAO). Este año, se cultivaron tomates en una superficie de 4.917.735 hectáreas, con un rendimiento promedio de 3,78 kilos por metro cuadrado. Los países primordiales productores de tomate es China (23%), China Continental (22%), continúan los países con valores más bajos India (7%), Estados Unidos (7%) y Turquía (6%). Estos países juntos, concentran un 64% de la productividad a nivel mundial de tomate. México, por su parte aportan con el 2% de la producción global y ocupa el puesto 11 en el ranking global (Méndez et al., 2021).

Según con estimaciones de la FAO, el tomate es una de las hortaliza más cultivada y relevante a nivel mundial, con el uso fresco y la industria como los dos principales destinos de producción. En 2013, se cultivaron 4,7 millones de hectáreas de tomate, alcanzando una producción de 164 millones de toneladas (Guzmán et al., 2017).

Además de su relevancia económica, el jitomate es una fuente importante de vitaminas, minerales y antioxidantes, esenciales para la nutrición y la salud humana. En México, esta hortaliza se consume principalmente como condimento, utilizado para dar sabor al arroz, las sopas y los guisados. Solo algunos sectores de la sociedad lo incluyen en ensaladas y salsas, aunque sería beneficioso incorporarlo como alimento principal en una variedad de platillos. (ICAMEX,2023).

2.1.4 Producción de tomate a nivel nacional

El tomate es la hortaliza con mayor relevancia en una posición a nivel nacional debido a su alto consumo, el área cosechada y el valor económico de su

producción. Aunque el cultivo a campo abierto ha disminuido, el cultivo bajo cubierta ha aumentado, principalmente porque este sistema (como la malla sombra o invernadero) ha permitido una elevación en el rendimiento por unidad de superficie. De hecho, el cultivo de tomate a campo abierto está resultando cada vez más difícil por algunas condiciones ambientales adversas, heladas, lluvia, granizo, rocío, y proliferación de plagas y enfermedades. En cambio, en condiciones protegidas se alcanzan altos niveles de calidad, inocuidad alimentaria, certificación de productos, entre otros (Abera et al., 2020).

Conforme las referencias del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), el jitomate es la hortaliza con mayor relevancia a nivel nacional, representando casi el 25% del total de los cultivos hortícolas. El mayor volumen de su producción se registró en 2018, alcanzando una cifra de 3.80 millones de toneladas (Obando et al., 2021).

Para el ciclo agrícola otoño-invierno 2022 se han cosecharon 17,952 hectáreas con una producción de 862 mil 557 toneladas, con un rendimiento de 48.05 ton/ha (SADER 2022).

Para México, la mayor parte de entidades federativas cultivan jitomate rojo, aunque ocho estados agrupan el 72.02 % de esta producción total del país. Sinaloa lidera la producción, siendo especialmente destacado durante el periodo de 2003 a 2017 aportó más del 32 % de la producción nacional. Le siguen Baja California con 8.25 %, Michoacán con un 7.05 %, San Luis Potosí con un 6.62 %, Jalisco con un 5.43 %, Zacatecas con un 4.73 %, Baja California Sur con un 4.54 %, y Sonora con una contribución baja del 3.12 % (Méndez et al., 2021).

En 2021, los estados que destacaron como principales productores de jitomate fueron: Sinaloa, en cuestión de rendimiento de 56.00 toneladas por hectárea; San Luis Potosí, dando un rendimiento de 131.90 toneladas por hectárea; Michoacán, dando un rendimiento de 42.90 toneladas por hectárea; Jalisco, presentando rendimientos de 85.30 toneladas por hectárea; y Baja California Sur, teniendo rendimientos de hasta 60.90 toneladas por hectárea (Obando et al., 2021).

Tomando en cuenta que en los ciclos de primavera-verano y otoño-invierno periodo 2021, los estados fundamentales productores de jitomate fueron:

1. **Sinaloa:** 677.60 mil toneladas.
2. **San Luis Potosí:** 440.80 mil toneladas.
3. **Michoacán:** 283.20 mil toneladas.
4. **Jalisco:** 197.60 mil toneladas.
5. **Baja California Sur:** 173.50 mil toneladas.
6. **Morelos:** 164.50 mil toneladas.
7. **Zacatecas:** 158.90 mil toneladas.
8. **Puebla:** 139.50 mil toneladas.
9. **Sonora:** 127.40 mil toneladas.
10. **México:** 124.10 mil toneladas. (Planeación Agrícola Nacional., 2021).

2.1.5 Injerto

El injerto la técnica para propagación empleado en cultivos de hortícolas que ayuda a optimizar la producción, el cual consta en unir dos plantas de especies o variedades compatibles. Una de ellas, llamada vástago, posee características deseables, mientras que la otra, conocida como portainjerto, tiene una tolerancia específica tiene como objetivo que la planta resultante crezca como una unidad combinando los atributos, beneficios y caracterizaciones de ambas. Este método busca mejorar la resistencia de las plantas tanto a factores bióticos tales como las enfermedades que se presentan en el suelo, con plagas y factores abióticos, que se presentan como la sequía, calor, frío, inundaciones y la salinidad (Basto-Pool et al., 2023).

El portainjerto suministra un nuevo sistema radicular a la planta injertada. Aunque por lo general no presentan un número de costo directo, incluye genes que brindan características y atributos que mejoran la tolerancia a factores bióticos y

abióticos. La otra planta, el vástago, es la que tiene valor comercial por su productividad. Comúnmente ambas plantas pueden recibir ciertos fitopatógenos y condiciones ambientales. El proceso de injerto se lleva a cabo realizando cortes en el portainjerto, lo que facilita la unión con el vástago. Al entrar en contacto, las células de ambos tejidos se fusionan para formar un callo de cicatrización que asegura la unión (Lee et al. 2010).

Con un manejo adecuado y una correcta selección, es posible evitar ciertas fisiopatías, como el agrietamiento de los frutos, el contenido de zumo, alteraciones en la piel y problemas de compatibilidad. Además, al inducir un mayor o menor vigor, el injerto también puede influir en la producción (Cajamar 2018).

En la actualidad, el uso de injertos se ha generalizado a nivel mundial, y se emplean variedades de vástago y portainjertos, tanto locales como silvestres. Esto permite que las plantas, que de otro modo serían susceptibles a factores bióticos y abióticos, mantengan una alta productividad comercial (Basto-Pool 2023).

Algunos estudios realizados en tomate:

Con una condición salina (CE) de hasta 9 dS (decisiemens) puede haber una disminución en el rendimiento comercial de hasta 63 % (Soylemez y Pakyurek, 2017). El injerto influye significativamente en el rendimiento de frutos de tomate bajo producción en invernadero, pudiendo aumentar el rendimiento entre un 2.1 % y un 17.2 % en comparación con las plantas sin injertar (Fu et al., 2022). Se han registrado diferencias significativas cuando se utiliza planta de tomate injertada respecto al testigo en variables como número de frutos por planta y peso de frutos individuales (Soare, Dinu et al. 2018).

Los parámetros de crecimiento medidos en brotes y raíces del tomate bajo estrés salino bajan y el crecimiento en las raíces se ve afectado negativamente por el estrés, ya que afecta el crecimiento del follaje. Los portainjertos en comparación

con una planta no injertada muestran valores más altos de crecimiento de plantas y raíces (Abdeldym et al., 2020).

El portainjerto es capaz de controlar la apertura y el cierre de las estomas cuando la variedad es sensible para la transpiración y la transición de CO₂ en la fotosíntesis porque incrementa el contenido de materia seca (Ors et al., 2021). El portainjerto también desempeña un papel en la mejora del ajuste osmótico de la hoja del vástago bajo estrés salino, además el injerto disminuye la concentración de Na⁺ en hojas jóvenes (Coban et al., 2020). En plántulas de tomate injertadas se ha logrado obtener mayor crecimiento lo cual podría ser resultado de las raíces vigorosas de los portainjertos (Fu et al., 2022).

2.1.6 Origen del injerto

El injerto en plantas leñosas era distinguido por parte de los chinos desde el año 1000 a.C. desde el Renacimiento, fue renovada la importancia en las técnicas para la injertación, Inglaterra en el siglo XVI, ya la utilizaba comúnmente, aunque aún no se entendía completamente la función del cambium, se sabía que las capas del tejido debían coincidir. Hay en Corea un texto del siglo XVII, donde se encuentra una breve explicación sobre el injerto en cucurbitáceas. La aparición de plantas injertadas comenzó en Japón y Corea en los finales de la década de 1920, utilizando bases radiculares de calabaza comenzó a practicarse en las plantas de sandías en Japón y Corea, donde esta técnica es muy común. Para la zona de Europa, los horticultores holandeses adecuaron la práctica en 1947. En estos países, el injerto de plantas hortícolas ha sido ampliamente utilizado, lo que ha impulsado el desarrollo y perfeccionamiento de esta técnica de tecnologías avanzadas, como el uso de equipos robotizados para realizar injertos con mínima intervención humana. En México, la técnica de injerto se comenzó a aplicar comercialmente en varias compañías agrícolas dedicadas al jitomate y las cucurbitáceas, especialmente con los siguientes estados Sinaloa, Jalisco, Sonora, Colima, Estado de México, Baja California Norte y Baja California Sur, Guanajuato, Michoacán y San Luis Potosí. Actualmente, México tiene una

estimación que se injertan más de 30 millones de plantas de tomate. (Kacjan y Osvald, 2004).

2.1.7 Injerto en hortalizas

A comienzos del siglo XX, las pérdidas en la producción hortícola aumentaron debido a los patógenos del suelo. Frente a este desafío, se buscaron soluciones para mitigar y tolerar estos patógenos con la finalidad de obtener mayor respuesta positiva en cuanto a la productividad de los cultivos de hortalizas. Una de las estrategias adoptadas fue el injerto, el cual se introdujo en Asia en la década de 1920 con el objetivo de evaluar la capacidad de las plantas para tolerar los fitopatógenos del suelo. De las primeras plántulas de hortalizas injertadas fue la sandía (*Citrullus lanatus*), que se injertó sobre el portainjerto de calabaza (*Cucurbita moschata*) para aumentar su resistencia al marchitamiento provocado por hongos del género *Fusarium*, lo que admitió disminuir la aplicación de productos agroquímicos en su cultivo. El injerto de plantas contribuye a que estas sean más resistentes a enfermedades transmitidas por hongos, nematodos y bacterias presentes en el suelo. Con el injerto también puede aumentar el vigor de la planta al optimizar la absorción de agua y nutrientes, lo que les otorga un aumento a la resistencia a fitopatógenos del suelo, así como a condiciones de sequía, frío, salinidad e inundaciones, gracias a la tolerancia de los portainjertos locales o silvestres. Debido a esto, el uso de plántulas injertadas ha crecido en cultivos de solanáceas (como tomate y chile) y cucurbitáceas (como calabaza, pepino, sandía y melón) como una solución para combatir los fitopatógenos del suelo. Por lo tanto, el injerto se presenta como una estrategia prometedora y viable a corto plazo para la agricultura sustentable, haciendo que reduzca el impacto del estrés biótico y abiótico (Basto et al., 2021).

Figura 2.- Planta injertada



Fuente: (Basto et al., 2021)

2.1.8 Finalidad del injerto

El propósito más conocido del injertado en hortalizas, especialmente en tomate, es conferir fortaleza a enfermedades trasladadas por patógenos concurrentes del suelo. Sin embargo, en ausencia de estos patógenos, el injerto también ayuda a aumentar la tolerancia a factores abióticos como el exceso de humedad, la sequía, salinidad, temperatura extrema (tanto altas como bajas), y las heridas provocadas por el manejo del cultivo o incluso por el proceso mismo de injerto. Además, contribuye a mejorar la absorción de agua y nutrientes, y puede extender una duración en temporada de cosecha (Lee et al, 2010).

2.1.9 Ventajas del injerto en hortalizas

La tecnología del injerto tiene como ventajas principales el proveer lo siguiente:

- a) Las plantas injertadas ofrecen vigorosidad en las raíces que son resistentes a enfermedades causadas por fitopatógenos presentes en el suelo, como hongos (*Fusarium*, *Verticillium*, *Phytophthora*), bacterias (*Ralstonia*, *Pseudomonas*) y nematodos (*Meloidogyne* spp). Esta

resistencia se debe principalmente a la fortaleza de las raíces, que proviene del portainjerto, una planta nativa o silvestre con características adaptadas para resistir estos patógenos del suelo (Davis et al. 2008,).

b) Tolerancia a factores abióticos. Un injerto confiere aguante al aumento y descenso de las temperaturas, como a la salinidad del suelo y agua, así como a condiciones de sequía. La tolerancia proporcionada por el portainjerto, que proviene de materiales nativos o silvestres, actúa principalmente a nivel de la raíz, reduciendo el estrés abiótico. Esto se logra sin afectar negativamente las características agronómicas del vástago, permitiendo que la planta mantenga su productividad y calidad (Basto et al., 2021).

c) Las plantas injertadas cuentan con un sistema radicular más grande y fuerte, lo que les facilita una mejor absorción de agua y nutrientes, lo que a su vez aumenta su vigor en comparación con las plantas no injertadas. Esta mayor capacidad de absorción contribuye a un mejor desarrollo y crecimiento de la planta, favoreciendo su resistencia al estrés y mejorando su productividad (Salehi-Mohammadi et al. 2009).

d) Rendimiento. El injerto está relacionado con incrementos representativos a cuanto el rendimiento en diversas hortalizas, incluso cuando no están presentes enfermedades causadas por fitopatógenos del suelo. El rendimiento de las plantas injertadas puede ser creciente en más del 50 %. No obstante, el injerto también puede afectar características como el aspecto de la pulpa, la contextura, el grosor de cáscara en fruto y la cantidad de sólidos solubles (nivel de azúcar), lo que puede afectar algunas cualidades organolépticas de los productos cosechados (Basto et al., 2021).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio. El trabajo experimental se llevó a cabo en un invernadero del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en relación Agua, Suelo, Planta y Atmosfera (CENID RASPA), ubicado en la Ciudad de Gómez Palacio Durango.

3.2 Localización geográfica y características del sitio experimental. El invernadero experimental se localiza geográficamente en las coordenadas 25°35'23" LN, 103°27'10" LO. El experimento fue establecido en un invernadero tipo capilla con cubierta de polietileno blanco lechoso calibre 700 y 25 % sombra. Se utilizó el cultivar de tomate Taurino y los portainjertos Tuareg, Aorta y Kardia quedando los tratamientos como sigue:

Tratamientos:

- Tratamiento 1: Taurino + Tuareg
- Tratamiento 2: Taurino + Aorta
- Tratamiento 3: Taurino + Kardia

3.3 Labores culturales:

Tutorado: El uso de hilo rafia para tutorado es crucial, ya que ayuda a soportar y proteger la planta durante su desarrollo, que puede llegar a alcanzar hasta los cuatro metros en su ciclo de crecimiento. La planta se asegura alrededor del tallo y se cuelga del cable de soporte del invernadero en la parte superior con un gancho. Además, se emplean anillos sujetadores sobre el hilo rafia, los cuales se ajustan al tallo para evitar que la planta se deslice debido al peso de las hojas y frutos.

Desbrote: Remoción de los brotes o chupones que surgen en las axilas de las hojas a lo largo del tallo. Este proceso ayuda a evitar la pérdida de nutrientes, reduce el exceso de follaje y favorece el desarrollo de frutos de mayor tamaño y excelente calidad.

Poda de hojas: Durante la cosecha, se realizan podas que consisten en eliminar las hojas inferiores al racimo cosechado, así como podar las hojas hasta el siguiente racimo. Se debe dejar siempre dos hojas inmediatamente debajo de cada racimo.

Cosecha: Los primeros frutos se pueden cosechar alrededor de 70 a 80 días después del trasplante cuando los frutos lleguen a su madurez comercial.

Riego: Todos los tratamientos utilizarán riego por goteo.

3.4 Variables a evaluar

Sólidos solubles (°Brix): Para la medición esta variable se seleccionaron cuatro frutos de cada tratamiento, se tomaron unas gotas del jugo del fruto, posteriormente esta fue colocada en el prisma de medición del refractómetro y de manera uniforme se disparó, finalmente a ello se tomó la lectura. Se utilizó un refractómetro marca ATS y modelo sku:86881005N2664.

Grosor de pericarpio: El grosor del pericarpio se midió partiendo los tomates a la mitad con un cuchillo y se tomó la medida del pericarpio al endocarpio. Para medir esta variable, se ocupó un vernier marca TRUPER®, se lee en mm, se tomaron cuatro frutos por tratamiento.

Diámetro polar: El diámetro polar (mm) se midió de la cicatriz del pedúnculo hasta el ápice del fruto. La medición de la variante, se realizó por medio del uso un vernier marca TRUPER®, la variable se expresa en mm, se cogieron cuatro frutos por tratamiento.

Diámetro ecuatorial: El diámetro ecuatorial (mm) se calibró en la parte transversal más ancha del fruto. En cuanto a la obtención de los datos de esta variable también se utilizó un vernier marca TRUPER® y se expresa en milímetro. Se tomaron cuatro frutos por tratamiento.

Diseño Experimental: Se utilizará un diseño experimental que será bloques completos con tratamientos aleatorizados y cuatro repeticiones. Las derivadas

obtenidas fueron analizadas mediante el análisis de varianza y los promedios fueron comparados mediante la prueba de la diferencia mínima significativa (D.M.S.) al 0.05.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de calidad evaluadas

En el análisis realizado no se encontraron diferencias significativas de sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix), grosor de pericarpio, diámetro polar, diámetro ecuatorial, en frutos de los tres portainjertos evaluados: Tuareg, Aorta y Kardia. (Cuadro 1)

Cuadro 1.- Análisis de varianza para las Variables de calidad: sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), grosor de pericarpio, diámetro polar y diámetro ecuatorial en los portainjertos estudiados.

Variables	Portainjertos		
	Tuareg	Aorta	Kardia
Sólidos Solubles ($^{\circ}$ Brix)	NS	NS	NS
Grosor de pericarpio	NS	NS	NS
Diámetro polar	NS	NS	NS
Diámetro ecuatorial	NS	NS	NS

NS= No hay diferencia significativa

Sólidos Solubles $^{\circ}$ Brix

En el presente estudio no se encontraron diferencia significativa en los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), los datos obtenidos fueron similares a los encontrados en el trabajo en el cual también se analizaron los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) en el injerto de tomate en la investigación elaborada por Castro (2018); en el cual no se produjeron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados en el trabajo realizado.

Grosor de pericarpio

En las muestras evaluadas grosor de pericarpio en el análisis realizado no presento diferencias significativas, los resultados obtenidos coinciden con los de González Userralde et- al. (2019); donde se llevó a cabo un experimento de dos años, en cada uno de los años la variable grosor del pericarpio (GP), no presentó

diferencia significativa entre 'Rossol', 'Motelle', 'Beaufort' y el control. Los injertos sobre los portainjertos *S. torvum* y *S. globiferum*, no presentaron diferencias significativas entre sí.

Diámetro Polar

Al evaluar la variedad de diámetro polar no se encontraron diferencias significativas en el trabajo realizado, estos resultados son similares a los obtenidos en el trabajo realizado por Ayala Contreras et al. (2022); en el que solo para el diámetro polar del fruto no se tuvieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Diámetro ecuatorial

Por último, se evaluó la variable de diámetro ecuatorial en nuestro estudio realizado no se encontró diferencia significativa, este hecho se observó también en el trabajo realizado por González F. et al (2017); la variable eje ecuatorial del fruto (EEF), no presentó diferencia significativa entre 'Rossol', 'Motelle' y 'Beaufort'. Los menores valores del eje ecuatorial del fruto se observaron en *S. torvum* y *S. globiferum*, sin diferencias significativas entre sí.

El cultivo de tomate es una labor agrícola que solicita un alto requerimiento de agua a lo largo de todo su periodo productivo, lo que lo hace especialmente vulnerable al estrés hídrico (Shao et al., 2015). Se ha reportado que bajo condiciones de estrés hídrico, el tomate experimenta una disminución en la asimilación de CO₂, así como en su crecimiento, calidad y rendimiento (López et al., 2009). La obtención de biomasa de un cultivo vegetal está en función de la disposición de agua aprovechable (Medrano et al. 2007). El déficit hídrico afecta principalmente a sólidos solubles totales, la falta de agua reduce el grosor del pericarpio en todas las plantas evaluadas por lo que no se encontró diferencia. En general, el déficit hídrico daña cada condición del crecimiento de la planta que involucra a la anatomía, morfología, fisiología y bioquímica (Florido y Bao Fundora 2014). El tamaño de los frutos de jitomate está determinado por los diámetros ecuatorial y polar, siendo el diámetro ecuatorial un factor clave que

actualmente se utiliza como indicador de calidad para la comercialización de esta hortaliza.(Urrieta-Velázquez et al., 2012). El rendimiento de los frutos está estrechamente relacionado con los recursos disponibles de agua y nutrientes ya que estos influyen tanto en la fase vegetativa como en la reproductiva de la planta. Al optimizar estos factores, es posible mejorar de manera significativa el rendimiento de los frutos. (Wang et al., 2018).

5 CONCLUSIÓN

La combinación de los diferentes portainjertos Tuareg, Aorta y Kardía sobre la variedad Taurino en nuestras condiciones la evaluación obtenida de las plantas de tomate sobre los parámetros de calidad sólidos solubles totales (°Brix), grosor de pericarpio, diámetro polar y diámetro ecuatorial, muestran valores donde permanecieron sin cambios favorables o destacables, por lo tanto, el injerto no tuvo efectos de impacto para la mejora de calidad del fruto.

6 LITERATURA CITADA

- Abdeldym, E. A., El-Mogy, M. M., Abdellateaf, H. R. L., & Atia, M. A. M. (2020). Genetic characterization, agro-morphological and physiological evaluation of grafted tomato under salinity stress conditions. *Agronomy*, 10(12), 1948. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121948>
- Abera, G., Ibrahim, A. M., Forsido, S. F., & Kuyu, C. G. (2020). Assessment on post-harvest losses of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in selected districts of east Shewa zone of Ethiopia using a commodity system analysis methodology. *Heliyon*, 6(4), e03749. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03749>
- Ayala Contreras, C. A., González Fuentes, J. A., Zermeño González, A., Benavides Mendoza, A., Peña Ramos, F. M., & Hernández Mauriri, J. A. (2022). Respuesta fisiológica y productiva de tomate en un sistema NTF modificado tipo carrete. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(2). <https://doi.org/10.19136/era.a9n2.3361>
- Basto C. I., De los Angeles E., & Hernández C. D. (2021). "Importancia del injerto en hortalizas". *Bioagrobiencias*, 14(1). <https://doi.org/10.56369/bac.3701>
- Basto-Pool, C. I., Reyes-Oregel, V., Herrera-Parra, E., Tun-Suarez, J., & Alejo, J. C. (2023). "Crecimiento y rendimiento de sandía injertada en suelo infestado con *Meloidogyne incognita* (Tylenchida: Heteroderidae). *Biotecnia*, 25(2), 159-164. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i2.1834>
- Cajamar. (2018). El injerto de agricultura, ejemplo de sostenibilidad. Agrosostenibilidad, <https://www.cajamar.es/es/agroalimentario/innovacion/investigacion/agrosostenibilidad/noticias/el-injerto-de-agricultura-ejemplo-de-sostenibilidad/> Fecha de consulta 22 Noviembre 2024.
- Castro, J. (2018). Tomate: influencia del injerto y manejo a dos ramas en la respuesta fisiológica, productividad y calidad de los frutos, *Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales*. Recuperado 14 de noviembre de 2024, de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/69403>
- Cíntora E. A., Lobato R., García J. J., Hernández M., Rodríguez E., & Cruz S., (2021). "Generaciones avanzadas de una cruce de *Solanum lycopersicum* × *S. habrochaites* como portainjertos de tomate". *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(1), 15. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.1.15>
- Coban, A., Akhoundnejad, Y., Dere, S., & Dasgan, H. Y. (2019). Impact of salt-tolerant rootstock on the enhancement of sensitive tomato plant responses to salinity. *HortScience*, 55(1), 35-39. <https://doi.org/10.21273/hortsci14476-19>
- Davis A, Perkins-Veazie P, Sakata Y, López-Galarza S, Maroto JV, Sang-Gyu L, Yun-Chan H, Zhanyong S, Miguel A, King SR, Cohen R, and Jung-Myung L. 2008. Cucurbit grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 27:1, 50-74
- Escobar, H., & Lee, R. (2010). "Manual de producción de tomate bajo invernadero". google Books (4.a ed., Vol. 22). Tadeo Lozano. ISBN: 9789587250251 <https://books.google.es/books?id=6QZHEAAAQBAJ>
- Florido Bacallao, M., & Bao Fundora, L. (2014). "Tolerancia a estrés por déficit hídrico en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales*, 35(3), 70-

88. Recuperado en 05 de noviembre de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362014000300008&lng=es&tlng=es.

- Fu, S., Chen, J., Wu, X., Gao, H., & Lü, G. (2022). Comprehensive Evaluation of Low Temperature and Salt Tolerance in Grafted and Rootstock Seedlings Combined with Yield and Quality of Grafted Tomato. *Horticulturae*, 8(7), 595. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070595>
- González Userralde, F. M., Casanova Morales, A. S., Rodríguez Hernández, M. G., Salgado Pulido, J. M., & Miranda Cabrera, I. (2019). Comportamiento de portainjertos sobre el rendimiento y la calidad de los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones protegidas. *Agrotecnia de Cuba*, 1, 6. <https://www.researchgate.net/publication/332672430>
- González, F., Cassanova, A., Rodríguez, M., Salgado, J., & Miranda, I. (2017). Behavior of rootstocks on yield and fruit quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under protected conditions. *Agrotecnia de Cuba*, Vol.1(41 (1): 31-40), 6. <https://www.grupoagricoladecuba.gag.cu/media/Agrotecnia/pdf/2017/1/4.pdf>
- Guzmán, A., Antunez, A., Martínez, J., Salinas, L., Allende, M., Olivares, N., Abarca, P., Felmer, S., & Sepulveda, P. (2017). Manual de cultivo del tomate al aire libre, (Vol. 11). Andrea Torres P. <http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/29488>
- ICAMEX (Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal) (2023). Cultivo de jitomate. <http://icamex.edomex.gob.mx/jitomate>
- Kacjan, N. y J. Osvald. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a plastic house. recuperado: 14 de noviembre de 2024. <http://aas.bf.uni-lj.si/november2004/03kacjan>
- Laura, Ramírez. C. (2017), El instituto nacional de innovación y transferencia en tecnología agropecuaria San José, I. N., & de investigación e innovación por cadenas de valor agrícola. Manual técnico del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L). Recuperado 31 de julio de 2024, <http://repositorio.iica.int/handle/11324/3143>
- Lee J.M, Kubota C, Tsao SJ, Bie Z, Hoyos-Echevarria P, Morra L, & Oda M. 2010. "Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation." *Scientia Horticulturae* 127:93–105.
- López, L. M. (2017). Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L). INTA <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- López, R. L., Ramírez, R. A., Peña, M. A. V., Cruz, I. L., & Cohen, I. S. (2009). Water stress index as an indicator of irrigation timing in agricultural crops. *Agricultura Técnica En México*, 35(1), 97-111. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v35n1/v35n1a10.pdf>
- Maldonado, M. A., Salinas, D., Rojas, A. R., Hernández, A., Álvarez, P., & Maldonado, R. (2023). Comportamiento agronómico de poblaciones de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativo bajo dos sistemas de producción. *Revista Bio Ciencias*, Vol. 10(1413), 2-3. <https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1413>

- Martínez, S., Garbi, M., Grimaldi, M. C., Somoza, J., Morelli, G., & Cesisola, C. (2015). "Evaluación de respuesta agronómica de plantas de tomate injertadas en cultivo bajo invernadero". *Revista de la facultad de agronomía*, 113(2), 218-223. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5718133.pdf>
- Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J., Ribas, M., & Gulías, J. (2017). Eficiencia en el uso del agua por las plantas. *Investigaciones Geográficas*, 43,63. <https://doi.org/10.14198/ingeo2007.43.04>
- Méndez, I. E. M., Patrón, I. N. V., & López, K. V. V. (2021). Competitividad del tomate rojo de México en el mercado internacional: análisis 2003-2017. *revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(7), 1185-1197. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i7.2531>
- Mitidieri, M.S., M.V. Brambilla, M. Barbieri, E. Arpía, L. Maldonado, R. Celié, M. Piris, E. Piris & G. Cap. 2011. Plantas injertadas sobre pies resistentes: una solución para el cultivo de tomate. Seminario de horticultura urbana y periurbana: Buscamos soluciones entre todos. Serie Capacitaciones N° 2. INTA EEA San Pedro. Mitidieri Mariel, Corbino Graciela, Constantino Armando Eds. San Pedro: Ediciones INTA. pp. 49-61.
- Naika, Shankara & Jeude, Joep & Goffau, Marja & Hilmi, Martin & Dam, Barbara. (2019). Cultivation of tomato production, processing and marketing. (5.^a ed., Vol.17). https://www.researchgate.net/publication/331167081_Cultivation_of_tomato_production_processing_and_marketing
- Obando R.G., Rodríguez R., Govaerts B., G., & Serrano, N., S. R., (2021). "Planeación agrícola nacional, jitomate mexicano". SAGARPA. recuperado 28 de junio de 2024 <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257077/PotencialJitomate.pdf>
- Öztekın, G., Tüzel, Y., & Tüzel, I. (2009). Effect of grafting on salinity tolerance in tomato production. *Acta Horticulturae*, 807, 631-636. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2009.807.94>
- Pérez-Díaz, F., De Lourdes Arévalo-Galarza, M., Pérez-Flores, L. J., Lobato-Ortiz, R., & Ramírez-Guzmán, M. E. (2020b). crecimiento y características postcosecha de frutos de genotipos nativos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(1), 89. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.89>
- SADER. (2022). El jitomate hortaliza mexicana de importancia mundial. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/el-jitomate-hortaliza-mexicana-de-importancia-mundial?idiom=es>, Fecha de consulta 22 Noviembre 2024.
- SAGARPA. (Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación). 2017. Potencial- tomate. SAGARPA. Recuperado: 14 de noviembre de 2024 <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257077/>
- Salehi-Mohammadi R, Khasi A, Lee SG, Huh YC, Lee JM, Delshad M. 2009. Assessing survival and growth performance of Iranian melon to grafting onto

- Cucurbita rootstocks. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, 27 (1), 1–6.
- Shao, G. C., Deng, S., Liu, N., Wang, M. H., & She, D. L. (2015). "Fruit quality and yield of tomato as influenced by rain shelters and deficit irrigation". *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(3), 691-704.
- SIAP. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Tomate rojo o jitomate: ¿cómo lo llaman donde radicas? Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIAP. Recuperado 13 de noviembre de 2024 https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685842/PIB_Agroalimentario_3erTrim_21
- Siicex Caaarem. (2015). Tarifa de la Ley de Impuestos Generales de Importación y de Exportación. Producción de Hortalizas. México: Limusa/ Noriega Editores. Recuperado de: <http://www.siicex-caaarem.org.mx/SNIIM>
- Soare, R., Dinu, M., & Babeanu, C. (2018). The effect of using grafted seedlings on the yield and quality of tomatoes grown in greenhouses. *Horticultural Science*, 45(2), 76-82. <https://doi.org/10.17221/214/2016-hortsci>
- Soylemez, S. (2017). Responses of rootstocks to nutrient induced high ec levels on yield and fruit quality of grafted tomato cultivars in greenhouse conditions. *Applied Ecology And Environmental Research*, 15(3), 759-770. https://doi.org/10.15666/aeer/1503_759770
- Toure, A. S., Nieto-Ángel, R., Rodríguez-Pérez, J. E., Barrientos-Priego, A. F., Ibáñez-Castillo, L. A., & Núñez-Colín, C. A. (2010). "Variación anatómica del xilema en tallo de cultivares de tomate injertados en un tipo criollo". *Chapingo Serie Horticultura*, 16(1), 67-76.
- Urrieta-Velázquez, J. A., De las Nieves Rodríguez-Mendoza, M., Ramírez-Vallejo, P., Baca-Castillo, G. A., Del Mar Ruiz-Posadas, L., & Cueto-Wong, J. A. (2012). Production and quality variables of three selections of ribbed tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, XVIII(3), 371-881. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2010.05.016>
- Van Dam, B., De Goffau, M., Van Lidth de Jeude, J., & Naika, S. (2005). "Cultivation of tomato: production, processing and marketing". *ICTA*, 17(5), 10-12.
- Wang, X., Yun, J., Shi, P., Li, Z., Li, P., & Xing, Y. (2018). Root growth, fruit yield and water use efficiency of greenhouse grown tomato under different irrigation regimes and nitrogen levels. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(2), 400-415. <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9850-7>