



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE MORELIA

“SUSTRATOS ORGANOMINERALES EN EL RENDIMIENTO DE JITOMATE BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO”

TESIS

QUE PRESENTA:

JESUS OMAR RANGEL GARCIA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERIA EN AGRONOMIA

ASESOR:

ANTONIO TAPIA MEDINA

MORELIA, MICHOACÁN, OCTUBRE 2022



Km. 6.5 Carretera Morelia - Salamanca, C.P.58100 Morelia, Mich. Tel.4433500660
e-mail: dir_vmorrelia@tecnmmx tecnm.mx | vmorrelia.tecnm.mx



Ricardo Flores
Año de **Magón**
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA



ANEXO XXXIII. FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Morelia, Michoacán; a 28 de septiembre del 2022

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

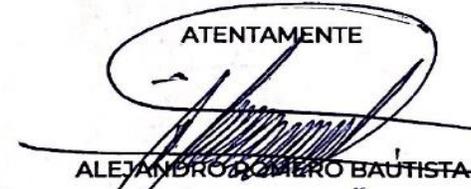
C. MARÍA ELENA GALLEGOS GARCÍA
JEFA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre del estudiante y/o egresado:	Jesús Omar Rangel García
Carrera:	Ingeniería en Agronomía
No. de control:	16850347
Nombre del proyecto:	"SISTRATOS ORGANOMINERALES EN EL RENDIMIENTO DE JITOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO"
Producto:	Tesis

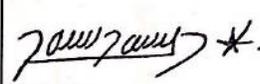
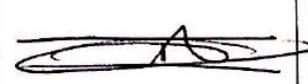
Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE



ALEJANDRO ROMERO BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍAS



			
ANTONIO TAPIA MEDINA PRESIDENTE	ADRIANA FERNÁNDEZ PÉREZ SECRETARIO	JADE YURITZI HERNÁNDEZ CASTRO VOCAL	ISAAC ANTONIO OSORIO ARCIGA VOCAL SUPLENTE

* solo aplica para el caso de tesis o tesina
c.c.p.- Expediente.



AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, dedico este trabajo a Dios, ya que me permitió cumplir esta meta y nunca se apartó de mí, porque sin él no existiera nada de lo que tenemos hoy en día. Gracias a él tengo una vida rodeada de mis seres queridos principalmente mi familia, amigos, conocidos que estimo, quiero y son parte fundamental en este logro.

A dos personas que he visto juntos desde que tengo mis primeros recuerdos y que siempre me han ayudado incondicionalmente. Mis padres, Margarita García y José Cesario Rangel Tirado por ser el cimiento económico, moral y espiritual que me sostuvo durante el transcurso de mi carrera.

Una persona muy importante que me acompañó a lo largo de todo este proyecto mi esposa, Naara Elizabeth Morales González que, sin importar el día y hora, estuvo conmigo y me acompañó a lo largo de este proyecto.

A mi hermana Palmira Rangel García por siempre apoyarme económicamente en los momentos más necesarios y muy especialmente a mi hermana Verónica Erandi Rangel García por ayudarme y compartirme toda su experiencia que tiene en su campo laboral.

Sin embargo, tengo que agradecer mucho a dos personas principalmente que a pesar de ser poco el tipo que tengo de conocerlos me he dado cuenta que son unas excelentes personas y sin ellas no hubiera podido lograr cumplir esta meta. Antonio Tapia Medina y Adriana Fernández Pérez, gracias por el tiempo dedicado y por compartir sus conocimientos, consejos, experiencia en el campo laboral como ingenieros agrónomos. Gracias por ayudarme y tenerme la confianza de que yo puedo realizar este proyecto. Por todos esos conocimientos que me compartieron y gracias a ellos hoy me siento más capacitado para realizar y desempeñar un buen trabajo como ingeniero agrónomo.

RESUMEN

El jitomate es considerado como una de las más importantes hortalizas en México.

En este proyecto se evaluaron cuatro diferentes tipos de sustratos, estos mismos en el cultivo de jitomate, considerándolos por igual bajo las condiciones que se tienen en un invernadero, es decir bajo el mismo clima, temperatura, aireación, corrientes de viento, luminosidad, enfermedades, nutrición, etc.

El primer tratamiento fue el testigo es decir este fue 100% tezontle.

El segundo tratamiento que tuvimos fue una mezcla de 15% de fibra de coco y 85% de tezontle.

El tercero que evaluamos también fue una mezcla 15% composta y 85%tezontle.

El cuarto tratamiento a evaluar fue de 30%composta y un 70% de tezontle.

Donde se observó que de estos cuatro tratamientos dos fueron los que obtuvieron mayor resultado.

El tercer tratamiento, el cual tiene 15 % de composta y 85% tezontle, así como el cuarto tratamiento que tiene 30% de composta y 70% tezontle, tales son los que contienen composta por lo que se observó que obtuvieron mayor número de frutos cosechados y de mayor calibre.

Siendo el cuarto tratamiento el que obtuvo el primer lugar en cantidad de frutos, tamaño y calidad en comparación con los otros tres tratamientos analizados.

Por otro lado, se observó que el tratamiento dos el cual contiene la fibra de coco en un 15 % y tezontle en 85%, fue el que obtuvo el menor número de frutos e incluso menos que el que fue testigo.

Sin embargo, el que contenía la fibra de coco dio mejor resultado, ya que sus frutos, los tuvo de mayor tamaño que el testigo, pero aun así no más grandes que el cuarto tratamiento.

Para poder llevar a cabo este análisis y obtener las conclusiones antes mencionadas se requirieron insumos y/o materiales. Que fueron de gran ayuda como fue sustratos, bolsas de 40X40 negra tratada contra rallo ultra violeta y que tuviera fuelle, semillas de jitomate variedad dueto, todo un sistema de riego que (consta de un tinaco con una capacidad de 1000 litros, tubo de 1" y 2", codos, cemento, bomba, manguera, tubin, estacas), fertilizantes para las soluciones nutritivas, hilo tomatero calibre 12 negro tratado contra rayos ultra violeta, tijeras para podar y equipo de limpieza para mantener limpio y ordenado el invernadero.

Los cuales fueron de suma importancia ya que sin ellos no se hubiera llevado a cabo el proyecto antes mencionado.

SUMARY

The tomato is considered one of the most important vegetables in Mexico.

In this project, four different types of substrates were evaluated, these same in the tomato crop, considering them equally under the conditions that exist in a greenhouse, that is, under the same climate, temperature, aeration, wind currents, luminosity, diseases. , nutrition, etc.

The first treatment was the control, that is, it was 100% tezontle.

The second treatment we had was a mixture of 15% coconut fiber and 85% tezontle.

The third that we evaluated was also a mixture of 15% compost and 85% tezontle.

The fourth treatment to be evaluated was 30% compost and 70% tezontle.

Where it was shown that of these four treatments, two were the ones that obtained the best results.

The third treatment, which has 15% compost and 85% tezontle, as well as the fourth treatment, which has 30% compost and 70% tezontle, are those that contain compost, so it will be used that You will obtain a greater number of fruits harvested and of greater caliber.

Being the fourth treatment the one that obtained the first place in quantity of fruits, size and quality in comparison with the other three treatments analyzed.

On the other hand, treatment two, which contains coconut fiber in 15% and tezontle in 85%, was the one that obtained the least number of fruits and even less than the one that was witness.

However, the one containing coconut fiber gave better results, since its fruits were larger than the control, but still not larger than the fourth treatment.

In order to carry out this analysis and obtain the aforementioned conclusions, supplies and/or materials were required. That they were of great help such as substrates, 40X40 black bags treated against ultraviolet rays and that had bellows, tomato seeds of the duet variety, an entire irrigation system that (consists of a water

tank with a capacity of 1000 liters, a tube of 1 " and 2", elbows, cement, pump, hose, tub, stakes), fertilizers for nutrient solutions, 12-gauge black tomato thread treated against ultraviolet rays, pruning shears and cleaning equipment to keep the greenhouse clean and tidy.

Which were of the utmost importance since without them the aforementioned project would not have been carried out.

INDICE

Contenido

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
SUMARY	6
INDICE DE GRAFICAS	11
INDICE DE IMAGENES	12
INDICE DE CUADROS	13
1. INTRODUCCION	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3. OBJETIVOS	16
3.1 Objetivo general.	16
3.2 Objetivos específicos.	16
5. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	18
6. FORMULACION DE HIPOTESIS	19
6.1Hipótesis alterna.	19
6.2Hipótesis nula.	19
7.MARCO TEORICO	20
7.1 Importancia del cultivo de jitomate.	20
7.2 Sistemas de producción intensiva en el cultivo de jitomate.	22
7.2.1 Tecnología asociada.	23
7.2.1.1 Sistemas de Producción.....	23
7.2.1.2 Sistemas de Fertilización Carbónica.....	23
7.2.1.3 Sistemas de Refrigeración.....	23
7.2.1.4 Sistemas de Calefacción.....	23
7.2.1.5 Sistemas de Riego.....	24
7.2.2 Ventajas.....	24
7.2.3 Desventajas.....	24
7.3 Los sustratos en la producción de jitomate bajo invernadero.....	25
7.3.1 Propiedades de los sustratos.....	26
7.3.2 Propiedades físicas:	26
7.3.3 Propiedades químicas:	26
7.3.4 Otras propiedades:	27

7.3.5 Clasificación de los sustratos.....	27
7.3.5.1 Sustratos orgánicos:	27
7.3.5.1.1 Fibra de coco:.....	28
7.3.5.1.2 Turbas:	28
7.3.5.1.3 La cascarilla de arroz.....	28
7.3.5.2 Sustratos inorgánicos:	29
7.3.5.2.1 La arena:	29
7.3.5.2.2 Perlita:.....	29
7.3.5.2.3 La vermiculita:.....	29
7.3.6 Criterios de elección de un sustrato:.....	30
7.4 Efecto de los sustratos en la productividad de jitomate.	31
8 MATERIALES Y METODOS	34
8.1 Localización.....	34
8.2 Materiales, equipos y herramientas.	34
8.3 Establecimiento del cultivo.	35
8.3.1 Preparación del invernadero.....	35
8.3.2 Conformación de sustratos.	35
8.3.3. Selección de semilla y germinación.....	36
8.3.3.1 Características de la variedad dueto.	36
8.3.5 Establecimiento del cultivo.....	37
8.3.5.1 Trasplante arreglos de plantación.....	38
8.3.6 Seguimiento.....	38
8.3.6.1. Prueba de caculo de gasto de agua.....	39
8.3.6.2 Tutorio.	39
8.3.6.3 Deschuponar la planta.....	39
8.3.6.4 Marcar los tratamientos.....	39
8.3.6.5. Polinización.....	40
8.3.6.6. Aplicación de citocininas, insecticidas y funguicidas.....	40
8.3.7 Nutrición de la planta.	40
8.3.8 Cosecha.....	41
8.4 Diseño del experimento.	41
8.4.1 Conformación de tratamientos.....	41
8.4.2 Diseño experimental.	42

4.4.3. Modelo matemático.....	43
8.5 Variables respuesta.....	43
8.5.1 Variables de rendimiento.....	43
8.5.2 Variables de calidad.....	43
8.6 Análisis de la información.....	44
9 RESULTADOS.....	45
9.1 Cantidad de frutos por tratamiento.....	45
9.2 Peso total de frutos por tratamiento.....	46
9.3 Cantidad de peso promedio de frutos por planta por tratamiento.....	46
9.4 Cantidad de frutos por planta por tratamiento.....	47
9.6 Cantidad de frutos por planta por racimo.....	48
9.7 Peso total de frutos por planta.....	49
9.9 Peso de fruta por planta por racimo.....	50
9.10 Peso promedio de fruta por planta.....	51
9.12 Peso promedio de fruta por racimo.....	52
9.13 % De grosor de mesocarpio y pericarpio por tratamiento y acides.....	54
10. CONCLUSIÓN DEL PROYECTO Y RECOMENDACIONES.....	56
11 RECOMENDACIONES.....	58
13 ANEXOS.....	61

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1 Principales estados productores de jitomate.	21
GRAFICA 2 Cantidad de frutos por tratamiento.	45
GRAFICA 3 Cantidad de peso de los frutos de cada tratamiento.	46
GRAFICA 4 Cantidad de peso promedio de los frutos de cada planta tratamiento.	47
GRAFICA 9 Cantidad de peso promedio total de frutos por tratamiento.....	51
GRAFICA 10 Cantidad de peso promedio total de frutos por racimo.....	53
GRAFICA 11 % De grosor.....	54

INDICE DE IMAGENES

IMAGEN 1	Localización del sitio donde se estableció el experimento.	34
IMAGEN 2	Limpieza exterior e interior del invernadero a) antes b) después.....	35
IMAGEN 3	Se observa como el día que llego el tezontle.	35
IMAGEN 4	Se observa como ya se llenaron bolsas y se acomodaron.	36
IMAGEN 5	Se observa cómo se puso a germinar la semilla.	36
IMAGEN 6	Se observa como quedo instalado el sistema de riego.....	37
IMAGEN 7	Se observa cómo se trasplanto y como quedo la plántula ya establecida.	38
IMAGEN 8	Se observa como quedaron todas las plantas tutoradas por medio de rafia.	39

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1 Superficie sembrada en los últimos cinco años.....	22
CUADRO 2 Equipos y Herramientas.....	34
CUADRO 3 Soluciones nutritivas aplicadas al jitomate.	40
CUADRO 4 Descripción de cada uno de los tratamientos.....	42
CUADRO 5 . % de grosor de mesocarpio y pericarpio y acides.	54

1. INTRODUCCION

En sistemas de cultivo en sustrato los jitomates obtienen sus nutrientes a través de sistemas de riego. Una de las mayores ventajas de este tipo de sistema de producción es poder evitar patógenos del suelo, además de que se puede complementar y aplicar adecuadamente los nutrientes que la planta requiere en cada una de sus diferentes etapas fenológicas que va llevando, desde el trasplante hasta la cosecha.

Los sustratos permiten tener a la planta una adecuada aireación para que puedan tener así un mayor crecimiento de su raíz; al permitir tener estos parámetros controlados la planta va estar sana y a su vez va a poder producir sin tener ningún tipo de estrés, siempre y cuando se le dé su mantenimiento adecuado. Y a su vez esto lo va a ver reflejado el productor teniendo mayor cantidad de producción, calidad, satisfacción en los consumidores y tendrá un aumento en sus ganancias.

En la actualidad se está requiriendo de la utilización de productos orgánicos en la agricultura. Por lo cual en este proyecto se evaluaron cuatro diferentes tipos de sustratos (100% tezontle (testigo); 15% fibra de coco y 85% tezontle; 15% composta con 85% tezontle y 30% composta con 70% tezontle).

Según diversos autores con sustratos orgánicos como los anteriores se puede obtener mayor cantidad y calidad de jitomate bajo condiciones de invernadero. Por lo cual este trabajo tiene como finalidad evaluar mezclas de distintos sustratos a diferentes niveles para la obtención de un sustrato que garantice buenos rendimientos y calidad de fruto, para cultivar jitomate bajo condiciones de invernadero.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la falta de información de los distintos sustratos orgánicos existentes en el mercado, por parte de los fabricantes, hacen que el productor tenga la necesidad de estar en constante capacitación, ya que no conoce información sobre los beneficios, rentabilidad, calidad, cantidad de producción que los sustratos le ofrecen, así como desconocen los resultados que se pueden obtener del jitomate haciendo uso de los distintos tipos de sustratos. Por lo que se realizó un análisis de sustratos en jitomate los cuales van a estar bajo las mismas condiciones dentro de un invernadero. Para que los resultados no se vean afectados por condiciones distintas, simplemente sea el diferenciador el sustrato.

Entonces, al realizar este proyecto se puede conocer si son rentables económicamente los tipos de sustrato y poder conocer cuál es el que es más favorable económicamente. Así como también ver con cuál de ellos se obtuvo mayores problemas ya sea de enfermedad en la planta, cual fue más atrayente de plagas e incluso ver con cuál de ellas se tuvo problemas de maleza, para así llegar a una conclusión que sea benéfica para el productor y/o consumidor, logrando la satisfacción de ambas partes.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general.

Evaluar diferentes sustratos en producción de jitomate hidropónico bajo condiciones de invernadero.

3.2 Objetivos específicos.

Determinar el sustrato bajo el cual se logre el mayor rendimiento de jitomate.

Encontrar el sustrato que logre una mayor calidad de jitomate.

Generar información que sirva para el manejo de la producción de jitomate.

4. JUSTIFICACION

A): Académica: Reforzar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

B): Económica: Conocer cual tipo de sustrato es más rentable en cuanto a rendimiento.

C): Ecológica: Cuidar el medio ambiente con la finalidad de no agotar los recursos naturales.

D): Política: Generar información que le sirva a los tomadores de decisiones para que generen más información en cuanto a los tipos de sustrato.

5. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto es un tipo de estudio con una investigación de tipo cuantitativo ya que se estableció un análisis estadístico para poder describir el efecto de los diferentes factores sobre cada una de las diferentes variables cuantitativas. Los datos obtenidos se podrán de cierta manera cuantificar para después medirse estadísticamente por medio de tablas y gráficas.

Se evaluaron dos grupos de variables (de rendimiento y calidad) y este trata de descubrir las diferencias que existen entre cada una de las variables relacionadas con las otras.

Correlacional ya que una vez que se estableció el cultivo solamente una vez se obtuvieron los datos. Y a su vez se evaluó la relación estadística de los datos. Sin la influencia de ninguna variable extraña.

6. FORMULACION DE HIPOTESIS

6.1 Hipótesis alterna.

Al menos uno de los sustratos organominerales tendrán efecto en la cantidad de frutos por racimo, peso por fruto, cantidad de frutos por planta y calidad de los frutos de jitomate bajo las mismas condiciones en invernadero.

6.2 Hipótesis nula.

La conformación de sustratos organominerales tendrán efecto similar en el rendimiento y calidad de jitomate bajo condiciones de invernadero.

7.MARCO TEORICO

7.1 Importancia del cultivo de jitomate.

(Peralta 2020) Menciona que el jitomate es la segunda hortaliza más cultivada en el mundo y la más intensamente explotada en sistemas de producción de invernaderos. México es considerado centro de domesticación de esta especie, la cual ocupa el segundo lugar de importancia en este país, con una producción de 3.12 millones de toneladas obtenidas en el año 2019 con un promedio de 42.3 toneladas por hectárea según (SIAP 2019).

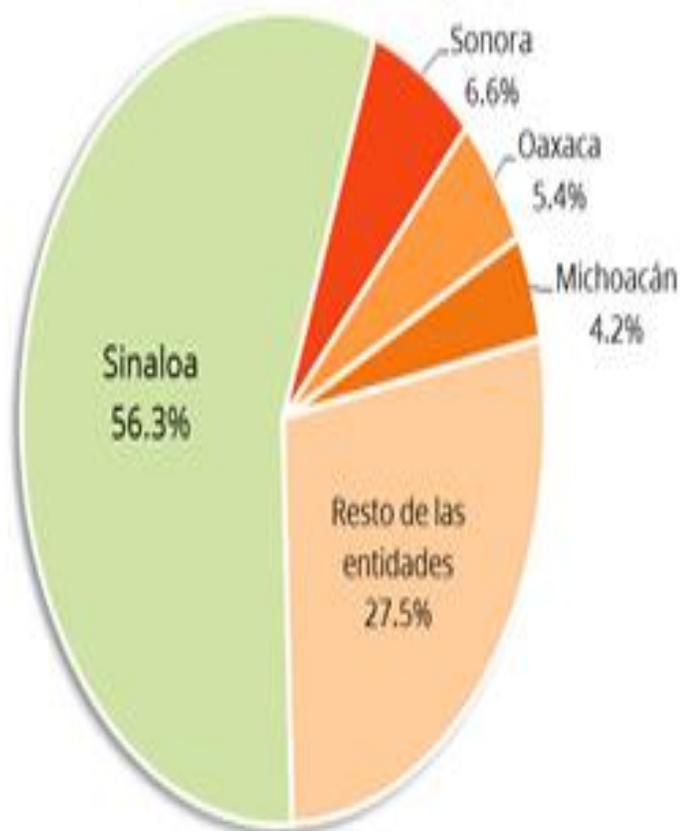
CUADRO 1 Principales países productores de jitomate.

País	2006	2007	2008	2009	2010
China	32;519,322	36;096,890	39;938,708	45;365,543	47,116,084
Estados Unidos	12;257,200	14;185,200	12;735,100	14;181,300	12,858,700
India	9;820,400	10;055,000	10;303,000	11;148,800	12,433,200
Turquía	9;854,880	9;945,040	9;204,100	10;745,600	10;052,000
Egipto	8;576,070	8;639,020	10;985,400	10;278,500	8;544,990

www.fao.com

A mayo de 2017, el estado de Sinaloa fue el principal productor de jitomate con 56.3% de la producción nacional total, seguido por Sonora, Oaxaca y Michoacán

GRAFICA 1 Principales estados productores de jitomate.
Participación porcentual por entidad federativa en la producción
de jitomate con respecto al total, mayo 2017



Fuente: Elaboración propia con datos de SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Boletín mensual de la producción de tomate rojo (jitomate), mayo 2017.

En los últimos años, la producción mundial de tomate se ha mantenido estable, con un nivel promedio anual de 86 millones de toneladas. México es el décimo mayor productor de tomate en el mundo, después de China, Estados Unidos, India, Turquía, Egipto, Italia, Irán, Brasil y España. El consumo nacional de tomate fluctúa en las 500,000 toneladas al año.

La exportación de tomate, representa para nuestro país una fuente importante de divisas, al ser ubicado como el tercer país exportador de este producto en el mundo (Gómez, 2012)

CUADRO 1 Superficie sembrada en los últimos cinco años.

Año	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (T)	Rendimiento (T/Ha)	Valor Producción (Millones de \$)
2007	66,635.31	64,779.41	2,425,402.77	37.44	11,527,680.04
2008	57,248.08	55,942.37	2,263,201.65	40.46	12,699,612.99
2009	53,572.62	52,383.63	2,043,814.55	39.02	12,233,405.88
2010	54,510.59	52,088.59	2,277,791.43	43.73	14,887,127.57
2011	53,780.18	44,932.15	1,872,481.69	41.67	10,336,853.07

www.siap.sagarpa.gob.mx

7.2 Sistemas de producción intensiva en el cultivo de jitomate.

El uso de tecnologías de producción intensiva como la hidroponía e invernaderos representan excelentes alternativas para obtener alta eficiencia en el uso del agua y nutrientes paralelamente se obtienen altos rendimientos y calidad de las cosechas, haciendo competitiva la producción de jitomate tanto para el mercado nacional como de exportación.

La tecnología para la producción de alimentos en invernaderos ha avanzado considerablemente en los últimos 20 años.

La producción en invernaderos frecuentemente denomina agricultura en ambiente controlado, usualmente se conduce con hidroponía.

El cultivo hidropónico posiblemente sea hoy en día el método más intensivo de producción de cultivos, que en combinación con los invernaderos constituyen un sistema de alta tecnología que requiere de capital intensivo para su implementación comercial (Jensen 2002)

En el cultivo del tomate es cada vez más frecuente el uso de invernaderos de alta tecnología junto con sistemas de riego hidropónico, generalmente sobre sacos de sustrato (lana de roca, fibra de coco o perlita).

Tradicionalmente se utilizaban para invernaderos tipo parral para su producción, pero la introducción de nuevas técnicas de cultivo, como el entutorado a alturas elevadas y los sistemas hidropónicos generaron la necesidad de la construcción de invernaderos de tipo multitúnel para la producción de tomate.

El diseño y la estructura de los invernaderos desarrollados en Novedades Agrícolas cumplen con la normativa europea UNE-EN 13031-1, según los requisitos de las normas ISO 9001 y 14001 con las que Novedades Agrícolas está certificada desde el año 2000.

7.2.1 Tecnología asociada.

7.2.1.1 Sistemas de Producción.

Se planta sobre sustratos, normalmente en sacos de lana de roca, perlita o fibra de coco, sistemas de enarenado, o directamente sobre el suelo.

El cultivo es entutorado, pudiendo llegar alturas superiores a los 2,5 m.

7.2.1.2 Sistemas de Fertilización Carbónica.

Son usuales en países del norte de Europa, aunque se trata de una tecnología cada vez más usada en países del sur de Europa por su efecto en el incremento de la producción agrícola.

Estos sistemas requieren de invernaderos estancos como los invernaderos tipo multitúnel.

7.2.1.3 Sistemas de Refrigeración.

Se utilizan pantallas térmicas y de sombreo, ventilación forzada, cooling systems o fog system.

7.2.1.4 Sistemas de Calefacción.

Sistemas cerrados de tuberías con agua caliente o sistemas por aire caliente.

7.2.1.5 Sistemas de Riego.

Suelen utilizarse sistemas de riego localizado, dependiendo del sistema de producción.

7.2.2 Ventajas.

La principal ventaja de los cultivos bajo invernadero es la capacidad que se tiene para modificar las condiciones climáticas con base en los requerimientos del cultivo y contrarrestar los efectos negativos de factores como:

Temperaturas extremas.

Viento de alta intensidad.

Granizo.

Plagas y enfermedades.

Los rendimientos en invernadero son muy superiores a los obtenidos en campo abierto, debido a que la planta se desarrolla en ambiente controlado, provisto de mayor humedad en donde las temperaturas fluctúan con moderación y corrientes de aire son más débiles.

Todas estas ventajas inherentes a cualquier invernadero se le deben sumar las derivadas de un buen manejo del sistema productivo para modificar a conveniencia las condiciones del medio ambiente vegetal, de manera que repercutan en la obtención de altos rendimientos y buena calidad de las cosechas.

7.2.3 Desventajas.

De acuerdo con (Jaramillo 2007) las principales desventajas de la producción bajo invernadero son:

Alta inversión inicial.

Requerimiento de personal especializado.

Supervisión técnica permanente.

Ya que el cultivo requiere de un monitoreo constante de las condiciones ambientales dentro del invernadero, así como también, de un manejo adecuado de las variables agronómicas durante todo el ciclo del cultivo.

7.3 Los sustratos en la producción de jitomate bajo invernadero.

(Ansorena 1994) Menciona que el termino sustrato se aplica a todo el material solido que colocado en un contenedor o bolsa en forma pura o mezclado, permite el sistema de desarrollo radical y el crecimiento de cultivo.

(Cabrera, 1999) menciona que los sustratos son una base para mejorar diversas composiciones de una región en particular, esperando con ello optimizar la producción y reducir costos.

Los sustratos se usan en sistemas de cultivo sin suelo, es decir, aquellos en los que la planta desarrolla su sistema radical en un medio sólido y el cual está confinado a un espacio limitado y aislado del suelo. (Abad 2005) define que dentro de la agricultura un sustrato es conocido como todo aquel material distinto al suelo, de origen orgánico o de síntesis mineral que colocado sobre un recipiente solo o mezclado es capaz de permitir el desarrollo y producción de la planta.

Según (Avidan 2004) el sustrato adecuado al cultivo, es aquel capaz de retener un volumen suficiente de agua y aire, y nutrimentos en forma disponible para la planta, asimismo debe ser bien drenado y permitir el rápido lavado de exceso de sales que se acumulen en el sustrato y que daña a la planta.

El uso de sustratos en la agricultura es común en sistemas intensivos, especialmente en invernadero, teniendo como ventajas principales que permite el control y monitoreo sobre el riego y la fertilización, adelanto en la cosecha, incremento en la calidad de fruto y reducción de riesgos de enfermedades y plagas (Ansorena 1994).

En la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágalo, época, sistema de propagación, costo, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann y Kester, 2002). Sin

embargo, desde el punto de vista medioambiental los criterios más importantes para la elección de un material como sustrato en cultivos sin suelo son: su durabilidad y capacidad para ser reciclado posteriormente (Abad y Noguera, 2000).

El sustrato o medio de crecimiento, es el componente que tiene la función de proporcionar las condiciones para que las plantas se sostengan, absorban agua y nutrimentos, impiden el paso de luz hacia el sistema radicular y permiten el intercambio de gases con las raíces (Baca y Lara 2001).

Este sistema es de tres fracciones cada una con su propia función: la fracción sólida asegura el mantenimiento mecánico de sistema radicular y la estabilidad de la planta, la fracción líquida aporta a la planta agua, por último, la fracción gaseosa asegura la transferencia de oxígeno y CO₂ del entorno radicular (Lemaire 2005).

7.3.1 Propiedades de los sustratos.

En el caso de los sustratos, la caracterización física viene a ser fundamental y la caracterización química viene a ser menos relevante dado que los nutrimentos se suministran en la solución nutritiva esto según (Boodt 1974).

Por otra parte (Bures 1998) señala que del conocimiento de las propiedades físicas y químicas de los sustratos dependerá el manejo del riego y la fertilización, y por tanto el éxito del cultivo. Las propiedades que en mayor medida caracterizan a un buen sustrato, en cuanto a su aptitud para la germinación, el enraizamiento y el desarrollo de las plantas son las siguientes (Ravivid 1984,)

7.3.2 Propiedades físicas:

Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.

Suficiente suministro de aire.

Adecuada distribución del tamaño de las partículas para mantener las condiciones antes mencionadas.

7.3.3 Propiedades químicas:

Baja o suficiente capacidad de intercambio catiónico, en función a la fertilización aportada.

Suficiente nivel de elementos nutritivos asimilables.

Baja salinidad.

pH ligeramente ácido.

Mínima velocidad de descomposición.

7.3.4 Otras propiedades:

Libres de semillas de malas hierbas, nematodos, hongos y otros patógenos.

Disponibilidad y bajo costo.

Fácil de manejar.

Resistencia a cambios físicos, químicos y ambientes externos.

7.3.5 Clasificación de los sustratos.

Los diferentes tipos de sustratos se pueden clasificar según su origen, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación proceso de manufacturación, etc. Sin embargo, la clasificación más común es en materiales orgánicos e inorgánicos según (Abad 1995). La diferencia entre ambos tipos de materiales viene determinada por la capacidad de intercambio catiónico, una propiedad físico química directamente relacionada con la capacidad de almacenamiento de los nutrientes nutritivos por parte del sustrato.

En México hay una amplia variedad de materiales que se emplean como sustratos, por ejemplo: Polvo de coco, Tezontle, Perlita, Pumacita, Tepezil, Compost, Turba, Corteza de pino, Cascarilla de arroz y Humus de lombriz

Sin embargo, se le ha dado poca importancia a su caracterización la cual desempeña un papel clave en el manejo agronómico del cultivo (Vargas 2008).

7.3.5.1 Sustratos orgánicos:

La alta producción y el elevado consumo de fertilizantes de origen sintético, en los sistemas de agricultura intensiva ha favorecido la alternativa de utilizar

abonos orgánicos ya que con esto se elimina el riesgo de contaminación por su irracional de productos químicos (Figueroa 2002).

La característica principal de los sustratos orgánicos es su alto contenido de materia orgánica, la cual contiene una serie de microorganismos benéficos a la planta, además de elementos nutritivos como: Nitrógeno, Fosforo y Potasio.

Los sustratos orgánicos están libres de patógenos, son inodoros, de diferente material original y se obtienen de procesos aeróbicos y anaeróbicos (Melgarejo 1997). Enlista a los sustratos orgánicos de la siguiente manera:

7.3.5.1.1 Fibra de coco:

Es el producto resultante del compostaje de la corteza de coco, constituye un excelente sustrato por su capacidad de retención de humedad, ofreciendo grandes ventajas por mezclarla con otros sustratos(Garcia2001).

7.3.5.1.2 Turbas:

Están formadas por restos de musgos y otras plantas superiores que se Allan en proceso de lenta carbonización fuera de contacto con el oxígeno, a causa de un exceso de agua, por lo que conservan largo tiempo su estructura anatómica. Las turbas son los componentes orgánicos más utilizados en la actualidad para medios de cultivo que crecen en macetas debido a sus excelentes propiedades físico-químicas. Sin embargo, a pesar de que se han utilizado casi por 30 años en los últimos tiempos han sido sustituidos por materiales inorgánicos debido a alteraciones microbiológicas e interacciones con la solución nutritiva, rápida descomposición, aireación reducida, entre otros efectos.

7.3.5.1.3La cascarilla de arroz

Es un sustrato utilizado para mezclar fundamentalmente con grava, el livano, con baja capacidad de retención de humedad (Mora1999). Este material se ha utilizado principalmente para aumentar el espacio poroso en los sustratos, pero este uso no ha tomado en consideración la contribución que este material que puede hacer al carbono total de los sustratos, una vez que se mete a un proceso de

composteo en mezcla con materiales ricos en nitrógeno como el estiércol (Genevini 1997).

7.3.5.2 Sustratos inorgánicos:

Entre los sustratos de origen inorgánicos están, ante todo, los de origen mineral no metálico, como los derivados de rocas, ya sean grava de río o triturada, arena, tezontle y según (Samperio 2004) los clasifica en:

7.3.5.2.1 La arena:

Es un material de naturaleza silíceo y de composición variable, que depende de los constituyentes de la roca silicatada original, posee una fracción granulométrica comprendida entre 2.0 y .002 mm. La arena debe estar exenta de limo y arcilla también de carbonato de calcio. Desde el punto de vista hortícola, se prefiere la arena con tamaño de partícula de medio a grueso con una densidad superior a $105\text{g}\cdot\text{cm}^3$. Su pH puede variar entre 4-8, con capacidad de intercambio catiónico nula o baja. La arena es el sustrato más utilizado, se estima que en el 60% de la superficie total bajo condiciones protegidas e hidroponía se emplea (Muñoz 2003).

7.3.5.2.2 Perlita:

Es un material silicio de origen volcánico y tiene la capacidad de absorber de 3 a 4 veces su peso de agua carece de capacidad de tampón y de intercambio catiónico, no obstante, es útil para incrementar aireación. Además, tiene una estructura rígida y se comercializa en diferente granulometría la perlita con diámetros de partícula de 0 a 1.5mm y una densidad de 80 a 90kgm^3 es la que se utiliza en semillero y también puede ser empleada para tapar la semilla, por las características mencionadas se utiliza este material como sustrato en la producción de plántulas (Ortega 2010).

7.3.5.2.3 La vermiculita:

Es un material constituido químicamente por magnesio, aluminio, hierro y silicio. Cuando se somete a una temperatura de 1000°C , su estructura se modifica, expandiéndose en capas parecidas a la espuma (Samperio 2004).

7.3.6 Criterios de elección de un sustrato:

Los sustratos más utilizados en el cultivo del tomate y que han mostrado buenos resultados en crecimiento, desarrollo y producción, es la turba, lana de roca y el polvo de coco; sin embargo, la adquisición de éstos es costosa económicamente, por lo que se hace necesario la búsqueda de sustratos que proporcionen un adecuado rendimiento y con bajo costo en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

En la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época, sistema de propagación, costo, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann 2002). Sin embargo, desde el punto de vista medioambiental los criterios más importantes para la elección de un material como sustrato en cultivos sin suelo son: su durabilidad y capacidad para ser reciclado posteriormente (Abad 2000).

Como ya se mencionó la función principal de un sustrato es proporcionar un medio ideal para el crecimiento de la raíz. En el cultivo sin suelo se pueden emplear un gran número de materiales en forma pura o mezclados (Noguera, 2000). La elección de un material como sustrato generalmente es de acuerdo a:

A) Suministro y homogeneidad: los cambios en la calidad del sustrato pueden provocar pérdidas graves en la producción por lo que es indispensable que los productos a utilizarse como sustratos sean de abundante suministro con una elevada homogeneidad en cuanto a sus características. Este es un punto muy importante que debe llamar la atención a los proveedores de sustratos, ya que ellos son los responsables de garantizar, sobre todo, la homogeneidad.

B) Costo: es un parámetro significativo, aunque, no debe de estar por encima de las características básicas; es decir, es preferible adquirir un sustrato de mayor costo que cumpla con las características mínimas ya que esto nos permite reducir riesgos.

C) Finalidad de la producción: porque de la elección del sustrato dependerá el manejo y la calidad del producto.

D) Propiedades: una vez reunidos los tres puntos anteriores, el siguiente paso es realizar un análisis detallado de las propiedades del material, estas propiedades son el factor limitante que determinan el manejo del cultivo.

E) Impacto ambiental: en este se consideran dos grandes grupos de sustratos. Primero, los provenientes de recursos naturales difícilmente renovables como es el caso de la turba, de los cuales cada vez es más limitado su uso, a pesar de tener muy buenas propiedades.

7.4 Efecto de los sustratos en la productividad de jitomate.

(Caraveo. 1994) Al evaluar en jitomate los sustratos fibra de coco sin lavar, fibra de coco lavada y turba canadiense, obtuvo los mejores rendimientos en la fibra de coco lavada superando a la turba canadiense y a la fibra sin lavar. Su principal ventaja respecto a la turba es que, a igual tamaño de partícula, retiene menos agua y, por tanto, favorece la aireación de las raíces, además de resultar más económico.

(Martínez 1996). Evaluó diferentes mezclas de sustratos como: corteza de pino, fibra de coco, tezontle y peat moss en nochebuena, obteniendo que la fibra de coco al 100 % es el mejor sustrato para flor de nochebuena y que a medida que se incrementa el porcentaje de fibra de coco en el medio de crecimiento la calidad de la planta fue mayor.

(Prasad. 1999). Reportó que el polvo de coco en varios de los ensayos realizados mostró propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas para ser usado como medio de cultivo. (Razi. 1997). Señala que su uso, aun cuando sea el único material en el que crecen las plantas, no ocasiona problemas de anclaje en cultivos ornamentales anuales a pesar de tener baja densidad aparente y que si se mezcla con arena este valor se incrementa, además de que se mejora la humectabilidad en más de 33% y se obtiene una porosidad de 23.7%. Los mismos autores también observaron que agregando varios niveles de fibra es posible incrementar la porosidad de aire hasta 35% manteniendo en un nivel satisfactorio el agua fácilmente disponible.

(Seseña 1998). Evaluó dos sustratos: fibra de coco y tierra de hoja en combinación con vermicomposta siendo el mejor sustrato la fibra de coco. La mejor mezcla fue de 70 % fibra de coco con 10 % de vermicomposta.

(Reynolds 1976). Realizo algunos experimentos sobre producción de plántulas de hortalizas empleando fibra de coco finamente desmenuzada y encontraron que este sustrato es un excelente sustituto del suelo en cuanto a la producción de plántulas de jitomate, chile, lechuga y col.

(Meerow. 1994). Realizó un ensayo en el cual evaluó el crecimiento de dos plantas ornamentales subtropicales comparando polvo de coco y turba, observando que el polvo de coco parece ser un sustituto aceptable para la turba. Destacando el polvo de coco en mayor precocidad y capacidad de enraizamiento, menos problemas fitosanitarios, además de una mejor calidad y un 21% más de producción, lo cual también demanda mayor consumo de agua.

(García 2001). Comparo mezclas de sustratos (cascarilla de arroz, corteza de pino, composta jardinera, piedra pómez, tezontle y polvo de coco) para la producción de especies ornamentales y concluyeron que la mejor calidad y productividad se dio en los tratamientos que contenían polvo de coco.

(Marinou 2013). Cultivo jitomate en pumicita y fibra de coco con granulometría < 8 mm, en aserrín con tamaño < 4 mm y en mezclas de los sustratos; reportaron que el crecimiento vegetativo fue mayor en los sustratos orgánicos y en las mezclas de los sustratos orgánicos con inorgánicos, de igual manera el número de frutos y el rendimiento fue más elevado en las plantas establecidas en la mezcla de pumicita y aserrín.

(Zamora 2005). Menciona que existe una menor pérdida de volumen en polvo de coco que en turba o medios comerciales Destacando que la mayor pérdida ocurrió en el primer riego y que una excesiva pérdida de volumen puede ocasionarse por una rápida degradación de los componentes orgánicos o por lavado de partículas hacia fuera de la maceta.

En España, el polvo de coco ha sido objeto de diversas evaluaciones, por ejemplo, (Ventura 2001) la comparó con el sustrato derivado de la cáscara de almendra para la producción de tomate, en general ambos sustratos tuvieron un comportamiento agronómico similar.

(Maloupa 2001). Evaluó la respuesta de plantas de tomate y pepino cultivadas en pumicita y perlita, ambas con granulometría de 3-5 mm, no reportaron diferencia significativa en términos de crecimiento y rendimiento entre ambos sustratos, sin embargo, el rendimiento fue incrementado en las plantas establecidas en pumicita.

(Gizas 2007). Evaluó el rendimiento de plantas de rosas y jitomate establecidas en bolsas y macetas con diferentes tamaños de partículas de pumicita, los mejores resultados en jitomate se observaron con la granulometría de 0-5 mm, mientras que para rosa los resultados no fueron consistentes en todas las variables relacionadas con el rendimiento.

(Tzortzakis 2008). Estudio el rendimiento de plantas de tomate establecidas en perlita, pumicita, tallos de maíz triturados y mezclas de ellos, los resultados mostraron que el rendimiento total fue mayor en las mezclas del sustrato orgánico con pumicita y perlita.

8 MATERIALES Y METODOS

8.1 Localización.

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo dentro de las instalaciones del Tecnológico Nacional de México Campus Valle de Morelia en el área de invernaderos.



IMAGEN 1 1 Localización del sitio donde se estableció el experimento.

8.2 Materiales, equipos y herramientas.

Enlistado de materiales que se utilizaron en la elaboración de este proyecto.

CUADRO 2 Equipos y Herramientas.

Composta	Semilla	Azadón	Tubos PVC
Fibra de coco	Charolas	Pala	Bomba
Tezontle	Sustratos	Tinaco	Goteros
Bolsa 40X40	Fertilizantes	Podadora de pasto	Tubin
Hilo	Tijeras	Timer	Bascula

8.3 Establecimiento del cultivo.

8.3.1 Preparación del invernadero.

El trabajo inició la tercera semana de enero de 2021, y se partió de la limpieza del invernadero (Imagen 2).



IMAGEN 2 Limpieza exterior e interior del invernadero a) antes b) después.

8.3.2 Conformación de sustratos.

En la tercera semana de enero se comenzó a realizar la investigación de los sustratos de cuáles son los que se tenían y cuales se necesitaban.



IMAGEN 3 Se observa como el día que llegó el tezontle.

Enseguida se comenzó a llenar las bolsas con cada uno de los sustratos a utilizar y se prosiguió a acomodar las bolsas dentro del invernadero.



IMAGEN 4 Se observa como ya se llenaron bolsas y se acomodaron.

8.3.3. Selección de semilla y germinación.

Durante la primera semana de febrero del año 2021 se comenzó a buscar información de las diferentes variedades de jitomate que existían en el mercado y conociendo cada una de sus características fisiológicas y morfológicas para ver cuál era la más rentable.

Se optó por sembrar un híbrido de jitomate variedad duetto así que se solicitó la variedad y en cuanto llegó se comenzó a realizar la germinación de la plántula. Esto fue en la segunda semana de febrero.



IMAGEN 5 Se observa cómo se puso a germinar la semilla.

8.3.3.1 Características de la variedad dueto.

Es una planta vigorosa, con un peso promedio de las frutas de 100gr a 130gr la forma de la fruta es ovalada, la firmeza de la fruta es muy buena se cosecha en racimos tipo espina de pescado, color rojo brillante, aromático de buen sabor y la planta es muy adaptable para ciclos de otoño primavera, con fruta ovalada y grande con buena durabilidad pos cosecha.

8.3.4 Conformación del sistema de riego.

Durante la tercera semana de febrero se realizó un listado del material que se iba a necesitar para hacer la instalación del sistema de riego.

Durante esa misma semana se realizó la instalación adecuada del sistema de riego.



IMAGEN 6 Se observa como quedó instalado el sistema de riego.

8.3.5 Establecimiento del cultivo.

Pasados 45 días que se puso a germinar la semilla se realizó el trasplante de la plántula a las bolsas de sustrato. Esto después de que la plántula tenía ya un tamaño de 10 a 15 cm de altura y además que ya se tenía instalado todo el sistema de riego para realizar los riegos.



IMAGEN 7 Se observa cómo se trasplanta y como queda la plántula ya establecida.

8.3.5.1 Trasplante arreglos de plantación

El trasplante consistió en realizar un riego antes de la plantación en todas las bolsas, enseguida se plantó una plántula por bolsa de tal manera que el cepellón de la plántula quedara al ras del sustrato.

El arreglo de plantación utilizado fue a tres bolillos con una distancia entre planta y planta de 40cm y una distancia entre hilera de 1.6m teniendo una población de 5 plantas por m²

8.3.6 Seguimiento

Después del trasplante de la planta a finales de la última semana de marzo se le fue llevando a cabo cada una de las actividades que requería el cultivo, comenzando por:

8.3.6.1. Prueba de caculo de gasto de agua.

Que consistió en conocer el gasto promedio que tiene el sistema de riego para cada planta, para así saber cuánta cantidad de agua se tiene que aportar a cada planta. Este se realizó midiendo en diversos puntos del invernadero, se sacaron las estacas del sistema de riego y se pusieron en un bote para medir, se prendió el sistema de riego durante 5 minutos y así se obtuvo el gasto.

8.3.6.2 Tutoreo.

Enseguida se realizó el tutoreo de las plantas con ayuda de la rafia tomatera negra tratada contra rayos ultra violeta. Se realizó acomodando en cada bolsa un hilo de tal manera que estuviera recto y ese sujetándose de alambres de la parte superior del invernadero y a la vez de la misma bolsa con el sustrato.



IMAGEN 8 Se observa como quedaron todas las plantas tutoreadas por medio de rafia.

8.3.6.3 Deschuponar la planta.

Esta actividad fue realizada constantemente cada que la planta tenía un nuevo chupón (brote axilar de 1cm de longitud) se le quitaba manualmente.

8.3.6.4 Marcar los tratamientos.

Después se prosiguió a marcar las plantas que se iban a tener en tratamiento con ayuda de una etiqueta que nos sirve para identificar cada tratamiento, cada bloque y cada planta

8.3.6.5. Polinización.

Otra actividad que también fue constante y se estuvo realizando a diario fue la polinización. Y esta actividad comenzó desde que la planta comenzó a florear fue llevada a cabo todos los días que se tuvo la planta.

8.3.6.6. Aplicación de citocininas, insecticidas y funguicidas.

Durante la primera semana de mayo después que la planta tenía 21 días de trasplantada se comenzó a hacer aplicaciones de citocininas, estas se aplicaron cada 21 días después de cada aplicación.

Durante la tercera semana de mayo del año 2021 se tuvo presencia de mosquita blanca en la producción por lo cual se requirió utilizar un insecticida para poderla controlar.

En esta misma semana se tuvo también que realizar una aplicación para controlar problemas de cenicilla que tenía la planta.

Cada una de estas se realizó vía foliar aplicando completamente en toda la planta el producto con ayuda de una bomba de fumigar manualmente.

8.3.7 Nutrición de la planta.

Se elaboraron varias soluciones nutritivas a lo largo del ciclo del cultivo. Pero todas fueron realizadas por el método Steiner. únicamente se cambiaron cuando cada etapa fenológica de la planta lo requería.

CUADRO 3 Soluciones nutritivas aplicadas al jitomate.

ión	Crecimiento vegetativo	Floración	Engorda de fruto	Cosecha
NO ₃	12	13	11	8
P-P0 ₄	2	2	1.5	1.5
SO ₄	4	5	7	5 a 7
HCO ₃	.5	.5	.5	.5

CL*	0	0	2	7 a 9
Na*	0	0	0	2
K*	5	6.5	7	7 a 8
Ca ^{*2}	8	9	10	10 a 11
Mg ^{*2}	4	5	5	5
Ph	5.5 – 6.0	5.5 – 6.0	5.5 – 6.0	5.5 – 6.0
C.E.	1.85	2.1	2.2	2.2 – 2.6

Cada una de estas soluciones se preparaba para un tambo de 1000 litros y ahí se aplicaba la solución nutritiva. Esta se aplicada cada que el tambo se terminaba. Durante todo el ciclo de la planta

8.3.8 Cosecha.

La primera cosecha se realizó 75 días después del establecimiento del cultivo dentro del invernadero se cortaron únicamente los frutos del primer racimo que ya tenían un color rayado.

De ahí en adelante siguiendo con las mismas actividades antes mencionadas se siguieron los cortes de fruta cada ocho días o cada quince días, dependiendo de la planta cuantos frutos tuviera rayados que ya se pudieran consumir.

En cada corte se llevó un registro de cada tratamiento se seleccionaba cada uno de los tres bloques y de cada bloque se seleccionaban cada una de las seis plantas, y a estas mismas seis plantas se les contaba el número de frutos que tenía en cada uno de los racimos y el peso que se obtenía de cada uno de ellos.

8.4 Diseño del experimento.

8.4.1 Conformación de tratamientos.

El experimento trata de 4 diferentes sustratos en diferentes cantidades, pero bajo las mismas condiciones y misma variedad de jitomate a continuación se muestran las características de cada tratamiento.

CUADRO 4 Descripción de cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción
100% tezontle	El primer tratamiento que tuvimos fue el testigo es decir este fue 100% tezontle.
15% fibra de coco y 85 % tezontle	El segundo tratamiento que evaluamos fue una mezcla 15% de fibra de coco y 85% de tezontle
15% composta y 85 % tezontle	El tercer tratamiento a evaluar fue de 15% composta y 85%tezontle
30% composta y 70% tezontle	El cuarto y último tratamiento fue una mezcla de 30%composta y un 70% de tezontle.

8.4.2 Diseño experimental.

Cada tratamiento fue establecido en un diseño completamente al azar, con tres repeticiones; donde cada repetición estuvo representada por seis plantas.

Es el más sencillo de los diseños de experimentos que tratan de comparar dos o más tratamientos, puesto que sólo considera dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. (Box 2008).

Este tipo de diseño se llama completamente al azar porque todas las repeticiones experimentales se realizan en orden aleatorio completo, pues no se han tenido en cuenta otros factores de interés (Gutiérrez 2003).

El número de repeticiones a realizar en cada tratamiento depende de la variabilidad que se espera observar en los datos. (Giron 2005).

Condiciones homogéneas.

Se puede analizar con diferente número de repeticiones.

Flexible al aumento de tratamiento y repetición.

4.4.3. Modelo matemático.

El diseño completamente al azar toma en cuenta el siguiente modelo matemático.

$$Y_{ij} = \mu + e_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y= Variable dependiente medible.

μ = Efecto de la media general.

e = Efecto de los tratamientos.

ξ = Efecto del Error Experimental.

$$i = 1,2,3...t \text{ tratamientos}$$

$$j = 1,2,3, \dots r \text{ repeticiones}$$

8.5 Variables respuesta.

Se midieron cada una de las siguientes variables en cada uno de los cuatro tratamientos.

8.5.1 Variables de rendimiento.

A). -Cantidad de frutos por racimo.

Se fueron cortando manualmente los frutos de cada racimo una vez que se encontraban maduros (inicio de color rojizo), depositándolos en bolsas para su posterior pesado y llevando un registro de cada racimo.

B). - Peso de fruta.

Cada que se cortaban los frutos se pesaban para saber al final el peso total que había obtenido cada uno de los racimos de cada planta.

C). - Cantidad de frutos por planta.

Al final que se obtuvieron el corte de toda la fruta de cada uno de los racimos se contabilizo el total de los frutos que obtuvo cada planta en todo su ciclo.

8.5.2 Variables de calidad.

A). - Grosor del fruto.

Al final también para conocer la calidad de la fruta de cada planta en tratamiento se midió su grosor del mesocarpio y pericarpio.

B). - Acidez del fruto.

acidez con ayuda de un medidor de grados brix.

8.6 Análisis de la información.

Una vez recabados todos los datos y/o resultados de las variables establecidas se agruparon en un documento en excel.

Una vez organizados los datos de cada una de las variables obtenidas, se procedió a realizar un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias (por el método de tukey con alpha de 0.05) para determinar el efecto de los tratamientos de los tratamientos sobre las variables bajo estudio.

Para el análisis estadístico se empleó el paquete estadístico de SAS (Statistical Análisis System) ver. 6.12.

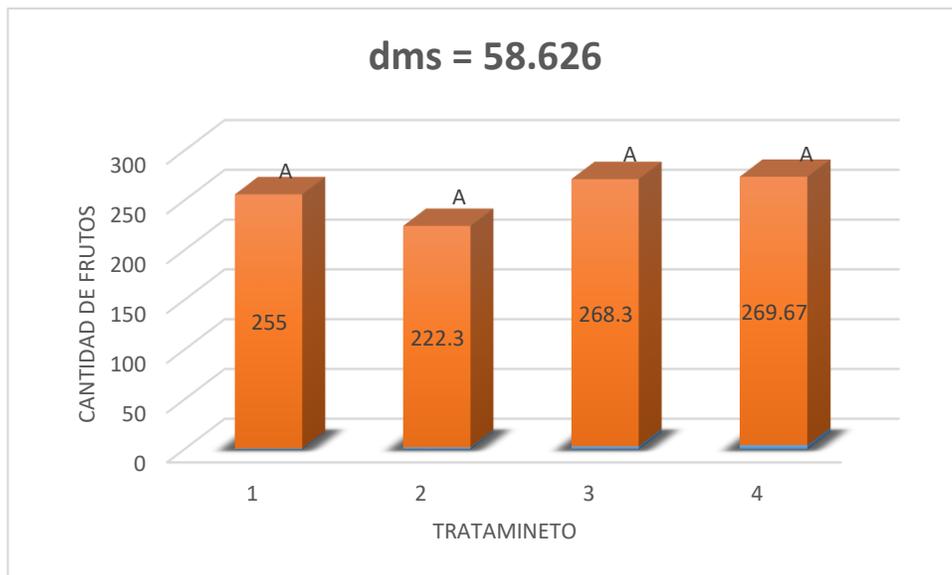
9 RESULTADOS

Los resultados encontrados se muestran a continuación:

9.1 Cantidad de frutos por tratamiento.

De acuerdo con el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias (cuadro 1 A) se muestra nulo efecto significativo de los diferentes sustratos, sobre dicha variable; sin embargo, el tratamiento 4 conformado por 70% tezontle y 30% composta logro el mayor número de frutos por planta superando un 25.1% (74.17 frutas) al tratamiento 2 que está conformado por 85% tezontle y 15 fibra de coco que obtuvo 222.3 frutos.

GRAFICA 2 Cantidad de frutos por tratamiento.

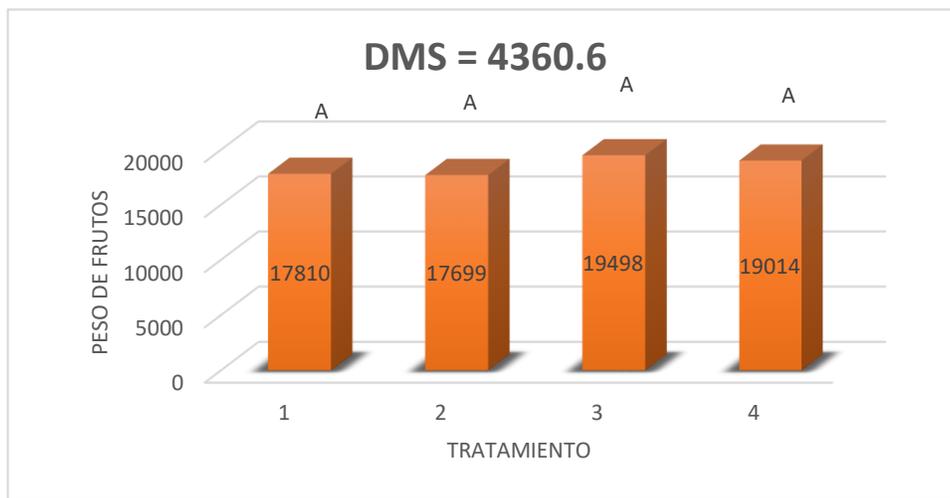


Los resultados obtenidos pueden deberse a que como menciona según (Abad 1995), la diferencia entre ambos tipos de materiales viene determinada por la capacidad de intercambio catiónico, una propiedad físico química directamente relacionada con la capacidad de almacenamiento de los nutrimentos nutritivos por parte del sustrato.

9.2 Peso total de frutos por tratamiento.

De acuerdo con el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias (cuadro 2 A) se muestra efecto significativo de los diferentes sustratos, sobre dicha variable; sin embargo, el tratamiento 3 conformado por 85% tezontle y 15% composta logró el mayor peso total de frutos por planta superando un 9.2% (1,949.9 gramos) al tratamiento 2 que está conformado por 85% tezontle y 15% fibra de coco que obtuvo 17,699 gramos.

GRAFICA 3.-Peso de los frutos de cada tratamiento.

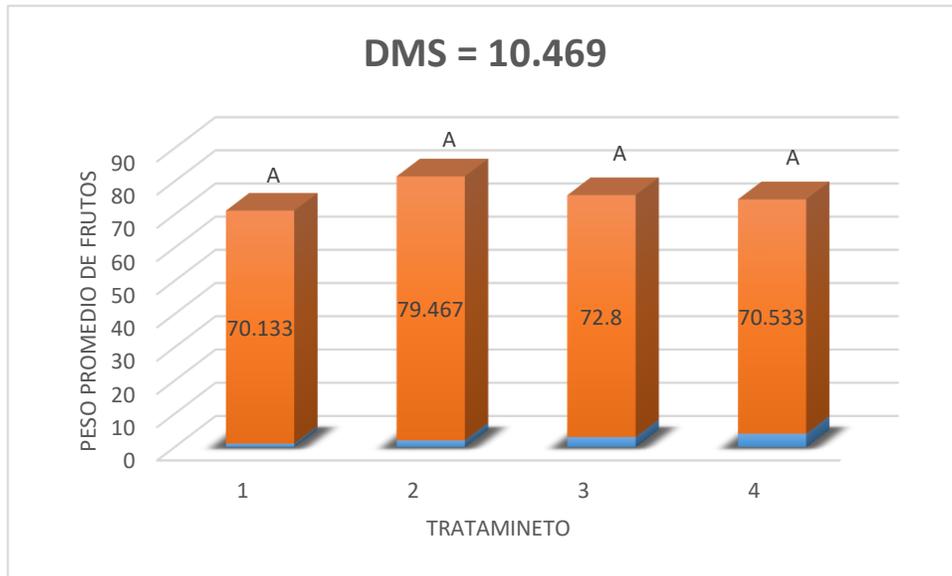


Los resultados obtenidos pueden deberse según (Figuroa 2002) a que la característica principal de los sustratos orgánicos es su alto contenido de materia orgánica, la cual contiene una serie de microorganismos benéficos a la planta, además de elementos nutritivos como: Nitrógeno, Fosforo y Potasio

9.3 Cantidad de peso promedio de frutos por planta por tratamiento.

De acuerdo con el análisis de varianza y la prueba de comparación de media. (cuadro 3 A) se muestra nulo efecto significativo de los diferentes sustratos, sobre dicha variable; sin embargo, el tratamiento 2 conformado por 85% tezontle y 15% fibra de coco logro el mayor peso promedio total por planta superando un 11.74% (8.74 gramos) al tratamiento 1 que está conformado por 100% tezontle que obtuvo 70.133 gramos.

GRAFICA 4 Peso promedio de los frutos de cada planta tratamiento.

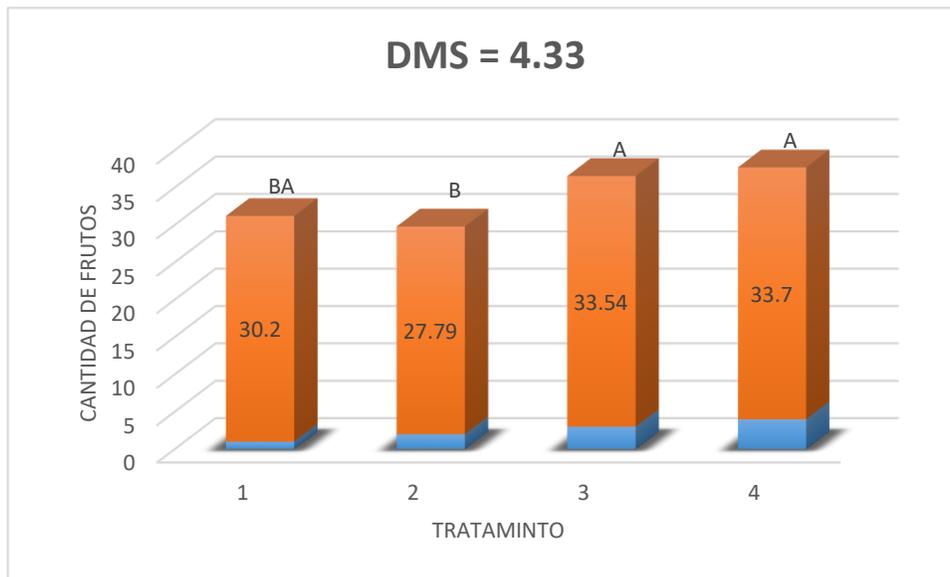


Los resultados obtenidos pueden explicarse debido a que todos los tratamientos tuvieron tezontle y es un material de naturaleza silíceo y de composición variable, que depende de los constituyentes de la roca silicatada original, posee una fracción granulométrica comprendida entre 2.0 y .002 mm. (Muñoz 2003). Por lo cual se puede decir que todos los tratamientos tuvieron la misma oportunidad y que realmente lo que afectó fue el % de sustrato agregado a cada tratamiento.

9.4 Cantidad de frutos por planta por tratamiento.

De acuerdo con el análisis de varianza y la prueba de comparación de media. (cuadro 4 A) se muestra nulo efecto significativo de los diferentes sustratos, aunque sí muestra efecto significativo en las repeticiones sobre dicha variable; sin embargo, el tratamiento 4 conformado por 70% tezontle y 30% composta logró la mayor cantidad de frutos por planta superando un 17.5% (5.7 frutos) al tratamiento 2 que está conformado por 85% tezontle y 15% fibra de coco que obtuvo 27.79% frutos. Sin embargo, el tratamiento 1 que está formado por 100% tezontle y el tratamiento 2 mostraron que tienen diferencia comparados con el tratamiento 4 y el tratamiento 3.

GRAFICA 5: Cantidad de frutos por planta por tratamiento.

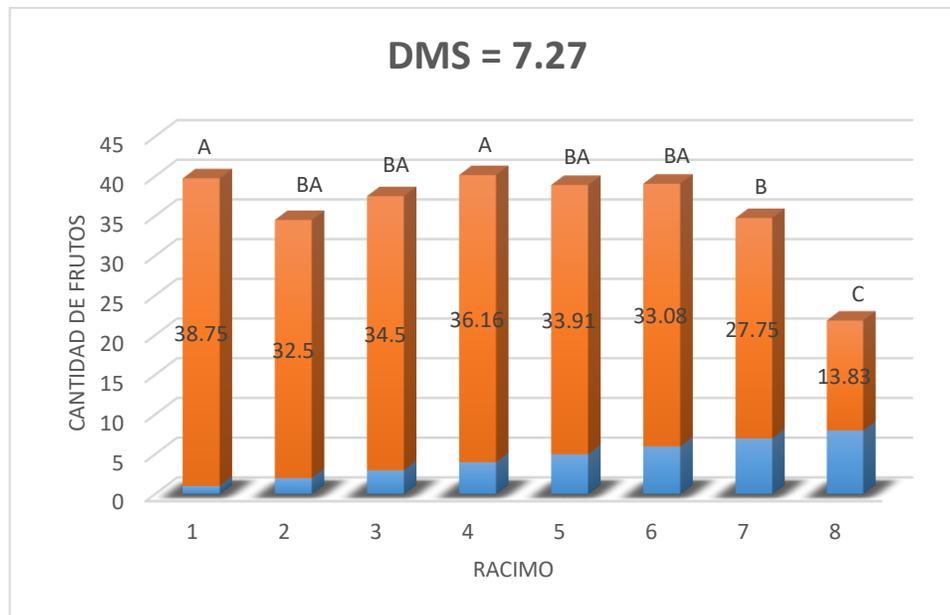


El resultado se debe a que la composta es un excelente complemento por su capacidad de retención de humedad, ofreciendo grandes ventajas al mezclarla con otros sustratos (Garcia2001).

9.6 Cantidad de frutos por planta por racimo.

Y también pueden observarse otro análisis de varianza y prueba de comparación de media (cuadro 4 A) y muestra que el racimo 1 supero en una mayor cantidad de frutos superando 64.30 % (13.56 frutos) comparado con el racimo 8 que obtuvo 18.83% frutos y también se observa que el racimo 3, 5, 6, 2, 7 si tuvieron diferencia significativa comparados con los racimos 1 y 4 y también que el racimo 8 tubo aun otra diferencia significativa con los antes mencionados.

GRAFICA 6: Cantidad de frutos por racimo.



Estos resultados obtenidos aquí se deben a que como dice (Marinou 2013). la fibra de coco con granulometría < 8 mm, mezclada con otros sustratos; reportaron que el crecimiento vegetativo fue mayor de igual manera el número de frutos y el rendimiento fue más elevado en las plantas establecidas con mezcla de sustratos orgánicos.

9.7 Peso total de frutos por planta.

De acuerdo con el análisis de varianza y la prueba de comparación de media. (cuadro 5 A) se muestrea nulo efecto significativo de los diferentes sustratos, sobre dicha variable; sin embargo, el tratamiento 3 conformado por 85% tezontle y 15% composta logro la mayor cantidad de peso total de frutos por planta superando un 9.2% (243.7 gramos de peso total de frutos) al tratamiento 2 que está conformado por 85% tezontle y 15 % fibra de coco que obtuvo 2212.4 %.

GRAFICA 7: Peso total por tratamiento.

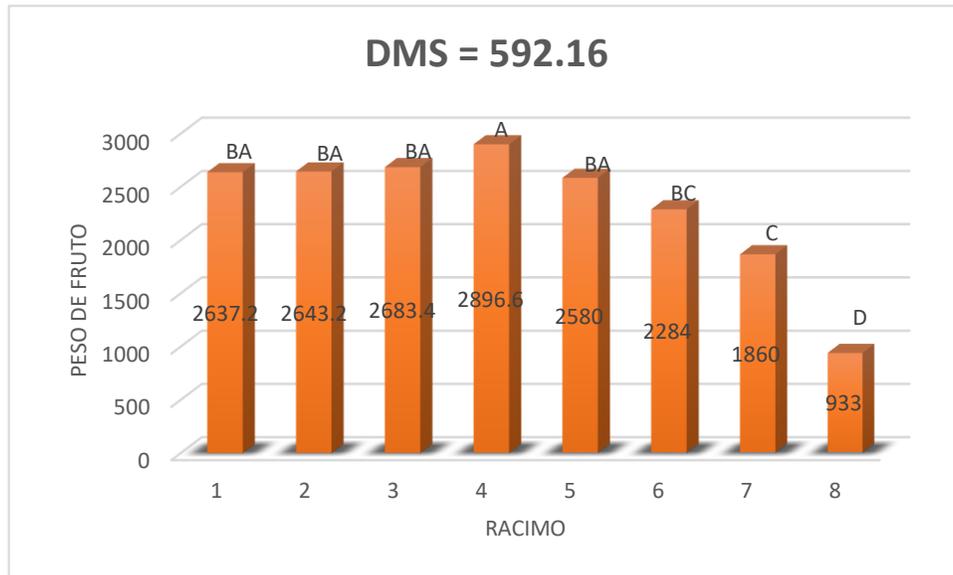


El resultado antes mencionado puede deberse a que como menciona (Zamora 2005). que existe una menor pérdida de volumen en sustratos orgánicos.

9.9 Peso de fruta por planta por racimo.

Y también pueden observarse otro análisis de varianza y prueba de comparación de media (cuadro 5 A) y muestra que el racimo 4 supero en una mayor cantidad de peso de frutos superando 67.60 % (1,002.72 gramamos de peso de fruta) comparado con el racimo 8 que obtuvo 933 gramos de peso de frutos. frutos Y también se observa que el racimo 3, 2, 1, 5, 6 si tuvieron diferencia significativa comparados con el racimo 4 además que el racimo 7 tiene diferencia comparado con los anteriores y también que el racimo 8 tubo aun otra diferencia significativa con los antes mencionados.

GRAFICA 8 Cantidad de peso total de frutos por racimo.

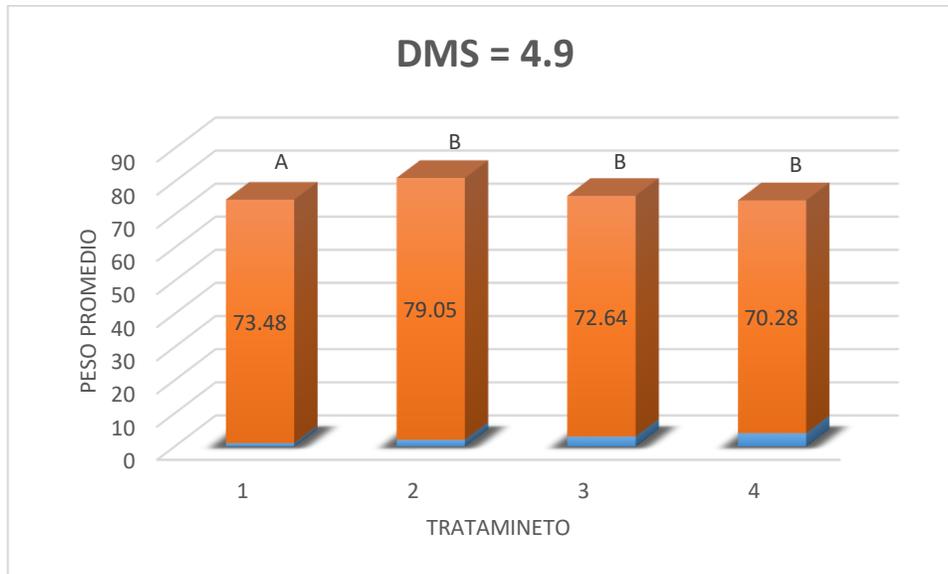


El resultado obtenido debe ser a que como menciona (Maloupa 2001). Que el rendimiento fue incrementado en las plantas cuando la planta estaba teniendo mayor demanda de nutrientes para la elaboración de nuevas flores y racimos.

9.10 Peso promedio de fruta por planta.

De acuerdo con el análisis de varianza y la prueba de comparación de media. (cuadro 6 A) se muestra efecto significativo de los diferentes sustratos, sobre dicha variable; sin embargo, el tratamiento 2 conformado por 85% tezontle y 15% fibra de coco logro la mayor cantidad de peso promedio total de frutos por planta superando un 11.09% (8.69 gramos de peso promedio total de frutos) al tratamiento 4 que está conformado por 70% tezontle y 30 % composta que obtuvo 70.28 % de peso promedio y que donde se mostró diferencia significativa en los tratamientos 1, 3, y 4.

GRAFICA 95 Peso promedio total de frutos por tratamiento.

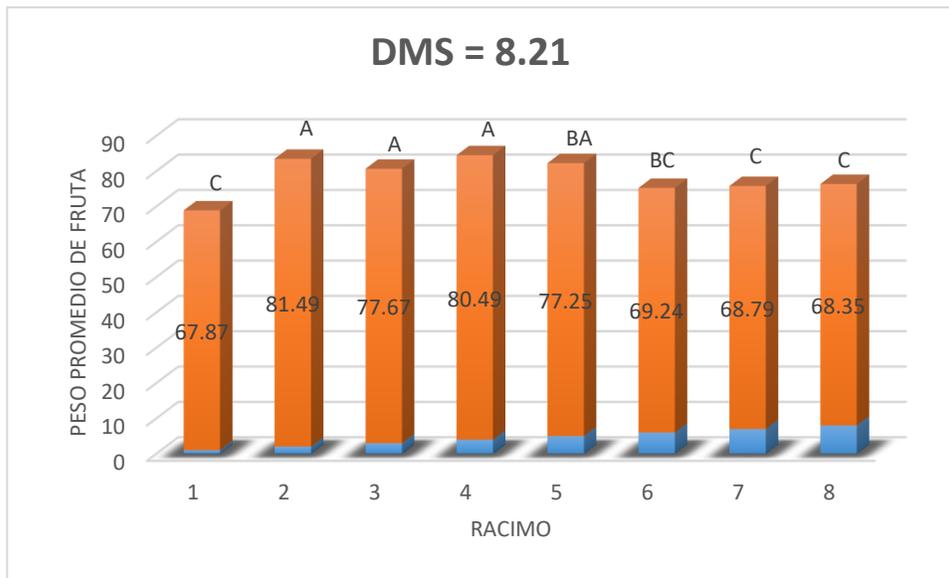


El resultado se debe a que también (Prasad. 1999). Reportó que el polvo de coco en varios de los ensayos realizados mostró propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas para ser usado como medio de cultivo. (Razi. 1997). Señala que su uso, aun cuando sea el único material en el que crecen las plantas, no ocasiona problemas de anclaje en cultivos ornamentales anuales a pesar de tener baja densidad aparente y que si se mezcla con arena este valor se incrementa, además de que se mejora la humectabilidad en más de 33% y se obtiene una porosidad de 23.7%. Los mismos autores también observaron que agregando varios niveles de fibra es posible incrementar la porosidad de aire hasta 35% manteniendo en un nivel satisfactorio el agua fácilmente disponible.

9.12 Peso promedio de fruta por racimo.

Y también pueden observarse otro análisis de varianza y prueba de comparación de media (cuadro 6 A) y muestra que el racimo 2 supero en una mayor cantidad de peso promedio de frutos superando 16.71 % (13.03 gramamos de peso promedio de fruta) comparado con el racimo 1 que obtuvo 67.87 gramos de peso de frutos. Y también se observa que el racimo 5, si tuvo diferencia significativa comparados con los racimos 2, 4 y 3 además que los racimos 6, 7, 8 y 1 tiene diferencia comparado con los antes mencionados.

GRAFICA 106 Peso promedio total de frutos por racimo.



El resultado puede explicarse a que en la semana 13 y 14 las plantas tenían formados cinco racimos y además estaban fructificando los racimos 6, 7 y 8; es decir, hubo una mayor demanda de asimilados para la formación de frutos. Khansagar (1987) menciona que cuando los primeros tres racimos en fructificación están creciendo rápidamente hay gran demanda y esta es suministrada por las hojas medias. En la fructificación gran parte de la materia seca producida por una planta se acumula en los frutos, durante el tiempo en que los primeros cinco racimos están creciendo rápidamente (Hurd.1979). Asimismo, la capacidad de una inflorescencia para obtener asimilados se incrementa marcadamente de la floración al fructificación, una vez que los frutos empiezan a crecer el rango de crecimiento vegetativo disminuye (Salter, 1958) e inclusive una carga abundante de frutos puede llegar a ocasionar la muerte de la raíz (Hurd 1997).

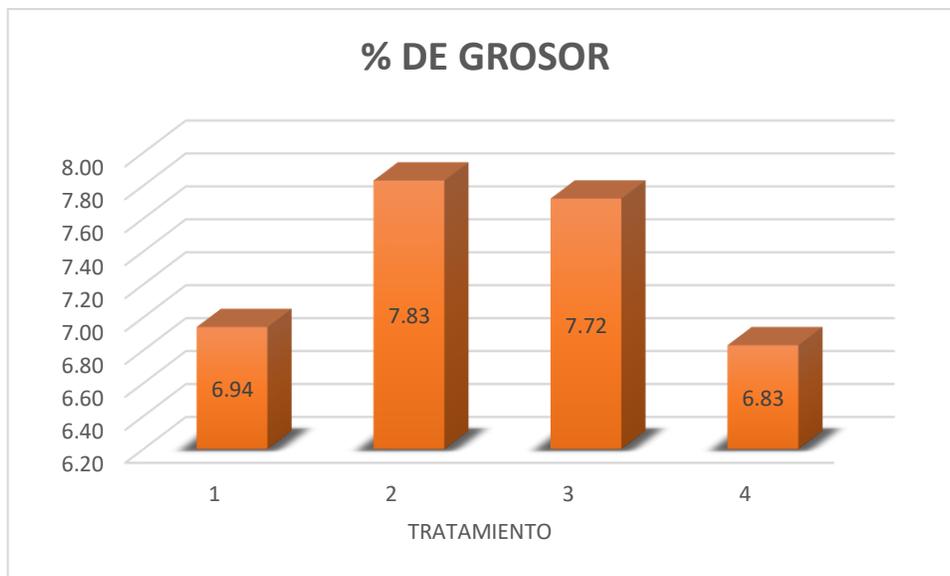
9.13 % De grosor de mesocarpio y pericarpio por tratamiento y acides.

De acuerdo a los datos obtenidos el tratamiento que obtuvo un menor grosor de mesocarpio y pericarpio fue el tratamiento cuatro que este a su vez también fue el que tuvo una menor acides comparados con los otros tratamientos

CUADRO 5 . % de grosor de mesocarpio y pericarpio y acides.

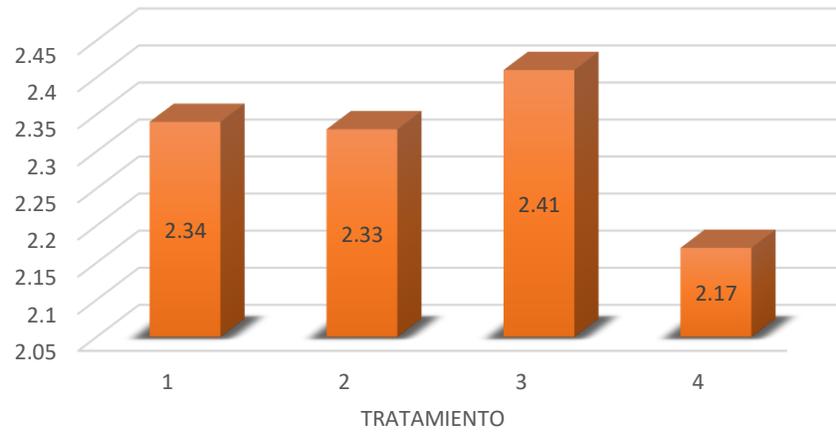
TRATAMIENTO	% DE GROSOR	ACIDES
1	6.94	2.34
2	7.83	2.33
3	7.72	2.41
4	6.83	2.17

GRAFICA 71 % De grosor.



GRAFICA 12 % De acides.

% ACIDES



10. CONCLUSIÓN DEL PROYECTO Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir que de los cuatro tratamientos aplicados el que mostro una mayor cantidad de frutos el número 4. Sin diferencia significativa.

El tratamiento que obtuvo una mayor cantidad de peso de los frutos fue el tratamiento 3. Sin diferencia significativa.

Aun que el que tuvo mayor peso promedio fue el tratamiento dos que no mostro tener diferencia significativa

Una mayor cantidad de frutos por planta fue el tratamiento 4 teniendo diferencia significativa en el tratamiento 1 y 2.

Y en las repeticiones no mostro tener diferencia significativa siendo la repetición 3 la que mostro mayor cantidad.

En cuanto a la cantidad de frutos por racimo si mostro tener diferencia significativa en los racimos 3, 5, 6 y 2. Y también otra diferencia en el racimo 8.

En la mayor cantidad de peso total de frutos se mostró sin diferencia significativa en los tratamientos siendo el tratamiento 3 el que mostro mayor cantidad y el tratamiento 2 el de menor cantidad.

En las repeticiones tampoco mostro tener diferencia significativa, pero en la repetición 3 fue en la que se obtuvo mayor cantidad comparada con la repetición 1

Y en la cantidad de peso promedio por racimo si mostró tener diferencia significativa ya que en el racimo 4 fue el de mayor cantidad y los racimos 3, 2, 1 y 5 tienen diferencia significativa con el antes mencionado y los racimos 6 y 7 tienen otra diferencia significativa y por último el racimo 8 mostro tener otra diferencia significativa.

También el peso promedio por fruta mostro tener una diferencia significativa de los tratamientos, teniendo una mayor cantidad el tratamiento 2 comparado con el tratamiento 4.

Sin embargo, en el número de repeticiones no se obtuvo diferencia significativa, pero en la repetición 1 se observó una mayor cantidad que en la repetición 2.

Y por último en la cantidad de los racimos si se obtuvo diferencia significativa siendo en racimo 2, 4 y 3 los de mayor cantidad y el racimo 5 y 6 tienen diferencia significativa y también los racimos 7, 8 y 1 mostraron otra diferencia.

Es decir que los dos tratamientos que tienen composta son los de mayor cantidad de frutos y estos a su vez tienen los frutos de mayor peso.

Además de que se observa que incluso el testigo tiene mayor cantidad de frutos y mayor tamaño que el que tiene la fibra de coco. Es decir que el de la fibra de coco es el menos recomendable.

Y también en cuanto al grosor de mesocarpio y pericarpio el de menor grosor fue el tratamiento cuatro y a su vez también es el de menor acidez.

11 RECOMENDACIONES

Es recomendado que cuando se va a realizar una plantación de jitomate bajo condiciones de invernadero se utilice un sustrato mineral que pueda mezclarse con un sustrato orgánico. Se recomienda aplicar composta en un porcentaje de 15% y 30% ya que la composta al ser orgánica tiene mayor retención de agua, favorece la aireación y ayuda en aportes de nutrientes como nitrógeno, fosforo y potasio.

También se recomienda que es más rentable el utilizar solamente tezontle si no se cuenta con recurso para comprar otro sustrato para mezclar ya que también mostro tener buenos resultados seguido de los de la composta.

Por los resultados obtenidos en el experimento no se recomienda la fibra de coco ya que realmente no mostro tener un buen rendimiento en cuanto a cantidad y es muy elevado su precio lo cual nos afecta en la inversión.

12 BIBLIOGRAFIA

- Abod 1995. Sustratos para el cultivo de suelo. El cultivo de jitomate. Edición mundial. Pp 131-166.
- Abod 2005. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Tercera edición. Pp. 299-352.
- Abod y Noruega 2000. Los sustratos en cultivos sin suelo. Manual de cultivos sin suelo. Segunda edición. Pp 137-183.
- Ansorena 1994. Sustratos, propiedades y caracterización. Mundi prensa España. Pp-172.
- Avidad 2004. La producción de jitomate en suelos y en sustratos artificiales. Curso internacional de sistemas de riego.
- Baca y Laura 2001. Sistemas hidropónicos vegetales. Prensa mundial España. PP.- 98-117.
- Box, G. (2008). Estadística para investigadores. Diseño, innovación y descubrimiento. Reverte : Barcelona .
- Bures 1998. Introducción a los sustratos. Aspectos generales. Tecnología de sustratos. Edición universal de leida. PP.- 19-31.
- Cabrera 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para producción de plantas en maceta. Pp- 5-11.
- Caraveo 1994. Relaciones nutrimentales en el cultivo hidropónico de jitomate empleando el polvo de borbote de coco como sustrato.
- Figuroa 2002. Uso sustentable del suelo y abonos orgánicos. Abonos orgánicos. Ponencia presentada.
- García 2001. Evaluación de sustratos para la producción de jitomate cultivado en maceta. Vol. 19. Pp.249-258.
- Genevini 1997. Composta en tipos de sustrato para la nutrición. Pp. 135-147.
- Giron, P. (2005). Diseño de experimentos. Soluciones con SAS y SPSS. Madrid : Pearson Educacion .
- Gizas 2007. Participación de los sistemas en las propiedades químicas y afectaciones de los sustratos en la agricultura. Pp 1274
- Gonzales, M. (1966). Diseños Experimentales . Mexico: Seneca .

- Gutiérrez, H. (2003). Análisis y Diseño de experimentos. Mexico : Trillas .
- Hartman 2002. Propagación de plantas. Principales prácticas. Pp.880.
- Hurd, 1979. El efecto de la remoción parcial de flores sobre la relación entre la raíz y el crecimiento del fruto en el tomate indeterminado. Pp 93
- Jaramillo 2008. El cultivo de jitomate bajo invernadero. Pp 48
- Jensen 1997. Hidropónicos. Pp 32
- Lemaire 2005. Cultivos en macetas y contenedores. Principios agronómicos y aplicaciones. Edición mundi. Pp. 210.
- Malupa 2001. Respuesta del pepino y jitomate en diferentes sustratos. Pp 593.
- Marinou 2013. Uso de la fibra de coco y perlita en hidroponía. Pp452.
- Meerow.1994. Alternativas variables de producción. Pp1484-1486.
- Melgarejo 1997. Evaluación de algunos parámetros físico-químicos y nutricionales de humus de lombriz y composta. Derivados de diferentes sustratos. Pp.3-7.
- Mora 1994. Sustratos para cultivo sin suelo. Congreso nacional de horticultura. Pp. 95-99.
- Muñoz 1900. Estadística Experimental.
- Muñoz 2003. La producción de hortalizas bajo invernadero en México. Manual de producción. Pp. 14-16.
- Noguera 2000. Nuevas vialidades ecológicas para la sustentabilidad. Acta hortícola. Pp. 279-286.
- Ortega 2010. Efectos de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate bajo condiciones de invernadero. Pp. 339-346.
- Prasad. 1997. Propiedades biológicas de los sustratos. Pp.21-29.
- Ravid 1984. Producción metabólica de microorganismos en la fermentación de sustratos mediante hortalizas. Acta hortícola. Pp. 563-573.
- Razi. 1997. Manual de los ornamentales en combinación con las hortalizas. Pp 31-38
- Salter 1958. Los efectos de diferentes El efecto de diferentes regímenes de agua en el crecimiento de plantas IV. Crecimiento vegetativo y desarrollo de frutos en el tomate.p.33
- Sampeiro 2004. Un paso más en hidroponía. Editorial piara. Pp. 57-70.

Seseña 1998. Uso de vermicomposta como componente del sustrato y adición a la solución de fertilizante. Pp. 61.

SIAP 2004. Servicio de información agroalimentaria y pesca. Producción de jitomate orgánico rojo.

SIAP. Consulta 17 agosto 2021. <http://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/producción-agricola>

Solorzano, J. 2011. Diseños experimentales

Tzorzakis 2008. Impactos de los sustratos en los tomates. Pp 83.

Vargas 2003. Caracterización física, química y biológica de sustratos de polvo de coco

Zamora, 2005. Formulación de mezclas de sustratos mediante programación lineal. Pp.95.

13 ANEXOS

Cuadro 1 A. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias (tukey y alpha de 0.05) para la variable Cantidad de frutos por seis plantas.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	5376.333333	1075.266667	2.50	0.1478
Error	6	2581.333333	430.222222		
Corrected Total	11	7957.666667			
	R-Square	C.V.	Root MSE	CFP Mean	
	0.675617	8.171424	20.74180	253.8333	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	4363.666667	1454.555556	3.38	0.0953
REP	2	1012.666667	506.333333	1.18	0.3705
Prueba de comparación de medias					
Minimum Significant Difference= 58.626					
Tukey Grouping		Mean	N	TRAT	
A		269.67	3	4	
A		268.33	3	3	

A	255.00	3	1
A	222.33	3	2

Cuadro 2 A.. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias (tukey y alpha de 0.05) para la variable Cantidad de peso total frutos por seis planta

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	13188255.83	2637651.17	1.11	0.4438
Error	6	14281018.83	2380169.81		
Corrected Total	11	27469274.67			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PTFP Mean	
	0.480109	8.336947	1542.780	18505.33	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	7131014.667	2377004.889	1.00	0.4552
REP	2	6057241.167	3028620.583	1.27	0.3462
Prueba de comparación de medias					
Minimum Significant Difference= 4360.6					
Tukey Grouping		Mean	N	TRAT	
A		19498	3	3	
A		19014	3	4	
A		17810	3	1	
A		17699	3	2	

Cuadro 3A.. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias (tukey y alpha de 0.05) para la variable Cantidad de peso promedio de frutos por seis planta

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	226.7483333	45.3496667	3.31	0.0889
Error	6	82.3183333	13.7197222		
Corrected Total	11	309.0666667			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PPFP Mean	
	0.733655	5.057826	3.704014	73.23333	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	167.8266667	55.9422222	4.08	0.0676
REP	2	58.9216667	29.4608333	2.15	0.1980
Prueba de comparación de medias					
Minimum Significant Difference= 10.469					
Tukey Grouping		Mean	N	TRAT	
A		79.467	3	2	
A		72.800	3	3	
A		70.533	3	4	
A		70.133	3	1	

Cuadro 4 A.. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias (tukey y alpha de 0.05) para la variable Cantidad de frutos por seis planta

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	12	5765.000000	480.416667	14.62	0.0001
Error	83	2727.625000	32.862952		
Corrected Total	95	8492.625000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	CFP Mean	
	0.678824	18.30777	5.732622	31.31250	

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	583.791667	194.597222	5.92	0.0010
REP	2	158.250000	79.125000	2.41	0.0963
NR	7	5022.958333	717.565476	21.84	0.0001

Prueba de comparación de medias

Minimum Significant Difference= 4.3388

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	33.708	24	4
A	33.542	24	3
B A	30.208	24	1
B	27.792	24	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: CFP

Minimum Significant Difference= 3.4202

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	33.125	32	3
A	30.500	32	2
A	30.313	32	1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: CFP

Minimum Significant Difference= 7.2775

Tukey Grouping	Mean	N	NR
A	38.750	12	1
A	36.167	12	4
B A	34.500	12	3
B A	33.917	12	5
B A	33.083	12	6
B A	32.500	12	2
B	27.750	12	7
C	13.833	12	8

Cuadro 5 A.. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias (tukey y alpha de 0.05) para la variable Cantidad de peso total de frutos.

Dependent Variable: PTFP					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	12	36092814.23	3007734.52	13.82	0.0001
Error	83	18059305.60	217582.00		
Corrected Total	95	54152119.83			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PTFP Mean	
	0.666508	20.14534	466.4569	2315.458	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	854664.33	284888.11	1.31	0.2769
REP	2	717596.40	358798.20	1.65	0.1985
NR	7	34520553.50	4931507.64	22.67	0.0001

Prueba de comparación de medias

Minimum Significant Difference= 353.04

Tukey Grouping	Mean	N TRAT
A	2437.2	24 3
A	2376.8	24 4
A	2235.5	24 1
A	2212.4	24 2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PTFP

Minimum Significant Difference= 278.3

Tukey Grouping	Mean	N REP
A	2433.1	32 3
A	2285.4	32 1
A	2227.8	32 2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PTFP

Minimum Significant Difference= 592.16

Tukey Grouping	Mean	N NR
----------------	------	------

	A	2896.6	12 4
B	A	2683.4	12 3
B	A	2643.2	12 2
B	A	2637.2	12 1
B	A	2586.0	12 5
B	C	2284.3	12 6
	C	1860.1	12 7
	D	933.0	12 8

Cuadro 6A.. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias (tukey y alpha de 0.05) para la variable Cantidad de peso promedio de frutos.

Dependent Variable: PFPF					
		Sum of	Mean		
Source	DF	Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	12	4043.600417	336.966701	8.04	0.0001
Error	83	3478.864479	41.914030		
Corrected Total	95	7522.464896			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PFPF Mean	
	0.537537	8.761493	6.474105	73.89271	
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	3	987.054479	329.018160	7.85	0.0001
REP	2	161.095208	80.547604	1.92	0.1528
NR	7	2895.450729	413.635818	9.87	0.0001
Prueba de comparación de medias					
Minimum Significant Difference= 4.9					
	Tukey Grouping	Mean	N	TRAT	
	A	79.054	24	2	
	B	73.488	24	1	
	B	72.742	24	3	

B 70.288 24 4

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PPFP

Minimum Significant Difference= 3.8626

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	75.669	32	1
A	73.394	32	3
A	72.616	32	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: PPFP

Minimum Significant Difference= 8.2188

Tukey Grouping	Mean	N	NR
A	81.492	12	2
A	80.492	12	4
A	77.675	12	3
B A	77.225	12	5
B C	69.242	12	6
C	68.792	12	7
C	68.350	12	8
C	67.875	12	1