



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**



MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL EN AGRICULTURA PROTEGIDA

**PRODUCCIÓN DE DOS GENOTIPOS DE JITOMATE (*Solanum
lycopersicum* L.) CON DIFERENTE MANEJO NUTRICIONAL**

TESIS
QUE PRESENTA

ING. MELCHOR PINEDA GARIBO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

MAESTRO EN AGRICULTURA PROTEGIDA

DIRECTOR DE TESIS

DR. NOÉ ARMANDO AVILA RAMÍREZ

CO DIRECTOR DE TESIS

DR. ABIMAELO LÓPEZ LÓPEZ



Apatzingán, Michoacán, México. Noviembre 2025

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**PRODUCCIÓN DE DOS GENOTIPOS DE JITOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)
CON DIFERENTE MANEJO NUTRICIONAL**

TESIS QUE PRESENTA
MELCHOR PINEDA GARIBO

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como
requisito parcial, para obtener el grado de:

MAESTRO EN AGRICULTURA PROTEGIDA

COMITÉ PARTICULAR

Director

Dr. Noé Armando Ávila Ramírez

Codirector

Dr. Abimael López López

Asesor

Dr. Patricio Apáez Barrios

Asesor

Dr. José Luis Escamilla García

Asesor

Dr. José de Jesús Ayala Ortega

Apatzingán, Michoacán, México. Noviembre 2025

AGRADECIMIENTOS

A mi comité de asesores; Dr. Noé Armando Ávila Ramírez, Dr. Abimael López López, Dr. Patricio Apáez Barrios, Dr. José Luis Escamilla García y al Dr. José de Jesús Ayala Ortega; por su apoyo incondicional durante el desarrollo del trabajo de investigación y por contribuir con la revisión y culminación de este trabajo.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por otorgarme la oportunidad de continuar mi formación académica en sus instalaciones y darme además todas las facilidades para establecer y culminar mi trabajo de investigación.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por estimular la investigación científica y contribuir con el desarrollo tecnológico de México.

También quiero agradecer al señor Antonio Aguirre, colaborador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, quien me apoyó con las actividades de acondicionamiento del terreno y en especial a mi hijo José Axel Pineda Sosa, quién me apoyó con las actividades para el establecimiento del cultivo y desarrollo de este.

A mis compañeros de Maestría: Diana, Marychuy, Ulises y Juan Martín; quienes de alguna manera me brindaron su valioso apoyo con ciertas actividades durante la puesta en marcha y la etapa final del experimento.

DEDICATORIAS

En primer lugar, a Dios por darme salud y fuerza para culminar mis estudios y la oportunidad para adquirir sabiduría.

Dedico este trabajo a mi esposa Victoria Gizeh Sosa Castillo, ya que sin su apoyo incondicional no hubiese logrado este objetivo. A mis hijos: José Axel Pineda Sosa y Victoria Chloé Pineda Sosa, como una muestra de que nunca es tarde para aprender y contribuir con la formación académica individual.

A mis padres María Esther Garibo Vázquez y Melchor Pineda Sánchez; quienes me formaron con la firme intención de culminar mis estudios universitarios y convertirme en una persona responsable y de bien.

A mis hermanos Gabriela Pineda Garibo, Ing. Jorge Octavio Pineda Garibo, Julio Cesar Pineda Garibo, Ing. Christian Pineda Garibo, quienes siempre me han apoyado de forma incondicional.

A mis suegros Alma Castillo Sánchez y Dr. José Manuel Sosa Guízar, por su valioso apoyo y confianza plena.

“Dichoso el que halla sabiduría, el que adquiere inteligencia. Porque ella es de más provecho que la plata y rinde más ganancias que el oro”

Rey Salomón.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general	3
Objetivo específico	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Producción mundial.....	4
Producción nacional.....	4
Producción de jitomate en Michoacán.....	5
Producción de jitomate en el municipio de Apatzingán.....	5
Origen y Taxonomía.....	5
Origen.....	5
Taxonomía.....	6
Descripción botánica.....	6
Semilla.....	7
Raíz.....	7
Tallo.....	8
Hoja.....	9
Flor.....	9
Fruto.....	9
Desarrollo del fruto.....	10
Contenido nutrimental.....	11
Tipos de jitomate producidos en México.....	11
Hábito de crecimiento del jitomate.....	13
Plantas de crecimiento determinado.....	13

Plantas de crecimiento indeterminado.....	13
Plantas de crecimiento semideterminado.....	13
Requerimientos edafoclimáticos.....	14
Altitud.....	14
Radiación solar.....	14
Temperatura.....	14
Luz.....	14
Humedad relativa.....	15
Suelos.....	15
Aspectos relacionados con el estrés de calor en jitomate.....	15
Daños y síntomas por golpe de sol.....	16
Generalidades de la agricultura protegida en México.....	16
Cultivo bajo malla sombra	17
Fertirrigación.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
Descripción del área de estudio.....	20
Localización.....	20
Características climáticas.....	21
Características del suelo.....	21
Casa sombra.....	22
Metodología.....	23
Material genético utilizado.....	23
Fuentes de fertilizantes utilizados.....	25
Preparación del terreno y manejo del cultivo.....	27
Diseño experimental.....	36
Variables morfológicas.....	37
Variables de rendimiento.....	38
Análisis estadístico.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
Variables morfológicas.....	43
Altura de planta.....	43

Diámetro del tallo.....	44
Número de hojas.....	45
Variables de Rendimiento.....	45
Número de racimos por planta.....	45
Número de frutos por planta.....	46
Peso promedio de frutos.....	48
Diámetro polar.....	49
Diámetro ecuatorial.....	49
Rendimiento.....	50
Vigor de plántula.....	52
CONCLUSIONES.....	54
LITERATURA CITADA.....	55
ANEXOS.....	61
Anexo 1.....	61
Anexo 2.....	62
Anexo 3.....	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
2.1	Producción mundial de jitomate.....	4
2.2	Taxonomía del jitomate.....	6
2.3	Contenido nutrimental del jitomate en 100 g de producto fresco.....	12
3.1	Datos climatológicos del municipio de Apatzingán. Conagua, 2021.....	21
3.2	Resultado del análisis de agua utilizado en el riego.....	33
3.3	Solución Steiner utilizada para el cultivo de jitomate.....	33
3.4	Cantidades de fertilizante para preparar 1000 litros de la solución nutritiva Steiner.....	34
3.5	Tratamientos evaluados.....	37
3.6	Escala ordinal utilizada para valorar la calidad de plántula.....	42
4.1	Altura de la planta (AP), diámetro del tallo (DT), número de hojas por planta (NH), en función del genotipo y la fuente de fertilización. Apatzingán, Michoacán.....	44
4.2	Vigor de planta a los 100 días después del trasplante.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.		Pág.
3.1	Localización del sitio experimental.....	20
3.2	Casa malla sombra utilizada para el establecimiento del experimento	22
3.3	Variedad Primus LF.....	24
3.4	Variedad Cazador.....	25
3.5	Fórmula 10-20-10 + EM.....	26
3.6	Fórmula 12-12-17 + EM.....	27
3.7	Preparación del terreno.....	28
3.8	Aplicación de la fertilización de fondo.....	29
3.9	Instalación de cintilla y acolchado.....	30
3.10	Charola y material vegetal utilizado	31
3.11	Trasplante de plántula de jitomate	32
3.12	Marco de plantación	32
3.13	Colocación de rafia.....	35
3.14	Colocación de estacas	35
3.15	Clasificación de requerimientos de color en jitomate.....	38
3.16	Plantas de jitomate a inicio de cosecha	39
3.17	Cosecha T2, T3, T4, T5.....	39
3.18	Báscula digital utilizada para el peso de fruto.....	40
3.19	Registro de variables de diámetro polar y ecuatorial del fruto.....	41
4.20	Número de racimos por planta.....	46
4.21	Número de frutos por planta.....	47

4.22	Peso del fruto.....	49
4.23	Diámetro polar y ecuatorial de frutos de jitomate.....	50
4.24	Rendimiento de frutos.....	52

RESUMEN

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una hortaliza fuente importante de vitaminas, minerales y antioxidantes que al ser ingerido por la población tiene efectos benéficos en la salud. La producción se ve limitada por diversos factores bióticos y abióticos. Se han desarrollado diversos materiales genéticos con características de adaptación a climas cálidos con buen rendimiento. Dentro de las prácticas agrícolas más importantes destaca la nutrición que es uno de los factores que propicia que el jitomate exprese su máximo potencial de rendimiento. El objetivo de este estudio fue determinar el genotipo y la fuente de fertilización de fondo más apropiada; para la producción de jitomate bajo condiciones de malla sombra en Apatzingán, Michoacán. Durante el ciclo primavera-verano de 2021; se establecieron los genotipos de jitomate Primus y Cazador, que se les aplicó fertilización de fondo con 10-20-10, 12-12-17 y sin fertilización. La combinación generó seis tratamientos que fueron repetidos cuatro veces, por lo que se tuvieron 24 unidades experimentales. Se midió; la altura de la planta, el diámetro del tallo, el número de hojas, número de racimos por planta, número de frutos por planta, el peso de frutos, el diámetro polar y ecuatorial y el rendimiento total. Los datos se analizaron con el paquete SAS 9.1. Se encontró que el genotipo Cazador con la fuente de fertilización 12-12-17 propició mayor altura de la planta. El mayor rendimiento de fruto (4.27 kg m^{-2}) se logró con el genotipo Primus en combinación con la fuente de fertilización 10-20-10 atribuido al incremento en el número de frutos por planta y peso promedio de fruto. El uso de materiales genéticos mejorados junto con una fuente adecuada de fertilización genera el rendimiento más alto.

Palabras clave: altura de planta, diámetro, número de frutos, peso de fruto, rendimiento.

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is a vegetable that is an important source of vitamins, minerals and antioxidants that, when ingested by the population, has beneficial effects on health. Production is limited by various biotic and abiotic factors. Various genetic materials have been developed with characteristics of adaptation to hot climates with good performance. Among the most important agricultural practices, nutrition stands out, which is one of the factors that allows tomatoes to express their maximum yield potential. The objective of this study was to determine the most appropriate genotype and source of base fertilization for tomato production under shade mesh conditions in Apatzingán, Michoacán. During the spring-summer cycle of 2021, the Primus and Cazador tomato genotypes were established and background fertilization was applied with 10-20-10, 12-12-17 and without fertilization. The combination generated six treatments that were repeated four times, so there were 24 experimental units. Plant height, stem diameter, number of leaves, number of clusters, number of fruits per plant, fruit weight, polar and equatorial diameter and total yield were measured. Data were analyzed with the SAS 9.1 package. It was found that the Hunter genotype with the 12-12-17 fertilization source led to greater plant height. The highest fruit yield (4.27 kg m⁻²) was achieved with the Primus genotype in combination with the 10-20-10 fertilization source attributed to the increase in the number of fruits per plant and average fruit weight. The use of improved genetic materials along with an adequate source of fertilization generates the highest yield.

Key words: plant height, diameter, fruit number, fruit weight, yield.

INTRODUCCIÓN

El jitomate (*Solanum lycopersicum*) es considerado como uno de los productos hortofrutícolas más importantes al ser el cultivo con mayor producción a nivel mundial para consumo en fresco y procesado, que contribuye de manera significativa a la ingesta diaria de vitaminas A y C, así como de minerales esenciales. El consumo per cápita a nivel mundial es de 17.97 kg por año (Causse *et al.*, 2003). Por otro lado, una de las características que lo hacen especial es que existen más variedades de jitomate que de cualquier otra hortaliza en el mundo. Se pueden identificar diferentes tipos de jitomate: Saladette, Bola, Cherry, Roma, Rio Grande (SIAP, 2022); el consumo está basado en parámetros de calidad como color, sabor, consistencia, vida de anaquel y tamaño (Muñoz *et al.*, 1995; Foolad 2007).

Lo anterior ha contribuido en los últimos años al incremento en su consumo, lo que también es atribuido a la versatilidad de su uso, ya que puede utilizarse directamente para consumo sin proceso de cocción o añadido a otros alimentos. Además, se puede transformar en diversos productos con alto valor agregado en la agroindustria, tales como: pastas, puré, jugos, salsas y sopas (Ramírez, 2012). Actualmente, la producción se realiza de manera intensiva en condiciones protegidas, por lo que es posible encontrar jitomate fresco durante todo el año. Así mismo, el organismo de la ONU para la Agricultura y la Alimentación (FAO) reporta que el volumen de producción a nivel mundial se ha incrementado significativamente hasta en 26 % entre los años 2019-2021 (FAOSTAT, 2022). El aumento en la producción se atribuye principalmente a la utilización de nuevos materiales genéticos con mayor potencial de producción y resistencia a factores bióticos y abióticos, además de la adopción de mejores prácticas culturales, uso de fertilizantes, manejo del riego, así como un mejor control de plagas y enfermedades (Grandillo, *et al.*, 1999).

La producción de jitomate se puede llevar a cabo en un amplio rango de condiciones climáticas. Así, podemos encontrar el cultivo en ambientes extremadamente secos,

considerados hostiles, como en ambientes muy húmedos. Además, con relación a la altitud se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 3300 m de altitud. Por otro lado, se puede cultivar en campo abierto o bajo condiciones protegidas; esta última condición permite tener mejor control de todos los factores bióticos como plagas y enfermedades, además de los abióticos, de los cuales se considera que la temperatura es el factor climático que tiene mayor influencia sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo, que se ven seriamente afectados en condiciones de temperaturas altas, resultando en la reducción del rendimiento y la calidad del fruto. Estas causan daños serios en las estructuras reproductivas, lo que trae como consecuencia la deficiencia en el cuajado de los frutos y la disminución de la producción. De ahí que la temperatura constituya uno de los factores más importantes que inciden en la baja producción de jitomate en ambientes tropicales (Florido y Álvarez, 2015). Por otro lado, Castellanos (2009) señala que cuando la siembra se realiza en junio y julio se comercializan en los meses de octubre a diciembre donde el precio alcanza los niveles más altos del año.

Así, llevar a cabo la producción de esta hortaliza en agricultura protegida permite crecimiento óptimo y altos rendimientos; con frutos de alta calidad y producidos en épocas del año donde no es posible la producción en campo abierto, con lo cual se pueden lograr mejores precios de venta y por tanto obtener mejor ganancia económica (García *et al.*, 2010).

Además, un factor que está relacionado con el potencial productivo de esta hortaliza es el genotipo utilizado, de los cuales se recomienda que se seleccione aquellos que presenten mayor rendimiento, tamaño de fruto, firmeza, resistencia a enfermedades, estrés hídrico, vida de anaquel y con buenas características sensoriales de la calidad de la fruta, principalmente el sabor y el aroma (Lecomte *et al.*, 2004).

Por otro lado, el manejo nutricional también es otro factor que contribuye a potencializar el rendimiento del cultivo. El manejo de la fertilización mediante el sistema de riego permite controlar el suministro hídrico y nutricional de los cultivos para optimizar la distribución y concentración de los iones y agua en el suelo e impactar positivamente en el rendimiento y calidad de fruto al controlar fácilmente

la parcialización, la dosis y la concentración de los nutrimentos aplicados al cultivo (Lores *et al.*, 2023).

En jitomate en condiciones de agricultura protegida e incidencia de altas temperaturas son escasos los estudios sobre la evaluación de genotipos y dosis de fertilización.

Objetivo general

Determinar el genotipo y la fuente de fertilización de fondo más apropiada; para la producción de jitomate bajo condiciones de malla sombra en Apatzingán, Michoacán.

Objetivo específico

1. Evaluar los genotipos Primus y Cazador con dos fuentes de fertilización de fondo sobre las variables morfológicas y de rendimiento.

Hipótesis

Los genotipos de jitomate Primus y Cazador, con dos fuentes de fertilización de fondo, no presentan diferencias significativas bajo condiciones de malla sombra en Apatzingán, Michoacán.

REVISIÓN DE LITERATURA

Producción mundial

De acuerdo con Lara *et al.* (2022), en el año 2020 China fue el país con la mayor producción de jitomate que fue de 62,764,671 t, cosechados en 1,082,453 ha, por lo que su rendimiento medio fue de 58 t ha⁻¹. Los principales países productores de jitomate y producción obtenida se muestran en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Producción mundial de jitomate.

País	Producción (Toneladas)	%
China	62,764,671	34.7
India	19,007,000	10.5
Turquía	12,841,990	7.1
Estados Unidos de América	10,858,990	6.0
Egipto	6,751,856	3.7
Italia	5,252,690	2.9
Irán	5,248,904	2.9
España	5,000,560	2.8
México	4,271,914	2.4
Brasil	3,917,967	2.2

Fuente: FAOSTAT (2022).

Producción nacional

El jitomate es la hortaliza de mayor producción, se cultiva para atender demanda nacional y exportación. En 2021 en México este cultivo representó el 21.9% de la producción de hortalizas. El consumo anual per cápita en México es de 13.8 kg. Los principales estados productores son: Sinaloa (764,435 t), San Luis Potosí (391,719 t) y Michoacán (280,478 t). Entre las hortalizas que México exporta, el jitomate es la más importante por la derrama económica que representa para los agricultores y comercializadores por la venta de un millón 690 mil t de fruto por año. Durante todos

los meses se registra demanda externa de jitomate mexicano, aunque por efecto estacional en la producción nacional y la demanda de Estados Unidos entre agosto y septiembre registra un ligero descenso en el volumen. Estados Unidos es el mayor importador de jitomate fresco producido en México (SIAP, 2022).

Producción de jitomate en Michoacán

En el estado de Michoacán, 56 municipios producen 281, 848 t de jitomate, por lo que el estado ocupa el tercer lugar de producción a nivel nacional. La superficie ocupada por esta hortaliza es de 5, 965 ha. Los municipios donde se produce son: Tanhuato, Yurécuaro, Tacámbaro, Aguililla, Vista Hermosa, Ecuandureo, Jiquilpan, Zamora, Villamar y Sahuayo (SIAP, 2022).

La producción se ha incrementado en más de 170 % en los últimos seis años. Así, en el año 2013 fue de 98,435 t, mientras que para el 2020 se reportaron 281,000 t. El 81 % de la producción total se realiza en condiciones de campo abierto y el resto bajo algún tipo de agricultura protegida, ya sea malla sombra o invernadero (Brunoticias, 2021).

Producción de jitomate en el municipio de Apatzingán

En el valle de Apatzingán se tiene un registro aproximado de 1,500 ha cultivadas con jitomate en el año 2022.

Origen y Taxonomía

Origen

De acuerdo con Cabieses y Lozano (2009) el origen del jitomate es Perú, en donde se encontraron los primeros vestigios reportados de especies silvestres. Con el paso del tiempo este cultivo se distribuyó hacia Centro América y después a otros continentes y finalmente está presente en la mayor parte del mundo. Su nombre

científico ha pasado por diversas clasificaciones de acuerdo con las actualizaciones taxonómicas.

Taxonomía

De acuerdo con Velázquez, (2013) la taxonomía del jitomate es la siguiente (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Taxonomía del jitomate.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>lycopersicum</i>

Descripción botánica

Hernández (2011) señala que las plantas de jitomate son herbáceas y perennes, aunque es probable que en su hábitat natural presenten un comportamiento de planta anual y pueden morir después de la primera estación de crecimiento, como consecuencia de la ocurrencia de las heladas o la sequía. La planta presenta hojas pinnadas con 2-6 pares de folíolos opuestos o sub-opuestos, sésiles, subsésiles o pecioladas. La inflorescencia es una cima con variación en los patrones de ramificación (mono, di y policotómico), y presencia o ausencia de brácteas axiales, con tres nudos entre cada inflorescencia. Las flores son principalmente amarillas, con anteras unidas lateralmente y forman un cono similar a una botella con punta

alargada estéril en el ápice. El tamaño del fruto, el color y pubescencia son variables. Los frutos son bayas biloculares en las especies silvestres, y bilocular o multiloculares en las variedades cultivadas.

Semilla

Castellanos (2009) señala que la semilla del jitomate muestra forma lenticular con dimensiones aproximadamente de 5 x 4 x 2 mm, la cual está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión se forma por una yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. La cubierta seminal es un tejido duro e impermeable. La germinación es sensible al pH, así, cuando es muy ácido se ve afectado el proceso de germinación. De acuerdo con Bewley y Black (1982), en la germinación se distinguen tres etapas: a) absorción de agua por la semilla, que dura alrededor de 12 horas; b) Periodo de reposo, con duración de 35 a 40 horas, en esta etapa no se presentan cambios en la anatomía ni en la actividad metabólica de la semilla; c) Etapa de crecimiento, en la que la semilla comienza a absorber agua de nuevo y se inicia el crecimiento y la emergencia de la radícula.

Raíz

De acuerdo con Rodríguez *et al.* (2001), las plantas de jitomate presentan una raíz principal pivotante, que crece aproximadamente 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad. De manera simultánea, se producen raíces adventicias y ramificaciones que llegan a formar una masa densa. Cuando inicia el crecimiento de las raíces, si son de coloración blanca indica que están en un medio con buena sanidad y muestran buen crecimiento. Además, la planta está en condiciones óptimas para el trasplante. Sin embargo, el sistema radical puede ser modificado por las prácticas culturales, de tal forma que cuando la planta procede de estaca o esqueje, la raíz pivotante desaparece siendo mucho más importante el desarrollo horizontal, donde las raíces laterales y adventicias crecen tanto como la principal

(Curtis, 1996). El sistema radical puede alcanzar hasta 1.5 m de profundidad, y se estima que el 75 % de todo el sistema se encuentra en los primeros 45 cm de profundidad (Rodríguez *et al.*, 2001).

Por otro lado, Castellanos (2009) menciona que el sistema radical tiene como funciones, absorber y transportar agua y nutrientes; así como también el anclaje de la planta al suelo.

Tallo

La planta de jitomate presenta un tallo erguido y cilíndrico cuando es joven, a medida que la planta crece, el tallo cae y se vuelve anguloso. Presenta tricomas (vellosidades) en la mayor parte de la superficie de los órganos y glándulas que segregan una sustancia aromática color verde. El tallo puede medir de 40 a 250 cm. Muestra ramificación abundante y yemas axilares, si al final del crecimiento todas las ramificaciones muestran yemas reproductivas, estas son clasificadas como plantas de crecimiento determinado; mientras que, si terminan con yemas vegetativas o meristemas de crecimiento, son de crecimiento indeterminado (Ortega, 2010).

La velocidad de elongación del tallo se incrementa con el aumento de la temperatura (Calvert, 1964). Sin embargo, otros autores señalan que la altura de planta es una característica fenotípica de cada cultivar (Van der Ploeg *et al.*, 2007).

Mengel y Kirby (2001) señalan que esta característica morfológica puede incrementar con ayuda del suministro de N y P, que inducen el aumento del crecimiento vegetativo, debido a que son nutrientes importantes dentro del metabolismo energético de la planta.

Hoja

En el caso de las hojas, estas tienen un eje central o peciolo, que se utiliza para el monitoreo nutrimental y de este eje salen los foliolos. Las hojas son las responsables de la fotosíntesis por lo que deben tener una buena disposición para una mayor captación de la radiación. Una hoja de jitomate puede alcanzar hasta 50 cm de largo, con un foliolo terminal y hasta ocho foliolos laterales, que pueden, a su vez, ser compuestos (Castellanos, 2009).

Flor

Las flores aparecen en racimos, siendo racimos sencillos en la parte baja y después más divididos y ramificados. Las flores son pequeñas, pedunculadas, de color amarillo y forman corimbos axilares. El cáliz tiene cinco sépalos, la corola presenta cinco pétalos que conforman un tubo pequeño al estar soldadas inferiormente, los cinco estambres están soldados en un estilo único que a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos. El número de flores depende del tipo de jitomate. En jitomates de grueso calibre el ramillete tiene de cuatro a seis flores; en jitomates de calibre mediano aumenta de 10 a 12 flores por ramillete y en los jitomates tipo cereza o “cherry” pueden tener hasta 100 flores por racimo (Muñoz, 2009).

Fruto

Una vez que las flores han sido polinizadas, los frutos tardan en madurar alrededor de 55 a 60 días, esto depende de la variedad y de las condiciones ambientales. El fruto tiene dos o más lóculos, se desarrolla a partir de un ovario de 5 a 10 mg y alcanza un peso final en la madurez que va desde los 5 a los 500 g. A la cubierta se le llama cáscara, epidermis, piel o cutícula. Las semillas están en los lóculos (espacios gelatinosos del centro), pegados a la parte carnososa. El fruto está unido a

la planta por un pedicelo. En las variedades industriales la presencia de parte del pedicelo es indeseable, por lo que se prefieren cultivares que se separen fácilmente por la zona peduncular. El tiempo necesario para que un ovario fecundado se desarrolle a un fruto maduro es de siete a nueve semanas.

La forma, el tamaño y el peso, depende de la variedad y del manejo que se le proporcione a la planta durante el desarrollo del cultivo, aspectos importantes a considerar al momento de definir qué variedad plantar. Normalmente los jitomates tipo Beef, pesan de 180 a 260 g. Sin embargo, los frutos de la variedad Caimán, pueden llegar a alcanzar hasta 850 g, en función del cultivar, la posición en el racimo y las condiciones ambientales (Castellanos, 2009).

Desarrollo del fruto

El desarrollo del fruto puede dividirse en tres periodos: 1) Crecimiento lento, que dura de 2 a 3 semanas y cuando termina, el peso del fruto es inferior al 10 % del peso final; 2) Crecimiento rápido, dura de 3 a 5 semanas y se prolonga hasta el inicio de la maduración (hacia la mitad de este periodo, unos 20 a 25 días después de la antesis, la velocidad de crecimiento es máxima y, al final del mismo, el fruto ha alcanzado prácticamente su máximo desarrollo); 3) Crecimiento lento, que dura dos semanas, en el que el aumento en el peso del fruto es pequeño pero se producen los cambios metabólicos característicos de la maduración. La importación de asimilados por el fruto termina unos 10 días después del inicio del cambio de color, ya avanzado el proceso de maduración. El número de semillas que contiene el fruto es variado y oscila entre 50 y 200, lo que se relaciona con el tamaño del fruto. Otros parámetros relacionados con el tamaño del jitomate son: el número de lóculos, la posición del fruto en el racimo, ya que entre más cercano al tallo es mayor el tamaño, el número de frutos por racimo cuando la cantidad es menor, mayor será el tamaño del fruto. El tiempo aproximado desde el trasplante hasta la madurez comercial del primer racimo de frutos depende principalmente de la precocidad de la variedad y el clima. Con temperaturas muy cálidas tiene una duración aproximada

de 60 días, y con temperaturas frescas llega a durar hasta 95 días (Castellanos, 2009).

Contenido nutrimental

De acuerdo con Jaramillo *et al.* (2007), el jitomate es una fuente rica de vitaminas A, B1, B2, B6, C y E, y de minerales como fósforo, potasio, magnesio, zinc, sodio, hierro y calcio. Además, posee alto contenido de licopeno, que es el más potente de los antioxidantes y que contribuye a prevenir y combatir el cáncer o enfermedades degenerativas, porque protege las células de los efectos de oxidación. Por otro lado, algunos estudios indican que los frutos poseen glutatión, antioxidante que ayuda a depurar productos tóxicos del organismo. Por lo que su consumo estimula el sistema inmune, disminuye el riesgo de desarrollar cáncer, es remineralizante y desintoxicante (Cuadro 2.3).

Además, se le atribuyen propiedades medicinales como: antiséptico, alcalinizante, depurativo, diurético, digestivo, laxante y desinflamatorio. Ayuda en casos de enfermedades hepáticas, quemaduras, obesidad, raquitismo, ayuda a combatir cáncer de mama, de esófago, de matriz, de colon, de estómago, de páncreas y próstata. También se utiliza para prevenir la diabetes, enfermedades cardiovasculares, cataratas y asma. La forma que debe consumirse de preferencia es en fruto crudo, porque conserva mejor sus propiedades (Jaramillo *et al.*, 2007).

Tipos de jitomate producidos en México

De acuerdo con Long (1995), en el país se producen de manera general tres tipos de jitomate:

1. Jitomate bola: este se caracteriza por tener un fruto de color intenso, es de pulpa carnosa de sabor más ácido que otros tipos, se utiliza principalmente para exportación y producción industrial de salsas, puré, jugo concentrado, deshidratado o enlatado para exportación.
2. Jitomate cherry: el cual se caracteriza por un sabor más dulce, su tamaño es parecido a una cereza, es un alimento bajo en calorías, fuente de nutrientes

como potasio y magnesio, vitamina C, E y A; alto contenido de carotenos. Se utiliza principalmente en ensaladas.

Cuadro 2.3 Contenido nutrimental del jitomate en 100 g de producto fresco.

Parámetro	Contenido
Agua	94.5 g
Energía	18 Kcal
Proteínas	0.88 g
Lípidos totales	0.2 g
Carbohidratos	3.92 g
Fibra total	1.2 g
Azúcar total	2.63 g
Calcio	10 mg
Hierro	0.27 mg
Magnesio	11 mg
Fósforo	24 mg
Potasio	237 mg
Sodio	5 mg
Cobre	0.059 mg
Vitamina C	12.7 mg
Tiamina	0.037 mg
Riboflavina	0.019 mg
Niacina	0.594 mg
Ácido Pantoténico	0.089 mg
Vitamina B6	0.08 mg
Folato total	15 mcg
Folato alimenticio	15 mcg
Licopeno	2573 mcg
Vitamina E	0.54 mg
Vitamina K	7.9 mg
Ácidos grasos saturados	0.028 g
Ácidos grasos monoinsaturados	0.031 g
Ácidos grasos polisaturados	0.083 g

3. Jitomate roma: conocido también como *Saladette*, el cual contiene pulpa abundante, un ligero sabor dulce, es fuente de potasio, magnesio y vitaminas B1, B2, B5 y C, alta firmeza y vida de anaquel y es el más consumido por la población mexicana como parte importantes de la base de la alimentación.

Hábito de crecimiento del jitomate

Plantas de crecimiento determinado

Son plantas cuyos tallos tanto el principal como el lateral detienen su crecimiento después de un determinado número de inflorescencias, según la variedad. Son de porte bajo y compacto y producen frutos durante un periodo relativamente corto. Su crecimiento se detiene después de la aparición de varios racimos de flor con la formación de un último racimo apical. La cosecha puede realizarse de una a tres veces durante el ciclo de cultivo (Martínez *et al.*, 2005).

Plantas de crecimiento indeterminado

En estas plantas, los tallos tanto el principal como el lateral crecen en un patrón continuo, siendo la yema terminal del tallo la que desarrolla el siguiente tallo. La floración, la fructificación y la cosecha se extienden por periodos muy largos, por lo que son usualmente cultivadas en invernaderos o casas sombra con tutores. Poseen condiciones adecuadas para un crecimiento continuo, dado que forman hojas y flores de manera ilimitada. La aparición de flores en los racimos y su grado de desarrollo son escalonados: las primeras flores del racimo pueden estar totalmente abiertas, mientras que las últimas aún no se abren (Martínez *et al.*, 2005).

Plantas de crecimiento semideterminado

Estas plantas se caracterizan por la interrupción del crecimiento de sus tallos después de un determinado número de inflorescencias, usualmente en una etapa muy avanzada del ciclo del cultivo (Martínez *et al.*, 2005).

Requerimientos edafoclimáticos

Altitud

Bakker (1990), indica que se puede cultivar desde 0 hasta los 1800 m.

Radiación solar

La luminosidad influye en el proceso de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta. La luminosidad mínima permitida que no afecta el desarrollo del fruto de jitomate es de 1500 horas luz al año (Calvert, 1980).

Temperatura

De acuerdo con lo reportado por Jaramillo *et al.* (2007) cuando las temperaturas son mayores a 25 °C y menores de 12 °C la fecundación es afectada, porque se disminuye la cantidad y calidad del polen, lo que produce caída de flores y deformación de frutos. Con temperaturas menores de 12 °C se producen ramificaciones en las inflorescencias. En cuanto al fruto, éste se torna amarillo, si se presentan temperaturas mayores de 30 °C y menores de 10 °C. En general, la diferencia de temperatura entre el día y la noche no debe ser mayor de 10 °C. Además, Rojas y Robles (2001), mencionan que las flores pueden caer por dos razones: falta de nutrientes causado por las altas temperaturas, debido al incremento de la intensidad respiratoria y también por falta de la luz y falta de polinización debido a que la alta temperatura causa infertilidad.

Luz

El jitomate necesita de días soleados para un buen desarrollo de la planta y lograr una coloración uniforme en el fruto. La baja luminosidad afecta algunas etapas de desarrollo y procesos fisiológicos, principalmente la floración, la fecundación y el

desarrollo vegetativo de la planta. Además, reduce la absorción de agua y nutrientes (Jaramillo *et al.*, 2007).

Humedad relativa

La humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo del jitomate debe oscilar entre el 65 a 75 % para su óptimo crecimiento y fertilidad (Jaramillo *et al.*, 2007).

Suelos

Según lo reportado por Corpeño (2004), el jitomate requiere suelos de textura arcillosa y rico en materia orgánica, con un pH entre 5.5 y 7.02. No tolera riegos en exceso. El jitomate es un cultivo que presenta cierta tolerancia a la salinidad.

Aspectos relacionados con el estrés de calor en jitomate

Florido y Álvarez (2015), mencionan que, aunque las plantas de jitomate pueden crecer en una amplia gama de condiciones climáticas, su crecimiento vegetativo y reproductivo se afecta seriamente en condiciones de altas temperaturas. Estas causan daños serios en las estructuras reproductivas, lo que afecta el cuajado de los frutos y por consecuencia la producción, de ahí que éste constituya uno de los factores más importantes que inciden en la baja producción de jitomate en ambientes tropicales. Por lo general, esta afectación es mayor cuando la temperatura ambiente supera los 35 °C. En condiciones de estrés por temperatura alta se señalan cuatro efectos fundamentales:

- La respuesta diferenciada de las velocidades de reacción, debido a las diferencias en la energía de activación de éstas.
- La desnaturalización y la agregación de las proteínas.
- La híper fluidez de los lípidos de las membranas.
- La descomposición química directa.

Además, la primera respuesta de las plantas al impacto del estrés por temperatura alta es la reducción en la duración de todas las fases fenológicas del cultivo y reducción en el tamaño de los órganos. Por otra parte, el incremento de temperatura está asociado en pre y postcosecha con quemaduras y abscisión de las hojas, ramas y tallos, senescencia foliar, abortos florales y caída de frutos, decoloración y reducciones del rendimiento (Florido y Álvarez, 2015).

Daños y síntomas por golpe de sol

El "golpe de sol" es un daño a los frutos causado por una exposición directa a los rayos solares en zonas donde el clima es cálido y seco. La lesión aparece en uno de los costados del fruto y por lo general es de color blanquecino o amarillento, área que nunca se torna roja. Una vez afectado el fruto de jitomate la zona dañada puede ser afectada por patógenos (Zamora, 2016).

De acuerdo con Pérez (2017), para evitar estas afectaciones al cultivo, lo ideal es llevar a cabo la producción en ambientes controlados, donde se puede utilizar cualquier sistema de protección que propicia el mejor uso de los recursos y a su vez la disminución de hasta el 25 % del agua requerida para el cultivo, menor tiempo a inicio de cosecha, rendimientos que superan hasta en 300 % más a los que se obtienen en condiciones de campo abierto y finalmente la obtención de alta calidad de producción.

Generalidades de la agricultura protegida en México

La agricultura protegida se ha venido desarrollando en México bajo condiciones muy heterogéneas, desde costosos invernaderos de vidrio, con muy elevadas inversiones, hasta instalaciones económicas como las denominadas "casas sombras". Las primeras instalaciones comerciales iniciaron en México en 1990, sin embargo, fue hasta la década del año 2000 a 2010 cuando se presentó un

verdadero crecimiento de esta industria. De acuerdo con la norma mexicana NMX-E-255-CNCP-2008 sobre especificaciones para el diseño y construcción de invernaderos, una casa sombra es una estructura metálica cubierta con malla que permite la entrada del agua de lluvia al interior, empleada para el cultivo y/o protección de plantas, de las plagas, granizo y la radiación solar. Además, de mejorar el entorno del cultivo y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en su interior. Una casa sombra es apropiada en general, para zonas cálidas y secas (Castellanos, 2009).

En México, la mayoría de la producción de hortalizas en condiciones protegidas se enfocan en el cultivo de jitomate, debido a las ventajas agronómicas que se tienen por el incremento en rendimiento y adaptabilidad a diferentes sistemas de producción (Sánchez-del Castillo *et al.*, 2010), además, por la oportunidad de negocio que representa para los productores de hortalizas como un sistema económicamente rentable (Sánchez, 2008).

Cultivo bajo malla sombra

Pérez (2017), menciona también que, la técnica de cultivo bajo mallas se refiere al sombreado de las plantas por mallas plásticas para filtrar la radiación solar interceptada. Esto se produce gracias a que el material de las mallas absorbe preferentemente la banda luminosa del espectro solar correspondiente a su color complementario, modificando las propiedades de reflexión, absorción y transmitancia de la radiación que pasa a través de ellas, además de su función protectora.

Ventajas

- Precocidad en la obtención de frutos.
- Aumento en el rendimiento (3 a 4 veces más que en campo abierto).
- Calidad de las cosechas (frutos limpios, sanos y uniformes).
- Alta eficiencia en el uso del agua y de los fertilizantes.
- Posibilidades de acceder al mercado de exportación.

- Obtención de altas relaciones beneficio/costo.
- Generación de empleos.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

Desventajas

- Alta inversión inicial.
- Alto costo de operación.
- Se requiere personal especializado, de experiencia práctica y conocimientos teóricos.

Sin embargo, Panthee y Gardner (2011) mencionan que para lograr una óptima producción del cultivo, además de una condición de agricultura protegida también es necesario tener conocimiento y control de diversos factores técnicos que afectan la cosecha, como la elección del genotipo y su nutrición, en estos aspectos los productores continuamente evalúan cultivares mejorados genéticamente que ofrecen incremento en rendimiento, calidad postcosecha y resistencia a plagas y enfermedades; para lo cual generalmente utilizan grandes cantidades de fertilizantes, sobre todo en lugares donde la condición de fertilidad natural del suelo es desfavorable (Hu *et al.*, 2012).

Fageria *et al.* (2008), señalan que los genotipos son más eficientes cuanto mayor es su rendimiento por unidad de nutrimento aplicado o absorbido, lo que depende entre otros factores, del método de aplicación y las características fisicoquímicas del suelo.

La utilización de diferentes materiales genéticos para evaluar su comportamiento agronómico bajo diferentes condiciones ambientales tiene como finalidad la selección de materiales que se adapten de la mejor manera y expresen su máximo potencial de rendimiento. En relación con esto, existen diversos estudios como los que realizó Phan *et al.* (2016) donde evaluaron 62 cultivares F1 de jitomate comercial y determinaron tres grupos con base en el tipo de crecimiento y forma de

fruto. Como resultado de esto obtuvieron materiales que superaron en más del 100 % el rendimiento de los materiales utilizados en la región. Lo anterior se atribuye a que existe mucha diversidad genética para caracteres de rendimiento y calidad de fruto, así como también tolerancia a factores adversos bióticos y abióticos.

En relación con la nutrición, un adecuado balance de nitrógeno, fósforo y potasio pueden mejorar el rendimiento del cultivo. Se considera que el P es uno de los nutrimentos más limitantes para la producción agrícola, al respecto, Yang *et al.* (2011), mencionan que son pocos los estudios en fertilización fosfatada que analizan el efecto de la fertilización de fondo en combinación con la fertirrigación para aprovechar la baja movilidad de este nutrimento en el perfil del suelo, de tal manera que su acumulación por períodos de tiempo prolongados en suelos de invernaderos permita aumentar su eficiencia de uso, sin contraponerse a la sostenibilidad de la agricultura protegida.

Por su parte, Barrios *et al.* (2015), consideran que la fertilización de fondo es una buena alternativa para reducir costos de producción al depender menos de los fertilizantes solubles, corregir los índices de fertilidad del suelo e incrementar las reservas de P que mejoren su eficiencia de uso a largo plazo.

Fertirrigación

La aplicación de los nutrimentos mediante la fertirrigación ayuda a que éstos se disuelvan en el agua de riego, distribuyéndolo uniformemente para que, cada gota de agua contenga la misma cantidad de fertilizante. En muchos casos y antes de la fertirrigación, es conveniente la utilización de un abono de fondo como los denominados fertilizantes de liberación lenta o los fertilizantes órgano-minerales. El abono de fondo previo a la fertirrigación se realiza para cubrir dificultades en el abastecimiento de fertilizantes o deficiencias en la fertirrigación; es decir, como reserva de seguridad que en cualquier caso se aplicará al comienzo del cultivo y para abaratar el costo de la fertirrigación (Cadahía, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Localización

La investigación se desarrolló durante el ciclo primavera-verano de 2021, dentro de una casa sombra instalada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, ubicada en Apatzingán de la Constitución, Michoacán de Ocampo a $19^{\circ} 5' 19''$ de LN y $102^{\circ} 21' 3''$ de LO, a 325 m de altitud (Figura 3.1).



Figura 3.1 Localización del sitio experimental.

Fuente: Google maps, 2022.

Características climáticas

El clima de la zona corresponde a un BS₁ que se define cálido semi-seco, con lluvias en verano. La precipitación pluvial media anual es de 762.8 mm, la temperatura mínima anual es de 20.7 °C y máxima de 35.4 °C; además de una temperatura media anual de 28 °C (García, 2005).

En relación a los factores ambientales registrados durante el desarrollo del cultivo; se encontró que la temperatura máxima fue de 40 °C en el mes de junio, que corresponde a la fecha del trasplante y fue disminuyendo conforme avanzó el ciclo del cultivo; por lo que las temperaturas más bajas se presentaron en el mes de octubre, que correspondió a la madurez fisiológica del cultivo; mientras que la temperatura mínima más alta se presentó en el mes de junio con 21 °C y la más baja en el mes de octubre, que fue de 18 °C. En relación con la precipitación acumulada esta fue de 989.4 mm durante todo el ciclo del cultivo (CONAGUA, 2021) (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Datos climatológicos del municipio de Apatzingán. Conagua, 2021.

Mes	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura media	Precipitación mm
----- °C -----				
Junio	40	21	28.5	180.6
Julio	36.5	20	27.3	221.2
Agosto	36.5	19.5	27.5	306
Septiembre	36	19.5	27.3	107.8
Octubre	34.5	18	27.4	173.8

Características del suelo

El suelo donde se estableció el trabajo experimental presentó las siguientes características: pH de 7.11 considerado como moderadamente alcalino, textura

franco arcillosa, 4.22 % de materia orgánica, alto en nitrógeno inorgánico, medio en fósforo y potasio, baja conductividad eléctrica, densidad aparente de 0.96 g cm^{-3} , capacidad de intercambio catiónico (CIC) de $38.5 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$.

Casa sombra

La estructura donde se desarrolló el experimento es una casa sombra de tipo túnel, con una cubierta de malla sombra al 50 %, orientada de oriente a poniente con una superficie de 400 m^2 , con 10 m de frente por 40 m de fondo; es una estructura rústica con altura de 7 m al cenit y 5 m a la canaleta. Cuenta con un sistema de riego por goteo, integrado por cuatro cisternas marca Rotoplas de 2500 L cada una y una bomba de agua de 1.5" (Figura 3.2).



Figura 3.2. Casa malla sombra utilizada para el establecimiento del experimento.

Metodología

Material genético utilizado

Con respecto a los objetivos planteados se procedió de la siguiente manera. Para la selección del material genético utilizado se consideraron algunos aspectos importantes. De manera general, los dos genotipos utilizados son demandados por el mercado, presentan frutos con larga vida de anaquel, con buenas características de calidad organoléptica y alto potencial de rendimiento.

Se seleccionaron dos genotipos de jitomate. El primero es de hábito de crecimiento determinado (Primus LF de la Empresa United Genetics) con las siguientes características:

- Tipo: Roma determinado.
- Variedad: Primus LF (Figura 3.3).
- Proveedor: United Genetics.
- Peso/Promedio/Tamaño: 95-100 g.
- Se caracteriza por su precocidad con resistencia a *Fusarium* 3.
- Planta determinada compacta.
- Frutos de muy buena firmeza, de color rojo intenso.
- Opción ideal para cosechas tempranas, mercado interno o exportación.
- Origen: India.



Figura 3.3. Variedad Primus LF.

El segundo material utilizado, fue de crecimiento semideterminado (Cazador de la Empresa Boden seed) con las siguientes características:

- Tipo: Roma semideterminado.
- Proveedor: Böden seed.
- Madurez: Precoz 75 días.
- Peso: 170 – 190 g.
- Adaptación: Frio, calor, calor extremo.
- Resistencia: Marchitez por *Verticillium*, *Fusarium oxysporum*, Peca bacteriana, *Melodogyne arenaria*, VMT, Virus del rizado.
- Variedad extremadamente productiva, planta vigorosa de buen porte y tallos fuertes, maduración uniforme y produce frutos de tamaño XL (Figura 3.4).

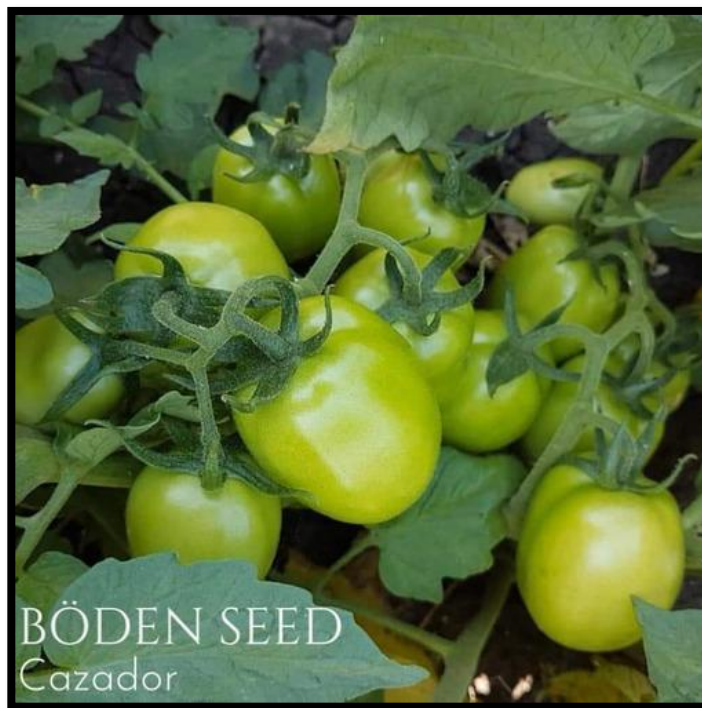


Figura 3.4 Variedad Cazador.

Fuentes de fertilizantes utilizados

Para la fertilización edáfica se utilizaron las siguientes fuentes: 10-20-10+ elementos menores (EM) y 12-12-17+ elementos menores; ambos fertilizantes de la Empresa Isaosa S.A de C.V, los cuales son productos de lenta liberación:

Fuente 10-20-10+EM. Es un fertilizante con un balance 1:2:1 se recomienda como arrancador por su alto contenido de fósforo. La fuente de potasio es en forma de sulfato de potasio y por su contenido de boro y zinc es ideal para frutales y hortalizas. Es un fertilizante complejo químico, donde en cada gránulo contiene los nutrientes indicados en la fórmula, esto le confiere una ventaja en la distribución homogénea de los nutrientes en el campo, en el cual cada planta recibe los nutrientes de manera equitativa.

Esta fórmula, aporta nitrógeno en dos formas: 23 % en forma de nitrato y 77 % en forma de amonio. El fósforo es 85 % soluble en agua y 15 % soluble en citrato, por

lo que tiene alta disponibilidad inmediata y el fósforo que contiene es de lenta liberación para las etapas más avanzadas de los cultivos. La fuente de potasio es sulfato de potasio. Además, aporta 2 % de MgO en una fuente muy disponible, 19 % de azufre como óxido de azufre (SO_3) y contiene 0.5 % de Zn y 0.5 % de Boro (Figura 3.5).



Figura 3.5 Fórmula 10-20-10 + EM.

Fuente 12-12-17+EM. Es un fertilizante ideal para aportar nitrógeno, fósforo y potasio, este último en forma de sulfato de potasio, para frutales y hortalizas. Además, aporta magnesio, azufre y elementos menores. Induce a frutales y hortalizas a una máxima producción de calidad. Es un fertilizante complejo químico, donde en cada gránulo contiene los nutrientes indicados en la fórmula, esto le confiere una ventaja en la distribución homogénea de los nutrientes en el campo, en el cual cada planta recibe los nutrientes de manera equitativa.

Este fertilizante, aporta nitrógeno en dos formas: 31 % en forma de nitrato y 69 % en forma de amonio, el fósforo es 85 % soluble en agua y 15 % soluble en citrato, ofreciendo un tipo de fósforo de alta disponibilidad inmediata y otro tipo de fósforo de lenta liberación para las etapas más avanzadas de los cultivos. La fuente de potasio es sulfato de potasio. Aporta 2 % de MgO en una fuente muy disponible, 24

% de azufre como óxido de azufre (SO_3). Contiene también micronutrientes como boro, hierro, manganeso, zinc y molibdeno (Figura 3.6).



Figura 3.6 Fórmula 12-12-17 + EM.

Preparación del terreno y manejo del cultivo

Para la preparación del suelo se utilizaron dos pases de arado, con la finalidad de descompactar el suelo. Posteriormente se realizó un muestreo de suelo para conocer las características físicas y químicas de este (Figura 3.7).

La desinfección del suelo se realizó con Metalaxil a la concentración del 1 mL L^{-1} para el control de patógenos y así evitar la incidencia de enfermedades en las plántulas de jitomate.

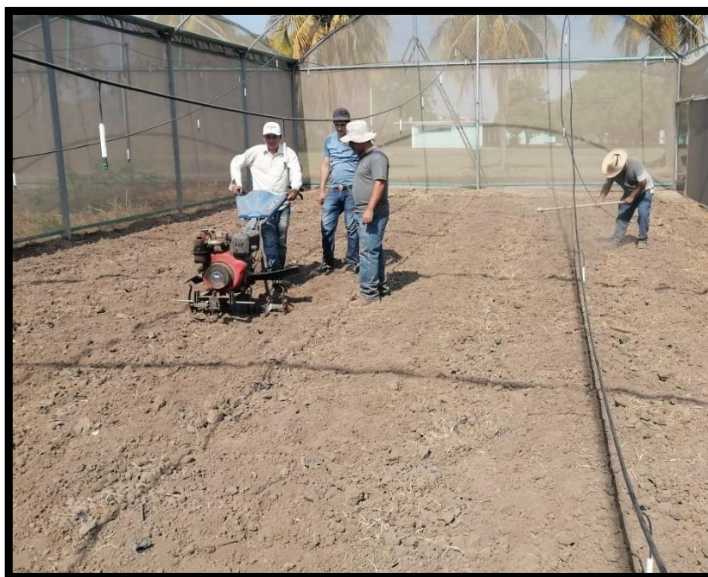


Figura 3.7 Preparación del terreno.

Fertilización de fondo. Cuando el suelo ya se encontraba preparado, con ayuda de herramientas manuales se realizó la formación de camas. Posteriormente se distribuyeron los tratamientos y se llevó a cabo la fertilización de fondo según el tratamiento que correspondía. Para esta actividad, dos días antes del trasplante se aplicaron 60 g m^{-2} de cada fuente de fertilizante. Esta actividad se asemeja a la forma de aplicación al voleo de las fuentes de fertilizantes utilizadas por los productores de jitomate de la región del Valle de Apatzingán. De la fuente 12-12-17+EM se adicionó al suelo 72 kg ha^{-1} de N, 72 kg ha^{-1} de P y 102 kg ha^{-1} de K. Además, la fuente 10-20-10+EM adicionó 60 kg ha^{-1} de N, 120 kg ha^{-1} de P y 60 kg ha^{-1} de K (Figura 3.8).



Figura 3.8. Aplicación de la fertilización de fondo.

Instalación de cintilla y acolchado. Después de la aplicación de la fertilización se realizó la instalación de la cintilla para lo cual, se colocó una cintilla por cama y se conectó a la manguera principal del sistema de riego. Posteriormente, cada cama se cubrió con acolchado plástico agrícola blanco/negro, con una perforación central cada 40 cm y 1.20 m de ancho de calibre 80 mil. La cintilla utilizada fue de 16 mm de diámetro con una distancia de 20 cm entre goteros, calibre 6 mil (Figura 3.9).



Figura 3.9. Instalación de cintilla y acolchado.

Producción de plántulas. Para esta actividad, se utilizaron charolas de 242 cavidades (54 cm x 27 cm x 4 cm) y sustrato de peat moss mezcla fina especial de la marca Sunshine (Figura 3.10). Las plántulas recibieron un tratamiento por inmersión de la mezcla de 30 mL de imidacloprid en 30 L de agua, como método preventivo contra el ataque de insectos chupadores. En esa misma solución se aplicaron 30 mL de Previcur, como método preventivo de enfermedades fungosas y 300 mL de Fertigro (08-24-00) para estimular el desarrollo del sistema radicular.



Figura 3.10. Charola y material vegetal utilizado.

Trasplante. Se realizó el trasplante de las plántulas de jitomate el día 16 de junio de 2021, fue de manera manual a los 30 días después de la emergencia. Posteriormente se realizó un riego de asiento para asegurar un buen contacto entre la humedad del suelo y el cepellón. Se aplicó vía riego un enraizador (Raiz plant, 2 mL L⁻¹ en un tinaco de 400 litros de agua) y un fungicida (carbendazim 1 g L⁻¹) para la prevención de Damping-off, así como Imidacloprid 0.5 g L⁻¹ como insecticida preventivo. El riego se realizó durante las primeras horas del día (Figura 3.11).



Figura 3.11. Trasplante de plántula de jitomate.

Marco de plantación. El marco de plantación utilizado fue de 1 m entre líneas y 0.4 m entre plantas para mantener una densidad aproximada de 288 plantas en la superficie utilizada, se dejó una distancia interior de 1 m entre la estructura perimetral y las líneas de plantas. Se utilizaron seis camas de 0.8 m de ancho y 19.2 m de largo (Figura 3.12).



Figura 3.12. Marco de plantación.

Riego. Por efectos de la temporada de lluvias únicamente se realizó un riego semanal para la incorporación de la solución nutritiva, con una duración de 20 minutos aproximadamente. Además, se realizó un análisis de agua para conocer la calidad de ésta y ajustar la solución nutritiva (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Resultado del análisis de agua utilizado en el riego.

pH	CE	Na	K	Ca	Mg	NO ₃	PO ₄	SO ₄	CO ₃	HCO ₃	CL	SO ₄	B	RAS
	mS/cm	meq/L											mg/L	
7.17	0.31	0.34	0.03	0.72	2.43	0.21	0.01	0.24	0.00	2.63	0.44	0.24	<0.02	0.27

Fuente: cidam.org

Solución nutritiva. La aplicación de la solución nutritiva se suministró al 50 % al inicio que fue a los ocho días después del trasplante (8 ddt) y hasta los 30 ddt, posteriormente se incrementó al 100 %. La aplicación se realizó de forma semanal y fue la solución propuesta por Steiner (1961). Durante la preparación de la solución nutritiva se ajustó el pH del agua a 5.5, mediante la adición de 175 mL de ácido sulfúrico en un tinaco de 2500 L de volumen de agua (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Solución Steiner utilizada para el cultivo de jitomate.

	Steiner	Aniones			Cationes		
	meq/L	NO ₃	H ₂ PO ₄	SO ₄	K	Ca	Mg
		12	1	7	7	9	4
Concentración de iones en el agua (meq L)		0.21	0.01	0.24	0.03	0.72	2.43
Cantidades agregadas al restar los iones en el agua		11.79	0.99	6.76	6.97	8.28	1.57
Fertilizantes							
Nitrato de calcio [Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O]		8.28				8.28	
Nitrato de potasio (KNO ₃)	3.51	3.51			3.51		
Sulfato de potasio (K ₂ SO ₄)	5.19			5.19	5.19		
Sulfato de magnesio (MgSO ₄ 7H ₂ O)				1.57			1.57
Ácido fosfórico (H ₃ PO ₄)			0.99				
Concentración total		12	1	7	8.7	9	4

Una vez que se hizo el cálculo de la cantidad de meq L⁻¹ necesaria de cada fertilizante; se procedió a calcular los gramos de cada uno de éstos para agregarlos a un volumen de 1000 L (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4. Cantidades de fertilizante para preparar 1000 L de la solución nutritiva Steiner.

Fertilizante	Peso equivalente	Solución Steiner	Mezcla final
	G	meq L	g 1000 L
Nitrato de calcio [Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O]	118	8.28	977.04
Nitrato de potasio (KNO ₃)	101	3.51	354.51
Sulfato de potasio (K ₂ SO ₄)	90	5.19	467.1
Sulfato de magnesio (MgSO ₄ 7H ₂ O)	123	1.57	193.11
Ácido fosfórico (H ₃ PO ₄)	32.60	0.99	32.27

Los elementos menores o micronutrientes fueron aplicados en forma foliar, con un producto quelatado de nombre Sagaquel triple 33, a dosis de 1 mL L⁻¹ de agua.

Tutorado. Una vez que las plantas alcanzaron una altura aproximada de 30 cm se inició con el proceso de tutorado, para esto se sujetaron los tallos con hilo de rafia y se colocaron estacas de madera cada 80 cm aproximadamente (Figura 3.13 y 3.14).



Figura 3.13. Colocación de rafia.



Figura 3.14. Colocación de estacas.

Poda de tallos y hojas. Se realizó la poda de manera frecuente para eliminar brotes axilares para ambos materiales vegetales, y se dejó un solo tallo por planta. Para la poda de hojas se eliminaron aquellas inferiores senescentes, por debajo del último racimo que iba madurando.

Aclareo de frutos. El número de frutos por racimo influye sobre el tamaño final. Por lo que se despuntaron las inflorescencias con gran número de flores. También se eliminaron todas las flores con mal formación.

Polinización. Debido a que es fundamental que ocurra una buena polinización, se realizó el movimiento de las inflorescencias, golpeando ligeramente el emparrillado para hacer vibrar las plantas y permitir el movimiento del polen.

Manejo de plagas y enfermedades. Las plagas y enfermedades, al inicio, se manejaron mediante aplicaciones de productos orgánicos de manera semanal y químicos después de los 30 ddt. Se usaron de manera preventiva hongos antagonistas y entomopatógenos como: *Trichoderma* spp, *Bacillus subtilis*, *Bauveria* spp, piretrinas naturales y extractos botánicos de ajo, neem y canela aplicados a dosis de 3 mL L⁻¹. Además, se usaron de manera semanal insecticidas químicos, como: Abamectina, Imidacproprid, Bifentrina y Lambda cialotrina; a la dosis de 1 mL L⁻¹ de agua. Estos productos fueron utilizados para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) que se presentó durante el segundo mes de desarrollo del cultivo.

También se aplicaron fungicidas como Previcur y Carbendazim a la dosis de 1 g L⁻¹ de agua en aspersión foliar debido que a los 60 ddt se identificó una afectación severa de la enfermedad conocida como moho gris (*Botrytis cinerea* Pers.) que afectó el 70 % de las flores, favorecido por la lluvia y la alta humedad relativa.

Durante el mes de septiembre se observó también incidencia de virosis, mosaicos visuales que afectaron el 95 % de las plantas.

Diseño experimental

Los tratamientos utilizados resultaron de la combinación de los dos materiales genéticos seleccionados Primus y Cazador como primer factor y como segundo factor la fuente de fertilización 10-20-10 + EM, 12-12-17 + EM y sin fertilización. Lo

que generó seis tratamientos con cuatro repeticiones, por lo que se tuvieron en total 24 unidades experimentales (Cuadro 3.5).

Cuadro 3.5. Tratamientos evaluados.

Factor 1	Factor 2	Tratamiento
Variedad	Fuente	
Material vegetal Primus	10-20-10 + EM	T1. Primus/10-20-10+EM
	12-12-17 + EM	T2. Primus/12-12-17+EM
	Testigo	T3. Primus/ sin fertilización (Testigo)
Material vegetal Cazador	10-20-10 + EM	T4. Cazador/ 10-20-10+EM
	12-12-17 + EM	T5. Cazador/12-12-17+EM
	Testigo	T6. Cazador/sin fertilización (Testigo)

Los tratamientos se distribuyeron dentro de la casa malla sombra en un diseño de bloques completos al azar en arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones. La parcela grande correspondió al genotipo y la parcela chica a la fuente de fertilización. Al distribuir seis tratamientos con cuatro repeticiones se tuvieron un total de 24 unidades experimentales. En total, por unidad experimental se consideraron doce plantas, de las cuales, cinco se seleccionaron para el registro de las variables de respuesta y correspondieron a la parcela útil. La superficie total utilizada fue de 200 m².

Variables morfológicas

Las variables morfológicas se registraron de cinco plantas de cada unidad experimental. Con frecuencia semanal, dichas variables se describen a continuación:

Altura de planta. Para esta variable se utilizó un flexómetro; la altura de la planta se midió desde el nivel del suelo en la base del tallo hasta la parte apical de la planta, es decir, hasta el último meristemo de crecimiento y se registró en cm.

Diámetro del tallo. Esta variable se midió con un vernier, se tomó como criterio realizar la medición a 5 cm sobre el nivel del suelo y se registró en cm.

Número de hojas. De la parcela útil se contabilizó el número de hojas por planta, de las cuales, solo se consideraron las hojas que se encontraban completamente desarrolladas y fotosintéticamente activas.

Variables de rendimiento

Los frutos se cosecharon (cortaron) cuando presentaron tonalidad rojo claro (light red) de acuerdo con la clasificación del USDA (1991), mostrada en la siguiente Figura 3.15.

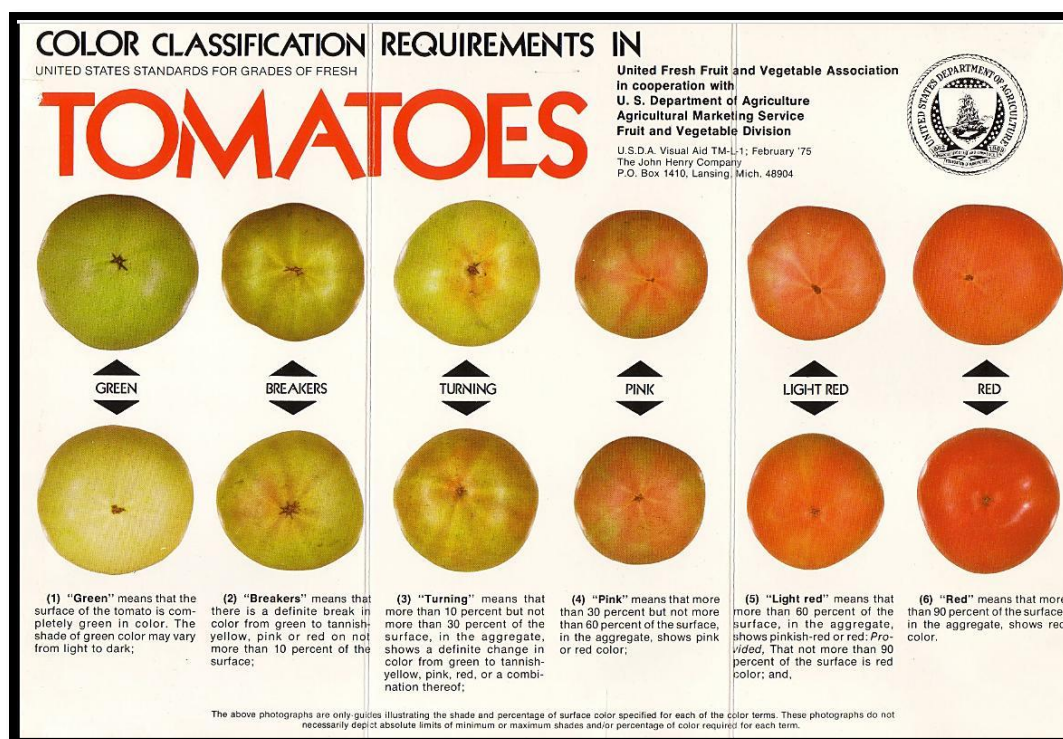


Figura 3.15 Clasificación de requerimientos de color en jitomate.

El primer corte se realizó el día 27 de septiembre de 2021 (70 ddt) para el tratamiento T1 (Figura 3.16). Para los demás tratamientos (T2, T3, T4, T5, y T6) la cosecha inició el día 02 de octubre de 2021 (Figura 3.17).



Figura 3.16. Plantas de jitomate a inicio de cosecha.



Figura 3.17 Cosecha T2, T3, T4, T5.

En total se realizaron cinco cortes de fruto durante el mes de octubre. Los cortes se efectuaron de manera semanal y el último corte se realizó el día 30 de octubre de 2021 para los tratamientos T1, T5 y T6.

Número de frutos por planta. Esta variable se registró mediante la sumatoria de todos los cortes realizados de las plantas de la parcela útil de cada unidad experimental, dividido entre el número de plantas totales muestreadas.

Peso fresco del fruto (PFF). Todos los frutos cosechados se pesaron individualmente en una báscula digital. Posteriormente, se obtuvo el peso promedio por repetición, tratamiento y el rendimiento total por tratamiento y por planta (Figura 3.18).



Figura 3.18. Báscula digital utilizada para el peso de fruto.

Diámetro polar del fruto. Esta medición fue realizada con el vernier, se registró la distancia existente de la parte basal a la parte distal del fruto. Todos los frutos cosechados fueron medidos para calcular el promedio por repetición y por tratamiento, la variable se registró en cm (Figura 3.19).

Diámetro ecuatorial del fruto. Esta variable fue medida con el vernier de la parte central de los frutos. Todos los frutos cosechados fueron medidos para calcular el promedio por repetición y por tratamiento, esta variable se registró en cm (Figura 3.19).



Figura 3.19. Registro de variables de diámetro polar y ecuatorial del fruto.

Rendimiento total. Esta variable se registró una vez que se realizó el total de cortes, se contabilizó el número de frutos y el peso promedio con relación a la densidad de población utilizada.

Vigor de planta. Adicionalmente, se valoró la calidad de planta (porte y estado físico) a los 100 días posteriores al trasplante. Para ello, se empleó una escala de valoración diseñada, a fin de asignar un valor según las características observadas (Cuadro 3.6).

Análisis estadístico

Una vez que se obtuvo el total de datos registrados de cada variable de respuesta evaluada se les aplicó un análisis de varianza y a las variables que resultaron con diferencias estadísticas significativas se sometieron a la prueba comparación de medias de Tukey al 5 %, de probabilidad del error, todo esto se realizó con el software SAS 9.4.

Cuadro 3.6. Escala ordinal utilizada para valorar la calidad de plántula.

Valor	Calificativo	Características visuales
5	Planta vigorosa	Tallos y hojas erguidas, hojas de color verde intenso, protuberancias de yemas axilares visibles, sanidad completa.
4	Planta con buen vigor	Tallos y hojas erguidas, hojas de color verde intenso, sin yemas axilares visibles, sanidad completa.
3	Planta con poco vigor	Tallos y hojas poco erguidas, hojas de color verde, sin yemas axilares visibles, sanidad completa.
2	Planta menos vigorosa	Tallos y hojas curvadas, hojas amarillentas, sin yemas axilares visibles, algunas necrosidades en los brotes.
1	Planta raquítica	Tallos y hojas decaídas, hojas amarillentas, necrosidades visibles en la mayor parte de los brotes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los objetivos planteados en esta investigación; el genotipo y fuente más apropiados, fueron el genotipo Primus con la fuente 10-20-10. Mientras que en la hipótesis planteada se observa que existen diferencias significativas entre los genotipos y las fuentes de fertilización; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna como se aprecia en el cuadro 4.1. y que a continuación se explica en las variables morfológicas y de rendimiento.

Variables morfológicas

Altura de planta

La altura de planta de jitomate presentó diferencias estadísticas significativas por efecto de los tratamientos. Así, el material genético Cazador combinado con la fuente de fertilización de 12-12-17 fue el que presentó la mayor altura (157.06 cm) seguido por Primus con suministro de 10-20-10 y 12-12-17 e incluso con el mismo genotipo cuando no se le aplicó fertilizante, los cuales presentaron alturas que fueron estadísticamente similares a las plantas de genotipo Cazador con aplicación de 10-20-10. Mientras que la menor altura de la planta se presentó con el genotipo Cazador (125.5 cm) sin aplicación de fertilización. Así tenemos que el incremento de la altura de las plantas con el mejor tratamiento en relación con el tratamiento que presentó el valor más bajo fue de 25 % (Cuadro 4.1).

Otros autores como Picado y Aguirre (2016) realizaron un experimento donde aplicaron diversas dosis de fertilización y reportan altura máxima de la planta de 133.37 cm con dosis de 113 kg ha⁻¹ de 12-30-10 valor que fue superado por el material genético Cazador y fuente de fertilización de 12-12-17.

Diámetro del tallo

La variable diámetro de tallo se presenta en el Cuadro 4.1, donde se puede apreciar que, de acuerdo con el análisis estadístico, las plantas de jitomate no mostraron diferencias estadísticas significativas por efecto de los tratamientos. Así, en promedio las plantas presentaron diámetros de 16.58 mm.

Cuadro 4.1. Respuesta de las variables morfológicas, altura de la planta (AP), diámetro del tallo (DT), número de hojas por planta (NH), en función del genotipo y la fuente de fertilización. Apatzingán, Michoacán.

Genotipo	Fuente	AP --- cm ---	DT --- mm ---	NH Núm/Planta
Primus	10-20-10	130.75 b [¶]	17.68 a	13.12 a
	12-12-17	139.12 b	15.50 a	13.06 a
	0	130.12 b	16.62 a	12.81 a
Cazador	10-20-10	130.12 b	17.00 a	12.81 a
	12-12-17	157.06 a	16.06 a	14.18 a
	0	125.50 c	16.62 a	9.62 a
Genotipo (G)	Primus	133.33 b	16.60 a	13.00 a
	Cazador	137.56 a	16.56 a	12.20 a
Fuente (F)	10-20-10	132.31 b	17.34 a	13.65 a
	12-12-17	143.90 a	15.78 b	11.34 a
	0	130.12 b	16.62 ab	12.81 a
Media general		135.44	16.58	12.60
Significancia	G	*	ns	ns
	F	**	*	ns
	G*F	**	ns	ns
C.V		2.74	4.66	7.51

[¶]Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según Tukey ($\alpha = 0.05$). ns= no significativo. *, ** = $P \leq 0.01$ y 0.05 respectivamente. CV = coeficiente de variación.

Número de hojas

El análisis estadístico aplicado a la variable número de hojas por planta indica que no hubo diferencias estadísticas significativas por efecto de tratamientos, es decir el uso de diferentes genotipos y fuentes de fertilización no modifican el número de hojas que presentaron las plantas. Así, en promedio se registraron 12.6 hojas por planta (Cuadro 4.1).

Los resultados pueden atribuirse a que esta característica morfológica está determinada genéticamente y que la aplicación de los tratamientos evaluados no tiene influencia sobre la misma.

Variables de rendimiento

Número de racimos por planta

Uno de los componentes más importantes para determinar el rendimiento de los cultivos; es el número de racimos por planta, para la presente investigación dicha variable no mostró diferencias estadísticas significativas a consecuencia del uso de diferentes genotipos y fuentes de fertilización. Las plantas mostraron cada una en promedio cinco racimos productivos (Figura 4.20).

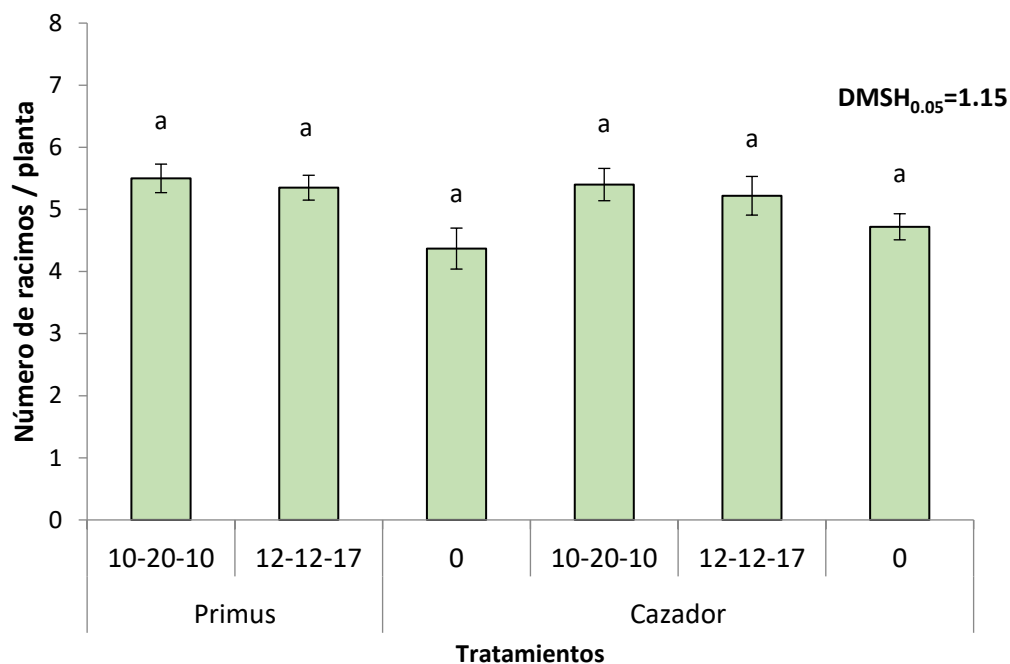


Figura 4.20. Número de racimos por planta.

Número de frutos por planta

La utilización de diferentes materiales genéticos y fuentes de fertilización provocó incremento significativo de 43 % en la variable número de frutos por planta cuando se utilizó el material genético Primus y se le aplicó la fuente de 10-20-20. Sin embargo, para el mismo genotipo con la fuente 12-12-17 y sin fertilización se presentaron los valores estadísticamente menores y que fueron similares que cuando se utilizó el genotipo Cazador con las mismas fuentes y sin ningún tipo de fertilización, ya que en promedio se obtuvieron 19.60 frutos por planta (Figura 4.21). Diferencias entre genotipos de jitomate se han encontrado en otros trabajos. Al respecto, Sánchez *et al.* (2010), reportaron un mayor número de frutos por planta, en el híbrido 'Sun líder', respecto a 'Pick ripe 461', componentes del rendimiento que fue determinante para que Sun líder también generara estadísticamente el más alto rendimiento de frutos por planta y por unidad de superficie, el aumento en rendimiento respecto al genotipo Pick ripe 461 fue del 50 %.

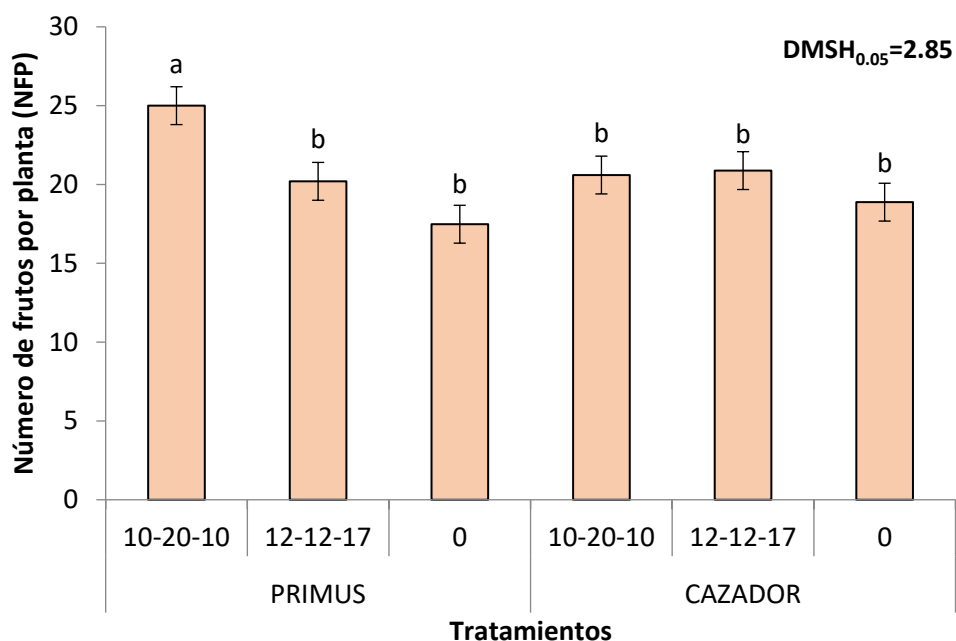


Figura 4. 21. Número de frutos por planta.

Así mismo, Olivas y Salgado (2013) mencionan que el número de frutos por planta está determinado por el número de flores que son fecundadas y alcanzan a desarrollarse exitosamente en fruto, a su vez, el número de frutos estará determinado por las características genéticas del cultivo, el manejo agronómico y condiciones ambientales que se presenten durante el desarrollo del cultivo, situación que se presentó en el estudio descrito, ya que el manejo de la fertilización y el genotipo utilizado tuvo influencia sobre el valor de la variable número de frutos por planta.

Por otro lado, Streck *et al.* (1998) señalan que el rendimiento económico del cultivo del jitomate está dado en términos de frutos cosechados por unidad de área y sus tamaños individuales. El tamaño del fruto es un factor de calidad muy importante y debe ser lo más uniforme posible durante todo el ciclo de producción; de acuerdo con esto y para las condiciones del valle de Apatzingán, el mejor genotipo en términos de número de frutos fue el genotipo Primus (Figura 4.21).

Peso promedio de frutos

La variable peso promedio de frutos presentó cambios estadísticos significativos a causa de los tratamientos aplicados, es decir, los materiales genéticos y la fuente de fertilización propiciaron diferencias significativas. Así, tenemos que Primus y Cazador con la fuente de fertilización de 10-20-10 fueron los tratamientos que generaron los valores más altos para el peso de fruto con 121 y 112 g respectivamente. Estos dos tratamientos son estadísticamente similares. El resto de los tratamientos, es decir Primus con fuente de 12-12-17 y sin fertilización, así como los tratamientos que incluyen al genotipo Cazador con fuente de 12-12-17 y sin fertilización fueron los que presentaron los valores más bajos para esta variable y fueron estadísticamente similares, con un peso de fruto promedio de 86.75 g. De manera general el incremento presentado para esta variable por efecto de la fuente de fertilización fue de 49 % (Figura 4.22).

Sin embargo, según la ficha técnica de cada uno de los dos materiales vegetales el rango de peso fresco de los frutos es de 95 a 100 g para la variedad Primus, y de 170 a 190 g para Cazador; esto indica junto con los resultados obtenidos, que el genotipo Primus obtuvo frutos con un peso mayor mientras que Cazador no tuvo la capacidad de expresar su máximo potencial para esta variable, lo que puede atribuirse a factores ambientales; como las altas temperaturas ocurridas durante el ciclo del cultivo y a algunos agentes bióticos como la incidencia de plagas y enfermedades, que tuvieron influencia sobre el desarrollo y crecimiento de las plantas.

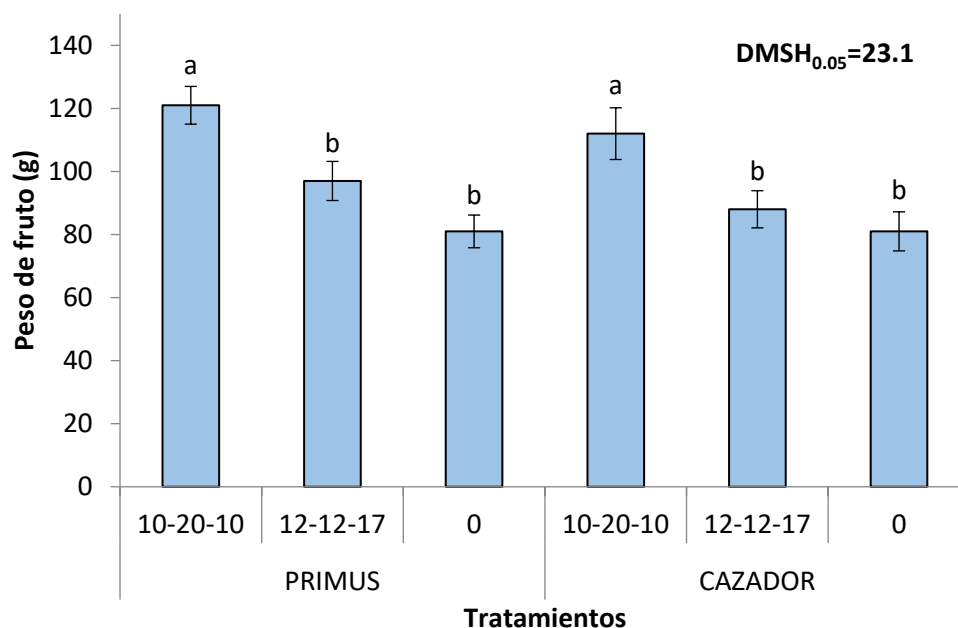


Figura 4.22. Peso del fruto.

Diámetro polar

De acuerdo con el análisis estadístico, la variable diámetro polar presentó diferencias significativas por efecto de tratamientos. Así, tenemos que el genotipo Primus independientemente de la fuente de fertilización utilizada; e incluso cuando no se utiliza ningún tipo de fertilizante, fue el que presentó los valores más altos para esta variable. Así, con relación al genotipo Cazador el incremento en el diámetro polar fue de 50 % (Figura 4.23).

Diámetro ecuatorial

Resultados similares se presentaron para la variable diámetro ecuatorial, ya que el análisis estadístico mostró diferencias estadísticas significativas por efecto de tratamientos. De acuerdo con los valores obtenidos, el genotipo Primus con las dos fuentes de fertilización utilizadas y sin fertilización, presentó resultados más altos y estadísticamente similares entre ellos en comparación con el genotipo Cazador.

Superaron el genotipo Cazador en 77 %, ya que el valor más bajo de diámetro ecuatorial se presentó con el genotipo Cazador sin fertilización (4 cm) (Figura 4.23).

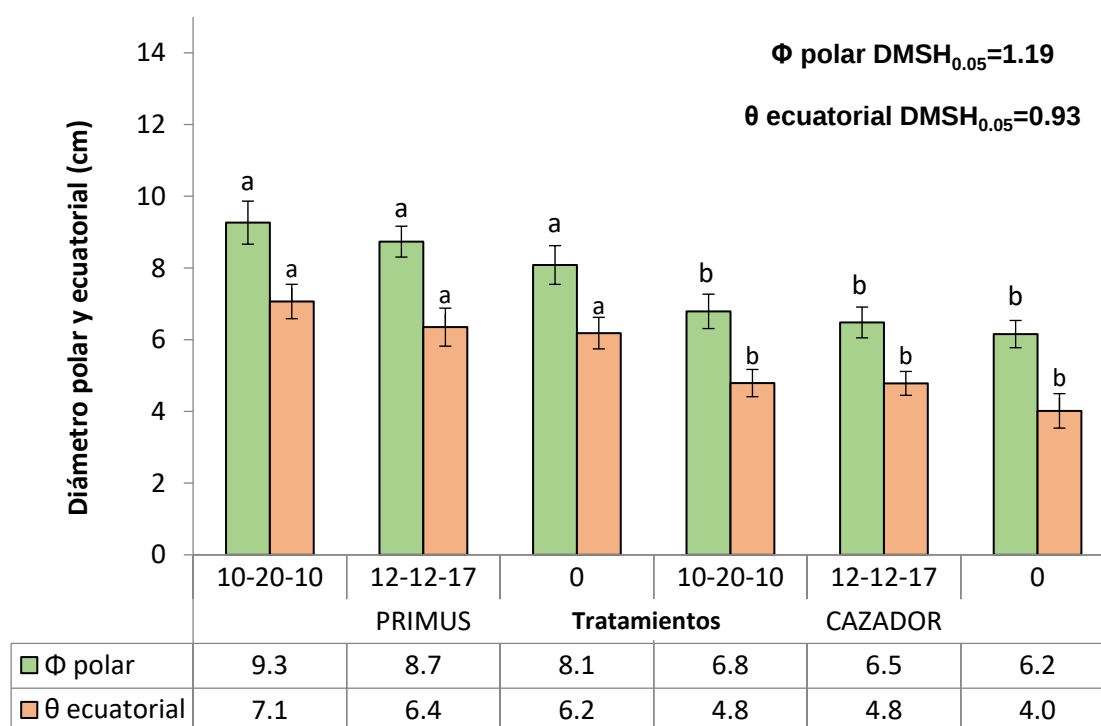


Figura 4.23. Diámetro polar y ecuatorial de frutos de jitomate.

Rendimiento

Para obtener el rendimiento total de fruto se realizaron ocho cortes de fruto, a intervalos de tres días cada uno a partir de los 75 ddt, el quinto corte fue donde se obtuvo la mayor cantidad de frutos.

De acuerdo con el análisis estadístico hubo diferencias estadísticas significativas por efecto de los materiales genéticos y fuentes de fertilización. Dichos datos indican que el genotipo Primus con la fuente 10-20-10 y Cazador con la fuente 10-20-10 lograron el mayor rendimiento de fruto, que fue de 4.27 y 3.79 kg m⁻²,

respectivamente; los cuales fueron estadísticamente similares, mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo con la combinación de los dos genotipos y la fuente 12-12-17, que fueron estadísticamente similares que cuando no se utiliza ningún tipo de fertilización. De manera general, el incremento porcentual cuando se utiliza la fuente 10-20-10 es del 97 % en relación con los tratamientos sin fertilización (Figura 4.24).

Además, es importante señalar que en este estudio se presentó alrededor del 30 % de frutos de rezaga, debido a que uno de los principales factores bióticos que se presentaron en el cultivo fue la incidencia de *Botrytis* y evidentes daños por virus a los 60 ddt, aunado a que las plantas también estuvieron expuestas a temperaturas superiores a los 40 °C durante la floración y el llenado de fruto, esto pudo haber provocado la muerte de polen, reducción de la fotosíntesis y por ende el crecimiento general de la planta, lo que finalmente propicia que el rendimiento final disminuya (Ho *et al.*, 1997).

Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron superiores a los reportados por Sánchez-del Castillo *et al.* (2010), quienes con la variedad Gabriela y diferentes dosis de fertilización lograron rendimientos máximos de 3.74 kg m⁻².

De acuerdo con Cárdenas y Buschting, (2004); la importancia de la variable rendimiento, es que indica la eficiencia de las plantas para utilizar los recursos existentes en el medio, en conjunto con el potencial genético del cultivar; por lo tanto, es el resultado de diversos factores biológicos, ambientales y de manejo que se le da al cultivo, los cuales se relacionan entre sí para expresarse en el máximo potencial de rendimiento de los cultivos en relación con el ambiente donde se desarrollan.

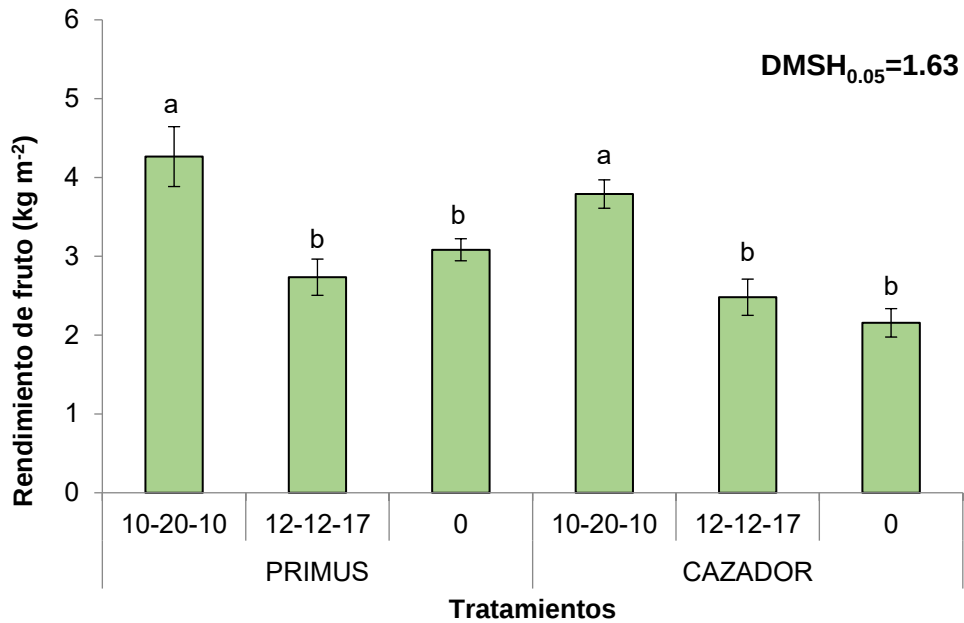


Figura 4.24. Rendimiento de frutos.

Vigor de plántula

En relación con el vigor de la planta se empleó una escala de valoración descrita en materiales y métodos.

Con esta referencia se registraron los siguientes resultados, tres de los tratamientos presentaron plantas con buen vigor, dos de ellos corresponden al material genético Primus con la fuente de fertilización 10-20-10 y 12-12-17, respectivamente los cuales presentaron la misma valoración que el genotipo Cazador con la fuente 10-20-10 (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Vigor de planta a los 100 días después del trasplante.

Tratamiento	Escala de valoración	Calificativo	% de plantas con escala utilizada
T1. Primus/10-20-10+EM	4	Planta con buen vigor	61.3%
T2. Primus/12-12-17+EM	4	Planta con buen vigor	64.5%
T3. Primus/ sin fertilización (Testigo)	3	Planta con poco vigor	38.7%
T4. Cazador/ 10-20-10+EM	4	Planta con buen vigor	41.9%
T5. Cazador/12-12-17+EM	3	Planta con poco vigor	54.8%
T6. Cazador/sin fertilización (Testigo)	3	Planta con poco vigor	38.7%

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento de fruto se logró con el genotipo Primus; en combinación con la fuente 10-20-10, atribuido al incremento en el número de frutos por planta y peso promedio de fruto.

La fuente 10-20-10, logró el mayor rendimiento con ambos genotipos; también reflejado en algunas variables morfológicas; tales como: peso promedio de frutos, número de frutos y diámetro de tallo.

La utilización del genotipo de jitomate Cazador combinado con la fuente de fertilización 12-12-17 propició mayor altura de la planta.

No hubo diferencias significativas en los genotipos evaluados en las variables: diámetro de tallo, número de hojas y número de racimos por planta.

El diámetro polar y ecuatorial del genotipo Primus fueron mayores al genotipo Cazador, independientemente de la fuente de fertilización.

El genotipo con mejor respuesta en esta investigación fue el Primus con la fuente de fertilización 10-20-10.

LITERATURA CITADA

- Bakker, J. C. 1990. Effects of day and night humidity on yield and fruit quality of glass house tomatoes. *Journal of Horticultural Science*, 65: 323-331. <https://doi.org/10.1080/00221589.1990.11516061>.
- Barrios, D. J. M., Suárez, B. B., Cruz, R. W., Barrios, D. B., Vázquez, H. G., Martínez, A. y Moreno, V. D. 2015. Fertilización fosfatada en rendimiento y calidad de jitomate en invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(4): 897-904. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i4.628>.
- Bewley, J. D. and M. Black, 1982. Physiology and biochemistry of seed in relation to germination. Vol. II. Viability, dormancy and environmental control. Springer-Verlag. Berlin. 23 p.
- Brunoticias, 2021. Michoacán produce más de 281 mil toneladas de jitomate. <https://brunoticias.com/michoacan-produce-281-mil-tons-jitomate/>. Fecha de consulta (04-01-2021).
- Cabieses, F y Lozano, N. 2009. La historia del jitomate. *Científica*, 6(2): 194-197.
- Cadahía, C. 2005. Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3 edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. 683 p.
- Calvert, A. 1964. The effects of air temperature on growth of young tomato plants in natural light conditions. *Journal of Horticultural Science*, 34: 154-162. <https://doi.org/10.1080/00221589.1964.11514105>.
- Calvert, A. 1980. Environmental responses. In: "Kingham, H. G (Ed). The V. K. Tomato manual Grower Books, London". 23-34.
- Cárdenas, J y Buschting, W. 2004. Evaluación de dosis de NPK con fertirriego en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) Trabajo de diploma para optar a Ingeniero Agrónomo Departamento de producción vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria Managua. 34 p.
- Castellanos, J. Z. 2009. Manual de producción de jitomate en invernadero. Intagri S.C. Primera reimpresión, Celaya, Gto., México. 457 p.
- Causse, M. M., Buret, K. Robini and P. Verschave. 2003. Inheritance of Nutritional and Sensory Quality Traits in Fresh Market Tomato and Relation to

- Consumer Preferences. *Journal of Food Science*, 68: 2342-2350.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb05770.x>.
- Corpeño, B. 2004. Manual del cultivo de tomate. Centro de inversión, desarrollo y exportación de agronegocios. El Salvador. 56 p.
- Curtis, P. 1996. Aspectos de la morfología de Angiospermas cultivadas. Universidad Autónoma Chapingo. 134 p.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C. and Li, Y. C. 2008. The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in the twenty first century. *Journal of Plant Nutrition*, 31(6): 1121-1157. <https://doi.org/10.1080/01904160802116068>.
- FAOSTAT. 2022. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Datos sobre alimentación y agricultura. <http://www.fao.org/faostat/es/#home>. Fecha de consulta el 05-01-2023.
- Florido, B. M y Álvarez, G. M. 2015. Aspectos relacionados con el estrés de calor en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales*, 36: 77-95.
- Foolad, R. M. 2007. Genome Mapping and Molecular Breeding of Tomato. *International Journal of Plant Genomics*, 2007: 64358. <https://doi.org/10.1155/2007/64358>.
- García, E. 2005. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4a. ed. México. 246 p.
- García, L. A., C. G. Guzmán y N. J. Soriano. 2004. Evaluación de variedades locales de tomate para su conservación “insitu” en agricultura ecológica. IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Córdoba, España. 123 p.
- Grandillo, S., Ku, H. and Tanksley, S. D. 1999. Identifying the loci responsible for natural variation in fruit size and shape in tomato. *Theoretical and Applied Genetics*, 99: 978-987. <https://doi.org/10.1007/s001220051405>.
- Hernández, C. S. 2011. Producción de jitomate en diferentes granulometrías de “tezontle”. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados “Campus Montecillo”. Texcoco, Estado de México. 107 p.

- Ho, L. C., Hand, D. J y Fussell, M. 1997. Mejora de la calidad del fruto del tomate mediante nutrición con calcio. En Simposio internacional sobre medios de cultivo e hidroponía 481. 468 p.
- Hu, Y. C., Song, Z. W. and Lu, W. L., Poschenrieder, C. and Schmidhalter, U. 2012. Current soil nutrient status of intensively managed greenhouses. *Pedosphere*, 22(6): 825-833. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(12\)60068-X](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(12)60068-X).
- Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M y Rengifo, T. 2007. Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Centro de Investigación La Selva. Medellín. Colombia. 313 p.
- Lara, T. I. B., González, F. G., Canales, J. M. V y León A. M. 2022. Efectos del comercio internacional en la especialización y competitividad de jitomate (*Solanum Lycopersicum* Mill.) en México (1980-2016). *Paradigma económico*, Revista de economía regional y sectorial. 14(1): 181-206. <https://doi.org/10.36677/paradigmaeconomico.v14i1.17840>.
- Lecomte, L. V., Saliba, C. A., Gautier, M. C. and Gómez, J. P. D. 2004. Fine mapping of QTLs of chromosome 2 affecting the fruit architecture and composition of tomato. *Molecular breeding*, 13: 1-14. <https://doi.org/10.1023/B:MOLB.0000012325.77844.0c>.
- Long, J. 1995. De tomates y jitomates en el siglo XVI. Estudios de cultura náhuatl. 25: 239-252.
- Lores, L. B. M., Soria, S. R., Limonta, G. M., Pérez, L. Á. P. y Mendoza, A. C. 2023. Efecto de dosis diferenciadas de NPK sobre tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en suelo pardo sin carbonatos, en condiciones de cultivos protegidos. *Agricultura medio ambiente y educación*, 56: 1-133.
- Martínez, S. J., Peña, L. A., Rodríguez, P., Villanueva, V. C., Sahagún, C. J. y Peña, M. G. 2005. Comportamiento productivo en híbridos de jitomate y sus respectivas poblaciones F2. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 11(2): 299-307.

- Mengel, K. and Kirkby, E. A. 2001. Principles of plant nutrition. Kluwer Academic Publishers. 849 p.
- Muñoz, R. J. 2009. Manejo del Cultivo de Tomate en Invernadero. INTAGRI_AMHPAC. Panorama de la agricultura Protegida en México. Manual de Producción de tomate de invernadero. INTAGRI-México. P 45-92.
- Muñoz, R. M., Altamirano, J. R., Carmona C. y Trujillo, F J. 1995. Desarrollo de Ventajas Competitivas en la Agricultura: el caso del tomate rojo. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Universidad Autónoma Chapingo. México. p. 15-19.
- Olivas, L. y Salgado, L. 2013. Evaluación de rendimiento y comportamiento agronómico de siete genotipos de jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo sistemas de casa malla en el centro experimental las mercedes Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 35 p.
- Ortega, M. L. D. 2010. Efecto de los sustratos en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Puebla. 129 p.
- Panthee, D. R. and Gardner, R. G. 2011. Genetic improvement of fresh market tomatoes for yield and fruit quality over 35 years in North Carolina: a review. *International Journal of Vegetable Science*, 17(3): 259-273. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19315260.2010.545867>
- Pérez, A. L. F. 2017. Evaluación de una Malla Agrícola Anti-Insectos con Propiedades Antitérmicas en el cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). Tesis para obtener el grado de Maestro en ciencias en agroplasticultura. Centro de Investigación en química aplicada. Saltillo, Coahuila. 87 p.
- Phan, N. T., K. Min-Kyung, and S. Sung-Chur. 2016. Genetic variations of F1 tomato cultivars revealed by a core set of SSR and InDel markers. *Scientia Horticulturae*, 212: 155-161. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.043>.
- Picado, R. A. J y Aguirre, G. J. J. 2016. Evaluación de tres cultivares de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) y tres dosis de fertilización bajo riego por micro

- aspersión en época seca. Ingeniería tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua. 54 p.
- Ramírez, D. R. 2012. Tomate: Situación mundial del tomate y su efecto en la industria nacional. *Alimentos Hoy*, 3(3): 15-18.
- Rodríguez, R., Tavares, R y Medina, R. 2001. Cultivo moderno del jitomate. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 255 p.
- Rojas, J. y Robles, A. 2001. Aplicación de fitohormonas y herbicidas en tomate. *Turrialba Costa Rica*, 21: 169-172.
- Sánchez del C. F. 2008. Perspectivas de agricultura protegida en México. In: Módulo I. Introducción y fundamentos de la horticultura protegida. Primer curso de especialización en horticultura protegida. UACH. Departamento de Fitotecnia.
- Sánchez-del Castillo, F., Moreno-Pérez, E. D. C., Coatzín-Ramírez, R., Colinas-León, M. T. y Peña-Lomelí, A. 2010. Evaluación agronómica y fisiotécnica de cuatro sistemas de producción en dos híbridos de jitomate. *Revista Chapingo Serie horticultura*, 16(3): 207-214. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60919865008>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2022. Producción agrícola de jitomate. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta (02-01-2024).
- Streck, N. A., Buriol, G. A., Andriolo, J. L., and Sandri, M. A. 1998. Influência da densidade de plantas e da poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33(7): 1105-1112.
- Van der Ploeg, A., Van der Meer, M. and Heuvelink, E. 2007. Breeding for a more energy efficient greenhouse tomato: past and future perspectives. *Euphytica*, 158 (1-2): 129-138. <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9437-z>.
- Velázquez, Díaz L. E. 2013. Estudio del efecto de diferentes cubiertas de invernadero, sobre los índices de crecimiento y rendimiento en el cultivo de jitomate tipo uva (*Solanum lycopersicum* L. cv. Sweet Hearts). Tesis de

Maestría. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coahuila, México. 94 p.

Yang, L. J., Zhng, Y. L., Li, F. S and Lemcoff, J. H. 2011. Soil phosphorus distribution as affected by irrigation methods in plastic film house. *Pedosphere*, 21(6):712-718. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(11\)60174-4](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(11)60174-4).

Zamora, E. 2016. Algunas fisiopatías de frutos, tallos y hojas en cultivos protegidos. Cultivos Tropicales HORT-CP-001. Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Sonora, México. 116 p.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis de suelo.



FERTILIDAD DE SUELOS S. DE RL.
 Poniente 6 No. 200, Ciudad Industrial, Celaya, Gto. C.P. 38010
 www.fertilab.com.mx

Laboratorio de Análisis de Suelos y Nutrición

Emisión: Oct-2019



No. de Certificación: ER-0223/2020,
ISO 9001:2015

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS
FOLIO: SU-155728

Ciente: Melchor Pineda Garibó Localización: Apatzingán, Apatzingán, Michoacán Coordenadas: 19, 102 Predio / ID: FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS / CASA SOMBRERO Emisión: 2021/06/30	Tipo de agricultura: Riego Cultivo Anterior: Tomate Determinado Cultivo a Establecer: Tomate Determinado Manejo de Residuos: Retirados Prof. Muestra: 0-30 cm
---	--

Propiedades Físicas del Suelo

Clase Textural	Franco		
Punto de Saturación	44.0	%	Mod. Alto
Capacidad de Campo	23.4	%	Mod. Alto
Punto March. Perm.	13.9	%	Mod. Alto
Cond. Hidráulica	4.50	cm/hr	Mod. Alto
Dens. Aparente	1.01	g/cm ³	

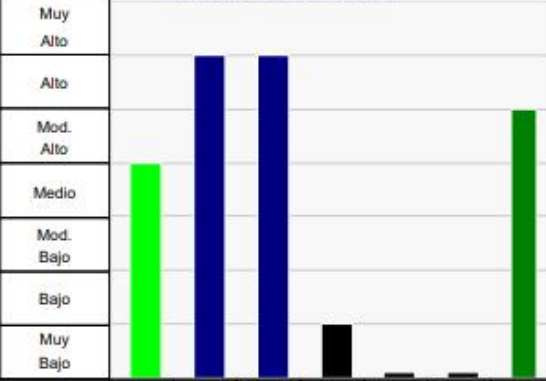
pH del Suelo y Necesidades de Yeso, Cal y Lavado

pH (1.2 agua)	8.00	Alcalino
pH Buffer	NA	
Carbonatos Totales (%)	4.52	% Bajo
Salinidad (CE Extracto)	0.85	dS/m Bajo
Requerimiento de Yeso	No Requiere	
Requerimiento de Cal	No Requiere	

Fertilidad del Suelo

Det.	Result.	Unidad	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Med.	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
MO	2.89	%							
P-Bray	44.8	ppm							
K	897	ppm							
Ca	4490	ppm							
Mg	1097	ppm							
Na *	66.4	ppm							
Fe	3.89	ppm							
Zn	3.22	ppm							
Mn	1.39	ppm							
Cu	1.08	ppm							
B	2.39	ppm							
S	23.2	ppm							
N-NO ₃	7.71	ppm							

Cationes Intercambiables
Porcentaje de saturación de bases



	65.9	26.6	6.74	0.85	NA	NA	—
% Sat	65.9	26.6	6.74	0.85	NA	NA	—
me/100g	22.4	9.03	2.29	0.29	NA	NA	34.0
Cación	Ca	Mg	K	Na*	Al*	H*	CIC

Relación entre cationes (Basadas en me/100g)

Relación	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	Ca/Mg
Resultados	9.78	3.94	13.7	2.48
Interpretación	Bajo	Alto	Bajo	Mediano

* Es deseable que estos elementos tengan un bajo contenido

Dosis de Fertilización por Elemento y Mejoradores de Suelo

Registro	Tomate Determinado	Cal	Yeso	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B
Fertilab	Toneladas por hectárea			Kilogramos por hectárea								
SU-155728	Meta: 50	0	0	258	50.0	130	0	3	0	8	0	0.0

Interpretación Resumida del Diagnóstico de la Fertilidad del Suelo

Suelo con pH alcalino. Suelo de textura media. Libre de carbonatos. Libre de sales. Alto suministro de fósforo disponible. Alto suministro de potasio. Alto suministro de magnesio.

En cuanto a la disponibilidad de micronutrientes: Deficiente contenido de hierro. Muy pobre en manganeso. Alto suministro de boro.

Anexo 2. Recomendación de fertilización.



FERTILIDAD DE SUELOS S. DE RL.
 Poniente 6 No. 200, Ciudad Industrial, Celaya, Gto. C.P. 38010
 www.fertilab.com.mx
Laboratorio de Análisis de Suelos y Nutrición

EMISION: 01-06-2019
 PNP-Acreditado

 No. de Certificación: ER-0223/2020.
 ISO 9001:2015

RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN
FOLIO: SU-155728

Dosis de mejoradores y fertilizantes recomendada por FERTILAB de acuerdo con los resultados del análisis del suelo

Registro Fertilab	Tomate Determinado	Cal	Yeso	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B
	Toneladas por hectárea			Kilogramos por hectárea								
SU-155728	Meta: 50	0	0	257	50.0	130	0	3	0	8	0	0.0

Opciones de mezclas de fertilizantes de acuerdo con la fuente de fertilizante fosforado disponible

Opción 1: Fertilizantes (Kg/ha) utilizando MAP como fuente de fósforo

Época de aplicación	Sulfato de Amonio	MAP	Sulfato de Potasio	Sulfato de Magnesio
Durante el ciclo	1202	96	260	0

Época de aplicación	Sulfato Ferroso	Sulfato de Zinc	Sulfato de Manganese	Sulfato de Cobre	Boronat
Durante el ciclo	21	0	27	0	0.0

Refuerzos Foliare

Hierro (Fe)	Manganese (Mn)	Zinc(Zn)	Cobre (Cu)
2.0	1.0	0	0
kg de quelato	Número de aplicaciones foliares (1.5 kg de sulfato de Mn, Zn y Cu)		

Opción 2: Fertilizantes (Kg/ha) utilizando DAP como fuente de fósforo

Época de aplicación	Sulfato de Amonio	DAP	Sulfato de Potasio	Sulfato de Magnesio
Durante el ciclo	1158	109	260	0

Época de aplicación	Sulfato Ferroso	Sulfato de Zinc	Sulfato de Manganese	Sulfato de Cobre	Boronat
Durante el ciclo	21	0	27	0	0.0

Refuerzos Foliare

Hierro (Fe)	Manganese (Mn)	Zinc(Zn)	Cobre (Cu)
2.0	1.0	0	0
kg de quelato	Número de aplicaciones foliares (1.5 kg de sulfato de Mn, Zn y Cu)		

Anexo 3. Resultados del análisis de agua



INFORME DE RESULTADOS

Informe de Resultados R-LANV-001-Agua-01		Edición: 2 28/08/2020		No. de Informe: OSC20-0197-2	
RESULTADOS DEL ANÁLISIS					
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA					
Identificación de la muestra: OSC21-0197-2 - Agua					
Parámetros Físicos		Resultado		Niveles	
pH (directo)		7.17		6.5 - 8.0	
Conductividad Eléctrica (mS/cm) (directo)		0.31		0.2 - 2.0 mS/cm	
Relación de absorción de Sodio		0.27		< 5	
Porcentaje de Sodio Intercambiable (%)		0.00			
Aniones (-)		ppm (mg/L)	mEq/L	Niveles	
Nitratos (NO ₃ ⁻)		13.08	0.21		
Fosfatos (PO ₄ ³⁻)		0.24	0.01		
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)		11.36	0.24		
Carbonatos (CO ₃ ²⁻)		0.00	0.00		
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)		160.57	2.63	0.5 - 3.0 mEq/L	
Cloruros (Cl ⁻)		15.51	0.44	< 5 mEq/L	
Suma de Aniones			3.52		
Cationes (+)		ppm (mg/L)	mEq/L	Niveles	
Sodio (Na ⁺)		7.73	0.34	< 5 mEq/L	
Potasio (K ⁺)		1.27	0.03	0.2 mEq/L	
Calcio (Ca ²⁺)		14.40	0.72	5.0 mEq/L	
Magnesio (Mg ²⁺)		29.47	2.43	4.0 mEq/L	
Suma de Cationes			3.51		
Microelementos		ppm (mg/L)		Niveles	
Fierro (Fe ²⁺)		<0.05		0.5 ppm	
Zinc (Zn ²⁺)		<0.05		1.0 ppm	
Cobre (Cu ²⁺)		<0.02		0.2 ppm	
Manganeso (Mn ²⁺)		<0.02		0.2 ppm	
Boro (B ³⁺)		<0.02		1.0 ppm	
Observaciones:					

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Maestría Interinstitucional en Agricultura Protegida	
Título del trabajo	Producción de dos genotipos de jitomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con diferente manejo nutricional	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Melchor Pineda Garibo	8600337h@umich.mx
Director	Noé Armando Ávila Ramírez	noe.avila@umich.mx
Codirector		
Coordinador del programa	Patricio Apáez Barrios	mae.agricultura.protegida@umich.mx

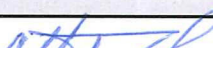
Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	No	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	No	
Traducción a otra lengua	No	
Revisión y corrección de estilo	No	
Análisis de datos	No	
Búsqueda y organización de información	No	
Formateo de las referencias bibliográficas	No	
Generación de contenido multimedia	No	
Otro	No	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	Melchor Pineda Garibo 
Lugar y fecha	Apatzingán, Michoacán a 5 de agosto de 2025

29% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 29%  Fuentes de Internet
- 7%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.