

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Evaluación de diferentes sustratos orgánicos en tres variedades de jitomate
(*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero

Por:

Juan Bladimir Contreras Reza

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de diferentes sustratos orgánicos en tres variedades de jitomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero

Por:

Juan Bladimir Contreras Reza

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:



Dr. José Rafael Paredes Jácome
Presidente



PhD. Pedro Cano Ríos
Vocal



Dr. Aldo Iván Ortega Morales
Vocal



Dr. Rubén López Salazar
Vocal Suplente



M.C. Rafael Ávila Cisneros
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Mayo 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de diferentes sustratos orgánicos en tres variedades de jitomate
(*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero

Por:

Juan Bladimir Contreras Reza

TESIS

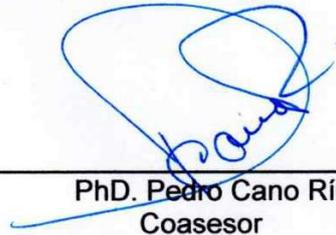
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. José Rafael Paredes Jácome
Asesor Principal



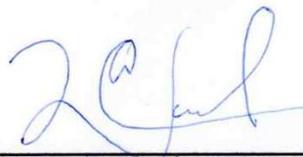
PhD. Pedro Cano Ríos
Coasesor



Dr. Aldo Iván Ortega Morales
Coasesor



Dr. Rubén López Salazar
Coasesor



M.C. Rafael Ávila Cisneros
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Mayo 2025

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

María Lucila Reza Fematt y Juan Antonio Contreras Gallegos, por darme la oportunidad de existir en este mundo, por apoyarme y creer en mi al querer ser un ingeniero agrónomo en la UAAAN-UL. Agradecer sinceramente por sus consejos, amor, comprensión y por recordarme que nada es para siempre.

A MIS HERMANOS

José Miguel Contreras Reza, Agustín de Jesús Contreras Reza y Juan Antonio Contreras Reza por animar mis días, ser mi fortaleza, apoyarme en lo material y económicamente. ¡Gracias!

Al Doctor

José Rafael Paredes Jácome, por la comprensión, tolerancia, orientación y apoyo en mi proyecto de investigación.

A MIS COMPAÑEROS

Gracias por hacer un lugar más divertido y humano con sus orígenes culturales compartidos. Recordaré cada momento que estuvimos juntos siempre.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer por siempre a mis padres **MARÍA LUCILA REZA FEMATT** en especial a ella por ser la mejor mamá en todos los sentidos, corrigiendo mi camino.

A mi padre **Juan Antonio Contreras Gallegos** por entregar su tiempo y esfuerzo en el campo laboral para poder sobresalir social y económicamente. Dios me dio a los padres correctos y siempre los honraré.

A mis abuelas **Hermelinda Moreno Fematt** y **Maria del Pilar** por estar pendiente de mi vida y no dejarme caer en la vida.

A mis **Profesores** de la división de Horticultura, por brindarme información y experiencia durante la carrera universitaria, y enseñarme que la carrera de agronomía no es para cualquier estudiante.

A mis viejos **amigos** que desde adolescentes mencionaban que yo estaba para algo más interesante, y a los nuevos amigos que se interesan de verdad en mí, gracias por su compañía.

A la poderosísima Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna por tener las instalaciones cerca de mí y dejar desenvolverme con toda confianza.

Quiero agradecer a todos los docentes que conforman la universidad, por sacar su espíritu y alma en cada clase.

ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	vi
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
HIPOTESIS.....	2
1. REVISIÓN DE LITERATURA	3
1.1 Origen e historia del tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	3
Importancia del cultivo de tomate.	3
1.2. Producción Nacional.....	3
1.2.2 Producción Mundial	4
1.3 Características botánicas del cultivo de tomate	4
Sistema radical.....	4
Tallo	4
Hoja.....	5
Flor.....	5
Semilla	6
1.4 Clasificación taxonómica del tomate	7
1.6 Requerimientos edafoclimáticos	7
Suelo.....	7
Climáticos (Temperatura y Humedad Relativa).....	7
Riego bajo invernadero.....	8
Nutrición	9
1.7 Sustratos orgánicos.....	10
Tipos de sustrato	11
Estiércol vacuno.....	11
Perlita	11
Arena.....	11

Peat moss.....	11
Ventajas de los sustratos.....	12
Plagas y enfermedades en el cultivo de tomate	12
Principales plaga.....	13
(<i>Liriomyza spp.</i>).....	13
(<i>Bemisa tabaci Gennadiusi</i>).....	13
Principales enfermedades	13
<i>Alternaria solani</i>	13
Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>)	13
Blossom end rot	14
2. MATERIALES Y METODOS.....	15
2.1 Ubicación del experimento	15
2.2 Acondicionamiento del terreno	15
2.3 Material vegetal y siembra	15
2.4 Sistema de riego y fertilización	16
2.5 Manejo del cultivo	17
Trasplante.....	17
Tutorar	18
Poda	18
Control fitosanitario	19
2.7 Descripción de los tratamientos	19
2.8 Variables agronómicas evaluadas	20
2.9 Variables de calidad evaluadas	20
2.10 Análisis estadístico	20
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
CONCLUSIONES	28
REVISION BIBLIOGRAFICA	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Eventos fisiológicos del tomate.	8
Tabla 2. Hormonas AIA, CIT, ABA y Etileno.	9
Tabla 3. Soluciones nutritivas para tomate en sustrato.	10
Tabla 4. Principales plagas del cultivo de tomate.	13
Tabla 5. Solución nutritiva utilizada en el cultivo de tomate	17
Tabla 6. Productos fitosanitarios aplicados para control de plagas y enfermedades	19
Tabla 7. Descripción de tratamientos aplicados en plantas de tomate.	19
Tabla 8. Descripción de variables de producción evaluadas en el cultivo de tomate.	20
Tabla 9. Descripción de variables evaluadas en el cultivo de tomate.	20
Tabla 10. Comparación de medias en las variables de producción de tomate con los dos factores evaluados (sustratos y variedades).	21
Tabla 11. Comparación de medias en las variables de calidad en tomate con los dos factores evaluados (sustratos y variedades).	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Frutos de tomate (Fuente: Propia).....	6
Figura 2 El calcio en ocasiones se encuentra establecido de forma soluble en el suelo, es significativo en el proceso fotosintético y eficiencia de carboxilación. Puede ser suministrado en pequeñas cantidades vía apoplasto (por hojas y frutos). Daño que provoca en las puntas de tomate por deficiencia de calcio (Rodríguez et al. 2002, Taylor et al. 2004).....	14
Figura 3 Distribución de macetas dentro del invernadero (Fuente: propia).....	15
Figura 4 sistema de riego implementado.....	17
Figura 5 Trasplante a los 40 días después de sembrar.....	18
Figura 6 Plantas de tomate tutoradas (Fuente propia).	18
Figura 7 Número de frutos (m ²) de tomate obtenido en la interacción de sustratos y variedades.	22
Figura 8 Rendimiento (Kg m ²) de tomate obtenido en la interacción de sustratos y variedades.	23
Figura 9 Firmeza (N) de tomate obtenido con la interacción de sustratos y variedades.	24
Figura 10 Contenido de sólidos solubles totales (°Brix) de tomate obtenido en la interacción de sustratos y variedades.	25
Figura 11 Contenido de Vitamina C (mg/100 g) de tomate obtenido en la interacción de sustratos y variedades.	26
Figura 12 Diámetro de pericarpio (mm) en frutos tomate obtenido en la interacción de sustratos y variedades.	27

RESUMEN

El cultivo de tomate se consume de diferentes formas en México, se enlista todo tipo de caldillos, salsas, marinados, guisos, forma cruda, rebanado, en punto de cocción, asado, etc. Es el pilar de la gastronomía mexicana, debido a los derivados de esta hortaliza. Sin tomate no hay producto como purés, pizza, y salsa para la cocina mexiquense. Por lo cual, obtener buenos rendimientos es indispensable por la alta demanda que existe todo el año, los productores avanzan y se adaptan a las nuevas alternativas con el propósito de incrementar la cosecha de tomate. Los sustratos son cada día más importantes en un invernadero, es un medio de cultivo que potencializa el correcto crecimiento, sostén y anclaje de las plantas para fines de uso comercial, gracias a su textura, composición mineral, ligereza y porosidad. Es importante destacar que el uso correcto del tipo y cantidad de sustrato, va depender de la variedad de tomate que se utiliza. El reciente trabajo de investigación utilizó semilla de tomate tipo saladette de las variedades (Mago, Canelo y Top2610) se sembró en charola de unisel de 200 cavidades cada una, trasplantando a los 40 días después de siembra (dds) a bolsas con capacidad de 20 kg en sustrato. Se evaluaron variables agronómicas (número de frutos y rendimiento por m²), así como la firmeza y el contenido de sólido solubles totales (° Brix). La obtención de resultados fue muy variable presentando diferencias significativas entre las variables; la variedad Top2610 sobresale en el número de frutos y rendimiento en kg/m², mientras que el contenido de sólidos solubles totales fue superior en la variedad canelo, en cuanto a sustratos destaca el sustrato 1, que contiene la proporción del 25% equitativamente de cada uno de los ingredientes que lo componen. Estos resultados indican que una adecuada proporción en la mezcla del sustrato propicia una mayor respuesta en la producción de tomate.

Palabras clave: Arena, Estiércol, Peat moss, Rendimiento, Tomate

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una especie herbácea anual o perenne proveniente del grupo de las solanáceas (Knapp, 2002). El fruto es consumido motivo a que aporta vitaminas (A, B1, B2, y C), minerales (Ca, P, K y Na) y antioxidantes. (SADER, 2022). El tomate es una de las hortalizas más con mayor dependencia por su consumo mundialmente jugando un papel importante en el mercado. (Hernández et al., 2014; Xu et al., 2014).

El contenido orgánico es un porcentaje presente fundamental en un sustrato, la cual su función común es aumentar la capacidad de retención de humedad y los nutrientes en el suelo, destaca el estiércol de diversos animales como los bovinos como origen orgánico para la composición de los diferentes sustratos en la agronomía Goncalves et al (2005).

Es muy creciente la demanda de tomate lo cual conlleva un estricto cuidado para la salud del hombre y ambiental, así mismo es vital aplicar fertilizantes orgánicos, el cambio de pesticidas químicos y ahora adjuntando los sustratos orgánicos (Camejo, et al., 2010)

Ahora mismo el fruto se envía a la agroindustria, las variables principales de inspección de calidad; sólidos solubles (° Brix), pH, vitamina C, rendimiento, firmeza, número de lóculos, licopeno etc., (Renquist y Reid, 1998).

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta en producción y calidad en tres variedades de tomate con el uso de diferentes mezclas de sustratos orgánicos bajo invernadero.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el efecto en la producción de frutos de tomate con el uso de diferentes mezclas de sustrato.
- Determinar cuál de las mezclas de sustrato utilizadas fomenta el incremento en las variables de calidad en frutos de tres variedades de tomate.

HIPÓTESIS

Al menos una mezcla de sustrato orgánico tiene efecto en la producción y calidad en tres variedades de tomate producido bajo invernadero.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Origen e historia del tomate (*Solanum lycopersicum*)

El cultivo de jitomate tiene presencia en los pueblos de Mesoamérica desde hace más de 2600 años atrás, generando poblaciones en desarrollo como el Golfo de México, Honduras, Belice y Colombia. Estos países en su época sirvieron como una gran base de cultura a lo que es, la domesticación de ciertos cultivos que hoy en día son fundamentales para el ser humano. Existe un punto donde hay diversidad varietal que surgen las formas cultivadas del tomate, ubicada en los estados de Puebla y Veracruz, Méx. Investigadores sugieren que el tomate fue introducido en los tiempos precolombianos al Perú, sin embargo, algunos otros, sostienen que la domesticación del cultivo se dio en la región de la Península de Yucatán en México, el cual, al inicio se doméstico como maleza por los aztecas, y posteriormente del descubrimiento de América ser llevado a Europa en el siglo XVI (Peralta y Spooner 2007).

A través de la historia ha permanecido por años presente en ciertas regiones, a tal motivo que depende de la zona geográfica el nombramiento común de esta especie, una situación es, la república mexicana está dividido por dos nombres; en él norte se le llama como tomate rojo y en el sur del país como jitomate (SIAP, 2017).

Importancia del cultivo de tomate.

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en escala mundial es segundo lugar en interés agronómico, en los frutos se encuentran fitoquímicos; fenoles, vitaminas y carotenoides optimizando al ser humano (FAO, 2013). Estos antioxidantes no solo son referencia para los procesos internos de las plantas, sino que, son fundamentales para la salud humana, ayudando prever enfermedades (Chaudhary et al., 2018).

1.2. Producción Nacional

En el periodo del ciclo agrícola otoño-invierno 2023, existe un registro de área sembrada de tomate rojo con 23,283 hectáreas (ha) registrando un crecimiento de 2.3% (528 ha) con relación del año anterior 2022 (22,755 ha) en lo cual, en producción total representa 17,714, 1.3% (239 ha) menos a lo aportado en el ciclo anterior (17,952 ha) con una cosecha reflejada de 921 031 toneladas (ton), 58 474 mayor (6.8%) que la registrada en intervalo del ciclo previo (862, 577 toneladas). El estado que lidera la

producción de esta hortaliza, es Sinaloa, el cual aporta un volumen significativo de 561,125 ton, así mismo abarcado en porcentaje el 60.9% del 100% a nivel nacional, después sigue en segundo lugar; Baja California Sur con 71,581 ton y Sonora con 48,260, cooperan así con el 7.8% y 5.2%, sustentablemente, estas tres entidades federativas representan; 73.9%. (SIAP, 2023).

1.2.2 Producción Mundial

El país de México lidera en aportación de tomate al mundo, con un registro en el mercado internacional de 25.11% utilidad de las exportaciones mundiales. No obstante, en el marco de 2003-2016 se investigó una disminución en el espacio sembrado, exhibir que hubo un desarrollo acumulado en la producción (54.25%) y en las exportaciones en fruto comestible (77.87%) trascendiendo en un cultivo con rentabilidad favorable y con futuro de crecimiento (SAGARPA, 2017).

1.3 Características botánicas del cultivo de tomate

Sistema radical

Las raíces son un anclaje en el suelo para que la planta logre sostenerse, es una parte de la planta muy importante debido a que son los conductores de agua hacia a las hojas a través del sistema vascular. (Naseer et al., 2012) Pueden almacenar sustancias de reserva en sus células. Los órganos se desprenden de tres capas iniciales: epidermis, córtex y endodermis, entre otros sistemas de órganos que adapta la planta. En esta parte de la planta (raíz) se consolida de varios tejidos secundarios que se propagan a partir de la raíz principal, como una cadena se van desenlazando una tras otra a partir de otra raíz.

La hortaliza del tomate con el tiempo, desarrolla un sistema radicular axonomorfo, a partir de la raíz guía brotan secundarias y terceras y así sucesivamente. En la base de la planta se registran raíces adventicias que salen sobre la parte aérea, sin suelo ni agua alrededor, estos brotes pueden ser originarios de un nuevo hijuelo, también pueden ser señales de ciertos errores y se somete la planta a estrés y arroja estos avistamientos en su ciclo (Casson y Lindsey, 2003).

Tallo

Es ancho, semi leñoso, flexible, moldeable y de tono verde. El radio del tallo oscila entre 2 y 4 cm de ancho y es más fino en la parte superior. Lo que comprende como

tallo primario se desenvuelven tallos secundarios del cual brotan partes nuevas de la planta (follaje e inflorescencia). El tallo crece guiado por la parte apical donde nacen primordios florales y foliares (Monardes 2009).

El tallo primordial se desarrolla sin problema por encima de los 30.8 centímetros. Los tallos secundarios se caracterizan por la solides y ancho de cada uno. La apariencia física, cuando la planta esta pequeña se observa erecta o rastrera siguiendo más o menos una sucesión. Debido a la gran diversidad de variedades entre tomates, una característica principal; crecimiento de las plantas entre sí, el desarrollo de estas especies varia un tipo indeterminado o inmenso (donde los brazos del tallo en la parte del ápice, son guiados siempre de una yema vegetativa) hasta uno altamente definido o compacto (donde provisionalmente en el ápice de los brazos (ramas) se produce las flores finales (Fornaris, 2007).

Hoja

Las láminas verdes del tomate, son compuestas e imparipinnadas con foliolos peciolados, establecidas de figura alterna e impares, concluyendo en un foliolo individual en su ápice. La cantidad de hojas por tallo y latencia de aparición, consecuencia total de las condiciones climáticas. (Villasanti, 2013).

Flor

Es completa, regularizada, hermafroditas. 7-9 flores/racimo hay casos de hasta 10 F/R. Las partes se componen de sépalos, los pétalos y los estambres se establecen en la base del ovario. El cáliz y la corola forman por encima de cinco o más sépalos y de cinco pétalos en pigmento amarillo que se colocan de forma helicoidal (espiral) (Infoagro System S.L. 2016).

Es completa y regularizada. Las partes se componen de sépalos, los pétalos y los estambres se establecen en la base del ovario. El cáliz y la corola forman por encima de cinco o más sépalos y de cinco pétalos en pigmento amarillo que se colocan de forma helicoidal (espiral) (Infoagro System S.L. 2016).

Se auto polinizan durante la antesis aun cuando los estigmas permanecen receptivos dos días antes y hasta dos días después de la misma. (Dascón, 2018).

Fruto

La fruta es una baya carnosa, repartida en su interior en dos a 18 separaciones (5-10 lóculos en frutos grandes con mayor demanda). existe gran variedad de dimensiones (de media pulgada, a seis pulgadas), la textura en el fruto del tomate es lisa o lobulada, desarrollando color rojo intenso al madurar, el fruto joven presenta tricómas microscópicamente por un momento. La formación del tomate se encuentra ovalada, cuadrada, estrecho, periforme y globosa. En el color, hay cultivares desde amarillo, rosa y anaranjado, después del pigmento rojo, debido a los carotenoides buscados (Fornaris, 2016).



Figura 1 Frutos de tomate (Fuente: Propia)

Semilla

La semilla se moldea iniciando del rudimento seminal, radicado en el ovario de las flores, tras propagar la fecundación por esporas de polen (Megias et al., 2019). Las semillas son elementales para reproducción de especies vegetales, sostenimiento humano y la salud alimentaria (Finch y Bassel 2016).

Las semillas en el tomate en el fruto maduro, están localizadas entre paredes de un material gelatinoso así mismo relleno y moldeando la fruta. Cada fruto almacena demasiadas semillas; velludas, circunferencial, ovalada y de un tono color crema marrón bajo. La semilla opta por una longitud de 1/16 a 1/8 pulgada. Si tomamos 28 g de semillas de tomate, podemos encontrar de 7,000 a 12,000 semillas. (Díaz Hernández 2003)

1.4 Clasificación taxonómica del tomate

Su descripción taxonómica es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Familia: Solanaceae

Orden: Solanales

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum lycopersicum* (Fooland, 2007).

1.6 Requerimientos edafoclimáticos

Suelo

El cultivo de tomate exige suelos fértiles, suelo con un buen drenaje, profundidad mayor a 45 cm, no compactados preferible arenoso-lómico; debido a que esta hortaliza tiene un sistema radicular muy expansivo, retirar obstáculos que limiten el anclaje de la planta (Martínez, 2007).

La hortaliza de jitomate es un ejemplar de clima candente semiárido, por ende, no requiere un índice alto de humedad en la base de la planta, es un proceso que va en unión del sistema radicular (absorbe el agua sin mucho esfuerzo) hacia las partes de la planta como el follaje del tomate, le es complicado desgastar el agua, es un cultivo económico hídrico (Mondragón L. 2013).

Climáticos (Temperatura y Humedad Relativa)

La temperatura del suelo mantener de 12°-16° con un intervalo de tolerancia mínima 10°- máxima 30°C. La temperatura en que se desarrollan las plantas en máximo potencial es en 21°- 24°C, estableciendo rango optimo 22°C, en situación de descender a menores de 15°C y rebasar los 35°, puede interrumpir procesos internos fisiológicos en la especie (Iglesias, 2015) como se menciona anteriormente, temperaturas que rebasan los 25 °C y por debajo de 12 °C inhiben a que la fecundación no se la correcta o nula en la diversidad del tomate entran también lo híbridos que son muy propensos a este factor.

La humedad relativa es una cuantía de vapor de agua, que se presenta en el aire del ambiente y se encuentra dentro de estas estructuras, es un agente resaltante en la transpiración de la planta. Se manifiesta en un porcentaje de participación. El cultivo del tomate para sobresalir de forma positiva en su ciclo de vida, requiere un porcentaje de 50-70% de humedad. Si excede esta humedad, la planta se expone a estar en condiciones a contraer enfermedades; tizón tardío y botritis, al mismo tiempo provocando deterioro físico en el fruto; pudrición apical del fruto (Mondragón L., 2013).

Riego bajo invernadero

El sistema de riego por goteo garantiza el reparto equitativo de agua, esparciendo gota a gota sosteniendo la humedad del suelo en el área radicular. El riego por goteo es preciso manteniéndose en la base de la planta, evitando humedad en las hojas por ende la presencia de enfermedades (Fajardo et al 2016).

El cultivo de tomate tiene eventos fisiológicos importantes durante su ciclo de vida, de los cuales hay que dirigir la atención durante cierto proceso, favorece el riego óptimo para apreciar cada una de las etapas del cultivo en su máximo potencial. Los eventos en esta hortaliza se distribuyen a continuación:

Tabla 1. Eventos fisiológicos del tomate

Desarrollo vegetativo 0-40 dds	Trasplante-primeros frutos	41% evapotranspiración umbral = 0.25 L/planta
Desarrollo de frutos	Crecimiento rápido y llenado de frutos	74% de la evapotranspiración umbral = 0.7 L/planta al día.
Aparición de racimos con frutos pre maduros	Cosecha	106% evapotranspiración umbral = 1 L/planta al día.

(Bojoca R., et al., 2017).

Nutrición

La planta de jitomate, entrega como producto final, un resultado de las condiciones que estuvieron a su alcance durante su ciclo de vida, es la respuesta de la misma a un determinado equilibrio o desequilibrio de procesos internos y externos de la planta (Jaramillo et al 2007). El cultivo comprende de procesos fisiológicos de los cuales son manipulados para su mejoramiento; crecimiento de tallos, hojas, raíz. floración, fructificación, según la parte de la planta con mayor demanda. (Fuente: propia)

En cuanto la planta disponga de condiciones favorables (humedad, clima, temperatura y nutrientes, insecticidas, fungicidas, catalización de enzimas) desarrolla vigor, crecimiento de biomasa, se expone al máximo potencial en crecimiento de raíces, mejoramiento de inflorescencia y fructificación. Las hormonas elementales son las siguientes: AIA: Ácido Indol Acético. CIT: Citicininas (Zeatina), AG3: Giberelinas (Ácido Giberélico). ABA: Ácido Abscísico. ETH: Etileno.

En general, en base al equilibrio hormonal, iniciamos sintetizando la regulación del crecimiento vegetativo por el sistema radicular está en unión vinculada AIA/CIT; como auxiliar, la vinculación AIA/ABA es la representante de equilibrar el cuajado de los frutos y en conclusión el ETILENO es el gerente de comandar la muerte de la planta, si alteramos la planta provocando un estrés se verá reflejado en la cosecha.

El ser humano manipula los balances hormonales, es por medio de la nutrición vegetal, técnicamente suministrados los nutrientes con cálculos matemáticos, promoverán la síntesis de estas hormonas.

Tabla 2. Nutrientes que activan directamente en la síntesis de las hormonas AIA, CIT, ABA y ETILENO.

AIA	Nitrógeno Zinc Boro	Se suministran inicialmente en el intervalo de crecimiento vegetativo.
CYT	Fósforo Potasio Zinc Calcio	Se precisan principalmente en la etapa de crecimiento vegetativo.
ABA	Molibdeno Fósforo Boro Magnesio	Se enfocan elementalmente al inicio de pre-floración

ETILENO	Cobalto Calcio Boro Zinc	Se establecen elementalmente en la apertura de llenado de grano.
----------------	-----------------------------------	--

(Gaspar L., 2000).

Tabla 3. Soluciones nutritivas para tomate en sustrato.

Nutrimiento	Etapas 1	Etapas 2	Etapas 3	Etapas Gral.
	DT a 1er cuaje	1er al 3er cuaje	3er al 5to cuaje	5to en adelante
me/L.....			
Nitratos	6	8	10	12
Amonio	0	0	0.5	1.0
Fosforo	1.5	1.5	1.5	1.5
Potasio	3.5	5.5	7	8.5
Calcio	8	8	8	9
Magnesio	2	3	4	5
Sulfatos	3-6	3-6	3-6	3-8
Bicarbonatos	1	1	1	1
Sodio	<5	<5	<5	<5
Cloro	2-6	2-6	2-6	2-6
CE	1.4	1.9	2.3	2.4

Solución nutritiva para tomate en sustrato dividido en las etapas de desarrollo, esta depende de la zona geográfica a las condiciones climáticas y la variedad a cultivar (Castellanos, 2009).

1.7 Sustratos orgánicos

Los sustratos orgánicos son para propagación de plantas, son ahora sí, base para un buen rendimiento, se caracterizan por retención de humedad, liberando oxígeno, disponibilidad de nutrientes, gracias a sus características físicas y químicas en su mayoría, contienen un pH compatible, conductividad eléctrica apropiada, este conjunto en su mayoría no son nada económico, simbióticamente generando beneficio/costo resultando buena calidad en las especies a reproducir (Fonseca, 2001; Frade Junior et al., 2011).

Los sustratos orgánicos en especial la turba, se posicionan en el mundo como los más utilizados en la agricultura, debido a su índice alto de nutrientes, moldeable, ligera, para la producción de trasplantes hortofrutícolas (Decker y Reski, 2020)

1.7.1 Tipos de sustrato

Estiércol vacuno

El estiércol vacuno es un remedio orgánico y sustentable para el suelo. Es adherido a la superficie, en estado crudo (fresco o deshidratado) o como estiércol compostado (Kuepper, 2003). Es un retén de humedad, fuente de nitrógeno, fósforo, y potasio, resaltar que la planta asimila los elementos de forma mineral y en este caso el estiércol los contiene en forma orgánica, hay que esperar el proceso para que lo adquiera la planta, es por ello que es lento la reacción hacia las plantas, es difícil determinar los índices nutricionales que aporta el abono orgánico, debido a que depende de factores como la especie del vacuno, la dieta que lleva el animal si es rica en nutrientes, a las condiciones ambientales si se expuso a lluvias, si sufrió pérdida de nutrientes por volatilización.

Perlita

Este mineral natural es un vidrio volcánico amorfo en su estructura química contiene agua relativamente alto. Se clasifica en dos clases: Perlita gruesa (es menos dura y más dúctil) y la perlita fina es más dura y resistente). Su textura es de un color blanco brillante, debido a la reflectividad de las burbujas contenidas.

la perlita cruda es un mineral de origen volcánico compuesto principalmente por óxido de silicio y de aluminio. página ficha técnica de minería (Garcés, 2012).

Arena

La arena posee distintas propiedades físicas macroscópicas como dureza superficial, conductividad térmica, cristalinidad, textura, densidad, porosidad, forma etc; agregar propiedades químicas tales como heladicia, hinchamiento solubilidad. (Priano, C. 2016)

Peat moss

La especie de musgo tremedal, riego temporal, freática, en la parte subterránea mueren sus células originando la turba en zona baja de la planta, este cultivo es manipulado para ser cosechado generando ingresos económicos, se utiliza para

retener humedad, un pH (4-6) y es un sustrato elemental en diversos cultivos (Condori et al., 2012)

1.7.2 Mezclas más utilizadas

Las mezclas en sustratos minerales con fines hidropónicos resaltan el tezontle (Cruz et al., 2013) químicamente es inerte, el resultado de saturación arroja un pH cercano a 6.5 (neutro), porosidad fina y fácil manipulación (Rodríguez et al, 2013) otro medio evaluado en diferentes especies hortícolas, es el vermicompost, mezclado con otro medio de cultivo o directo al suelo, funciona. (Márquez et al., 2002). El vermicompost potencializa la solubilidad de nutrientes (Canellas et al., 2002) promueve el intercambio catiónico (Pereira y Zezzi, 2004) se compacta el drenaje de los sustratos creando más humedad, estableciendo el correcto fluido de agua y adherentes para el cultivo. (Atiyeh et al., 2002)

Ventajas de los sustratos:

- Buena porosidad o drenaje.
- Conjunto de elemento no tóxicos que ayudan de sostén.
- Suficiente capacidad de intercambio catiónico.
- Adecuada retención de humedad.
- Un porcentaje más alto de buen desarrollo para la planta.
- Un sostén, una base. (Bugari, et al., 2012).

Plagas y enfermedades en el cultivo de tomate

El cultivo de tomate se ve amenazado en el rendimiento por factores naturales como lo son bióticos, de los cuales hay que monitorear y accionar, si no los daños serán irreversibles. El control de plagas es fundamental para acercarse a las toneladas de cosecha que se quieren obtener en producto final.

Principales plagas

Tabla 4. Principales plagas del cultivo de tomate.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICAS
<i>(Liriomyza spp.)</i>	Minador de la hoja	Casi todas las especies de minadores de hojas trascienden de las mega familias Cynipoidea (<i>Figitidae</i>), Chalcidoidea (<i>Eulophidae Pteromalidae</i>) y Ichneumonoidea (<i>Braconidae</i>) (Salvo y Valladares 2007).
<i>(Bemisa tabaci Gennadiusi)</i>	Mosquita blanca	El homóptero con aparato bucal chupador succiona la savia, retiene el crecimiento de la planta, secreción mielecilla, creando la fumagina, causante del hongo <i>Cladpsorium sp.</i> Debilita y estresa la planta, dejando perdidas en producción. (Koopert, 2021)

Principales enfermedades

Alternaria solani

Es un hongo referente al linaje Dematiaceae, popular como “tizón temprano. manifiesta un micelio de aspecto algodonosa, sentado, derivado y expone la presencia de color diverso; café grisáceo, cuando este comienza-café oscuro, cuando termina. (Samaniego, 2022).

Moho gris (*Botrytis cinerea*)

Genera una palidez e hidratación en los tejidos. En índices altos de humectación se origina un moho gris de aspecto vellosa. Evitar una tasa alta de humead es fundamental, al momento de cortar hojas y tallos viejos no dejar heridas sellando con un fungicida para evitar contaminar la planta. (Delgado et al., 2016).

Blossom end-rot

Figura 2 El calcio en ocasiones se encuentra establecido de forma soluble en el suelo, es significativo en el proceso fotosintético y eficiencia de carboxilación. Puede ser suministrado en pequeñas cantidades vía apoplasto (por hojas y frutos). Daño que provoca en las puntas de tomate por deficiencia de calcio (Rodríguez et al. 2002, Taylor et al. 2004).

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación del experimento

El experimento se puso en práctica en el mes de julio del año 2023, en el área de invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, la cual se ubica en la ciudad de Torreón, Coahuila, México, a 25° 33' 26" latitud norte y 103° 22' 21" latitud oeste, a una la altitud de 1 120 msnm.

2.2 Acondicionamiento del terreno

Se colocaron bolsas de plástico negras y estas se llenaron con cada sustrato utilizado, el experimento se realizó dentro de un invernadero tipo túnel con una superficie de 200m², con una cubierta de malla sombra tipo raschel (50% sombra).



Figura 3 Distribución de macetas dentro del invernadero (Fuente: propia).

2.3 Material vegetal y siembra

Como material vegetal se utilizaron semillas de las siguientes variedades:

Tomate Saladette “Mago” de Hazera Growing Together

Descripción	Especie resistente, vigorosa y sana, indeterminada. frutos grandes con pericarpio gruesos.
Planta	Vigor: al máximo potencial. Habito: vegetativo. Sistema de producción: Malla sombra e invernadero.
Resistencias	HR: Vd, Fol3, ToMV, Ff IR: TYLCV, TSWV, Sl, Lv, Mi
Fruta	Variedad de fruta. Oval peso oscilando en 150-170 gr. Firmeza: muy firme. Color: rojo. Vida anaquel: Larga

Tomate Saladette “Canelo” de Hazera Growing Together.

Descripción	Novedoso híbrido de tomate saladette con crecimiento indeterminado y resistente mediático al Virus Rugoso ToBRFV), una variedad que hace simbiosis entre resistencia y rendimiento.
Planta	Vigor: muy sobresaliente. Hábito: vegetativo. Forma de producir: Invernadero o con malla sombra.
Resistencias:	HR: Vd, Fol3, ToMv, Ft, ToTV IR: TOBRFV, TYLCV, Tswv, si, Lv, Mi
Fruta	Tipo de fruta: Ovalado con un peso que oscila los 150-170 gr. Firmeza: muy resistente. Color: rojo.

(Hazera, 2025).

Tomate Saladette “Top2610” de Hazera Growing Together

Descripción	Pigmento rojo oscuro, rendimiento alto, especie muy vigorosa y resistente.
Planta	Ciclo de vida: largo, los frutos oscilan entre 7-8 por racimo.
Resistencias:	HR: FOL:0-2/V/Va/ToMV/Ss/Pf:A-E IR: Ma/Mi/Mj/TYLCV/TTSWV Mayor tolerancia al agrietamiento
Fruta	160-180 gr.

(Hazera, 2025)

2.4 Sistema de riego y fertilización

Se implementó un sistema de riego por estacas gotero tipo L, utilizando manguera con perforaciones a 25 cm colocando la piqueta de riego en cada una de las macetas.



Figura 4 sistema de riego implementado.

Para la fertilización del cultivo de tomate se utilizó la siguiente solución nutritiva (Tabla 5), en base a necesidades y contenido de nutrientes en el agua de riego.

Tabla 5. Solución nutritiva utilizada en el cultivo de tomate

Fertilizante:	Formula:	g/L
Nitrato de Calcio	CaNO ₃	0.595
Nitrato de Magnesio	MgNO ₃	0.128
Nitrato de Potasio	KNO ₃	0.413
Sulfato de Magnesio	MgSO ₄	0.271
Sulfato de Potasio	K ₂ SO ₄	0.245
Micronutrientes		0.125
		ml/L
Ácido nítrico	HNO ₃	0.0127
Ácido fosfórico	H ₂ PO ₄	0.0710

2.5 Manejo del cultivo

Trasplante

La planta se trasplantó cuando alcanzó una altura de 18 centímetros, al tener un grupo de hojas verdaderas para una correcta asimilación de radiación solar, se le suministró riego un día anterior a las cavidades de la charola, para dejar secar el sustrato y fácil manipular la plántula de tomate. En bolsas de polietileno llenas de sustrato,

colocamos un hoyo en medio para introducir la plántula, apretando los laterales para mayor compactación y bloquear entradas de aire.



Figura 5 Trasplante a los 40 días después de sembrar.

Tutoreo

La planta del tomate tiende ser rastrera, para así después, con el apoyo de rafia agrícola color negro, se corta un tramo de mínimo 2 metros de diámetro para pasarlo entre los tallos dirigiendo la planta hacia arriba pudiendo amarrar en el un tendero de alambre ayudando a la planta apuntando con el ápice hacia arriba.



Figura 6 Plantas de tomate tutoradas (Fuente propia).

Poda

La forma de poda usada en el cultivo consistió en la eliminación de hojas viejas, hojas nuevas que se fueron formando en los primeros 40 cm de la base del tallo, y los brotes laterales que aparecieron en el tallo principal.

Control fitosanitario

Cuando se realizaron los primeros monitoreos se detectó la presencia de mosquita blanca (*Bemisa tabaci* y *B. argentifoli*) en hojas nuevas sobre todo en la parte aérea en el ápice de la planta, y minador (*Liriomyza trifolii*) a los 50 dds en el follaje del cultivo de tomate, en específico en el haz de la hoja la larva de la mosquita que se alimenta del parénquima foliar provocando una desecación de las hojas.

Tabla 6. Productos fitosanitarios aplicados para control de plagas y enfermedades

Función	Ingrediente Activo	Nombre comercial	Dosis
Insecticida	Dimetoato 0.0 Dimetil-S-(N-mentilcarbamoilometilo)-fosforoditioato 38.50%	Deltapyr 40 CE.	1.5 ml/ L
Insecticida	Imidacloprid: 1-(6-cloro-3-piridin-3-ilmetil) -N-notroimidazolidin-2-ilidenamina.	Confidel 350 SC	1.5 ml/L

2.7 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados se describen (Tabla 6), a continuación

Tabla 7. Descripción de tratamientos aplicados en plantas de tomate.

Factor a: Mezcla de sustrato	Factor b: variedad de tomate	Tratamiento
Sustrato 1 (25% arena, 25% estiércol, 25% peat moss y 25% perlita)	Mago	T1
	Canelo	T2
	Top2610	T3
Sustrato 2 (40% arena, 40% estiércol y 20% peat moss).	Mago	T4
	Canelo	T5
	Top2610	T6
Sustrato 3 (50% arena y 50% perlita).	Mago	T7
	Canelo	T8
	Top2610	T9

2.8 Variables agronómicas evaluadas

Dentro del crecimiento de la planta se determinó con base a la observación las mediciones de las siguientes variables (Tabla 8 y Tabla 9), se tomaron cuatro plantas por tratamiento.

Tabla 8. Descripción de variables de producción evaluadas en el cultivo de tomate.

Variable evaluada:	Aparato de medición (unidad de medida)	Técnica-Procedimiento
Número de Frutos:		Se contó el total de frutos de la planta hasta la parte apical
Rendimiento (m²)	Báscula de 0.5 a 5 kg.	Se pesó el total de frutos obtenido por planta, y se extrapoló a lo obtenido por m ² .

2.9 Variables de calidad evaluadas

Dentro de la producción de tomate se realizaron las siguientes mediciones de variables de calidad en frutos (Tabla 9).

Tabla 9. Descripción de variables evaluadas en el cultivo de tomate.

Variable evaluada:	Tipo de Medición	Técnica-Procedimiento
Firmeza	Penetrómetro	Se introdujo la punta del penetrómetro sobre el fruto, se realizó un total de 3 mediciones por fruto.
Sólidos solubles totales	Refractómetro	Se colocó una gota, sobre el lente, y posteriormente se lee el desplazamiento en la escala.
Vitamina C	Titulación con reactivo thielman	Método del indofenol (Campos-Mangas, 2021).
Diámetro de pericarpio	Vernier digital	Se toma la medida del pericarpio con la ayuda de un vernier digital en mm.

2.10 Análisis estadístico

Se empleó el diseño experimental con arreglo factorial, donde el factor a: mezclas de sustrato y factor b: las tres variedades de tomate, con cuatro repeticiones. El programa estadístico utilizado para realizar el análisis de varianza (ANVA) fue SAS 9.1 y se realizó la prueba de comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de varianza y comparación de medias entre las variables de producción (Tabla 9), podemos observar que hubo diferencia entre los tratamientos. Para el factor sustrato, sobresale el sustrato 1, superando en 27.90% el número de frutos de tomate obtenido con el sustrato 2; mientras que el rendimiento con el sustrato 1, aumenta un 9.8%, en comparación con el sustrato 3. En el caso del factor variedad, resulta superior la variedad 3 (Top2610), en el número de frutos y rendimiento por m² en 58.9 y 95.7% respectivamente en comparación a lo obtenido con la variedad 2 (Canelo).

Tabla 10. Comparación de medias en las variables de producción de tomate con los dos factores evaluados (sustratos y variedades).

Factor sustrato:	Número de frutos (m²)	Rendimiento (Kg m²)
S1. Arena 25% Estiércol 25% Peatmos 25% Perlita 25%	25.44 a	1.67 a
S2. Arena 40% Estiércol 40% Peatmos 20%	19.89 b	1.59 ab
S3. Arena 50% Perlita 50%	24.67 a	1.52 b
p≤0.005	<.0001	<.0001
Factor variedad:		
V1. Mago	18.83 b	1.23 b
V2. Canelo	17.25 b	0.94 c
V3. Top2610	27.42 a	1.84 a
p≤0.005	<.0001	<.0001

A su vez en la interacción de ambos factores en cuanto al número de frutos (m²), se observa diferencia significativa (Fig. 7) entre los tratamientos (p≤0.05), siendo el mayor la variedad Top2610, y el sustrato 3, con 35.6 frutos en promedio, seguido del sustrato 1, con 31.3 frutos, los valores mayores obtenidos para esta variable.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Salas-Pérez et al., (2016), quienes evalúan diferentes concentraciones de sustrato (composta y arena), destacando la

proporción 25:75 sobre los demás tratamientos. Así mismo, esto coincide con Flores-Pacheco et al., (2016), quienes probaron diferentes sustratos inertes y encontraron diferencias en el número de frutos por planta en el cultivo de tomate.

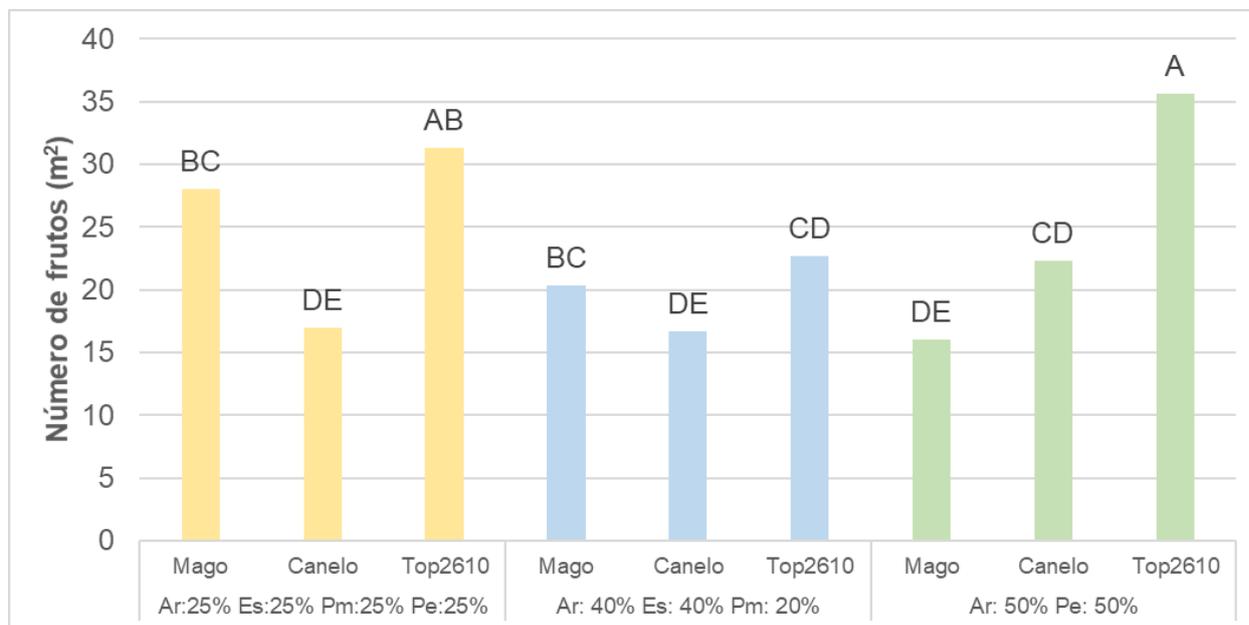


Figura 7 Número de frutos (m^2) de tomate obtenido en la interacción de sustratos y variedades.

En cuanto al rendimiento ($Kg m^2$), en la interacción de factores (sustrato y variedades), observamos que hubo diferencia entre los tratamientos (Fig.), obteniendo 2.24 y 2.19 $Kg m^2$, la variedad Top2610 en el sustrato 3 y sustrato 2 respectivamente. Esto puede deberse a la proporción de los sustratos utilizados y a la vigorosidad de la variedad que permite alcanzar una mayor producción en cualquier tipo de sustrato.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Zarate (2007) quien experimento con varios sustratos con porcentajes diferentes de los cuales obtuvo mayor rendimiento en (composta-aserrín) con 4kg/planta lo cual puede atribuirse a las cualidades de las mezclas de sustrato.

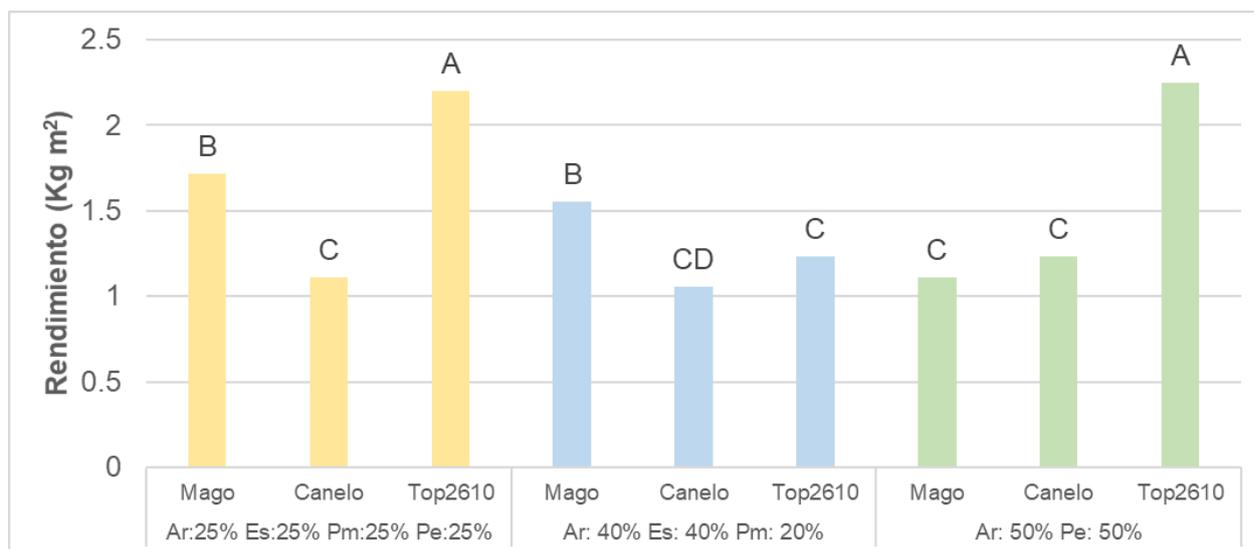


Figura 8 Rendimiento (Kg m²) de tomate obtenido en la interacción de sustratos y variedades.

Para las variables de calidad, y de acuerdo al análisis de varianza y comparación de medias por cada factor (Tabla 11). Podemos observar que el (Top2610 y sustrato 3 y1), es un buen elemento sobresaliendo en las variables cuantitativas que se realizaron; kgm² y número de frutos (NF) en m²

Tabla 11. Comparación de medias en las variables de calidad en tomate con los dos factores evaluados (sustratos y variedades).

Factor: sustrato	Firmeza (N)	Sólidos solubles totales (° Brix)	Vitamina C (mg 100g)	Dm de pericarpio (mm)
S1. Arena 25% Estiércol 25% Peatmos 25% Perlita 25%	14.3 b	5.81 a	6.19 a	5.24 b
S2. Arena 40% Estiércol 40% Peatmos: 20%	14.4 b	4.91 b	6.40 a	6.79 a
S3. Arena 50% Perlita 50%	18.5 a	4.21 c	5.57 b	6.91 a
Valor p≤0.005	0.0001	0.0001	0.0015	0.0001
Factor: variedad				
V1. Mago	16.5 a	4.51 c	6.33 a	6.78 a
V2. Canelo	13.0 c	5.72 a	6.21 a	5.44 b
V3. Top2610	14.1 b	4.94 b	5.61 b	6.54 a

Valor $p \leq 0.005$	0.0001	0.0001	0.0042	0.0001
----------------------	--------	--------	--------	--------

En cuanto a la firmeza de tomate obtenido con la interacción de sustratos y variedades, determinamos que hubo diferencia entre los tratamientos (Fig. 9) obteniendo 20.5 y 19.0, la variedad top2610 en el sustrato 3 sucesivamente.

se demuestra que a la proporción de sustratos utilizados y a la vigorosidad de la variedad sobresaliendo los resultados positivos en cualquier tipo de sustrato.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Espinoza et al, (2017) quienes encontraron diferencias significativas en espesor de pericarpio y firmeza de fruto (P 0:05 entre mezcla de sustratos con rizo bacterias promovedoras de crecimiento vegetal afirmando que son más resistentes al ataque de microorganismos.

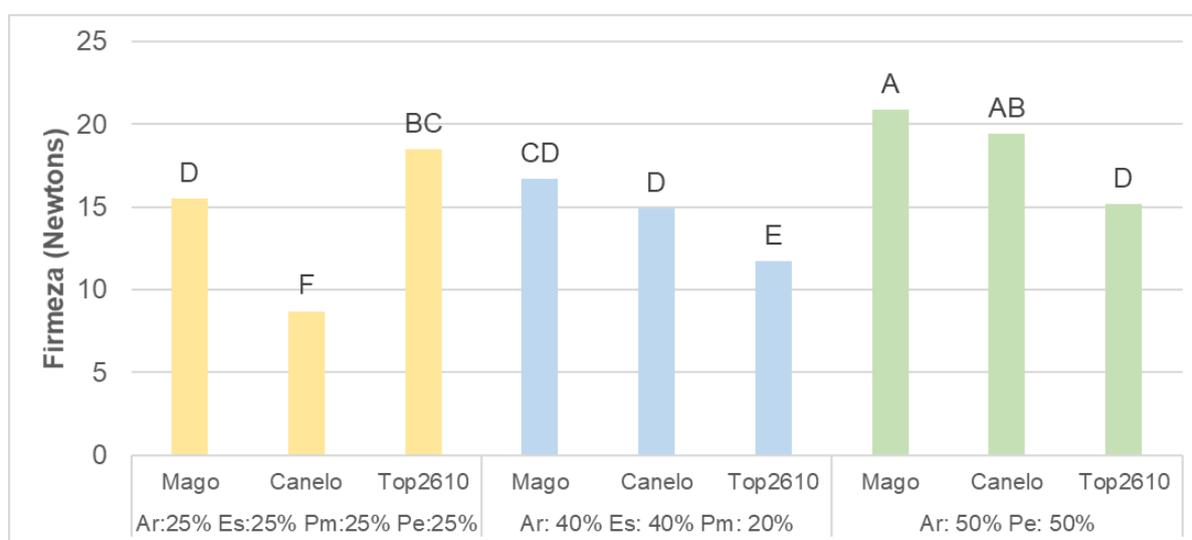


Figura 9 Firmeza (N) de tomate obtenido con la interacción de sustratos y variedades.

En cuanto al contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) en la interacción de factores (sustrato y variedades) observamos que existe una diferencia entre los tratamientos (Fig.10) obteniendo 7.8 y 5.5 $^{\circ}$ Brix, la variedad canelo seguida de top2610 en el sustrato 1 respectivamente. Este reflejo sucede a la proporción de los sustratos utilizados y a la vigorosidad de la variedad que permite encontrar una mayor graduación de sólidos solubles en cualquier tipo medio de cultivo. Estos resultados coinciden con lo obtenido por De de la Cruz L., Estrada B., Robledo T. et al, (2009).

Evaluando diferentes concentraciones de sustrato (composta y arena) la proporción es: 50:50 sobre los demás tratamientos, superando de igual forma los 5°brix obtenidos, así mismo esto coincide con Diaz (2009) señala que 4.5°brix es el índice establecido en vida anaquel.

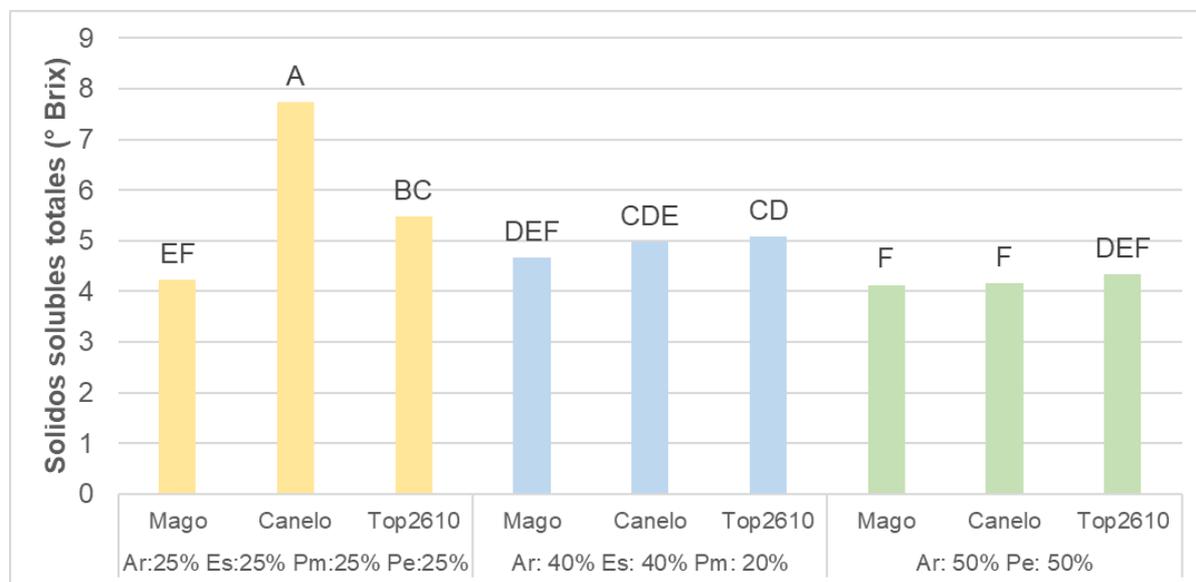


Figura 10 Contenido de solidos solubles totales (°Brix) de tomate obtenido en la interacción de sustratos y variedades.

En cuanto al contenido de vitamina C (mg/100 g) de tomate obtenido en la interacción de factores (sustrato y variedades), no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (Fig. 11) obteniendo resultados iguales por encima de 6 mg/100g en la mayoría de las variedades en los 3 sustratos sucesivamente. Esto puede deberse a la proporción de los sustratos utilizados y a la vigorosidad de la variedad que permite obtener contenido de vitamina C en cualquier medio de cultivo.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Mendoza et al., (2018). Donde evalúan concentraciones diferentes de sustrato (tezontle rojo) con diferentes cantidades de tallo de planta de tomate determinando el contenido de vitamina C en los frutos.

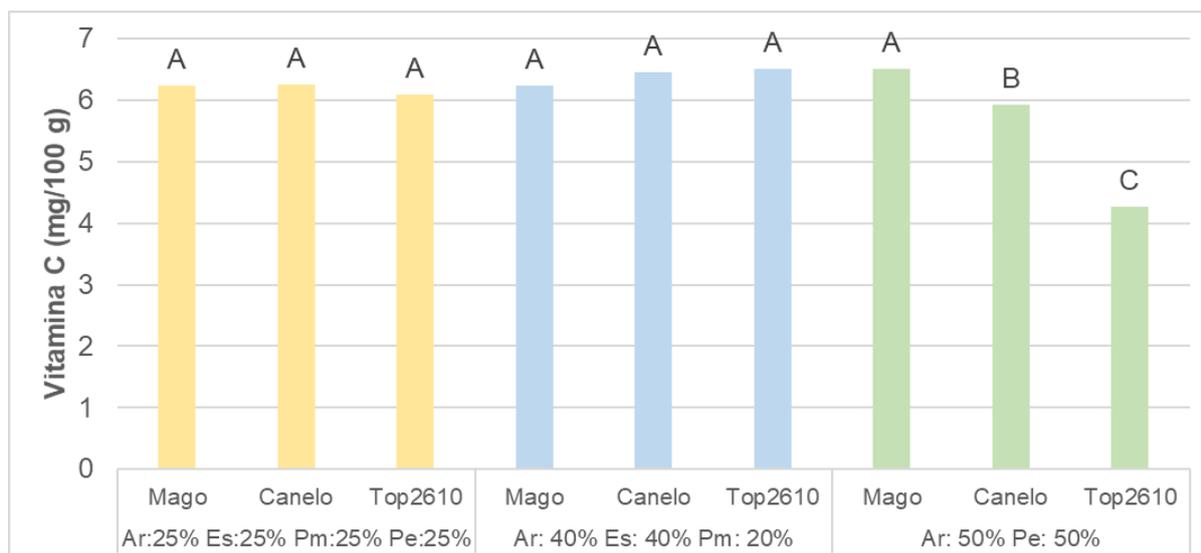


Figura 11 Contenido de Vitamina C (mg/100 g) de tomate obtenido en la interacción de sustratos y variedades.

Respecto al diámetro de pericarpio (mm) en frutos de tomate obtenido en la interacción de sustratos y variedades se obtuvo diferentes resultados entre los tratamientos (Fig. 12), liderando la variedad Mago y sustrato 2 seguido de top2610 sustrato 3, sucesivamente. Esto sucede a la exposición que tiene la variedad; vigorosidad, potencializando a una mayor producción en cualquier tipo de sustrato.

Estos resultados coinciden con lo publicado por Atiyeh et al (2000). quienes resaltaron que los vermicompost es positivos para la propagación de los cultivos en invernaderos como el estiércol bovino y el de cerdo referenciando como sustratos de crecimiento. así mismo esto coincide con Atiyeh et al (2001) quienes utilizaron mezclas a partir de estiércol de cerdo, obteniendo resultados no muy distantes entre tratamientos, al menos en la variable del diámetro del fruto de tomate.

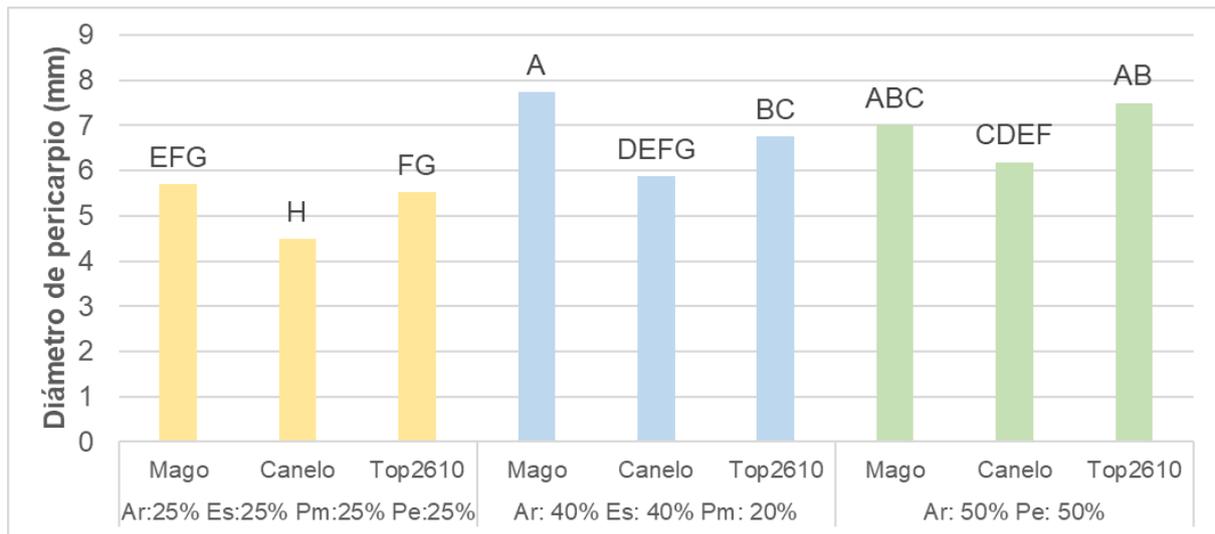


Figura 12 Diámetro de pericarpio (mm) en frutos tomate obtenido en la interacción de sustratos y variedades.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo obtenido la variedad mago resulto sobresaliente en variables de calidad, mientras que la variedad comercial Top2610 resulta ser mayor en el número de frutos y rendimiento, en contraste con las demás variedades, se obtiene que la mezcla arena, estiércol, perlita y peat moss, (sustrato 1) son un factor significativo como sustrato para la planta, debido que en el momento de cuantificar los resultados es la mezcla que entrego mayor rendimiento y Vitamina C.

Estas variedades demostraron resistencia a factores bióticos, a las primeras apariciones en el invernadero de plagas como mosquita blanca y minador presentados durante la parte experimental, pudiendo accionar a tiempo y reducir la población para no afectar el rendimiento y no perdernos el vigor esperado en cada variedad diferente el tomate.

5. REVISION BIBLIOGRAFICA

- Atiyeh, R.M., C.A. Edwards, S. Subler, and J.D. Metzger. (2001). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresour. Technol.* 78:11-20.
- Atiyeh, R.M., S. Subler, C.A. Edwards, G. Bachman, J.D. Metzger, and W. Shuster. 2000b. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 44:579-590.
- Bernal R. (2010). Enfermedades de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill.) en invernadero en las zonas de salto y bella unión. UNIDAD de COMUNICACIÓN y TRANSFERENCIA de TECNOLOGÍA de INIA.
- Bojocá R., Villagran., Gil R., Franco H. (2017). El riego y la fertilización del cultivo de tomate. UTADAO. Bogotá, Colombia. p.8
- Canellas, L.; Olivares, F.; Okorokova, F. and Facanha, A. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiol.* 130(4):1951-1957.
- Casson, S.A., Lindsey, K. (2003). Genes and signalling in root development. *New Phytol.* 158:11-38.
- Castellanos, J.Z. (2009). Manual de Producción de Tomate en Invernadero. INTAGRI S.C.
- Chaudhary, P., Sharma, A., Singh, B. y Nagpal, A.K. 2018. Bioactivities of phytochemicals present in tomato. *Journal of Food Science and Technology.* 55: 2833-2849. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3221-z>
- Condori, D., Piñatelli, M., Elías, R., y Rojas, R. (2012). Análisis proximal, características físicoquímicas y actividad antimicrobiana del musgo blanco (*Sphagnum maguellanicum* Brid.) proveniente de Junín, Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 78(1), 37-42. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2012000100005&lng=es&tlng=es
- Cruz, C. E. 2010. Mezclas de vermicomposta y tezontle, diseñadas mediante un programa de optimización en SAS, para el cultivo de tomate bajo invernadero e hidroponía. Tesis doctoral. 142 p.
- Cruz, E., Can, A., Sadoval, M., Ugari, R., & Roles, A. & (2012). Sustratos e la Horticultura, Biociencias. México: Xalisco- ayarit. p. 6
- Dascón Hurtado A. F. (2018) Evaluación de cinco variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) obtenidas usando germoplasma nativo ecuatoriano frente a dos tratamientos de control de plagas, en la provincia de Loja. Universidad del Azuay Facultad Ciencia y Tecnología Biología Ecología y Gestión.
- De la Cruz-Lázaro, E., Estrada-Botello, M. A., Robledo-Torres, V., Osorio-Osorio, R., Márquez-Hernández, C., & Sánchez-Hernández, R. (2009). Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidad y ciencia*, 25(1), 59-67.
- Decker EL, Reski R (2020) Mosses in biotechnology, *Current Opinion in Biotechnology* 61: 21-27.
- Delgado, H. E. V., Baque, C. G. V., Moreira, I. P. B., Alcívar, J. C. T., García, G. E. M., & Chancay, M. D. C. A. (2016). Bioensayos para potenciar extractos vegetales y

- controlar insectos-plagas del tomate *Lycopersicon esculentum* Mill). Avances en Investigación Agropecuaria, 20(3), 17-32.
- Díaz, V. 2003. Comportamiento de la germinación de las semillas tratadas con cloro. Instituto de investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova, Cuba.
- Espinosa Palomeque, B., Moreno Reséndez, A., Cano Ríos, P., Álvarez Reyna, V. D. P., Sáenz Mata, J., Sánchez Galván, H., & González Rodríguez, G. (2017). Inoculación de rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. afrodita en invernadero. Terra Latinoamericana, 35(2), 169-178.
- Fajardo, E; Benítez, D; Rodríguez, N; Rivera, A; Bernal, R. 2016. Sustrato y sistema de riego óptimos para la producción de tomate bajo condiciones de invernadero. Investigación Innovación Ingeniería. Bogotá, Colombia 3(1):1-16
- Foolad, M.R. (2007). Genome mapping and molecular breeding of tomato. International Journal of Plant
- Fornaris J. (2016) Conjunto Tecnológico para la producción de tomate. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez Colegio de Ciencias Agrícolas.
- Fornaris J. G. (2007). Características de las plantas. Maestría. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez y Colegio de Ciencias Agrícolas. Puerto Rico. 6 p.
- Frade Junior, E.F.; Araújo, J.A.; Silva, S.B.; Moreira, J.G.V.; Souza, L.P. (2011). Substratos de residuos orgánicos para produção de mudas de Ingazeiro. Enciclopedia Biosfera,
- Garcés Christian (2012). Dirección de infraestructura estadística y muestreo. Instituto Nacional e Estadística y Censos.
- García F., J.L. (2000). Edafología. 5 ed. Internacional. Saltillo, México. p. 20.
- Gaspar, L. (2000). Nutrición del cultivo de tomate para industria. Recuperado de <http://agroestrategias.com/pdf/cultivos>, 20.
- Genetic Improvement of Solanaceous Crops. Caracterización y Mejora genética. Tesis doctoral. USA. Pimiento: Science Publishers, Enfield. Universidad Politécnica.
- H. Escobar, R. Lee. (2010). Manual de producción bajo invernadero. Tomate. 2 ed. Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. p.14
- Iglesias, N., (2015). Tomate en invernadero: Estudios referidos a aspectos de ecofisiología de la producción forzada para las condiciones del norte de la Patagonia. Instituto Nacional de la Tecnología Agropecuaria, Natalia Rod
- Infoagro Systems S.L. (2016). El cultivo de tomate: Parte I. Madrid, España. s.p. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate__parte_i_.asp. p.15
- INIFAP. (2012). Guía para cultivar tomate en condiciones de malla sombra en San Luis Potosí. 1 ed. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- INTA, 1999 (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Cultivo de tomate. Guía tecnológica del tomate. ed. Henner Obregón N°22 Managua, Nicaragua p. 55.
- INTAGRI. (2017). Los Sistemas de Riego Aptos para la Fertirrigación. Serie Agua y Riego Núm. 16. Artículos Técnicos de INTAGRI.
- Knapp, S. (2002). *Solanum* section Geminata (Solanaceae). Flora Neotropica, 1 - 404.
- Koppert (2021). Trialeuroes vaporariorum Mosca Blanca de los invernaderos. Consulta en línea 20 de octubre el (2021). Recuperado de <https://www.koppert.mx/retos/moscas-blancas/mosca-blanca-de-los-invernaeros/>.
- Kuepper, George. 2003. Manures for Organic Crop Production (Abonos para la Producción de Cultivos Orgánicos). NCAT/ ATTRA Publication: <https://attra.ncat.org/attra-pub/summaries/summary.php?pub=182>

- Lazcano, I., (2000). Deficiencia de Ca en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).
Informaciones Agronómicas, Instituto de Potasa y el Fósforo de Canadá, 39: 7-8.
- Medina, A; Cooman, A; Escobar, H; Slamanca, C; Monsalve, O. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero: Riego y fertilización (en línea). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales. Colombia.
- Mendoza-Pérez, Cándido, Ramírez-Ayala, Carlos, Martínez-Ruiz, Antonio, Rubiños-Panta, Juan Enrique, Trejo, Carlos, & Vargas-Orozco, Alejandra Gabriela. (2018). Efecto de número de tallos en la producción y calidad de jitomate cultivado en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(2), 355-366.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1077>
- Mondragón L. (2013). Producción de tomate en invernadero. Grupo produce. México. p. 3-5
- Nuño R. (2007). Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, Baja California. Repositorio Chapingo.
- Peralta, I y Spooner, D. (2007). History, Origin and early cultivation of tomato (*Solanaceae*)
- Pereira, M. and Zezzi, A. (2004). Preconcentration of Cd (II) and Pb (II) using humic substances and flow system coupled to flame atomic absorption spectrometry. *Microchim. Acta*. 215-222.
- Priano C., 2016. Propiedades físico-mecánicas de morteros. influencia de la composición y morfología el agregado fino en el comportamiento mecánico e morteros cementicios. Vol. II. p. 9.
- Renquist, R. A. and Reid, J.B. (1998). Quality of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit from four bloom dates in relation to optimal harvest timing. *New Zeal. J. Crop Hort. Sci.* 26(3): 161-168.
- Rodríguez, D. E.; Salcedo, P. E.; Rodríguez, M. R.; González, E. D. y Munguía, M. 2013. Reúso del tezontle: efecto en sus características físicas y en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Terra Latinoam.* 31(4):275-284.
- SAGARPA. (2017). Planeación agrícola 2017-2030. D.R. 2017. SAGARPA.
- Salas-Méndez, E. de J., Vicente, A., Pinheiro, A. C., Ballesteros, L. F., Silva, P., Rodríguez García, R. & Jasso de Rodríguez, D. (2019). Application of edible nanolaminate coatings with antimicrobial extract of *Flourensia cernua* to extend the shelf-life of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 150,19-27. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.12.008>
- Salvo, A., and G. R. Valladares. 2007. Parasitoides de minadores de hojas y manejo de plagas *Cien. Inv. Agr.* 34: 167-185.
- Samaniego Tovar, A. (2022). Productos químicos, biológicos e inductores de resistencia contra *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* en Papa variedad Capiro en Pillao, Huanuco.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). El Jitomate, hortaliza mexicana de importancia mundial. SADER
- SIAP. 2017. Tomate rojo o jitomate: ¿cómo lo llaman donde radicas? Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquería.
- Villasanti, C. (2013). El Cultivo de Tomate con Buenas Prácticas Agrícolas en la Agricultura Urbana y Periurbana. Paraguay: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.
- Zarate, B. 2007. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) hiroponico con sustratos, bajo invernadero, tesis de maestría. C. I. D. I. R. Oaxaca, México.