UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL EN AGRICULTURA PROTEGIDA

EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE JITOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) CON FERTILIZACIÓN DE FONDO Y APLICACIÓN DE SILICIO BAJO MALLA SOMBRA

ING. LETICIA SÁNCHEZ MENDOZA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO

EN AGRICULTURA PROTEGIDA

ASESOR: Noé Armando Ávila Ramírez

APATZINGÁN, MICHOACÁN

NOVIEMBRE 2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS…… vii
ÍNDICE DE CUADROS…….. viii
RESUMEN…… x
ABSTRACT…….. xii

INTRODUCCIÓN……..... 1
Objetivos…… 3
Hipótesis…… 3
REVISIÓN DE LITERATURA…….. 4
Origen y descripción botánica…… 4
Origen…… 4
Taxonomía…… 5
Morfología……..... 5
Planta……..... 5
Sistema radical……..... 6
Tallo……... 6
Hojas…….. 6
Flor……..... 7
Fruto…….. 7
Hábitos de crecimiento…… 7
Genotipos de crecimiento determinado……... 7
Genotipos de crecimiento indeterminado……..…. 8
Etapas fenológicas……..…….. 9
Establecimiento de la planta joven……... 9
Crecimiento vegetativo……... 9
Floración e inicio del cuaje de la fruta……..…….. 10
Inicio del desarrollo de la fruta……..…….. 10
Maduración de la fruta……..…… 10
Condiciones agroecológicas del cultivo…… 10

Temperatura……..... 11
Luminosidad…… 11
Suelo……. 11
Humedad del suelo y humedad relativa……..……... 12
Radiación……. 12
Fertilización y requerimientos nutricionales……. 12
Fertilización de fondo…… 12
Requerimientos nutricionales del cultivo……... 14
Demanda nutrimental del tomate…… 15
Solución nutritiva…….. 16
Silicio…….. 17
Ventajas de incluir silicio en la nutrición vegetal ……. 17
Producción y calidad del fruto…… 20
Producción……... 20
Calidad……..……..……. 20
MATERIALES Y MÉTODOS……..... 22
Localización del experimento..…… 22
Condiciones climáticas. ……... 22
Metodología……... 23
Características de la malla sombra…… 23
Genotipos experimentales.. …… 23
Preparación del sustrato y producción.. ……... 23
Labores culturales……. 24
Control de malezas y limpieza de casa malla sombra…… 31
Fertilización foliar.. ……... 31
Aplicación de silicio. ……. 31
Control de plagas y enfermedades.. ……..... 31
Tratamientos de estudio y diseño experimental. …… 32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..... 37

Altura de la planta..... 37
Diámetro del tallo..... 40
Número de hojas..... 42
Sólidos solubles..... 44
Firmeza de la pulpa..... 46
Rendimiento. 48
Peso promedio. 50
Diámetro polar. 52
Diámetro ecuatorial. 54
Número de frutos..... 56
CONCLUSIONES..... 59
LITERATURA CITADA..... 60
ANEXOS..... 70
Anexo 1..... 70

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA INTERINSTITUCIONAL EN AGRICULTURA PROTEGIDA

EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE JITOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) CON FERTILIZACIÓN DE FONDO Y APLICACIÓN DE SILICIO BAJO MALLA SOMBRA

TESIS QUE PRESENTA:

ING. LETICIA SÁNCHEZ MENDOZA

Elaborado 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. José Luis Escamilla García

Asesor:

Dr. Patricio Apáez Barrios

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza de superar todas las adversidades.

A mis padres, Salvador Sánchez Díaz y María Caridad Mendoza Parra, por darme los cimientos necesarios para poder desarrollarme personal y profesionalmente. En especial a mi madre, que siempre a sido mi mayor motivación e inspiración para seguir estudiando y nunca darme por vencida.

A mi familia, a mis hermanos(a)s y sobrino(a)s que son un pilar fundamental en mi vida y me motivan a crecer constantemente.

A mis amigas, que siempre han creído en mi y me han apoyado en todo momento.

Letícia Sánchez Mendoza

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), que apoya a las personas para que sigan preparándose en distintas áreas de conocimiento y pueda haber mejores profesionistas.

A los catedráticos que me impartieron los diferentes cursos de la maestría, gracias por compartir su conocimiento y apoyar mi formación.

A las diferentes instituciones que conforman la MIAP, por brindarnos sus instalaciones para poder tomar los cursos pertinentes, así como a los especialistas que nos compartieron su conocimiento.

Al doctor Dr. Noé Armando Ávila Ramírez por dirigir mi tesis y apoyar su revisión para poder enriquecerla con sus conocimientos y experiencias.

A mi comité de asesores, al Dr. José Luis Escamilla García y al Dr. Patricio Apáez Barrios, por su apoyo constante en la revisión de la tesis. Además, agradecer al Dr. Patricio por resolver todas mis dudas y brindarme su apoyo durante el trabajo de campo.

Un agradecimiento especial al doctor Juan Carlos Álvarez Hernández, que sin formar parte de mi comité de asesores siempre estuvo dispuesto a apoyarme y brindarme su conocimiento durante todo el desarrollo del trabajo de campo.

A los alumnos que hicieron su servicio social en mi proyecto, Eladio, Omar, Cesar, Eduardo, Coria, muchas gracias ya que de no ser por su ayuda no hubiera sido posible realizar todo el trabajo de campo. Y a las demás personas que siempre nos ayudaron, aunque no fuera su obligación. A todos, muchas gracias.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.		Pág.
3.1	Localización del experimento……	22
3.2	Preparación del sustrato y producción……..	24
3.3	Preparación del terreno……..	24
3.4	Formación de camas e instalación de la tubería……	25
3.5	Colocación del film plástico……	26
3.6	Fertilización de fondo……..	27
3.7	Formación de bloques……..	27
3.8	Trasplante……	28
3.9	Infraestructura para la aplicación del fertirriego……	29
3.10	Colocación de estacas e hilo……	30
3.11	Defoliación de las plantas de jitomate……..	30
3.12	Diseño de bloques completamente al azar….....	33
3.13	Diámetro polar y ecuatorial de frutos de jitomate……..	34
3.14	Registro del peso del fruto……..	35
3.15	Medición de sólidos solubles…….……	35
3.16	Medición de la dureza del fruto…….……	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
2.1	Requerimientos nutricionales del cultivo de jitomate……..	15
2.2	Necesidades nutrimentales…….	16
2.3	Generación de los tratamientos evaluados …….	32
4.4	Altura (m) de la planta durante el ciclo del cultivo en función de la aplicación de silicio, fertilización de fondo en los genotipos Gabriela y Patricia bajo malla sombra en Apatzingán, Mich……..	38
4.5	Diámetro de tallo (cm) de la planta durante el ciclo del cultivo en función de la aplicación de silicio, fertilización de fondo en los genotipos Gabriela y Patricia bajo malla sombra en Apatzingán, Mich……..	41
4.6	Número de hojas de la planta durante el ciclo del cultivo en función de la aplicación de silicio, fertilización de fondo en los genotipos Gabriela y Patricia bajo malla sombra en Apatzingán, Mich……..	43
4.7	Sólidos solubles en frutos de jitomate a los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich……..	45
4.8	Firmeza de la pulpa de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich……..	47
4.9	Rendimiento de jitomate de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich……..	49
4.10	Peso promedio del fruto de jitomate de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich……..	51
4.11	Diámetro polar de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich…….	53
4.12	Diámetro ecuatorial de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich……..	55

4.13 Número de frutos a días de trasplante de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich……... 57

RESUMEN.

El jitomate es la hortaliza de mayor importancia en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. En la región de Apatzingán, Michoacán solo se produce jitomate a cielo abierto, no se cuenta con información de estudios de este cultivo bajo condiciones de malla sombra, ni del efecto de la fertilización de fondo y la aplicación del silicio. Es por ello, que durante los meses de diciembre 2019-abril 2020, en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, se realizó el presente trabajo, con el objetivo de evaluar la respuesta de variedades de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) con fertilización de fondo y aplicación de silicio sobre la producción de fruto bajo condiciones de malla sombra. El experimento se realizó en una casa sombra, cubierta con malla sombra al 50%, con el techo y laterales con malla antiafidos de 25*40 hilos por pulgada cuadrada. Se cultivó la variedad indeterminada Patricia y la variedad determinada Gabriela. La siembra se realizó en charolas de unicel de 200 cavidades con peat moss, para posteriormente trasplantarlas a los 29 días. La fertilización de fondo empleada fue de 113 kg ha^{-1} de N, 50 kg ha^{-1} de P y 110 kg ha^{-1} de K. El experimento consistió en 8 tratamientos que resultaron de la combinación de dos niveles de silicio (con y sin), dos genotipos (genotipo determinado Gabriela y genotipo indeterminado patricia) y fertilización de fondo (con y sin). En los resultados podemos encontrar que en cuanto a la altura de la planta hubo diferencia estadística significativa al combinar los factores sin silicio, fertilización de fondo y genotipo indeterminado (SSI-FF-GI), donde se registró una altura de 4.59 m a los 105 DDT, el mayor diámetro de tallo se encontró en los tratamientos 4 (SSI-SF-GI) y 8 (SI-SF-GI) cuyas dimensiones fueron 3.42 cm y 3.29 cm respectivamente. El tratamiento que registro la mayor cantidad de hojas a los 45 DDT, fue el tratamiento 7 (SI-SF-GD), donde se lograron contabilizar 35.5 hojas por unidad experimental. En cuanto al rendimiento, la combinación que obtuvo los mejores resultados fue la que contenía silicio, sin fertilización de fondo en genotipo determinado (SI-SF-GD), del cual se recolectaron 2708 g por unidad experimental. El mejor peso fue el reportado en la variedad determinada, específicamente en los tratamientos 1 (SSI-FF-GD), 3 (SSI-SF-GD), y

7 (SI-SF-GD), cuyos valores fueron 129.27, 132.24 y 128.98 g por fruto, siendo la variedad indeterminada la que registró un peso menor. El mayor diámetro polar se registró en los tratamientos 1 y 2, cuyos valores fueron de 7.91 y 7.42 cm, en el diámetro ecuatorial no se registraron diferencias estadísticas significativas, el tratamiento 4 (SSI-SF-GI) fue el que registró el mayor un número de frutos, 22 frutos por planta. Con base en los resultados se encontró que el genotipo determinado e indeterminado se adaptaron de manera satisfactoria a las condiciones evaluadas en el municipio de Apatzingán, la combinación de silicio, fertilización de fondo, genotipo indeterminado favoreció en la generación de solidos solubles del fruto de jitomate, y en la firmeza de la pulpa. La fertilización de fondo favoreció el desarrollo de la altura en el genotipo indeterminado, y un mejor desarrollo en el diámetro polar, los tratamientos que contenían silicio tuvieron un mejor desarrollo en el diámetro de tallo, así como un mejor rendimiento.

Palabras clave: Fertilización, genotipo, silicio, jitomate, malla sombra, rendimiento.

ABSTRACT

The tomato is the most important vegetable in the world and the one with the highest economic value. Its demand increases continuously and with it its cultivation, production and trade. In the region of Apatzingán, Michoacán, only tomatoes are produced under the open sky, there is no information on studies of this crop under shade mesh conditions, nor on the effect of bottom fertilization and the application of silicon. That is why, during the months of December 2019-April 2020, at the Michoacana University of San Nicolás de Hidalgo, in the Faculty of Agricultural Sciences, this work was carried out, with the aim of evaluating the response of tomato varieties (*Solanum lycopersicum* L.) with bottom fertilization and silicon application on fruit production under shade mesh conditions. The experiment was carried out in a shade house, covered with 50% shade mesh, with the roof and sides with anti-aphid mesh of 25 * 40 threads per square inch. The indeterminate variety Patricia and the determined variety Gabriela were grown. The sowing was carried out in styrofoam trays of 200 cavities with peat moss, to later transplant them at 29 days. The bottom fertilization used was 113 kg ha^{-1} of N, 50 kg ha^{-1} of P and 110 kg ha^{-1} of K.

The experiment consisted of 8 treatments that resulted from the combination of two levels of silicon (with and without), two genotypes (Gabriela determined genotype and Patricia indeterminate genotype) and background fertilization (with and without). In the results we can find that in terms of the height of the plant there was a statistically significant difference when combining the factors without silicon, background fertilization and undetermined genotype (SSI-FF-GI), where a height of 4.59 m was recorded at 105 DDT, the largest stem diameter was found in treatments 4 (SSI-SF-GI) and 8 (SI-SF-GI) whose dimensions were 3.42 cm and 3.29 cm respectively. The treatment that recorded the highest number of leaves at 45 DAT was treatment 7 (SI-SF-GD), where 35.5 leaves per experimental unit were counted. Regarding the yield, the combination that obtained the best results was the one that contained silicon, without background fertilization in a determined genotype (SI-SF-GD), from which 2708 g were collected per experimental unit. The best weight was reported in the determined variety, specifically in treatments 1 (SSI-FF-GD), 3 (SSI-

SF-GD), and 7 (SI-SF-GD), whose values were 129.27, 132.24 and 128.98 g per fruit, being the indeterminate variety the one that registered a lower weight. The largest polar diameter was recorded in treatments 1 and 2, whose values were 7.91 and 7.42 cm, in the equatorial diameter there were no significant statistical differences, treatment 4 (SSI-SF-GI) was the one that registered the highest a number of fruits, 22 fruits per plant. Based on the results, it can be said that the determined and indeterminate genotype adapted satisfactorily to the conditions evaluated in the municipality of Apatzingán, the combination of silicon, background fertilization, indeterminate genotype favored the generation of soluble solids of the fruit of tomato, and in the firmness of the pulp. The bottom fertilization favored the development of height in the indeterminate genotype, and a better development in the polar diameter, the treatments that contained silicon had a better development in the stem diameter, as well as a better yield.

Keywords: Fertilization, genotype, silicon, tomato, shade mesh, yield.

INTRODUCCIÓN

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) también conocido como tomate rojo es una planta perenne que pertenece a la familia de las Solanáceas; este cultivo es originario de América del sur principalmente en las zonas andinas de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile, sin embargo, su domesticación fue llevada a cabo en México. El fruto de jitomate tiene varios propósitos de producción, y puede ser comercializado en forma de puré, conservas, salsas y jugos (Tapia, 2013). A su consumo ofrece grandes beneficios al contener minerales como calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), sodio (Na) y vitaminas como A, B1, B2, y C; Se le atribuyen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas, y previene enfermedades cardiovasculares (SIAP,2016).

A partir de 2012 el volumen de jitomate obtenido en cultivos con malla sombra e invernaderos fue mayor al 50% del total. Lo anterior, debido a las ventajas que estos métodos de producción tienen en comparación con el cultivo a campo abierto. La agricultura protegida ayuda a ejercer determinado grado de control sobre los diversos factores del medio ambiente, permitiendo con ello minimizar las restricciones que las condiciones climáticas adversas tienen sobre los cultivos.
Las inversiones en agricultura protegida buscan mejorar los niveles de rentabilidad en la producción, principalmente en la que se destina al mercado de exportación (FIRA, 2017).

Este cultivo demanda altos niveles nutricionales y necesita aplicaciones frecuentes de fertilizantes. La aplicación de la mezcla correcta, en dosis adecuadas y en el momento oportuno, es la clave para lograr altos rendimientos de este cultivo. Se debe considerar que una fertilización en las cantidades necesarias es clave para obtener el rendimiento esperado, pero esto está directamente relacionado con la etapa de crecimiento y datos del campo, como resultados de análisis de suelo, la calidad del agua y análisis foliares (SMART, 2018).

La fertilización de fondo consiste en incorporar los elementos minerales al suelo un poco antes o en el momento de la siembra o la plantación, éstos se aplican cerca del sistema radical para que puedan ser absorbidos. La incorporación de

fertilizantes al suelo evita pérdidas por volatilización, inmovilización y desnitrificación. Muchos agricultores optan por este sistema ya que los fertilizantes utilizados para la fertilización de fondo son más económicos que los utilizados en la técnica de fertirrigación, pero al realizar una fertilización adecuada se busca suplir las necesidades nutricionales del jitomate, restituir nutrimentos extraídos por la cosecha, mantener o mejorar la fertilidad del suelo, mejorar resistencia de las plantas a enfermedades, aumentar la calidad de la fruta cosechada, incrementar el rendimiento de tomate y la rentabilidad del cultivo (Molina, s. f.)

El silicio no es considerado esencial para los vegetales superiores porque no responde a los criterios directos e indirectos de la esencialidad. A pesar de eso, su absorción puede ocasionar efectos benéficos para algunos cultivos como son resistencia a plagas, tolerancia a la toxicidad por metales pesados, al estrés hídrico y salino, menor evapotranspiración, promoción del crecimiento y nodulación en leguminosas, efecto en la actividad de las enzimas y en la composición mineral, mejoría de la arquitectura de las plantas, reducción del encamado y por consiguiente aumento de la tasa fotosintética. El uso del silicio es una opción para implementarse dentro de planes integrados del cultivo, como método de contingencia que mantiene y potencializa a las plantas ante episodios ambientales adversos (Quiroga, 2016).

En la región de Apatzingán, Michoacán solo se produce jitomate a cielo abierto, no se cuenta con información de estudios de este cultivo bajo condiciones de malla sombra, ni del efecto de la fertilización de fondo y la aplicación del silicio. Así el propósito de este trabajo fue:

Objetivos

General:

Evaluar la respuesta de dos variedades de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) con fertilización de fondo, fertirrigación y aplicación de silicio sobre el crecimiento, el rendimiento de fruto y calidad de la producción bajo condiciones de malla sombra.

Específicos:

1. Determinar el comportamiento productivo de jitomate determinado e indeterminado en condiciones de malla sombra.
2. Determinar el efecto de la fertilización de fondo, fertirrigación y silicio en el crecimiento, rendimiento y calidad del fruto.

Hipótesis

La aplicación de silicio y fertilización de fondo favorece el crecimiento, la productividad en jitomate y la calidad de la producción de fruto de jitomate y entre variedades de jitomate se presentan diferencias en la respuesta.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y descripción botánica

Origen

La palabra jitomate proviene de la lengua náhuatl, xictomatl, compuesta por tres palabras, xictli = ombligo; tomohuac = fruto; atl = agua, “ombligo de fruta de agua” (SIAP, 2017).

El centro de origen del tomate cultivado (*Solanum lycopersicum*) es la región andina de Sur América, incluyendo Perú, Bolivia, Colombia y se extiende desde Ecuador hasta el norte de Chile donde crecen naturalmente 13 especies silvestres que producen frutos redondos, pequeños (con pesos cercanos a 1 gramo) y de color rojo o verde a la madurez (Jenkins, 1948).

Sus entornos de crecimiento varían desde cerca del nivel del mar hasta 3,300 m de altitud, desde árido hasta clima lluvioso y desde el Altiplano Andino hasta la costa de las Islas Galápagos (*S. cheesmaniae; S. galapagense*). Sus hábitats son a menudo valles estrechos y aislados donde estaban adaptados a microclimas particulares y a varios tipos de suelo (Bauchet y Causse, 2012).

Se considera que su domesticación extensiva se llevó a cabo en México, por los mayas y aztecas, en épocas prehispánicas, y desde allí se difundieron las formas cultivadas a otras partes del mundo, probablemente durante el siglo XVI Hernán Cortez encontró estos frutos creciendo en los jardines de Moctezuma y se llevó consigo algunas semillas al viejo continente. Su nombre cambia dependiendo de la zona geográfica; de acuerdo con la región donde se consume es como se le nombra, de tal forma que, en nuestro país, en los estados del centro y sur lo conocen como jitomate, mientras que en las entidades del norte lo ubican como tomate rojo (SIAP, 2017).

Taxonomía

La clasificación taxonómica actualmente más aceptada del jitomate es la siguiente (Cronquist, 1984; Esquinas-Alcazar y Nuez, 1995; Peralta *et al.*, 2005):

Reino. Plantae
Subreino. Embryobionta
División. Magnoliphyta
Subdivisión: Angiosperamae
Clase. Magnoliopsida
Subclase. Dicotyledonae
Orden. Tubiflorae
Familia. Solanaceae
Subfamilia. Solanoideae
Tribu. Solaneae
Género. *Solanum* = Lycopersicon
Especie. *Solanum lycopersicum* L. (= *Lycopersicon esculentum Miller)*

Morfología

Planta

El jitomate es una planta herbácea durante sus fases tempranas, ya que en los últimos estadios de crecimiento el tallo se hace algo leñoso. La altura que alcanza la planta de tomate varía en diferentes cultivares, desde menos de 50.80 cm hasta 2.03 m o más. El tallo principal usualmente puede alcanzar una altura de 30.48 cm a 60.96 cm, dependiendo del cultivar. Tanto el tallo principal como los tallos secundarios se desarrollan bastante sólidos y anchos. El porte puede ser inicialmente erecto o rastrero, desarrollándose posteriormente a uno más o menos postrado. Entre los cultivares de tomate se observan diferencias en cuanto a las características del crecimiento de la planta. El crecimiento varía desde uno de tipo indeterminado o ilimitado (donde se mantiene la dominancia de una yema vegetativa en el ápice de las ramas) hasta uno altamente determinado o compacto (donde

eventualmente en el ápice de las ramas se emite una inflorescencia terminal) (Fornaris, 2007).

Sistema radicular

La raíz de las plantas jóvenes de tomate es pivotante, pero más tarde la ramificación es tan importante que es difícil distinguir la raíz principal de las secundarias. El sistema radical del tomate puede llegar a una profundidad de más de 1.25 m, pero la mayoría de las raíces se sitúan en la capa superior del suelo (más del 70% en la zona de 0 hasta 20 cm y hasta el 95% en la zona de 0 hasta 50 cm de profundidad). En general las variedades de crecimiento determinado tienen un sistema radical más pequeño y superficial; también las plantas procedentes de siembra directa tienen una raíz principal más importante y un sistema radical más profundo que las plantas trasplantadas. Los suelos ligeros y arenosos favorecen el desarrollo de raíces profundas (FAO, 2002).

Tallo

El tallo es anguloso, alcanza 4 cm de diámetro en su base y está recubierto por tricomas, en su mayoría de origen glandular y que le otorgan el olor característico. En las primeras etapas es erguido, luego debido al peso, toma un hábito rastrero (Maroto, 1994).

Hojas

Las hojas están dispuestas alternadamente sobre el tallo, son compuestas e imparipinnadas, generalmente tienen de siete a nueve foliolos lobulados o dentados y también están cubiertas de tricomas (Maroto, 1994). El número de foliolos depende de la variedad y de la posición de la hoja en la planta. Asimismo, la forma, dimensión, estructura, espesor y color son factores que también dependen de la variedad (FAO, 2002).

Flor

Flores con cáliz acrescente y reflejado en el fruto. Corola amarilla, de 6- 9 mm de longitud. Filamentos aplanados dorsalmente; anteras de 11-14 mm de longitud, coherentes en un tubo fuerte. Ovario con algunos pelos pequeños, erectos y simples. El estigma incluido (Charcape & Mostacero, 2004). La inflorescencia es una cima racimosa que está compuesta usualmente de dos a 12 flores perfectas (hermafroditas), pero algunos cultivares de frutas bien pequeñas pueden producir 30 flores o más. Las inflorescencias brotan opuestas y entre las hojas (FAO, 2002).

Fruto

La fruta es una baya carnosa, dividida en su interior en dos a 18 lóculos o celdas (cinco a 10 celdas en los cultivares comerciales del tipo de fruta grande). Presenta una variación en tamaño entre cultivares desde 1.27 cm hasta 15.24 cm de diámetro. La superficie de la fruta es lisa o lobulada, y brillosa al madurar. La fruta bien joven presenta en su superficie una leve vellosidad que luego desaparece. Su forma usualmente es globosa o deprimida en uno de los extremos (oblada), pero existen las de forma casi cuadrada, alargada, ovalada, en forma de pera (piriforme) o variantes de las formas antes mencionadas (Fornaris, 2007).

Hábitos de crecimiento

Genotipos de crecimiento determinado

Las plantas de crecimiento determinado tienen forma de arbusto, las ramas laterales son de crecimiento limitado. Estas plantas presentan en cada extremo de crecimiento una yema floral y tienen periodos definidos de floración y cuajado de frutos. El tamaño de la planta varía de acuerdo a la variedad; pudiendo ser plantas compactas, medianas y largas (Aurelio Larín *et al*. 2018)

En cultivares de crecimiento determinado usualmente las plantas presentan un patrón donde primero brota una inflorescencia después de cada tres hojas, luego cambia a una inflorescencia después de cada dos hojas (FAO, 2002).

Cuando el número de hojas entre dos racimos florales consecutivos es solamente de una o dos, la planta es menos vigorosa y bajo ciertas condiciones de crecimiento se agota y detiene su desarrollo. En esta circunstancia se habla de "crecimiento determinado" (gen "sp"), en contraposición al "crecimiento indeterminado "que caracteriza el tipo de planta con crecimiento normal (gen "sp+") (FAO, 2002).

Genotipos de crecimiento indeterminado.

Son plantas cuyo crecimiento vegetativo es continuo. Su tallo principal puede llegar a medir hasta unos 10 m de largo, si es manejado a un solo eje de crecimiento. Las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo. El tallo se produce a partir de la penúltima yema, empuja a la inflorescencia terminal hacia afuera, de tal manera que el tallo lateral aparece a continuación del tallo principal que le dio origen (Aurelio Larín *et al*. 2018).

El tipo "indeterminado" se caracteriza invariablemente por la presencia de simpodios de tres hojas y siempre que las condiciones de crecimiento y el estado sanitario lo permitan, puede crecer durante un largo período de tiempo, produciendo numerosos racimos (FAO, 2002).

Tanto las variedades semideterminadas como las determinadas son adecuadas para los cultivos de ciclo corto, pero no obstante hay que insistir en que son las variedades indeterminadas las más frecuentes en cultivo protegido, en toda el área mediterránea sea cual sea el ciclo de cultivo seguido (FAO, 2002).

En el mercado podemos encontrar distintas variedades, como por ejemplo: saladette Malinche, saladette WS 4179 (italia), saladette SV 4401 TJ, Beatiz f1, 72-158 RZ, Aries, DRK 2189, solo por mencionar algunas, cabe aclarar que el productor debe usar la variedad que más se adapte a sus necesidades, y a las condiciones climáticas de su región.

Es importante comparar los distintos hábitos de crecimiento de las variedades de jitomate, esto permite que el productor pueda tomar una mejor decisión al momento de establecer su cultivo. Martínez-Solís *et al*. (2005) estudiaron distintos cultivares

de jitomate determiando e indeterminado, esto con la finalidad de evaluar el comportamiento entre genotipos y sus respectivas generaciones, para brindar una opción a los productores que no quieren comprar semilla debido a sus altos costos, la producción de fruto por planta, el número de frutos por planta y el peso promedio de fruto, mostraron un comportamiento estadísticamente similar entre los híbridos tipo Saladete y sus respectivas filiales, lo quiere decir que es una buena opción para los agricultores con recursos económicos limitados.

Moya *et al*. (2003) compararon distintas variedades de jitomate determinado e indeterminado con el objetivo de encontrar fuentes genéticas de interés para los programas de mejoramiento genético del tomate, encaminados a la obtención de variedades con características superiores a las tradicionales en las diferentes formas de producción agrícola.

Peralta-Montiel *et al.* (2020) evaluaron distintas variedades de crecimiento determinado e indeterminado bajo condiciones de malla sombra con el fin de identificar el agente asociado a la marchitez.

Etapas fenológicas del cultivo

La fenología está determinada por la variedad y las condiciones climatológicas de la zona donde se establece el cultivo. Las etapas se pueden dividir en cinco periodos (Chemicals, 2014)

Establecimiento de la planta joven

Constituye el periodo de formación inicial de las partes aéreas de la planta, conocido como desarrollo del semillero.

Crecimiento vegetativo

Comprende los primeros cuarenta a cuarenta y cinco días desde la siembra de la semilla, después de los cuales las plantas comienzan su desarrollo continúo. A esta etapa le siguen cuatro semanas de crecimiento rápido

Floración e inicio del cuaje de la fruta

Este periodo se extiende desde el inicio de la floración (de veinte a cuarenta días luego del trasplante) hasta la finalización del ciclo de crecimiento de la planta. El cuaje tiene lugar cuando la flor es fecundada y empieza el proceso de su transformación en fruto.

Inicio del desarrollo de la fruta

El cuaje de la fruta ocurre luego de la polinización, la antesis o apertura total de la flor que ocurre durante el día, comúnmente en la mañana, y 24 horas después se inicia la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y por la posición pendiente de la flor el polen cae directamente sobre la superficie del estigma. Después de abrir, las flores están receptivas a la polinización durante cuatro a ocho días. En la mayoría de los cultivares las anteras recubren el estigma del pistilo, asegurando así la auto-polinización. Dependiendo de la temperatura, la fertilización del óvulo ocurre dentro de las primeras 48 horas después de la polinización (Fornaris, 2007). En esta etapa, una vez iniciado su crecimiento, la fruta no suele caerse y no presenta rastros de la flor. El crecimiento de la fruta y la acumulación de materia seca presentan un ritmo relativamente estable, hasta llegar a dos o tres grados de maduración (Chemicals, 2014).

Maduración de la fruta

Por lo general la maduración ocurre aproximadamente ochenta días después del trasplante, dependiendo del cultivar, la nutrición y las condiciones climáticas. Luego, la cosecha continúa hasta llegar de los 180 a 210 días después del trasplante (Chemicals, 2014).

Condiciones agroecológicas del cultivo

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo para el cultivo del jitomate oscila entre 20 y 30 °C durante el día y entre 14 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30- 35 °C afectan la fructificación por mal desarrollo de óvulos, el desarrollo de la planta y del sistema radical también se afectan. Temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C ocasionan que la fecundación sea defectuosa o nula en variedades e híbridos muy sensibles a este factor. La maduración del fruto está muy influenciada por la temperatura en lo que se refiere a precocidad y color, de manera que valores cercanos a los 10 °C, así como superiores a los 30 °C originan tonalidades amarillentas. No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos, especialmente con la humedad relativa (Jasso *et al.,* 2012).

Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de floración y fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos, durante el período vegetativo, resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad. Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (Jasso *et al*., 2012).

Suelo

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante, se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados.

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente

alcalinos cuando están enarenados. Es la planta cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego (INFOAGRO, 2017).

Humedad del suelo y humedad relativa

La humedad relativa óptima para el cultivo de jitomate oscila entre el 60% y 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas en el follaje, agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. La presencia de una humedad relativa baja dentro de la malla sombra también afecta la fecundación ya que el polen se reseca demasiado, lo que dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Jasso *et al.,* 2012).

Radiación

El jitomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere de una buena iluminación. Iluminaciones limitadas originan reducción en la fotosíntesis neta e implican mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y en la producción. Valores de radiación total diaria alrededor de 0.85 MJ m^{-2}, son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado, siendo preferible mayor iluminación en menor período de tiempo que iluminaciones bajas durante un mayor tiempo (Jasso *et al.,* 2012).

Fertilización y requerimientos nutricionales

Fertilización de fondo

La cantidad total de agua que necesita un cultivo protegido de jitomate es muy variable ya que depende del tipo de cultivo, del ciclo y calendario, del suelo, de la región y del clima.

El exceso de agua provoca la asfixia de las raíces, lo que a su vez causa deficiencias de Mg, de P y de N junto con la caída de flores. Por otra parte, una carencia de agua aumenta la salinidad lo que conlleva necrosis apical del fruto. Cuando se producen

alternancias de exceso y déficit de agua el resultado es el agrietamiento de los frutos (FAO, 2002).

La dosis de fertilización varía de una región a otra dependiendo sobre todo de la riqueza del suelo, del clima y del método de riego. No obstante, como regla general, la dosis de fertilizante se ajustará a las cantidades absorbidas por el cultivo. Dejando aparte las diferencias regionales, se considera que para la producción de 1 tonelada de jitomate son necesarios:

- 2.2-2.7 kg de N
- 0.3-0.4 kg de P
- 2.5-3.2 kg de K
- 3.6-4.3 kg de Ca
- 0.3-0.6 kg de Mg

La nutrición debe distribuirse según el tipo de fertilizante utilizado:

- Generalmente el fosfato y los abonos orgánicos (estiércol y otros) deben incorporarse al suelo en el momento de la preparación del invernadero.
- El 50% del potasio se aplica antes de la plantación y el resto durante las 10-12 primeras semanas del cultivo.
- El nitrógeno se aplicará desde el momento en que el cultivo está en marcha, hasta aproximadamente un mes antes del final de la recolección, a razón de una aplicación quincenal.

Las temperaturas elevadas del suelo facilitan la absorción de nutrientes e influyen de modo fundamental sobre la precocidad y el rendimiento total, sin embargo, no afectan a la cantidad de nutrientes absorbidos por tonelada de frutos, con la excepción del magnesio. Hay que señalar que la eliminación precoz, tanto de brotes laterales, como de hojas, reduce de forma considerable la absorción de fertilizantes como K, P y Mg (FAO, 2002).

Se han realizado varios estudios encaminados a la fertilización de fondo, Barrios-Díaz *et al*. (2015) estudiaron el cultivo de jitomate en invernadero para evaluar híbridos tipo saladette, 'Anibal' y 'Reserva', con relaciones entre dosis de fósforo (kg ha^{-1} de P_2O_5) aplicado en la fertilización de fondo y por fertirrigación (PAFF/PAF): 100/210, 150/157 y 200/106, para determinar su efecto en variables de crecimiento de la planta, rendimiento, calidad de fruto y eficiencia de uso de fósforo. Para ambos híbridos se establece como mejor alternativa la relación PAFF/ PAF de 200/106, debido a que disminuye a la mitad la cantidad de fertilizante fosfatado soluble.

Carrillo-Rodríguez *et al*. (2013) evaluaron la variación de caracteres de interés agronómico en tres acervos genéticos, en dos ciclos consecutivos de producción en invernadero, agosto-diciembre de 2009 y febrero-julio de 2010. El manejo del cultivo fue con una fertilización de fondo con 18-46-00 (N-P-K), fertirrigación mediante la fórmula de fertilizante soluble 18-18-18 y durante la maduración de frutos con aplicaciones de calcio cada ocho días.

Requerimientos nutricionales del cultivo

El tomate requiere al menos 16 nutrientes esenciales para brindar óptimos rendimientos al agricultor. No minerales: Carbono, Hidrógeno y Oxígeno. Minerales: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), y secundarios como el Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y el Azufre (S). Además, son parte de los requerimientos nutricionales, los micronutrientes como el Cloro (Cl), el Hierro (Fe), el Manganeso (Mn), el Zinc (Zn), el Cobre (Cu) y el Molibdeno (Mo). Dependiendo de la variedad de tomate a sembrar y del tipo de manejo, así serán las demandas nutricionales; sin embargo, en forma general, los principales requerimientos nutricionales del cultivo (kg ha^{-1}), se muestra en el Cuadro 2.1

Cuadro 2.1. Requerimientos nutricionales del cultivo de jitomate

Clasificación del nutrimento	Nombre	Cantidad requerida en kg ha^{-1}
Macronutrientes esenciales	Nitrógeno (N)	300-400
	Fosforo (P)	200-300
	Potasio (K)	300-400
Macronutrientes secundarios	Calcio (Ca)	100-150
	Magnesio (Mg)	80-120
	Azufre (S)	100-150
Micronutrientes	Boro (B)	3-5
	Zinc (Zn)	3-5

Demanda nutrimental del tomate

De los nutrimentos esenciales para las plantas, el Carbono, Hidrógeno y Oxígeno provienen del agua y el aire, mientras que el resto son elementos minerales absorbidos por las plantas a través de la solución del suelo o la solución nutritiva. En este sentido, son 14 elementos los que debemos suministrar a las plantas, sin embargo, para conocer la cantidad y época en que se requiere cada nutrimento es fundamental conocer la demanda nutrimental del cultivo.

El jitomate es un vegetal que incluso entre variedades los requerimientos nutrimentales son distintos, por lo tanto, no existen las recetas perfectas. Las necesidades de nutrimentales del cultivo de tomate oscilan entre rangos amplios y la demanda de cada elemento varia. Así mismo, también hay variación en las proporciones de elementos químicos (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Necesidades nutrimentales.

	NO_3^-	K^+	Ca^{++}	$H_3PO_4^-$	Mg^{++}	SO_4^-
	Moles L^{-1}					
Steiner	12	7	4.5	1	2	3.5
Sonneveld	10.5	7	3.75	1.5	1	2.50
Coic	12	5.20	3.10	1.65	0.75	0.75
Sur España	11	7.5	5	1.5	2	2

pH. Este parámetro determina la disponibilidad de nutrientes en la solución nutritiva. Es un valor que se debe medir en el agua para conocer la concentración salina y con base al resultado tomar acciones de ajuste del pH. Lo más común es acidificar el medio utilizando ácidos como el sulfúrico, fosfórico y nítrico. Conductividad eléctrica. El tomate es un típico ejemplo de cultivos que toleran concentraciones salinas altas sin tener mermas en su rendimiento (INTAGRI, 2017)

Solución nutritiva

La Solución Nutritiva (SN) es una solución de agua con fertilizantes, donde los nutrimentos se encuentran en la forma química, la concentración iónica y en las proporciones adecuadas para ser aprovechadas por las plantas con el objetivo de que logren un crecimiento y desarrollo óptimo. Steiner (1961) en Holanda, fue pionero en la nutrición de cultivos intensivos al proponer el concepto de Solución Nutritiva Universal, donde expuso que la composición química de una solución nutritiva está determinada por las proporciones relativas de aniones (NO_3^-, $H_2PO_4^-$ y SO_4^{2-}) y cationes (K^+, Ca^{2+} y Mg^{2+}), así como la concentración total de iones y el pH. Este concepto de solución nutritiva se propuso originalmente para sistemas hidropónicos o cultivos sin suelo, pero actualmente aplica también para cultivos establecidos en suelo (INTAGRI, 2017).

Silicio

El silicio (Si) es el segundo elemento más abundante en la litosfera. Presente en casi todos los minerales en forma no biodisponible. Los suelos ácidos suelen contener concentraciones bajas de Si en la solución del suelo. Este elemento no existe de forma natural en estado libre, generalmente se encuentra en forma de dióxido de silicio y en silicatos complejos. Los minerales que contienen silicio constituyen cerca del 40 % de los minerales comunes, incluyendo más del 90 % de los minerales que forman rocas volcánicas. Tiene características compartidas con el carbono, tales como: estar en la misma familia, no ser metales, poder constituir compuestos parecidos en estructura a las enzimas (zeolitas). El silicio es absorbido por las plantas como ácido monosilico $Si(OH)_4$, es transportado por el xilema y su distribución dentro de la planta depende de la velocidad de transpiración de sus diferentes partes (INTAGRI, Silicio para la nutricion y produccion vegetal, 2019).

El silicio tiene dos acciones diferenciadas. Primero interviene en los mecanismos metabólicos de regulación de nutrientes y relacionados con la fotosíntesis y después, si hay silicio suficiente, se acumula en las paredes celulares en forma cristalina y amorfa. Aumenta las sinergias, reduce antagonismos y también reduce la absorción de elementos que pueden llegar a ser fitotóxicos (AEFA, 2017).

Ventajas de incluir al silicio en la nutrición vegetal

Muchos autores no consideran al silicio un elemento esencial para las plantas, sin embargo, se ha demostrado que sí es un elemento benéfico para los cultivos, al proveer una mayor resistencia y protección contra diversos factores bióticos y abióticos. Las plantas que mayormente acumulan silicio son las monocotiledóneas y en dicotiledóneas se reporta nula absorción con excepción de las familias *Urticaceae* y *Cucurbitaceae.* Conforme a trabajos realizados, los beneficios del silicio al incluirse en programas de fertilización son: mayor crecimiento vegetal, plantas más fortalecidas y compactas, hojas más fuertes, mayor fotosíntesis, mayor tolerancia a condiciones de baja luminosidad, y tolerancia a estrés hídrico y térmico (INTAGRI, 2019).

El silicio tiene, una acción claramente bioestimulante. La función estructural que desempeña el silicio deriva de la acumulación que se produce en la epidermis de las hojas, tallos y frutos. Este refuerzo de las paredes celulares hace que la planta sea más robusta, dura y a la vez elástica. Los beneficios que vamos a obtener son importantes:

Mayor control hídrico. Tendremos una mayor tolerancia al estrés hídrico y a los golpes de calor. También, en situaciones normales, tendremos un menor consumo de agua de riego. Esta característica va a ser cada vez más importante por los episodios de calor extremo que, parece ser, van a ser más frecuentes e intensos con el cambio climático (AEFA, 2017).

Mejora del comportamiento postcosecha. Los frutos serán más resistentes al transporte y al manejo, y las podredumbres asociadas también se reducirán por el hecho de que les va a costar más penetrar en el fruto. Esta acción sería muy parecida a la que conseguimos con los aportes de calcio. Si por el contrario tenemos episodios de exceso de lluvia, la mayor dureza de los tejidos reducirá el encamado en cereales y las podredumbres en frutos.

Incorporar silicio en los planes de fertilización, puede ser una herramienta más a tener en cuenta en las estrategias sanitarias. Esta incorporación debe hacerse siempre controlando el aporte de nitrógeno que tiene un efecto totalmente contrario. Lo que nos conviene es tener plantas más duras y resistentes, y el exceso de nitrógeno las hace más tiernas y vulnerables (AEFA, 2017).

El efecto bioestimulante del silicio se basa en su acción de mejora del balance de nutrientes. A igual disponibilidad de nutrientes las plantas con un mayor contenido en silicio conseguirán mejores rendimientos (AEFA, 2017).

Otro efecto bioestimulante será el conseguido en situaciones de exceso de sodio y de metales pesados, como puede el caso del aluminio en suelos ácidos. En estas situaciones, las plantas con más silicio, absorberán en menor medida estos elementos y tendrán un mayor crecimiento (AEFA, 2017).

Otros efectos benéficos comprobados del silicio son la reducción de perdida de agua cuticular por la acumulación de silicio en la epidermis, en pruebas realizadas sobre cultivos de arroz y trigo. Otros autores reportan que con un adecuado suministro de silicio en cereales se obtiene mayor resistencia al acame. Finalmente se considera que el silicio aumenta la tolerancia de las plantas a toxicidades por manganeso (INTAGRI, 2019).

Aunque se considera un nutriente mineral "no esencial", el silicio (Si) es claramente beneficioso para crecimiento y desarrollo de las plantas, particularmente en condiciones de estrés, incluida la salinidad y sequía. Camargo *et al*. (2019) investigaron los efectos de la fertilización con Si y el déficit hídrico impuesto durante dos temporadas en los cultivares de caña de azúcar, mediante evaluaciones fisiológicas, mediciones de biomasa y determinación del contenido de Si en las plantas y el suelo. Quienes pueden concluir que el Si puede considerarse una alternativa factible para paliar el daño por déficit hídrico. El silicio aumentó la tolerancia a la sequía de los cultivares de caña de azúcar. Además de aumentar las cantidades de carotenoides, lo que sugiere protección contra la degradación de clorofila.

Sandhya *et al*. (2018) estudiaron como la aplicación de tierra de diatomeas (DE) podría mejorar la calidad del suelo, y por ende obtener un mejor rendimiento. Los resultados arrojados en dicho estudio, permiten señalar que hubo un mayor rendimiento de grano en los tratamientos que tenían diferentes aplicaciones de tierra diatomeas, así como señalar que la aplicación de tierra de diatomeas podría ser útil para mejorar el rendimiento del cultivo, pero la composición del suelo y los regímenes hídricos juegan un papel clave que influye en la disponibilidad de nutrientes en los suelos.

Alves *et al*. (2018) basaron su experimento en evaluar el efecto de la aplicación foliar de silicio en nutrición y producción de *Helianthus annuus* con el fin de ayudar a que las plantas aumenten su tolerancia al estrés abiótico. Dicho estudio permite señalar que la aplicación foliar de silicio contribuyó a un aumento de altura y de área

foliar, y que al aplicar 3.36 g L^{-1} se promueve a aumentos lineales en la producción de materia seca y producción de brotes.

Sajal *et al*. (2016) estudiaron el efecto de la fertilización con silicio sobre el crecimiento, rendimiento y absorción de nutrientes del arroz, los resultados mostraron un mayor rendimiento de grano y paja, y que la aplicación de silicio a 600 kg ha^{-1} en combinación con la practica estándar de fertilizantes no solo aumentó el rendimiento, sino que también mejoró la concentración y absorción de los otros nutrientes.

Producción y calidad del fruto

Producción

Los frutos de jitomate deben recolectarse después de haber alcanzado su madurez fisiológica. La recolección de frutos se inicia de los 75 a 80 días después del trasplante, lo que depende del material utilizado; los cortes se llevan a cabo cada cinco a siete días. Los frutos se cosechan en diferentes grados de madurez, dependiendo del destino y mercado del producto. Cuando el jitomate se destine para la industria de transformación, se debe cosechar completamente maduro; en cambio si el producto se enviará para satisfacer demandas locales, este puede estar rojo, pero no completamente. Cuando el destino es el mercado de exportación, el jitomate debe presentar ligeros indicios de maduración y su grado de madurez y coloración dependerá de la lejanía del mercado y el tiempo que demorará el producto para acceder al destino final (Jasso *et al*., 2012)

Calidad

La calidad es un elemento comercial de gran importancia que se evalúa por un conjunto de factores tales como compacidad, color, sabor, resistencia al transporte, aptitud para el almacenaje, etc. (FAO, 2002).

La coloración del tomate debe ser lo más homogénea posible. Además del color rojo clásico que se debe al contenido de licopeno, existen otros como son el amarillo, el rosado, el carmesí y el rojo oscuro (FAO, 2002).

El sabor del fruto depende esencialmente del contenido en ácidos y azúcares. Unos y otros deben estar presentes en cantidades importantes, para asegurar que el fruto sea de buena calidad y tenga buen sabor.

El pH del fruto debe ser inferior a 4.4 y su contenido en azúcares totales debe ser superior a 4-4.5%. La acidez es inferior con temperaturas elevadas de 30 a 35 ºC y produce frutos con menos sabor (FAO, 2002).

La actividad de diferentes enzimas juega un papel fundamental en la conservación del tomate. Los frutos maduros se deterioran con rapidez cuando se almacenan a temperaturas superiores a 20 ºC (FAO, 2002).

Las semillas en el tomate fisiológicamente maduro se encuentran rodeadas de un material gelatinoso que normalmente llena las celdas de la fruta. Cada fruta contiene muchas semillas, las cuales son velludas, de forma achatada y ovalada, y de un color crema a marrón claro. La semilla usualmente tiene una longitud de 0.15 cm a 0.30 cm. En cuanto a su peso, una onza de semilla puede contener de 7,000 a 12,000 semillas (Fornaris, 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El presente estudio se realizó en el municipio de Apatzingán, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Figura 3.1), localizada a los 19˚ 04’ 58.08’’ de LN y a los 102˚ 22’ 14.27’’ de LO, a 310 m de altitud, con una precipitación pluvial promedio anual de 720 mm.

Figura 3.1. Localización del experimento. Fuente: Google Earth.

Condiciones climáticas

Predomina el clima BS_1 que es el menos seco de los cálidos secos con lluvias de verano y distribución de la temperatura tipo Ganges (Garcia , 2004). La edafología del sitio corresponde a un suelo vertisol pélico (INEGI, 2009).

Metodología

Características de la casa malla sombra

El experimento se realizó en una casa sombra de 10 m de ancho por 40 m de largo, la estructura es de metal, cubierta por una malla sombra color negra al 50%, el techo y laterales está cubierto con malla antiafidos 25 x 40 hilos por pulgada cuadrada.

Genotipos experimentales

Se usaron semillas de jitomate de la variedad indeterminada Patricia, con frutos en forma saladette, de pared gruesa, con resistencia a múltiples cosechas, y la variedad determinada Gabriela, de crecimiento vigoroso, con frutos en forma saladette, con un peso promedio de 145-155 g, con buena uniformidad en forma, tamaños y buena vida de anaquel, las semillas fueron proporcionadas por la empresa: HANBA S. DE R.L DE C.V.

Preparación del sustrato y producción

Para la obtención de plántula, se desinfectaron las charolas de 200 cavidades con hipoclorito de sodio al 5%, de acuerdo a la recomendación de Carbajal *et al.* (2017). Posteriormente se colocó el peat moss en una cubeta de plástico, donde se agregó agua para humedecerlo y luego llenar las cavidades de las charolas (Figura 3.2). La siembra se realizó el 13 de noviembre del 2019 (Figura 3.2), y las charolas permanecieron dentro de la casa sombra, donde les daba poca luz, hasta que germinaran y emergieron.

Después de la emergencia a las plántulas se le suministraron riegos constantes de manera foliar, y fueron tratadas con propamocarb clorhidrato, para evitar la enfermedad Damping off o ahogamiento de los tallos, causada por diversos hongos. Alternando con cipermetrina, para combatir las enfermedades que se pudieran presentar. La dosis empleada fue de 1 mL L^{-1}. Esto se realizó de manera periódica hasta que las plantas alcanzaron alturas de 15 cm aproximadamente, con cuatro hojas verdaderas desarrolladas completamente (Figura 3.2).

Figura 3.2 Preparación del sustrato y producción. Fuente: propia

Labores culturales

Preparación del terreno

Se utilizó un motocultor y un tractor para hacer un barbecho y rastreo del suelo, con la finalidad de aflojar el terreno, incorporar la materia orgánica al suelo, eliminar la maleza de raíz, favorecer la penetración del agua y las raíces, así como permitir la aireación del suelo (Figura 3.3), además se agregó azufre agrícola, para reducir el pH y tratar de prevenir los problemas fúngicos, la dosis empleada fue de 50 kg en 400 m^2.

Figura 3.3 Preparación del terreno. Fuente: propia

Formación de camas de siembra e instalación del sistema de riego

Una vez que se preparó el terreno, el siguiente paso consistió en formar las camas; para ello, se utilizó un hilo tipo rafia, para trazar la dirección y altura de las camas, así como para realizar el diseño de los bloques. Las camas midieron 40 cm de ancho y 30 cm de alto (Figura 3.4). En la parte superior de la cama se colocó la cintilla marca toro, con gotero de pastilla y una separación entre ellas de 40 cm. Cada cintilla estaba conectada a una llave de paso tipo mariposa de media pulgada, que pende de una manguera de media pulgada (½ “), conectada a un tubo RD-26 de, principal de dos pulgadas (Figura 3.4).

Figura 3.4 Formación de camas e instalación de la tubería. Fuente: propia

Colocación del acolchado

Se colocó un film de polietileno color plata con negro calibre 90, con perforaciones a 40 cm entre planta y de ancho 1.20 m (Figura 3.5), sobre las camas, para preservar el calor y la humedad, además de controlar arvenses.

Figura 3.5 Colocación del film plástico. Fuente: propia

Fertilización de fondo

La fertilización de fondo consistió en aplicar fertilizantes al suelo diez días antes del trasplante, en dirección donde la planta iba a ser trasplantada. Para su aplicación se tomó en cuenta la recomendación realizada por el laboratorio de análisis de suelos, el cual indicaba que el suelo en la casa malla sombra tenía muy alto contenido de materia orgánica, potasio, calcio, azufre. En función de dicho análisis se determinó la aplicación de113 kg ha^{-1} de N, 50 kg ha^{-1} de P y 110 kg ha^{-1} de K, se hicieron los cálculos correspondientes para aplicar solo el 33% de estos requerimientos como fertilización de fondo (Figura 3.6). Las fuentes de fertilizante y las cantidades empleadas para cumplir estos requisitos por cama fueron 0.336 g de Urea, 0.301 g de KCl (cloruro de potasio) y 0.175 g de DAP (fosfato diamónico).

Figura 3.6 Fertilización de fondo. Fuente: propia

Trasplante

Previo al trasplante se rectificaron las medidas de los bloques con un flexómetro (Figura 3.7), y se colocó una estaca de madera para identificar donde terminaba y donde iniciaba cada uno de los bloques (Figura 3.7), para posteriormente realizar el trasplante.

Figura 3.7 Formación de bloques. Fuente propia

El trasplante se realizó a los 29 días después de la siembra**,** se humedecieron las camas hasta capacidad de campo, se depositó la plántula en los orificios (previamente realizados por el fabricante), a una distancia de 40 cm (Figura 3.8). Primero se hizo el trasplante de toda la plántula de la variedad determinada Gabriela, y luego de la indeterminada Patricia, para evitar confusiones con las variedades. Cuando se terminó el trasplante, se aplicó al suelo una solución de fungicida propamocarb clorhidrato a una concentración de 1 ml L^{-1}, con una bomba de mochila (Figura 3.8) y de manera foliar con un atomizador (para no dañar la planta porque aún estaba débil) (Figura 3.8).

Figura 3.8 Trasplante. Fuente: propia

Riego

Para regar las plantas de jitomate, durante la etapa inicial del cultivo se aplicó agua cada tercer día por 20 minutos, esta etapa se empezó a tomar en cuenta a partir del momento del trasplante, que se realizó el 11 de diciembre del 2019 hasta el momento de floración, que inició el 9 de enero del 2020. A partir de que inició la etapa de floración, se aplicaron riegos constantes durante 40 minutos. Las plantas se regaban 20 min por la mañana y 20 min por la tarde. Los frutos se formaron a diez días después de la apertura floral.

Fertirrigación

Durante el desarrollo del cultivo se aplicaron fertilizantes a través del sistema de riego. Estos fueron: nitrato de potasio, nitrato de calcio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio y fosfato monopotásico. Los fertilizantes fueron disueltos en una cubeta en 10 L de agua, posteriormente se colocaron en un contenedor de 450 L de agua para que se distribuyera a lo largo del sistema de riego (Figura 3.9). En la etapa inicial la fertirrigación se realizó cada 6 días, en el desarrollo vegetativo y etapa productiva la fertilización se realizó cada tercer día.

Figura 3.9 Infraestructura para la aplicación del fertirriego. Fuente: propia

Tutoreo

Se realizó el tutorado español, para ello se utilizaron estacas de madera, que se clavaron a una distancia de 2.5 m a lo largo de todas las camas, posteriormente se colocó un hilo tipo rafia, a unos 20 cm del suelo aproximadamente, esto con el objetivo de fomentar la aireación, procurar que los frutos no toquen el suelo, y evitar daños físicos como quebraduras de tallos o racimos (Figura 3.10). Esta actividad se repitió una vez por semana, hasta que las plantas dejaron de crecer.

Figura 3.10 Colocación de estacas e hilo. Fuente: propia

Poda

Para darle una forma adecuada a la planta, promover la aireación, mejorar la calidad de los frutos y disminuir el área vegetativa de la planta y reducir la pérdida de nutrientes y energía, se optó por hacer una defoliación (Figura 3.11). Se eliminaron los brotes axilares y los tallos adicionales (esta actividad se realizaba una vez por semana, hasta que la planta dejo de crecer), se eliminó hasta la cuarta hoja para favorecer la circulación del aire y que no sirvieran de reservorio para las plagas. Además, se eliminaron algunos frutos que presentaban deficiencia de calcio. Después de terminar las podas, se aplicó oxicloruro de cobre (3 g L^{-1}), para sellar las heridas y evitar la entrada de patógenos.

Figura 3.11 Defoliación de las plantas de jitomate. Fuente: propia

Control de malezas y limpieza de casa malla sombra

Para evitar competencia de maleza con el cultivo, se eliminaron manualmente todas las plantas diferentes al cultivo. Se limpió el perímetro para tener mejor control de platas invasoras.

Fertilización foliar

Para corregir las deficiencias de los microelementos, se aplicó vía foliar Calcinit, cuya composición fue de 15.5 % de nitrógeno y 26.5 % de calcio, Bayfolan (N, P, K + MICROELEMENTOS) y Creciamarre, siguiendo la dosis recomendada por el fabricante (2 ml L^{-1}), también se utilizó adherente (1 ml L^{-1}), Nonil fenol éter Polioxietilado (Equivalente a 298.9 g de i.a./L) 28.47 %, diluyente 71.53 %, para asegurar que el líquido pudiera ser absorbido por las hojas. Las aplicaciones se realizaron por la mañana cada 8 días, a lo largo de todo el cultivo, la aspersión fue a punto de goteo en cada planta.

Aplicación de silicio

La fuente de silicio que se utilizó en el experimento fue el alga diatomix, compuesta por 90.8 % de SiO_2, 0.27 % de TiO_2, 5.2 % de Al_2O_3, 0.02 % de MnO, 0.52 % de MgO, 0.42 % de CaO, 0.36 % de Na2O, 0.26 % de K_2O y 0.04 % de P_2O_5. Que, al entrar en contacto con el insecto, perfora la capa de queratina provocando su muerte por deshidratación (Rosique , 2016). La dosis aplicada fue de 10 g L^{-1}, según las recomendaciones del fabricante, las aplicaciones se realizaron una vez por semana, entre 7 y 8 de la mañana, vía foliar estimando un aproximado de 5 mL por planta, con una aspersora de mochila, de 15 L.

Control de plagas y enfermedades.

Durante el desarrollo vegetativo se detectó la presencia de gusanos que se alimentaban del área foliar, se removieron manualmente y se monitoreo constantemente para detectar la presencia, se realizó una aplicación del insecticida malatión 1000 (0,0-dimetil fosforoditioato de dietil mercaptosuccinato 83.60 %) a la dosis de 1 ml L^{-1}, mezclado con adherente (1 ml L^{-1}), Nonil fenol éter Polioxietilado

(Equivalente a 298.9 g de i.a./L) 28.47 %, diluyente 71.53 %, como forma de prevenir más incidencia.

Para el control de enfermedades se aplicó propamocarb clorhidrato y procloraz drench, de manera alternada, la concentración utilizada para cada uno fue de 1 mL^{1}. Las aplicaciones se realizaron una vez por semana, solo en el primer mes DDT.

Tratamientos en estudio y diseño experimental

Tratamientos

Se evaluaron tres factores de estudio: silicio (con y sin aplicación), genotipo (crecimiento determinado e indeterminado) y fertilización de fondo (con y sin). Lo que generó ocho combinaciones de tratamientos que se presentan en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3 Generación de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Factor 1	Factor 2	Factor 3
I	Silicio	Genotipo determinado	Fertilización de fondo
II	Silicio	Genotipo determinado	Sin fertilización de fondo
III	Silicio	Genotipo indeterminado	Fertilización de fondo
IV	Silicio	Genotipo indeterminado	Sin fertilización de fondo
V	Sin silicio	Genotipo determinado	Fertilización de fondo
VI	Sin silicio	Genotipo determinado	Sin fertilización de fondo
VII	Sin silicio	Genotipo indeterminado	Fertilización de fondo
VIII	Sin silicio	Genotipo indeterminado	Sin fertilización de fondo

Diseño experimental

Los tratamientos se establecieron en una superficie de 400 m^2, distribuidos en un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo de parcelas subdivididas en cuatro repeticiones; la parcela grande correspondió al silicio, la parcela mediana al genotipo y la parcela chica a la fertilización de fondo.

En total se tuvieron 32 unidades experimentales (Figura 3.12). Cada una correspondió a una cama de 9.25 m de longitud. Se dejaron calles de 1 m entre bloques. La parcela útil se integró por tres plantas ubicadas en la parte central de cada unidad experimental.

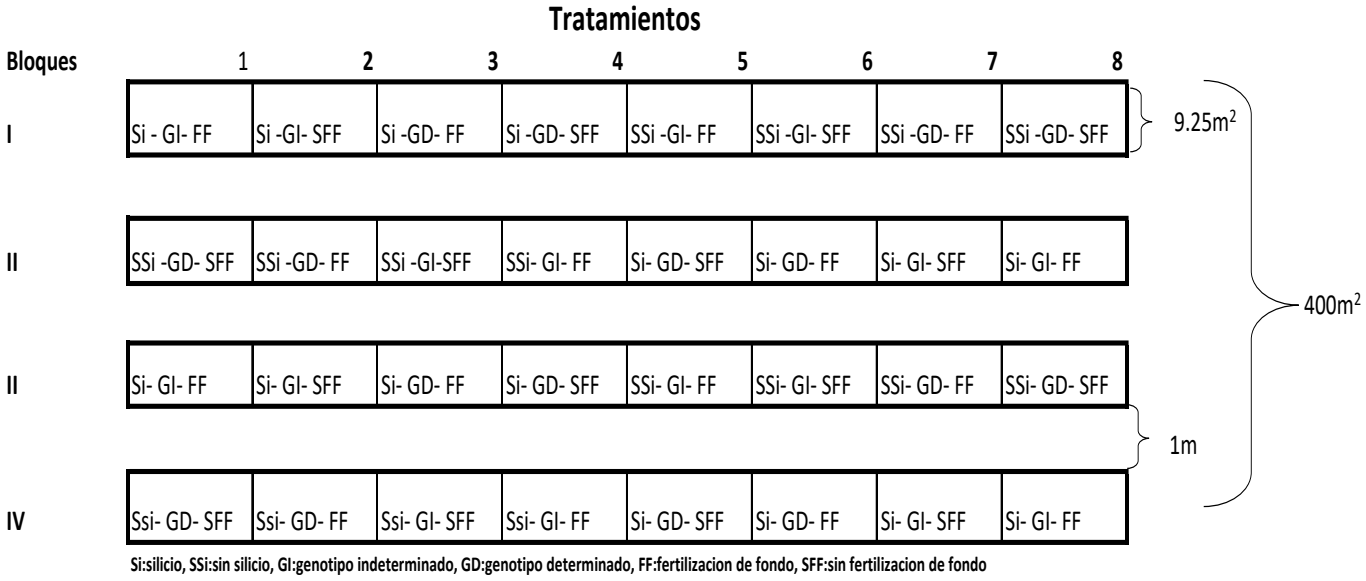

Figura 3.12 Diseño de bloques completamente al azar

Variables de respuesta

En las tres plantas que correspondió a la parcela útil de cada unidad experimental se registraron las variables de respuesta cada 15 días, a partir de los 15 DDT hasta los 105 DDT.

Las variables morfológicas fueron:

Altura de la planta: se midió desde la base del tallo hasta el meristemo apical con un flexómetro metálico.

Diámetro del tallo: con un vernier metálico se midió la base del tallo.

Número de hojas: se contabilizó el número de hojas desarrolladas por planta.

En la etapa productiva se realizó la cosecha de frutos conforme fueron llegando a madurez de cosecha, en estos frutos se registraron las siguientes variables:

Número de frutos: se contabilizó el número total de frutos cosechados por planta.

Diámetro polar y diámetro ecuatorial: Para medir el diámetro polar y el diámetro ecuatorial se utilizó un vernier metálico, se midieron todos los frutos recolectados de la parcela útil de cada unidad experimental (Figura 3.13).

Figura 3.13 Diámetro polar y ecuatorial de frutos de jitomate. Fuente: propia

Peso del fruto: se pesaron los frutos recolectados en la parcela útil de cada unidad experimental, para ello se utilizó una báscula electrónica, con capacidad máxima de 600 g (Figura 3.14).

Figura 3.14 Registro del peso del fruto. Fuente: propia

Sólidos solubles: Esta variable se midió en el laboratorio de la institución, utilizando un refractómetro y se muestreo un fruto por unidad experimental, el procedimiento consistió en cortar un trozo del fruto, y con el líquido que salía de él, se colocó una gota en el lente del aparato ya antes mencionado (Figura 3.15), los resultados se registraron en ^{o}brix.

Figura 3.15 Medición de solidos solubles. Fuente: propia

Firmeza del fruto: Para medir la dureza del fruto se utilizó un penétrometro análogo, utilizado para este propósito un fruto de cada unidad experimental, el criterio de selección empleado, consistió en tomar un fruto al azar, se procuró que todos los frutos tuvieran el mismo grado de maduración, el mismo color (diagnóstico visual), la misma fecha de corte, para evitar diferencias en las mediciones (Figura 3.16), los resultados se registraron en kg cm^{-2}.

Figura 3.16 Medición de la dureza del fruto. Fuente: propia

Análisis estadístico

A los datos obtenidos de cada variable de respuesta se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) usando el programa Statistical Analysis System versión 9.0 (SAS, 2002) y una separación de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad del error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta

La altura de la planta (AP), a los 15, 30, 45 y 60 días después de trasplante (DDT) en el cultivo de jitomate, no presentó diferencias estadísticas significativas a causa de los tratamientos (Cuadro 4.4), estos resultados probablemente se deben a un retraso en la poda de los brotes laterales en los primeros dos meses de establecido el experimento.

Al comparar el efecto de tratamientos a los 75 DDT se aprecian diferencias estadísticas significativas, donde los tratamientos 4 (SSI-SF-GI), y 8 (SI-SF-GI) resultaron con alturas de 3.84 m, y 3.85 m respectivamente, mientras que el tratamiento 5 (SI-FF-GD) resultó con la menor altura de planta con sólo 2.74 m (Cuadro 4.4). Estos resultados pueden deberse al genotipo indeterminado ‘Gabriela’ que mostró mayor altura de la planta (3.62 m), comparado con tratamientos del genotipo determinado ‘Patricia’ con 2.87 m en promedio.

Al comparar la altura de planta a 90 DDT el tratamiento 8 (SI-SF-GI) fue el que registró la mayor altura con 3.85 m, mientras que el tratamiento 5 (SI-FF-GD) resultó con la menor altura de planta con sólo 2.91 m.

Al evaluar la altura de planta a los 105 DDT se observan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, donde las plantas de jitomate del tratamiento 2 (SSI-FF-GI) presentaron la mayor altura con 4.59 m, mientras que las plantas del tratamiento 1 (SSI-FF-GD) y 3 (SSI-SF-GD) resultaron con la menor altura de planta con 3.16 m y 3.08 m, respectivamente (Cuadro 4.4).

Con respecto a los factores principales se observa que no hubo efecto significativo por la aplicación de silicio en el cultivo de jitomate. Este mismo comportamiento se observó con la fertilización de fondo, a excepción de los 75 DDT donde las plantas sin fertilización de fondo fueron más grandes (3.40 m), mientras que aquellas con fertilización de fondo alcanzaron los 3.09 m de altura (Cuadro 4.4).

Cuadro 4.4 Altura (m) de la planta durante el ciclo del cultivo en función de la aplicación de silicio, fertilización de fondo en los genotipos Gabriela y Patricia bajo malla sombra en Apatzingán, Mich.

Tratamiento		15	30	45	60	75	90	105
		Días después del trasplante						
1-.SSI-FF-GD		0.43 a*	0.90 a	2.01 a	2.69 a	2.82 b	2.96 b c	3.16 c
2-.SSI-FF-GI		0.30 a	0.78 a	1.72 a	2.64 a	3.33 a b	3.44 a b c	4.59 a
3-.SSI-SF-GD		0.42 a	1.00 a	1.75 a	2.40 a	2.85 b	2.99 a b c	3.08 c
4-.SSI-SF-GI		0.30 a	0.91 a	1.77 a	2.81 a	3.84 a	3.84 a b	4.32 a b
5-.SI-FF-GD		0.40 a	0.94 a	2.01 a	2.52 a	2.74 b	2.91 c	3.23 b c
6-.SI-FF-GI		0.30 a	0.74 a	1.68 a	2.46 a	3.47 a b	3.77 a b c	4.01 a b c
7-.SI-SF-GD		0.34 a	0.86 a	2.15 a	2.84 a	3.08 a b	3.12 a b c	3.27 b c
8-.SI-SF-GI		0.29 a	0.86 a	1.73 a	2.70 a	3.85 a	3.85 a	4.29 a b
$DMS_{0.05}$		0.15	0.30	0.57	0.77	0.90	0.88	1.10
CV		17.63	14.64	12.91	12.42	11.72	11.09	12.40
Media		0.35	0.87	1.85	2.63	3.25	3.36	3.74
Silicio	SSI	0.36 a	0.90 a	1.81 a	2.63 a	3.21 a	3.31 a	3.79 a
	SI	0.33 a	0.85 a	1.89 a	2.63 a	3.29 a	3.41 a	3.70 a
Fert. Fondo	FF	0.36 a	0.84 a	1.86 a	2.57 a	3.09 b	3.27 a	3.75 a
	SF	0.34 a	0.91 a	1.85 a	2.68 a	3.40 a	3.45 a	3.74 a
Genotipo	GD	0.40 a	0.92 a	1.98 a	2.61 a	2.87 b	2.99 b	3.18 b
	GI	0.30 b	0.82 b	1.73 b	2.65 a	3.62 a	3.72 a	4.30 a
Prob F	S	NS	NS	NS	NS	*	**	**
	F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
	G	**	**	**	NS	**	**	**
	S*F	**	NS	**	**	**	**	**
	S*G	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
	F*G	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	S*F*G	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
$DMSH_{0.05}$	S	0.15	0.36	0.11	1.67	3.21	4.51	4.04
	F	0.04	0.10	0.17	0.18	0.21	0.19	0.21
	G	0.04	0.10	0.17	0.18	0.21	0.19	0.21
	S*F*G	0.15	0.30	0.57	0.77	0.90	0.88	1.10
CV		14.6	14.98	12.18	9.51	8.96	7.80	7.70

*Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey α=0.05). *, **p≤ 0.01 y 0.05, respectivamente; NS= no significativo (p≥ 0.05); $DMSH_{0.05}$ = diferencia mínima significativa honesta al 5% de probabilidad del error. CV = coeficiente de variación. **SSI= Sin Silicio, FF= Con Fertilización de Fondo GD= Genotipo determinado, GI= Genotipo indeterminado, SF= Sin fertilización de fondo y SI= Con Silicio.

Mendoza-de Jesús *et al*. (2010), reportaron que las plantas de jitomate con hábito de crecimiento indeterminado, alcanzaron una altura máxima en promedio de 2.03 m, mientras que las plantas con menor altura solo alcanzaron 1.87 m.

Por su parte Juárez-López *et al*. (2012), evaluaron las caracteristicas de interés agronómico de distintos genotipos de jitomate y señalan alturas que oscilan entre los 2.28 a 2.13 m.

Durante el desarrollo vegetativo, se pudo apreciar que la altura de las plantas de jitomate “Gabriela” fueron más altas durante los primeros 45 DDT, comparado con el genotipo indeterminado “Patricia”. Pero a partir de los 60 días, el genotipo indeterminado “Patricia” tenía una altura de 2.65 m, alcanzando una longitud de 4.30 m a los 105 DDT, tomando en cuenta que Chamarro (1995), señala que en los cultivares indeterminados el tallo principal crece en forma continua con inflorescencias internodales laterales cada 3 hojas, pudiendo crecer hasta 10 m por año.

Diámetro de tallo

La variable de respuesta diámetro de tallo presentó diferencias significativas a los 45 DDT, siendo el tratamiento 8 (SI-SF-GI), con el que se presentó el mayor diámetro de tallo con 2.62 cm, aunque es estadísticamente igual al tratamiento 4 (SSI-SF-GI), cuyo grosor en el diámetro del tallo fue de 2.58 cm. Misma situación se presentó a los 105 DDT, ya que el tratamiento con que se presentó un mayor diámetro del tallo fue con el tratamiento 4 (SSI-SF-GI) con 3.42 cm de grosor, el tratamiento 8 (SI-SF-GI) con 3.29 cm de grosor, fue estadísticamente igual al tratamiento 4. El tratamiento que presentó el menor diámetro del tallo, fue el tratamiento 1 (SSI-FF-GD) con 2.69 cm de grosor (Cuadro 5). Dichos datos difieren de los registrados por Juárez-López *et al*. (2012), cuyos resultados señalan que el mayor grosor alcanzado en el diámetro de tallo fue de 1.81 cm. Por otro lado, Carrillo-Rodríguez y Chávez-Servia (2010) reportaron que el diámetro de tallo varió de 6 a 12 mm en poblaciones semidomesticadas y nativas de jitomate.

Haciendo el análisis de los factores principales, se puede observar que a partir de los 30 DDT los tratamientos con y sin silicio, sin fertilización de fondo, con hábito de crecimiento indeterminado, fueron estadísticamente iguales, registrando un grosor de tallo que oscila entre 1.62 y 1.82 cm, mientras que los tratamientos con habito de crecimiento determinado y fertilización de fondo registraron el menor diámetro de tallo, con 1.45 y 1.44 cm respectivamente. Este mismo comportamiento se registró a los 105 DDT, donde las repeticiones para el factor fertilización de fondo solo alcanzaron los 2.81 cm, mientras que el factor genotipo determinado alcanzó los 2.70 cm. Registrando las plantas con los otros factores un diámetro de tallo entre 2.93 a 3.24 cm (Cuadro 4.5).

Con respecto a los factores principales se observa que no hubo efecto significativo por la aplicación de silicio en el cultivo de jitomate. En cuanto a la fertilización de fondo, se registraron diferencias estadísticas significativas a los 30 DDT, donde las plantas a los que no se les aplicó la fertilización de fondo, dieron mejores resultados, esto se observó a lo largo de todo el ciclo del cultivo. El factor

genotipo, a los 15 DDT no presentó diferencias estadísticas significativas, pero a los 30 DDT, la variedad indeterminada alcanzó un mayor diámetro de tallo esto mismo ocurrió hasta los 105 DDT, alcanzando un grosor de 3.02 cm (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5 Diámetro de tallo (cm) de la planta durante el ciclo del cultivo en función de la aplicación de silicio, fertilización de fondo en los genotipos Gabriela y Patricia bajo malla sombra en Apatzingán, Mich.

Tratamiento		15	30	45	60	75	90	105
		Días después del trasplante						
1.-SSI-FF-GD		0.23 a*	1.28 a	2.10 b c	2.30 c	2.35 c d	2.37 c d	2.69 c d
2.-SSI-FF-GI		0.23 a	1.60 a	2.23 a b	2.45 b c	2.60 b c	2.75 b c	3.14 a b
3.-SSI-SF-GD		0.23 a	1.54 a	2.10 b c	2.34 b c	2.49 b c	2.69 b c	2.79 b c
4.-SSI-SF-GI		0.23 a	2.07 a	2.58 a	2.78 a b	3.11 a	3.41 a	3.42 a
5.-SI-FF-GD		0.23 a	1.34 a	1.64 c	1.81 d	2.04 d	2.16 d	3.32 d
6.-SI-FF-GI		0.23 a	1.53 a	2.23 a b	2.40 b c	2.63 b c	2.74 b c	3.10 a b c
7.-SI-SF-GD		0.25 a	1.65 a	2.29 a b	2.60 a b c	2.79 a b	2.98 a b	3.01 a b c
8.-SI-SF-GI		0.23 a	2.04 a	2.62 a	3.02 a	3.08 a	3.17 a b	3.29 a
$DMSH_{0.05}$		0.03	0.80	0.47	0.45	0.40	0.51	0.45
CV		6.08	20.79	8.96	7.73	6.40	7.66	6.35
Media		0.23	1.63	2.22	2.46	2.64	2.78	2.97
Silicio	SSI	0.23 a	1.62 a	2.25 a	2.47 a	2.64 a	2.80 a	3.01 a
	SI	0.24 a	1.64 a	2.19 a	2.46 a	2.63 a	2.76 a	2.93 a
Fert. fondo	FF	0.23 a	1.44 b	2.05 b	2.24 b	2.40 b	2.50 b	2.81 b
	SF	0.24 a	1.82 a	2.40 a	2.69 a	2.87 a	3.06 a	3.13 a
Genotipo	GD	0.24 a	1.45 b	2.03 b	2.26 b	2.42 b	2.55 b	2.70 b
	GI	0.23 a	1.81 a	2.41 a	2.66 a	2.85 a	3.02 a	3.24 a
Prob. F	S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	F	NS	**	**	**	**	**	**
	G	NS	NS	**	**	**	**	**
	S*F	NS	NS	**	**	**	NS	**
	S*G	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	F*G	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	S*F*G	NS	NS	**	**	**	**	***
$DMSH_{0.05}$	S	0.09	0.40	0.60	0.39	0.04	0.78	1.29
	F	0.01	0.28	0.15	0.12	0.13	0.16	0.13
	G	0.01	0.28	0.15	0.12	0.13	0.16	0.13
	S*F*G	0.03	0.80	0.47	0.45	0.40	0.51	0.45
CV		5.57	22.96	9.13	6.55	6.65	7.79	5.99

*Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey α=0.05). *, **p≤ 0.01 y 0.05, respectivamente; NS= no significativo (p≥ 0.05); $DMSH_{0.05}$ = diferencia mínima significativa honesta al 5% de probabilidad del error. CV = coeficiente de variación. **SSI= Sin Silicio, FF= Con Fertilización de Fondo GD= Genotipo determinado, GI= Genotipo indeterminado, SF= Sin fertilización de fondo y SI= Con Silicio.

Número de hojas

La variable número de hojas, presentó diferencias significativas a los 45 DDT, la mayor producción de hojas se obtuvo con el tratamiento 7 (SI-SF-GD), con un promedio de 35.5 hojas por planta, siendo el tratamiento 2 (SSI-FF-GI) con el que presentó la menor cantidad de hojas. A partir de los 60 días el comportamiento con todos los tratamientos fue similar durante todo el experimento, no se observaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 4.6). Dichos datos difieren a los encontrados por Barraza *et al.* (2004), quienes estudiaron distintos cultivares de jitomate y señalan que las plantas desarrollaron hasta 121.33 hojas. Pero Ramírez y Nienhuis, (2012) reportan resultados similares, donde las plantas estudiadas desarrollaron en promedio 43.4 hojas, esto puede deberse a los cultivares empleados.

Analizando los factores principales, se puede apreciar que no hay diferencias estadisticas significativas, en las plantas de jitomate con y sin la aplicación de silicio, pero el factor fertilización de fondo sólo a los 105 DDT provocó diferencias estadisticas significativas, las plantas sin fertilización presentaron mayor número de hojas (32.8), mientras que aquellas con fertilizacion de fondo tenían en promedio 27.4 hojas. El factor genotipo determinado a los 30 y 45 DDT presentaron diferencias estadisticas significativas, con 21.7 y 32.9 hojas respectivamente, mientras que el genotipo indeterminado fue estadisticamete superior a los 75 y 105 DDT con 42.08 y 35.83 hojas respectivamente (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6 Número de hojas de la planta durante el ciclo del cultivo en función de la aplicación de silicio, fertilización de fondo en los genotipos Gabriela y Patricia bajo malla sombra en Apatzingán, Mich.

Tratamiento		15	30	45	60	75	90	105
		Días después del trasplante						
1.SSI-FF-GD		9.50 a*	22.08 a	32.33 a b	35.67 a	36.25 a	36.00 a	22.50 a
2.SSI-FF-GI		8.08 a	18.17 a	26.67 b	32.00 a	34.25 a	36.17 a	37.83 a
3.SSI-SF-GD		8.75 a	22.00 a	31.33 a b	34.58 a	38.83 a	38.92 a	27.17 a
4.SSI-SF-GI		7.50 a	18.33 a	27.17 a b	37.92 a	45.00 a	45.00 a	39.42 a
5.SI-FF-GD		8.67 a	21.75 a	32.42 a b	36.75 a	34.00 a	36.75 a	20.75 a
6.SI-FF-GI		7.67 a	20.08 a	29.67 a b	32.33 a	44.75 a	38.75 a	28.58 a
7.SI-SF-GD		8.58 a	21.08 a	35.50 a	37.33 a	37.50 a	37.50 a	25.25 a
8.SI-SF-GI		0.33 a	18.83 a	29.17 a b	35.25 a	44.33 a	42.42 a	37.50 a
$DMSH_{0.05}$		3.47	6.48	8.34	10.33	16.71	17.10	22.09
CV		17.46	13.63	11.51	12.37	17.81	18.51	30.91
Media		8.39	20.04	30.53	35.23	39.55	38.94	30.13
	SSI	8.46 a	20.15 a	29.38 a	35.04 a	38.71 a	39.02 a	31.73 a
Silicio	SI	8.31 a	19.94 a	31.69 a	35.42 a	40.40 a	38.85 a	28.52 a
	FF	8.48 a	20.52 a	30.27 a	34.19 a	37.69 a	36.92 a	27.42 b
Fet. Fondo	SF	8.29 a	19.56 a	30.79 a	36.27 a	41.42 a	40.96 a	32.83 a
	GD	8.88 a	21.73 a	32.90 a	36.08 a	37.02 b	37.29 a	24.42 b
Genotipo	GI	7.90 a	18.35 b	28.17 b	34.38 a	42.08 a	40.58 a	35.83 a
	S	NS	NS	**	NS	**	**	**
	F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	G	**	**	**	NS	**	NS	**
Prob. F	S*F	NS	NS	NS	NS	**	**	**
	S*G	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	F*G	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	S*F*G	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS
	S	10.06	22.02	14.32	27.46	50.31	58.24	90.92
	F	0.99	2.02	2.41	2.91	3.91	3.90	4.83
$DMSH_{0.05}$	G	0.99	2.02	2.41	2.91	3.91	3.90	4.83
	S*F*G	3.47	6.48	8.34	10.33	16.71	17.10	22.09
	CV	16.02	13.65	10.68	11.19	13.42	13.59	21.75

*Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey α=0.05). *, **p≤ 0.01 y 0.05, respectivamente; NS= no significativo (p≥ 0.05); $DMSH_{0.05}$ = diferencia mínima significativa honesta al 5% de probabilidad del error. CV = coeficiente de variación. **SSI= Sin Silicio, FF= Con Fertilización de Fondo GD= Genotipo determinado, GI= Genotipo indeterminado, SF= Sin fertilización de fondo y SI= Con Silicio.

Sólidos solubles

El mayor contenido de sólidos solubles se detectó con el tratamiento 6 con 5.0 ºbrix, cuya combinación consistía en la aplicación de silicio, con fertilización de fondo en la variedad indeterminada, el tratamiento que presentó el menor contenido de sólidos solubles fue el 7 con 3.8 ºbrix, al cual se le aplicó silicio, sin fertilización de fondo en variedad determinada, los otros tratamientos no provocaron diferencias significativas entre sí (Cuadro 4.7).

Los resultados son similares a los reportados por Santiago *et al.* (1998), quienes al comparar distintos tipos de jitomate determinado e indeterminado, señalan que el máximo valor reportado fue de 5.0 ºbrix y el que presentó el menor valor sólo alcanzó los 3.9° brix, pero la mayoría de los genotipos arrojaron valores arriba de 4 ºbrix. Urrieta-Velázquez *et al.* (2012) reportaron valores superiores a los 5 ºbrix, y el menor valor registrado corresponde a los 4.81 ºbrix.

El factor genotipo determinado fue estadísticamente diferente a los otros factores, con un valor registrado de 4.47 ºbrix, los valores de los factores silicio, sin silicio, fertilización de fondo, sin fertilización de fondo, y genotipo indeterminado, fueron estadísticamente similares, los valores oscilan entre los 4.66 y los 4.91 ºbrix.

Con respecto a los factores principales, la variedad determinada no presentó diferencias estadísticas significativas, el resto de los factores fue estadísticamente similar (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7 Sólidos solubles en frutos de jitomate a los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich.

Grados brix		
Tratamiento		**ºbrix**
1	**SSI-FF-GD**	4.25 b c
2	**SSI-FF-GI**	4.70 a b
3	**SSI-SF-GD**	4.90 a b
4	**SSI-SF-GI**	4.98 a b
5	**SI-FF-GD**	4.93 a b
6	**SI-FF-GI**	5.00 a
7	**SI-SF-GD**	3.8 c
8	**SI-SF-GI**	4.98 a b
	DMS	0.74
	Media	4.69
Silicio	**SSI**	4.71 a
	SI	4.68 a
Fet. Fondo	**FF**	4.72 a
	SF	4.66 a
Genotipo	**GD**	4.47 b
	GI	4.91 a
	S	**
	F	**
	G	**
Prob. F	**S*F**	NS
	S*G	NS
	F*G	NS
	S*F*G	**
	S	2.81
$DMSH_{0.05}$	**F**	0.20
	G	0.20
	S*F*G	2.81
	CV	5.82

*Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey α=0.05). *, **p≤ 0.01 y 0.05, respectivamente; NS= no significativo (p≥ 0.05); $DMSH_{0.05}$ = diferencia mínima significativa honesta al 5% de probabilidad del error. CV = coeficiente de variación. **SSI= Sin Silicio, FF= Con Fertilización de Fondo GD= Genotipo determinado, GI= Genotipo indeterminado, SF= Sin fertilización de fondo y SI= Con Silicio.

Firmeza de la pulpa

La variable dureza del fruto se midió con un penetrómetro, con el fin de identificar cuál de los tratamientos provoca una mayor firmeza e identificar con cual se logró un proceso de maduración más lento, y se observó que con el tratamiento 5 que consistió en la aplicación de silicio, fertilización de fondo en variedad determinada (SI-FF-GD), presentó el valor más alto con 6.45 kg cm^{-2}, mientras que con el tratamiento que se registró el menor grado de dureza fue el 6 con 2.80 kg cm^{-2}, que consistió en la aplicación de silicio, con fertilización de fondo en la variedad indeterminada (SI-FF-GI) (Cuadro 4.8). Al respecto, Pozo (2019) en un estudio realizado para evaluar el comportamiento agronómico de dos líneas de tomate, encontró que los frutos cosechados alcanzaron una dureza que osciló entre los 5.12 y 5.37, esto es diferente a lo encontrado en el presente estudio, ya que los valores oscilan de 2.80 a 6.45 kg $cm^{-2.}$ Así mismo, en el presente experimento, con el factor genotipo indeterminado (4.11 kg cm^{-2}), y el factor fertilización de fondo (4.31 kg cm^{-2}), las plantas produjeron los frutos con la menor firmeza de la pulpa, que estadísticamente fueron iguales.

Al comparar los factores principales se encontró que los frutos del genotipo determinado presentaron la mayor firmeza de la pulpa con 5.67 kg cm^{-2} (Cuadro 4.8).

Cuadro 4.8 Firmeza de la pulpa de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich.

		Firmeza de la pulpa
Tratamiento		kg/cm^2
1	**SSI-FF-GD**	4.00 b c d
2	**SSI-FF-GI**	3.975 c d
3	**SSI-SF-GD**	6.10 a b c
4	**SSI-SF-GI**	6.03 a b c
5	**SI-FF-GD**	6.45 a
6	**SI-FF-GI**	2.80 d
7	**SI-SF-GD**	6.13 a b
8	**SI-SF-GI**	3.65 d
	DMS	0.74
	CV	5.82
	Media	4.89
Silicio	**SSI**	5.03 a
	SI	4.76 a
Fret. F	**FF**	4.31 b
	SF	5.48 a
Genotipo	**GD**	5.67 a
	GI	4.11 b
	S	NS
	F	NS
	G	**
Prob. F	**S*F**	NS
	S*G	**
	F*G	NS
	S*F*G	NS
	S	2.31
	F	0.67
DMSH$_{0.05}$	**G**	0.67
	S*F*G	2.14
	CV	18.47

*Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey α=0.05). *, **p≤ 0.01 y 0.05, respectivamente; NS= no significativo (p≥ 0.05); DMSH$_{0.05}$ = diferencia mínima significativa honesta al 5% de probabilidad del error. CV = coeficiente de variación. **SSI= Sin Silicio, FF= Con Fertilización de Fondo GD= Genotipo determinado, GI= Genotipo indeterminado, SF= Sin fertilización de fondo y SI= Con Silicio.

Rendimiento

El tratamiento con el que se presentó el mayor rendimiento por unidad de superficie, fue el tratamiento 7, el cual consistió en la aplicación de silicio, sin fertilización de fondo con el genotipo determinado (SI-SF-GD), registró una colecta de 6.77 kg m^2, el tratamiento con el que se tuvo una menor producción fue con SSI-FF-GI que fue de 1.89 kg m^2 (Cuadro 4.9).

Méndez-Galicia *et al.* (2005) registraron un rendimiento de 27.32 kg m^{-2} en plantas de jitomate resultados muy por encima de los registrados en el presente estudio, Mendoza-de Jesús *et al.* (2010), registraron el mayor rendimiento de 4.0 kg m^2, 2.77 kg menos que los reportados en este estudio. El menor resultado reportado por Mendoza-de Jesús *et al.* (2010), fue de 1.56 kg, un resultado muy similar a lo generado en este trabajo. Por su parte, Santiago *et al.* (1998) señalaron que el mejor rendimiento lo obtuvieron los genotipos determinados, alcanzando los 4.05 kg m^2, resultados por debajo de los encontrados en este estudio para el genotipo determinado, mientras que el rendimiento de los genotipos indeterminados fue de 1.17 kg m^2, similar a lo encontrado en este estudio. También Corella-Bernal *et al*., (2011), mencionan que el rendimiento de cinco variedades de tomate tipo saladette, podadas a un tallo y producidas en invernadero tuvieron un rendimiento de 19.4, 18.5, 17.9 y 14.8 kg m^2, resultados muy por encima de los arrojados en este estudio. Con respecto a los factores principales para el rendimiento, la fertilización de fondo (3.01 kg m^2), y el genotipo indeterminado (3.71 kg m^2) fueron estadísticamente iguales con la menor producción de frutos de jitomate, en cambio con el factor sin fertilización de fondo se presentó la mayor producción con 5.66 kg m^2 de jitomate (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9 Rendimiento de jitomate de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich.

		Rendimiento
Tratamiento		kg m^2
1	**SSI-FF-GD**	3.74 b c d*
2	**SSI-FF-GI**	1.89 d
3	**SSI-SF-GD**	6.10 a b
4	**SSI-SF-GI**	5.32 a b c
5	**SI-FF-GD**	3.22 c d
6	**SI-FF-GI**	3.18 c d
7	**SI-SF-GD**	6.77 a
8	**SI-SF-GI**	4.47 a b c d
Media		4.33
Silicio	**SSI**	4.26 a
	SI	4.41 a
Fert. F	**FF**	3.01 b
	SF	5.66 a
Genotipo	**GD**	4.96 a
	GI	3.71 b
	S	NS
	F	NS
	G	**
Prob. F	**S*F**	NS
	S*G	NS
	F*G	NS
	S*F*G	NS
	S	2.32
$DMSH_{0.05}$	**F**	0.99
	G	0.99
	S*F*G	2.83
	CV	31.22

*Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey α=0.05). *, **p≤ 0.01 y 0.05, respectivamente; ns= no significativo (p≥ 0.05); $DMSH_{0.05}$ = diferencia mínima significativa honesta al 5% de probabilidad del error. CV = coeficiente de variación. **SSI= Sin Silicio, FF= Con Fertilización de Fondo GD= Genotipo determinado, GI= Genotipo indeterminado, SF= Sin fertilización de fondo y SI= Con Silicio.

Peso promedio

El peso promedio de fruto por unidad experimental fue similar en todos los tratamientos que tenían entre sus factores a la variedad determinada (Cuadro 4.10), resultados similares fueron reportados por Martínez-Solís *et al*. (2005), quienes compararon distintas variedades de jitomate determinado y ninguno mostró diferencias en el peso promedio del fruto. Sin embargo, la variedad determinada Gabriela comparándola con las variedades analizadas en dicho estudio, presentó un mayor peso promedio, oscilando entre los 115.90 g a los 132.24 g, mientras que el máximo peso reportado en el estudio señalado, fue de 57.4 g.

La variedad indeterminada que presentó un menor peso promedio de sus frutos, siendo el tratamiento 6 (SI-FF-GI) el que registró el menor peso, con sólo 87.99 g, 32.89 g más que lo reportado por Martínez-Solís *et al*. (2005), quienes registraron el mayor peso promedio de 55.1 g para las distintas variedades de jitomate indeterminado tipo saladette que estudiaron (Cuadro 4.10).

Los resultados del peso promedio de fruto, de la variedad indeterminada Patricia encontrados en el presente estudio fueron similares a los reportados por Martínez-Solís *et al*. (2005), pero en jitomate tipo bola. Por su parte Juárez-López *et al.* (2012), señalan que en uno de los genotipos tipo saladette estudiados presentó el mayor peso, con 35.9 g, mientras que el menor peso registrado fue de 13.3 g. en cambio, Mendoza-de Jesús *et al*. (2010) registraron un peso promedio del fruto en Jitomate tipo saladette de 106.58 g, mientas que el menor peso fue de 97.58 g. así mismo Santiago *et al.* (1998) reportaron el mayor peso para una variedad determinada, con 149.4 g, mientras que el genotipo indeterminado solo alcanzó los 31.0 g. Maldonado-peralta *et al.* (2016) reportan un peso promedio de fruto para jitomate tipo saladette de 51.33 g y 46.67 g respectivamente. Por su parte, Jiménez- Chi y Oseás-Ek Uc. (2017), registraron un peso de 53 g y 42 g respectivmente, esto pudo deberse a la fertilización empleada.

Analizando los factores principales, se puede apreciar que la fertilización de fondo, y el genotipo indeterminado (93.88 g) presentaron los menores pesos promedio de fruto y sin diferencias estadisticas significativas entre sí, pero los frutos del genotipo determinado presentaron el mayor peso promedio de fruto con 126.6 g.

Cuadro 4.10 Peso promedio del fruto de jitomate de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich.

Peso promedio de fruto		
Tratamiento		**Gramos (g)**
1	**SSI-FF-GD**	129.27 a*
2	**SSI-FF-GI**	91.39 c
3	**SSI-SF-GD**	132.24 a
4	**SSI-SF-GI**	103.28 b c
5	**SI-FF-GD**	115.90 a b
6	**SI-FF-GI**	87.99 c
7	**SI-SF-GD**	128.98 a
8	**SI-SF-GI**	92.86 c
Media		110.24
Silicio	**SSI**	114.04 a
	SI	106.43 a
Fert. F	**FF**	106.14 b
	SF	114.34 a
Genotipo	**GD**	126.60 a
	GI	93.88 b
	S	NS
	F	NS
	G	**
Prob. F	**S*F**	NS
	S*G	NS
	F*G	NS
	S*F*G	NS
$DMSH_{0.05}$	**S**	20.63
	F	7.39
	G	7.39
	S*F*G	21.52
	CV	9.10

*Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey α=0.05). *, **p≤ 0.01 y 0.05, respectivamente; ns= no significativo (p≥ 0.05); $DMSH_{0.05}$ = diferencia mínima significativa honesta al 5% de probabilidad del error. CV = coeficiente de variación. **SSI= Sin Silicio, FF= Con Fertilización de Fondo GD= Genotipo determinado, GI= Genotipo indeterminado, SF= Sin fertilización de fondo y SI= Con Silicio.

Diámetro polar

Todos los frutos son alargados, pero el tratamiento con el que las plantas presentaron el mayor diámetro polar, fue con aplicación de silicio, fertilización de fondo en variedad determinada (SSI-FF-GD), así mismo sin diferencias estadísticas significativas con los tratamientos 2 (SSI-FF-GI) y 7 (SI-SF-GD) ambos con 7.42 cm de diámetro. El resto de los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, los tratamientos 3 (SSI-SF-GD), 4 (SSI-SF-GI), 6 (SI-FF-GI) y 8 (SI-SF-GI), fueron los que registraron el menor diámetro polar (cuadro 4.11). Dichos resultados son superiores a lo reportado por Juárez-López *et al.* (2012) quienes registraron una longitud del fruto de 3.08 cm, mientras que los que presentaron los menores valores fueron de 1.74 y 1.68 cm respectivamente. Por su parte Maldonado-Peralta *et al*. (2016) registraron un diametro polar de 3.79 cm para el mejor tratamiento. En cambio Urrieta-Velázquez *et al.* (2012) reportan que el diámetro polar alcanzado en los frutos de jitomate tipo saladette fue de 5 cm.

Con respecto a los factores principales, el factor que se le aplicó silicio (6.45 cm), y el de genotipo indeterminado (5.72 cm), no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, ambos presentaron el menor diámetro polar.

En cambio, el genotipo determinado presentó los frutos con mayor diámetro polar con 7.46 cm (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.11 Diámetro polar de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich.

Diámetro polar		
Tratamiento		**Centímetros (cm)**
1	**SSI-FF-GD**	7.91 a*
2	**SSI-FF-GI**	7.42 a
3	**SSI-SF-GD**	5.59 c
4	**SSI-SF-GI**	6.01 c
5	**SI-FF-GD**	7.08 b
6	**SI-FF-GI**	5.59 c
7	**SI-SF-GD**	7.42 a b
8	**SI-SF-GI**	5.71 c
Media		6.59
Silicio	**SSI**	6.73 a
	SI	6.45 b
Fert. F	**FF**	6.54 a
	SF	6.64 a
Genotipo	**GD**	7.46 a
	GI	5.72 b
	S	NS
	F	NS
	G	**
Prob. F	**S*F**	NS
	S*G	NS
	F*G	NS
	S*F*G	**
$DMSH_{0.05}$	**S**	0.20
	F	0.25
	G	0.25
	S*F*G	0.81
	CV	5.21

*Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey α=0.05). *, **p≤ 0.01 y 0.05, respectivamente; NS= no significativo (p≥ 0.05); $DMSH_{0.05}$ = diferencia mínima significativa honesta al 5% de probabilidad del error. CV = coeficiente de variación. **SSI= Sin Silicio, FF= Con Fertilización de Fondo GD= Genotipo determinado, GI= Genotipo indeterminado, SF= Sin fertilización de fondo y SI= Con Silicio.

Diámetro ecuatorial

La variable diámetro ecuatorial en los frutos de jitomate osciló entre 5.07 y 5.41 cm sin presentar diferencias estadísticas significativas a causa de los tratamientos (Cuadro 4.12). Juárez-López *et al*. (2012), señalan que el mayor diámetro de fruto, fue de 5.96 cm, mientas que el valor más pequeño registrado fue de 3.22 cm, el valor más grande encontrados por Juárez-López *et al*. (2012), son similares a lo reportado en el presente estudio, sin embargo el margen reportado en su estudio es mas amplio, ya que el valor mas pequeño que se registro difiere a lo asentado en el presente estudio. Por su parte, Maldonado-Peralta *et al*. (2016) registraron un diametro polar de 4.71 cm para el mejor tratamiento, un resultado menor a lo reportado en el presente estudio.

Al comparar los factores principales se observó que los frutos del genotippo determinado presentaron el mayor diametro ecuatorial (5.36 cm) con diferencias estadisticas significativas, mientras que el genotipo indeterminado presentó los frutos con el menor diametro ecuatorial con 5.20 cm en promedio (Cuadro 4.12).

Cuadro 4.12 Diámetro ecuatorial de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich.

Diámetro ecuatorial		
Tratamiento		Centímetros (cm)
1	SSI-FF-GD	5.39 a*
2	SSI-FF-GI	5.15 a
3	SSI-SF-GD	5.39 a
4	SSI-SF-GI	5.40 a
5	SI-FF-GD	5.27 a
6	SI-FF-GI	5.07 a
7	SI-SF-GD	5.41 a
8	SI-SF-GI	5.16 a
	Media	5.28
Silicio	SSI	5.33 a
	SI	5.23 a
Fert. F	FF	5.22 a
	SF	5.34 a
Genotipo	GD	5.36 a
	GI	5.20 b
	S	NS
	F	NS
	G	**
Prob. F	S*F	NS
	S*G	NS
	F*G	NS
	S*F*G	NS
	S	0.19
	F	0.16
$DMSH_{0.05}$	G	0.16
	S*F*G	0.47
	CV	4.10

*Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey α=0.05). *, **p≤ 0.01 y 0.05, respectivamente; ns= no significativo (p≥ 0.05); $DMSH_{0.05}$ = diferencia mínima significativa honesta al 5% de probabilidad del error. CV = coeficiente de variación. **SSI= Sin Silicio, FF= Con Fertilización de Fondo GD= Genotipo determinado, GI= Genotipo indeterminado, SF= Sin fertilización de fondo y SI= Con Silicio.

Número de frutos

La variable número de frutos, presentó diferencias significativas por unidad experimental, siendo el tratamiento 4 (SSI-SF-GI), el que registró el mayor número de frutos por planta (22 F/P), comparándolo con lo registrado por Martínez-Solís *et al*. (2005), el número de frutos cosechado fue bajo, ya que en dicho estudio se encontraron hasta 52 frutos por planta, 30 frutos más que los recolectados en el presente estudio. El tratamiento que presentó el menor número de frutos fue el tratamiento 2 (SSI-FF-GI) con un promedio de 8.3 frutos por planta. Al respecto, Jiménez-Chi y Oseás-Ek Uc (2017) registraron que con el mejor tratamiento que contenia fertilizacion de fondo inoculado con bacterias, sólo obtuvieron 12 frutos por planta. Por otra parte, Burbano y Vallejo (2017), reportarón que la mayoria de los tratamientos de la cruza de jitomate determinaado e indeterminado produjeron entre 27 y 40.70 frutos por planta en jitomate, resultados por encima de los encontrados en el presente estudio.

Las plantas sin fertilización de fondo fueron más productivas con 19.6 frutos/planta y con diferencias estadísticas significativas, mientras que aquellos sin fertilización de fondo la menor producción, con solo 11.1 frutos/planta (Cuadro 4.13).

Cuadro 4.13 Número de frutos a días de trasplante de los genotipos Gabriela y Patricia en los diferentes tratamientos bajo malla sombra en Apatzingán, Mich.

Número de frutos		
Tratamiento		**Fruto/planta**
1	**SSI-FF-GD**	11.67 a b c*
2	**SSI-FF-GI**	8.33 c
3	**SSI-SF-GD**	18.25 a b c
4	**SSI-SF-GI**	22.00 a
5	**SI-FF-GD**	10.97 b c
6	**SI-FF-GI**	13.50 a b c
7	**SI-SF-GD**	19.75 a b
8	**SI-SF-GI**	18.50 a b c
Media		15.36
Silicio	**SSI**	15.04 a
	SI	15.69 a
Fert. F	**FF**	11.10 b
	SF	19.63 a
Genotipo	**GD**	15.56 a
	GI	15.17 a
	S	NS
	F	**
	G	NS
Prob. F	**S*F**	NS
	S*G	NS
	F*G	NS
	S*F*G	NS
$DMSH_{0.05}$	**S**	19.53
	F	3.97
	G	3.97
	S*F*G	10.56
	CV	35.03

*Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey α=0.05). *, **p≤ 0.01 y 0.05, respectivamente; ns= no significativo (p≥ 0.05); $DMSH_{0.05}$ = diferencia mínima significativa honesta al 5% de probabilidad del error. CV = coeficiente de variación. **SSI= Sin Silicio, FF= Con Fertilización de Fondo GD= Genotipo determinado, GI= Genotipo indeterminado, SF= Sin fertilización de fondo y SI= Con Silicio.

Al combinar el factor silicio, sin fertilización de fondo en genotipo indeterminado, se obtuvo un mayor rendimiento, así como frutos más pesados, buena firmeza de la pulpa, y buen diámetro polar. Los tratamientos sin silicio, con fertilización de fondo, en genotipo indeterminado, favorecieron el desarrollo de las plantas, tuvieron una mayor altura, así como mayor diámetro polar y mejor contenido de grados brix^0, sin embargo, fue el que registró el menor número de frutos. La menor altura fue registrada en los tratamientos sin silicio, con y sin fertilización de fondo en genotipo determinado, esto como era de esperarse se debió al hábito de crecimiento, en el genotipo indeterminado se puede apreciar que hubo un mayor desarrollo en el diámetro del tallo, mayor altura, mayor contenido de sólidos solubles, y un mayor número de frutos, en cuanto al genotipo determinado alcanzó un mejor peso promedio de frutos, un mayor rendimiento.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de silicio no presento diferencias estadísticas significativas en las variables evaluadas con excepción del diámetro de tallo.
2. El genotipo indeterminado se adaptó de manera satisfactoria al establecimiento en casa malla sombra en el municipio de Apatzingán, Mich.
3. La variedad indeterminada y las plantas sin fertilización de fondo presentaron un mayor diámetro de tallo a partir de los 30 DDT.
4. El mayor número de frutos (22) se registró en las plantas de jitomate del tratamiento 4 (SSI-SF-GI) y el peor tratamiento fue el 2 (SSI-FF-GI), solo produjo 8.3 frutos por planta.
5. La altura de las plantas de jitomate “Gabriela” en los primeros 45 DDT presentaron mayor crecimiento en altura y número de hojas, pero a partir de los 75 DDT el jitomate “Patricia” fueron más altas y con mayor número de hojas por planta.
6. Los frutos del tratamiento 6 (SI-FF-GI) fueron más dulces (5 ^{o}brix), mientras que aquellos del tratamiento 7 (SI-SF-GD) tenían sólo 3.8 ^{o}brix.
7. El genotipo indeterminado presento menor producción (1478 g), menor peso promedio del fruto (93.8 g) y frutos con 4.9 ^{o}brix, mientras que el genotipo determinado fue más productivo (2708 g), con mayor peso promedio de fruto (126.6 g) y frutos con 4.5 ^{o}brix.
8. Los frutos de las plantas de jitomate sin fertilización de fondo presentaron mayor firmeza en la pulpa de la fruta, peso promedio de fruto y número de fruto por planta que aquellos con fertilización de fondo.
9. Los frutos del genotipo determinado fueron más firmes, con mayor diámetro polar, y diámetro ecuatorial que el genotipo indeterminado.

LITERATURA CITADA

AEFA. (2017). *El silicio como fertilizante y bioestimulante agricola* . Recuperado el 28 de 03 de 2021, de https://aefa-agronutrientes.org/el-silicio-como-fertilizante-y-bioestimulante-agricola#:~:text=El%20silicio%20tiene%2C%20por%20tanto,dura%20y%20a%20la%20vez%20el%C3%A1stica.

Álvarez Hernández, J. C. (2012). Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades en plantas de tomate (Solanum lycopersicum L.) injertadas. *Acta Agronómica, 61*(2), 117-125.

Alves F, R., Martins A, E., Pereira , J., De Mello Prado, R., Alves dos Santos, A. C., Sasamoto Aragão, A., . . . Freitas da Costa, C. (2018). Nutrition and production of Helianthus annuus in a function of application of leaf silicon. *Journal of Plant Nutrition*, 1532-4087.

Aurelio Larín, M., Alfonzo Díaz, L., Flor de Serrano, R., & E. Fuentes, F. (2018). *Cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum).* Recuperado el 03 de 06 de 2021, de http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa_Tomate%202019.pdf

Barraza, F. V., Fischer, G., & Cardona, C. E. (2004). Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) en el Valle. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 22*(1), 81-90.

Barrios Díaz, J. M., Suárez Blanco, B., Cruz Romero, W., Barrios Díaz, B., Vázquez Huerta, G., Ibáñez Martínez, A., & Moreno Velázquez, D. (2015). Fertilización fosfatada en rendimiento y calidad de tomate en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 6*(4), 897-904.

Bauchet, G., & Causse, M. (2012). Genetic Diversity in Tomato (Solanum lycopersicum) and Its Wild Relatives. *Genetic diversity in plants, IN-TECH Education and Publishing, 51-0185*(7), 978-953.

Burbano , E. E., & Vallejo , C. F. (2017). Production of “chonto” tomato lines, Solanum lycopersicum Mill., with expression of the sp gene responsible of determinate growth. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS, 11*(1), 63-71.

Camargo, M., Bezerra, B., Holanda, L., Oliveira, A., Vitti, A., & Silva, M. (2019). Silicon Fertilization Improves Physiological Responses in Sugarcane Cultivars Grown Under Water Deficit. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* .

Carbajal, V. H., Ramírez Olvera, S. M., Buendía Valverde, M. d., Guzmán Báez, G. A., Sentíes Herrera, H. E., Gómez-Merino, F. C., . . . Carbajal, V. H. (21 de SEPTIEMBRE de 2017). *LA APLICACIÓN FOLIAR DE SILICIO EN VARIABLES DE CRECIMIENTO DE CRECIMIENTO DE PLANTAS DE TOMATE CRECIDAS BAJO CONDICIONES DE ESTRES SALINO.* Recuperado el 30 de 10 de 2019, de http://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2018/05/MEMORIA_MESA_2B_3_CONGRESO2017.pdf

Carrillo-Rodríguez, J. C., & Chávez-Servia, J. L. (2010). CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE MUESTRAS DE TOMATE DE OAXACA. *Revista Fitotecnia Mexicana, 33*(4), 1-6.

Carrillo-Rodríguez, J. C., Chávez-Servia, J. L., Rodríguez-Ortiz, G., Enríquez-del Valle, R., & Villegas-Aparicio, Y. (2013). Variación estacional de caracteres agromorfológicos en poblaciones nativas de jitomate (Solanum lycopersicum L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas , Esp*(6), 1081-1091.

Chamarro, J. (1995). *El Cultivo del tomate.* Epaña: Mundi-Prensa.

Charcape, M., & Mostacero, J. (2004). Parientes silvestres de Lycopersicon esculentum Miller "tomate", en el norte peruano. *UNIVERSALIA, 7*(2), 91-1078.

Chemicals, H. (2014). *Recomendaciones nutricionales para tomate en campo abierto, acolchado o túnel e invernadero*. Recuperado el 20 de 08 de 2021, de http: //www.haifa-group.com/spanish/files/Languages//Spanish/Tomate_2014.pdf

Corella-Bernal , R. A., Soto-Ortiz , R., Escobozo-García , F., Grimaldo-Juárez , O., & Huez-López, M. A. (2011). EVALUACIÓN DE 5 CULTIVARES DE TOMATE TIPO SALADETTE EN INVERNADERO PARA EL VALLE DE MEXICALI. *XIV CONGRESO INTERNACIONAL EN CIENCIAS AGRÍCOLAS*, 994.

Cronquist, A. (1984). *Introduccion a la botanica* (2 ed.). Mexico : CECSA.

Esquinas- Alcázar, J. T., & Nuez V, F. (1995). *Situacion taxonomica, domesticacion y difusion del tomate* (El cultivo del tomate ed.). España: Mundi-Prensa .

Environment, H. (2015). *IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE JITOMATE EN MÉXICO*. Recuperado el 5 de 11 de 2019, de http://hidroponia.mx/importancia-del-cultivo-de-jitomate-en-mexico/

FAO. (2002). *El cultivo protegido en clima mediterraneo* . Recuperado el 16 de 03 de 2021, de http://www.fao.org/3/s8630s/s8630s00.htm#Contents

FIRA, f. (2017). *Tomate rojo* . Recuperado el 06 de 11 de 2019, de https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=65310

Fornaris, G. J. (2007). CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA. *Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate de Ensalada, 166*(1), 1-6.

Garcia , E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificacion climatica de Koppen* (6 ed.). mexico : instituto de geografia universidad nacional autonoma de mexico .

INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos .* Recuperado el 31 de 10 de 19, de http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/16/16006.pdf

INFOAGRO. (2017). *EL CULTIVO DEL TOMATE (1ª parte)*. Recuperado el 21 de 03 de 2021, de https://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm

Intagri. (2017). Control de malezas en cultivos hortícolas . *Fitosanidad* (5), 84.

INTAGRI. (2017). Soluciones Nutritivas para el Cultivo de Tomate. *INTAGRI, Serie Horticultura Protegida*(33), 5.

INTAGRI. (2019). *Silicio para la nutricion y produccion vegetal*. Recuperado el 28 de 03 de 2021, de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/silicio-para-la-nutricion-y-proteccion-vegetal

Jasso C., C., Martinez G., M. A., Chavez V., J. R., Ramirez T, J. A., & Graza, E. (2012). *Guía para cultivar jitomate en condiciones de malla sombra en San Luis Potosí.* San luis potosi: INIFAP.

Jenkins, J. A. (1948). The origin of the cultivated tomato. *Economic Botany, 2*(4), 379-392.

Jiménez-Chi, J. A., & Oseas-EK UC, A. (2017). Producción orgánicaProducción orgánica de tomate saladet (Solanum Lycopersicum) mediante la inoculación de bacterias. *Revista de Energía Química y Física, 4*(10), 19-25.

Juárez–López, P., Castro–Brindis, R., Colinas–León, T., Sandoval–Villa, M., Ramírez–Vallejo, P., Wm. Reed, D., . . . King, S. (2012). Evaluación de características de interés agronómico de siete genotipos nativos de jitomate (Lycopersicon esculentum Mili.) cultivados en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura, 18*(2), 207-216.

Maldonado-Peralta, R., Ramírez-Vallejo, P., González Hernández, V., Castillo-González, F., Sandoval-Villa, M., Livera-Muñoz, M., & Cruz-Huerta, N.

(2016). AGRONOMIC WEALTH IN MEXICAN COLLECTIONS OF NATIVE TOMATOES (Solanum lycopersicon L.) . *Agroproductividad:, 9*(12), 68-75.

Maroto, J. V. (1994). *Horticultura herbácea especial* (4 ed.). Madrid: Mundi-prensa.

Martínez-Solís, J., Peña-Lomelí, A., Rodríguez-Pérez, J. E., Villanueva-Verduzco, C., Sahagún-Castellanos, J., & Peña-Ortega, M. G. (2005). COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN HÍBRIDOS DE JITOMATE Y SUS RESPECTIVAS POBLACIONES F2. *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA , 11*(2), 299-307.

Méndez-Galicia, T., Sánchez-Del Castillo, F., Sahagún-Castellanos, J., & Contreras-Magaña, E. (2005). DOSELES ESCALERIFORMES CON HILERAS DE PLANTAS DE JITOMATE ORIENTADAS EN DIRECCIÓN ESTE-OESTE. *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, 11*(1), 185-192.

Mendoza-de Jesús, V., Sahagún-Castellanos, J., Rodríguez-Pérez, J. E., Legaria-Solano, J. P., Peña-Lomelí, A., & Pérez-Grajales, M. (2010). HETEROSIS INTERVARIETAL EN JITOMATE DE CRECIMIENTO INDETERMINADO TIPO SALADETE. *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, 16*(1), 57-66.

Molina, E. (s.f.). *FERTILIZACIÓN DE TOMATE.* Recuperado el 17 de 11 de 2019, de http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/FERTILIZACION%20TOMATE%202016.pdf

Montiel-Peralta, E., Ávila-Alistac, N., Montiel-Peralta, E., & Chamú-Baranda, J. A. (2020). Incidencia de marchitez en genotipos de jitomate (Solanum lycopersicum) en diferentes sistemas de producción bajo malla sombra. *Revista Mexicana de FITOPATOLOGÍA*, 225-225.

Moya, C., Álvarez, M., Florido, M., & Plana, D. (2003). CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE UNA COLECCIÓN DE VARIEDADES, LÍNEAS DE HÍBRIDOS DE TOMATE (Lycopersicon esculentum Mill) EN CONDICIONES DE ORGANOPÓNICOS. *Cultivos Tropicales, 24*(3), 51-58.

Peralta , I. E., knapp, S., & Spooner , D. M. (2005). New species of wild tomatoes (Solanum section Lycopersicon): Solanaceae from Northem Peru . *Systematic Botany, 30*(2), 424-434.

Peralta , I. E., & Spooner, D. M. (2006). *Genetic Improvement of Solanaceous Crops Volume 2: Tomato.* india: Taylor & francis group.

Pozo, W. V. (2019). *COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS LINEAS PROMISORIAS DE TOMATE (Lycopersicum esculentum Mill.) EN RIO VERDE, CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA*. Recuperado el 06 de 06 de 2021, de https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5538/1/UPSE-TIA-2020-0019.pdf

Quiroga, A. M. (2016). *RESPUESTA A LAS APLICACIONES DE SILICIO EN EL CULTIVO DE PEPINO (Cucumis sativus L) VARIEDAD MODAN, EN CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO BAJO CUBIERTA EN CULIACÁN,*

SINALOA. Recuperado el 31 de 10 de 2019, de https://pdfs.semanticscholar.org/bea1/aba0be6d00e904918057bc2ac23ce81faf0f.pdf

Ramírez, C., & Nienhuis, J. (2012). Evaluación del crecimiento y productividad del tomate (Lycopersicon esculentum Mill) bajo cultivo protegido en tres localidades de Costa Rica. *Tecnología en Marcha., 25*(1), 3-15.

Rosique , M. (2016). *Plantea tu vida en verde* . Recuperado el 5 de 11 de 2019, de https://www.planteaenverde.es/blog/la-tierra-de-diatomeas-todos-sus-usos-y-aplicaciones/

Sajal , P., Biplab, P., Badole, S., Chand Hazra, G., & Biswapati, M. (2016). Effect of Silicon Fertilization on Growth, Yield, and Nutrient Uptake of Rice. *COMMUNICATIONS IN SOIL SCIENCE AND PLANT ANALYSIS, 47*(3), 284–290.

Sandhya, K., Basavarajappa Prakash, N., & Dominique Meunier, J. (2018). Diatomaceous earth as source of silicon on the growth and yield of rice in contrasted soils of Southern India. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 18*(2), 344-360.

Santiago, J., Mendoza, M., & Borrego, F. (1998). EVALUACIÓN DE TOMATE (Lycopersicon esculentum, MILL) EN INVERNADERO: CRITERIOS FENOLÓGICOS Y FISIOLÓGICOS. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA, 9*(1), 59-65.

SIAP. (2016). *JITOMATE MEXICANO*. Recuperado el 05 de 11 de 2019, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257077/Potencial-Jitomate.pdf

SIAP. (2017). Atlas agroalimentario 2017. *SIAP-SAGARPA*, 231.

SIAP, S. d. (2016). *El jitomate (tomate rojo) se utiliza como un medicamento natural, contiene vitaminas y minerales para prevenir algunas enfermedades.* Recuperado el 06 de 11 de 2019, de https://www.gob.mx/siap/articulos/jitomate-tomate-rojo-es-una-hortaliza-y-sus-propiedades-son-un-medicamento-natural

SMART. (2018). *La Fertilización del Cultivo de Tomate*. Recuperado el 18 de 11 de 2019, de https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/tomato-fertilizer

Tapia, B. (2013). *La industria de la pasta de tomate*. Recuperado el 7 de 11 de 2019, de www.odepa.gob.cl

Urrieta-Velázquez, J. A., Rodríguez-Mendoza, M., Ramírez-Vallejo, P., Baca-Castillo, G. A., Ruiz-Posada, L., & Cueto-Wong, J. A. (2012). VARIABLES DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE TRES SELECCIONES DE JITOMATE DE COSTILLA (Solanum lycopersicum L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura, 18*(3), 371-381.

ANEXOS

Anexo 1. Formula de la solución Steiner

Solución Steiner

Me L^{-1}	**Aniones**			**Cationes**		
	NO^{-}_{3}	$H_2PO_3^{-}$	SO_4^{-2}	K^{+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}
	12	1	7	7	9	4