

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo
saladette en invernadero con biofertilizantes.**

POR

ISAÍAS VÁZQUEZ MÉNDEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO.

NOVIEMBRE, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes.

POR:
ISAÍAS VÁZQUEZ MÉNDEZ

TESIS
QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

ASESOR:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:


M.C. GENOVEVA HERNÁNDEZ ZAMUDIO

ASESOR:


ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS
AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes.

POR:
ISAÍAS VÁZQUEZ MÉNDEZ

TESIS
QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

REVISADO POR:

ASESOR PRINCIPAL:


M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

ASESOR:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:


M.C. GENOVEVA HERNÁNDEZ ZAMUDIO

ASESOR:


ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS
AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE, 2017

AGRADECIMIENTO

A Dios Gracias a mi dios padre por haberme ayudado durante estos 4 años, el sacrificio fue grande, pero tú siempre me diste la fuerza necesaria para continuar y lograrlo, mi carrera profesional me costó mucho esfuerzo y lágrimas por momentos sentí que ya no podía más y quería dejar las cosas ahí, pero gracias a ti mi dios.

A mis maestros Ing. Juan Manuel Nava Santos, por el gran apoyo brindado durante estos años de formación académica, por su paciencia, comprensión, y consejo para que esta meta se cumpliera, muchísimas gracias.

M.C. Francisca Sánchez Bernal, por todo su apoyo y paciencia para que este trabajo concluyera siempre le estaré agradecido, no solo por esto, también porque influyo en mi formación académica, muchas gracias.

Dr. Alfredo Ogaz, Por apoyarme en este trabajo, por los conocimientos, consejos y palabras de motivación de seguir adelante traspasando los retos y obstáculos que la vida nos pone, a ellos muchas gracias.

M.C. Genoveva Hernández Zamudio, por su paciencia, por haberme apoyado para el desarrollo del trabajo realizado.

Biol. María Mercedes Sáenz López, Por su comprensión, confianza, paciencia, disposición que tuvieron en el proceso de la investigación aclarando mis dudas ayudarme a obtener mis objetivos previstos durante mi estancia en el laboratorio.

Dr. Ángel Lagarda Murrieta. Ha sido un buen amigo, durante mí desarrollo profesional siendo quien me da los ánimos de seguir adelante y de sus consejos que nunca los olvidaré gracias.

DEDICATORIA

A mis padres Querido papito Enrique Vázquez Vázquez que estés en el cielo te doy las gracias a ti por darme la vida, dándome fuerza de salir adelante con mis estudios gracias papito aunque ya no estés conmigo pero siempre estarás en mi corazón. Y a ti mamita Florentina Méndez Hernández Por el cariño, apoyo moral y económico que siempre recibí, con el cual logre culminar mi esfuerzo gracias mamita hermosa.

A mi hermano José: muchas gracias hermano por enseñarme y cuidarme y protegerme de los peligros. Por guiarme a un buen camino por apoyarme todo momento durante estos cuatro años.

A mis hermanas Leticia, Valentina, Trinidad, María, Elvira, Dori Mayeli, Esmeralda, Gracias por tanto apoyo, por los consejos que me dieron y porque siempre creyeron en mí, nunca me dejaron solo en los momentos más difíciles.

A mis sobrinos Yahir, Cristian, Ulises, Iker, Yenkelen, Joel, Irvin, Junior, Yudi, Nantzi, gracias sobrinos por estar conmigo durante estos 4 años por darme sus apoyos y consejos de seguir adelante y este logro también les compartiré a ustedes este logro los quiero mucho a todos.

A mi padrino Ing. Vicente Lascares Ochoa. Por permitirme compartir su amistad todos estos años, por brindarme compañía y cariño que hiciera que llegara a considerarme un integrante más en la familia.

A mi novia Araceli Hernández Méndez: Gracias amor, porque desde que apareciste en mi vida y cruzaste en mi camino todo cambió y me diste más fuerzas de seguir adelante con mis estudios.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad de tomate tipo saladette, variedad Rio Grande con diferentes porcentajes de compost más micorrizas, en invernadero. Los tratamientos evaluados fueron, T₁ (compost 40 % + arena 50% + perlita 10% + Micorrizas); T₂ (compost 30% + arena 60 % + perlita 10 % + Micorrizas), T₃ (compost 20 % + arena 70 % + perlita 10 % + Micorrizas) y T₄ (compost 10 % + arena 80 %, perlita 10 % + Micorrizas), las micorrizas se aplicaron en la misma cantidad a todos los tratamiento en dosis de 2.5 g/l⁻¹. Se utilizó un diseño experimental completamente alzar.

Un mayor porcentaje de composta junto con las micorrizas en el sustrato, dan como resultado una mejor producción y un mayor número de frutos en la planta del tomate, así lo indican los resultados, ya que el T₁ (40% de compost más micorrizas) sobresalió en las variables: número de frutos, peso total de fruto y rendimiento.

Tanto el diámetro polar, ecuatorial, grosor de pulpa, peso por fruto y grados Brix son características del fruto que no mejoraron con el mayor porcentaje de compost y micorrizas en el sustrato.

La biomasa (PSH+PST) se incrementó con el tratamiento de mayor porcentaje de compost T₁ (40% de compost más micorrizas). No así para la variable biomasa de raíz, en la cual no se determinó diferencia significativa entre tratamientos.

Para la variable porcentaje de micorrización, se obtuvo una media general de 96%, no presentando diferencia significativa entre tratamientos.

PALABRAS CLAVE: Biofertilizante, lycopersicum, Compost, Invernadero, Micorrizas arbusculares.

INDICE

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
INDICE	iv
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURA	x
INDICE DE APENDICE	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1.1 Generalidades del tomate	4
2.1.2 Origen	4
2.1.3. Importancia del cultivo de tomate	4
2.1.4. Importancia a nivel nacional	5
2.1.5. Importancia a nivel regional	5
2.1.6. Sustratos	6
2.1.7. Uso de Abonos Orgánicos en Tomate	7
2.1.8. El Compost	7
2.2. Clasificación Taxonómica	9
2.2.1. Descripción botánica	10
2.2.2. Raíz	11
2.2.3. Tallo	11
2.2.4. Hojas	11
2.2.5. Flores	12
2.2.6. Frutos	12
2.2.7. Semilla	12
2.3. Generalidades de invernadero	13
2.3.1. Ventaja	13
2.3.2. Desventaja	14

2.3.3. Requerimientos climáticos	14
2.3.4. Requerimientos edáficos	15
2.3.5. Requerimientos Agroclimáticos	15
2.3.6. Humedad relativa.....	16
2.3.7. Radiación	17
2.3.8. Luz.....	17
2.3.9. Contenido del CO2 en el aire	18
2.4. Agricultura orgánica	18
2.4.1. Labores culturales	19
2.4.2. Densidad de población	19
2.4.3. Aporcado y rehundido.....	19
2.4.4. Tutorado	19
2.4.5. Poda de formación	20
2.4.6. Podas de brotes axilares	20
2.4.7. La poda de hojas o deshojado	21
2.4.8 Poda de brote apical	21
2.4.9. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos.....	21
2.5. Polinización	22
2.5.1. Polinización natural	22
2.5.2. Polinización artificial	22
2.6. Necesidad de riegos	23
2.6.1. Fertilización.....	23
2.7. Micorrizas.....	24
2.7.1. Importancia de las micorrizas en la agricultura	25
2.7.2. Ventajas y beneficios de las micorrizas	25
2.7.3. Ventajas	26
2.7.4. Beneficios.....	26
2.7.5. La función principal de los hongos micorrízicos	26
2.7.6. Concepto general de micorriza.....	27
2.7.7. Características generales los hongos formadores de micorrizas arbusculares	27
2.7.8. Conceptos generales de la micorriza arbusculares (MA)	28
2.7.8. Tipos de micorrizas	28

2.7.9. Ectomicorizas	29
2.7.10. Endomicorizas	30
2.7.11. Beneficios de las micorizas para las plantas	30
2.7.12. Beneficios al suelo por la aplicación de micorizas	31
2.7.13. Tipos y modos de acción de biofertilizantes	32
2.7.14. Hongos	32
2.7.15. Morfología del hongo dentro de la raíz	32
2.7.16. Hifas	32
2.7.17. Arbúsculos	33
2.7.18. Vesículas	33
2.7.19. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal	33
2.7.20. Producción de biofertilizantes	34
2.7.21. El género Azospirillum	34
2.7.22. Glomus intraradices	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.3. Localización geográfica	36
3.4. Localización de experimento	36
3.5. Características del invernadero	36
3.6. Descripción de tratamientos	36
3.7. Tipo de micoriza	37
3.8. Siembra	37
3.9. Germinación	38
3.10. Llenado de bolsas	38
3.11. Trasplante	38
3.12. Riego	38
3.13. Manejo del cultivo	38
3.13.1. Poda	38
3.13.2. Tutorado	39
3.13.3. Deshojado	39
3.13.4. Fertilización orgánica	39
3.13.5. Plagas y enfermedades	39
3.13.6. Plagas	39

3.13.7. Enfermedades	40
3.13.8. Cosecha	40
3.13.9. Porcentaje de micorrización en la raíz en laboratorio	40
3.13.10. Montaje e identificación de hifas, vesiculares y arbusculares en la raíz	41
3.13.11. Porcentaje de micorrización en la raíz.....	42
3.14. Variables Evaluadas	43
3.14.1. Altura de la Planta	43
3.14.2. Grados Brix.....	43
3.14.3. Diámetro polar de fruto	43
3.14.4. Diámetro ecuatorial de fruto	44
3.14.5. Grosor de pulpa	44
3.14.6. Numero de fruto	44
3.14.7. Peso total de fruto	44
3.14.8. Peso por fruto.....	44
3.14.9. Rendimiento t ha ⁻¹	44
3.14.10. Biomasa [Peso Seco Hoja (PSH) + Peso Seco Tallo (PST)].....	45
3.14.11. Porcentaje de micorrización	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	46
4.1. Altura de planta	46
4.2. Grados brix	47
4.3. Diámetro polar de fruto	49
4.4. Diámetro ecuatorial	50
4.5. Grosor de pulpa	51
4.6. Variables de producción	52
4.7. Numero de frutos	52
4.8. Peso total de fruto	53
4.9. Peso por fruto.....	54
4.10. Rendimiento total por hectárea	55
4.11. Biomasa [Peso Seco Hoja (PSH) + Peso Seco Tallo (PST)].....	56
4.12. Biomasa de raíz.....	57
4.13. Porcentajes de micorrización	58
V. CONCLUSIONES	61

VI. BIBLIOGRAFIA.....	62
VII. APENDICE.....	75

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de los porcentajes de vermicompost en el sustrato. Evaluados como tratamientos..	37
Cuadro 2. Productos agroquímicos utilizados para el control de plagas durante el desarrollo del cultivo de tomate saladette Rio Grande..	40
Cuadro 3. Evaluación de porcentajes de Micorrización (<i>Solanum lycopersicum</i> L.), tomate tipo saladette.....	59

INDICE DE FIGURA

- Figura 1.** Altura de planta (cm) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera - verano UAAAN UL, 2016.....46
- Figura 2.** Grados Brix, resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo Saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.48
- Figura 3.** Diámetro polar del fruto (cm) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016. 49
- Figura 4.** Diámetro ecuatorial (cm) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.....50
- Figura 5.** Grosor de pulpa (cm) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.....51
- Figura 6.** Número de frutos, resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.....52
- Figura 7.** Peso total de fruto (g) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.....53
- Figura 8.** Peso por fruto (g) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.....54
- Figura 9.** Rendimiento (ton/ha^{-1}) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.....55

Figura 10. Biomasa (PSH+PST) (g) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.....56

Figura 11. Biomasa de raíz (g) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.....57

Figura 12. Porcentaje de micorrización (%) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.58

INDICE DE APENDICE

Cuadro A 1. Análisis de varianza para la variable altura de planta en la producción de tomate saladette (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.	75
Cuadro A 2. Análisis de varianza para la variable Grados Brix en la producción de tomate saladette (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.	75
Cuadro A 3. Análisis de varianza para la variable Diámetro polar del fruto en la producción de tomate saladette (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.	76
Cuadro A 4. Análisis de varianza para la variable Diámetro ecuatorial en la producción de tomate saladette (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.	76
Cuadro A 5. Análisis de varianza para la variable grosor de pulpa en la producción de tomate saladette (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.	77
Cuadro A 6. Análisis de varianza para la variable número de frutos en la producción de tomate saladette (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.	78
Cuadro A 7. Análisis de varianza para la variable peso total de frutos en la producción de tomate saladette (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.	78
Cuadro A 8. Análisis de varianza para la variable peso promedio por fruto en la producción de tomate saladette (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.	79

Cuadro A 9. Análisis de varianza para la variable rendimiento total por hectárea en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.79

Cuadro A 10. Análisis de varianza de Biomasa (PSH-PST) (g) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.80

Cuadro A 11. Análisis de varianza para la variable Biomasa la raíz en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.80

cuadro A 12. Análisis de varianza para porcentaje de micorrización (%) en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.81

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de los hongos micorrízicos en la agricultura sustentable, está basada en su función de unir a la planta con el suelo, al servir como agente de transporte nutrimental entre otros componentes, teniendo un impacto en la conservación de éste recurso (Elliot y Coleman, 1988; Bethlenfalvay y Linderman, 1992).

La inoculación con hongos micorrizas arbusculares (HMA), la fijación biológica de nitrógeno, el uso de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), la adición de materia orgánica, el control biológico y otras prácticas de cultivo que favorecen la producción, son alternativas viables que pueden ser empleadas para la solución de algunos problemas de la agricultura, teniendo una repercusión favorable en el medio ambiente (Bethlenfalvay y Schuep, 1994).

La producción mundial de tomate ha mantenido un patrón de respuesta ascendente y se espera que siga con esa tendencia en el futuro, ya que el crecimiento en el consumo por este producto es tres veces la tasa de crecimiento de la población. De acuerdo con los datos reportados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2008) la producción mundial de tomate para el año 2008 fue de 142, 153,859 toneladas y los diez principales países productores de tomate suman una producción de 105, 806,898 toneladas. Esto significa que en conjunto representan el 74.43% de la producción mundial de tomate. (Sistema Producto Nacional Tomate Rojo, 2009).

El compost es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición; los organismos que llevan a cabo la descomposición o mineralización de los materiales ocurren de manera natural en el ambiente. (SAGARPA, 2012).

Según Fernández *et al* (2004), el compost es considerado como un alimento para la cadena trófica del suelo, como una “siembra” promotora de la

actividad biológica de los microorganismos del suelo, como un sustrato con propiedades de control de enfermedades de las plantas cultivadas. En suma el compost puede constituir un excelente factor de producción en los agroecosistemas y un excelente factor de protección y conservación de los suelos.

La producción bajo invernadero tiene varias ventajas sobre la producción a campo abierto: mayor eficiencia en el uso de agua, tierra y fertilizantes, ampliación y ajuste de la temporada de siembra y cosecha, de acuerdo con la demanda del mercado. Al tener un mejor control en las variables ambientales y agronómicas, la producción de invernadero es mejor, en calidad y cantidad, que la producida en campo. Uno de los principales factores que afectan el rendimiento es la aplicación oportuna y suficiente del riego. Una mala programación de riego también promueve la presencia de enfermedades y desórdenes fisiológicos (Adams y Ho, 1993; Peet y Willits, 1995).

1.1 Objetivo

Mejorar el rendimiento y calidad de tomate tipo Saladette en invernadero utilizando biofertilizantes y compost en el sustrato.

1.2 Hipótesis

El sustrato con un mayor porcentaje de compost más micorrizas incrementa el rendimiento y calidad de tomate tipo Saladette.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1 Generalidades del tomate

El Tomate es una planta de clima cálido pero se adapta muy bien a climas templados; se puede sembrar en gran parte del territorio, prefiriéndose aquellos ubicados en alturas entre los 1 0 0 y 1 5 0 0 m.s.n.m. En el período de lluvias la incidencia de enfermedades es mayor mientras que durante la época seca las plagas son el mayor problema. Sin embargo dichos problemas son superables mediante un conjunto de prácticas agrícolas que incluyan métodos de manejo y controles adecuados, los cuales tienen que ser realizados en el momento y la forma precisa en que se indican, ya que de éstas depende el éxito de una buena cosecha. (Chemonics, 2008).

2.1.2 Origen

El tomate es una planta originaria de Perú, Ecuador y México, países en donde se encuentran varias formas silvestres. Fue introducida en Europa en el siglo XVI. Al principio, el tomate se cultivaba solo como planta de adorno. A partir de 1900, se extendió el cultivo como alimento humano. El tomate se cultiva en las zonas templadas y cálidas. Existen notables diferencias en cuanto a los sistemas y técnicas culturales empleadas por los horticultores. Actualmente el tomate se cultiva en casi la totalidad de países en el mundo (Rick, 1978).

2.1.3. Importancia del cultivo de tomate

El cultivo del tomate en México tiene una trascendencia social muy importante, puesto que una parte considerable de la población económicamente activa se encuentra relacionada directa o indirectamente con el cultivo del tomate. El cultivo del tomate es una importante fuente de empleo para un considerable número de familias en México. Se estima que para la producción de 75,000 hectáreas de tomate se emplean a 172 mil trabajadores de campo.

El cultivo del tomate trae aparejado consigo mismo una fuerte fluctuación migratoria de personas originarias de estados como Oaxaca, Zacatecas, Guanajuato, Guerrero y Veracruz, principalmente; por ser éstos estados que aportan una proporción considerable de trabajadores agrícolas a las principales regiones de cultivo del tomate. El tomate es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente.

Pocos productos hortícolas permiten tal diversidad de usos como el tomate. Se puede servir crudo, cocido, estofado, frito, encurtido, como una salsa o en combinación con otros alimentos. Se puede usar como ingrediente en la cocina y puede ser procesado industrialmente entero o como pasta, jugo, polvo, etc. En la actualidad este cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo. (Nuez, 1995).

2.1.4. Importancia a nivel nacional

México es un país excedentario en la producción de hortalizas, especialmente de tomate. A nivel nacional, el tomate, junto con las demás hortalizas, representó alrededor del 60% del valor de las exportaciones agrícolas de México. El tomate es el que contribuye con una mayor proporción de este valor (SIAP-SAGARPA, 2010).

2.1.5. Importancia a nivel regional

En la Región Lagunera de Coahuila y Durango, se tienen cuantificadas actualmente 600 ha bajo el concepto de agricultura protegida, principalmente para producción de tomate para exportación. De estas superficies, 430 ha se explotan con casa sombra o bioespacios y 170 ha con invernaderos; de estas últimas 15 ha se usan para la producción de plántula de tomate y chile para trasplante, las cuales se surten principalmente al sector privado y en menor medida al sector social, el cual ha tenido problema con enfermedades fungosas y virosis a nivel de

semilla de origen y a nivel de cultivo de campo, como *Fusarium*, *Phytophthora*, mosaico del tabaco y mosaico del pepino. En esta región, el cultivo de chile tiene gran importancia en la economía, especialmente el chile jalapeño, ya que es uno de los principales cultivos hortícolas que se siembra en la región después de la sandía, tomate y melón durante el ciclo primavera-verano. La superficie producida en los últimos años fluctúa alrededor de las 1,074 ha, con un rendimiento promedio de 15.6 Mg·ha⁻¹ (SIAP, 2010). En esta región existen productores de chile con tendencia al uso de fuentes de materia orgánica (MO) como suministro de nutrimentos vegetales, principalmente por la gran cantidad de estiércol –49 mil toneladas de estiércol seco mensuales, que en esta región se genera derivado de la producción lechera de cerca de 500 mil cabezas de bovino lechero (Salazar *et al.*, 2007).

2.1.6. Sustratos

Se entiende por sustrato al material sólido natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o mezclado, permite el anclaje del sistema radical, que desempeña así un papel de soporte para la planta, pudiendo intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta (Patrón, 2010).

Es por definición cualquier medio sólido (orgánico, inorgánico o mezcla) que se utilice para cultivar plantas en contenedores (con altura limitada y su base este a presión atmosférica), el cual le proporciona a las plantas las condiciones adecuadas para su desarrollo, además de permitir que la “solución nutritiva” se encuentre disponible para la planta (Patrón, 2010).

2.1.7. Uso de Abonos Orgánicos en Tomate

En el presente existe un creciente interés por utilizar fuentes orgánicas para abonar los suelos. Una alternativa en la Comarca Lagunera es crear dicho sustrato a partir de estiércol, del cual se producen alrededor de 49 mil toneladas de materia seca mensuales (Luévano y Velásquez, 2001) en la Región, las cuales pueden ser sometidas a los procesos de composteo y/o vermicomposteo.

El cultivo del tomate en condiciones de sustrato, bajo invernadero, es capaz de producir frutos de excelente calidad, además de cumplir con los estándares de inocuidad alimentaria. Por otra parte, en años recientes, la demanda de productos desarrollados orgánicamente se ha incrementado, debido a que los abonos orgánicos permiten, como medios de crecimiento, mejorar las características cualitativas de los vegetales consumidos por el hombre (Tourat, 2000).

2.1.8. El Compost

La composta se fabrica mediante la fermentación aerobia controlada de una mezcla de materias orgánicas, a las que se pueden añadir pequeñas cantidades de tierra o rocas naturales trituradas. La elaboración de composta permite la obtención de humus y el reciclaje de materiales orgánicos, es decir, la transformación de los restos de cosechas, pero esta transformación en la parcela es tardada por razones como: existencia de una excesiva cantidad de restos de la cosecha anterior, que dificultan la implantación del cultivo siguiente; residuos ricos en compuestos difíciles de degradar por los microorganismos (celulosa y lignina), que harían previsible un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo y disponer de suelos con escasa actividad biológica o con facilidad para la mineralización directa, es decir, con bajas cantidades de materia orgánica

La técnica más conocida en la elaboración de compostas es la acumulación de la materia orgánica, se basa en tres principios fundamentales: realización de una mezcla correcta, colocar las proporciones convenientes y un manejo

adecuado. Estos mismos investigadores, comentan que los materiales deben estar bien mezclados, homogeneizados y de ser posible bien triturados, ya que la rapidez de formación del humus es inversamente proporcional al tamaño de los materiales, debe mantenerse una relación C/N adecuada, ya que relaciones demasiado altas retrasan la velocidad de humificación y excesivas cantidades de nitrógeno ocasionan fermentaciones indeseables. (Dalzell *et al.* 1991).

Para Antón (1992), las materias primas empleadas en su elaboración pueden ser muy variadas, pero todas deben ser ricas en celulosa, lignina y azúcares. De este modo, se deben emplear restos de poda, paja, hojas muertas, etc., que contengan las dos primeras sustancias citadas o siegas de césped, abonos verdes, restos de hortalizas, orujos de frutas etc., que aportan la última. También se pueden aprovechar las malas hierbas, restos de alimentos y estiércol entre otras. (Dalzell *et al.* 1991).

Abono real aeróbico contiene una enorme diversidad de bacterias, hongos, protozoos, nematodos y quizás incluso microartrópodos. Especies beneficiosas son casi siempre estrictamente aeróbico, lo que significa aquellas condiciones en las que comienza a apestar ocurren están matando a los "buenos" y ayudando a los "malos", que se también atacan las raíces de las plantas, hojas y semillas (Ingham, 2003).

La mayoría de las flores y hortalizas crecen mejor en suelos que tienen equilibrado biomasa bacteriana y fúngica. Compost y té de compost se puede utilizar para mejorar la vida del suelo y foliar requerida para proteger las plantas de las enfermedades que abundan en los ecosistemas degradados de pesticidas y fertilizantes (Ingham, 2005).

El estiércol producido en las regiones ganaderas es una fuente potencial de contaminación ambiental, debido al manejo inadecuado y la aplicación excesiva en

suelos agrícolas. Una opción para disminuir este problema es reutilizar el estiércol para la elaboración de compost o vermicompost (Lamas *et al.*, 2003).

El compost y vermicompost son productos orgánicos parcialmente degradados y estabilizados, ampliamente utilizados como sustratos en la producción de hortalizas, debido a que se ha reportado que el compost mejora la capacidad de almacenamiento de agua, la 16 mineralización del N, P y K, regula favorablemente el pH y fomenta la actividad microbiana (Ingham, 2003).

2.2. Clasificación Taxonómica

De acuerdo a ITIS (2014), la siguiente clasificación taxonómica del tomate, es la actualmente aceptada, aun cuando la propuesta por Miller en 1788 es la más comúnmente citada:

Dominio: Eukaria

Reino: Plantae

Subreino: Viridiaeplantae

División: Traqueophyta

Subdivisión: Spermatophytina

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanácea

Género: Solanum

Especie: *Solanum lycopersicum L.*

2.2.1. Descripción botánica

De acuerdo con (Von Haeff, 1983). las plantas de tomate son herbáceas perennes, aunque en su hábitat natural muy probablemente se comportan como anuales y pueden morir después de la primera estación de crecimiento debido a las heladas o la sequía. Las hojas son pinnadas con 2-6 pares de folíolos opuestos o sub-opuestos, sésiles, subsésiles o pecioladas. La inflorescencia básica es una cima con diferentes patrones de ramificación (mono, di y policotómico), y con o sin brácteas axiales, contando con tres nudos entre cada inflorescencia. Las flores son típicamente amarillas, las anteras están unidas lateralmente para formar un cono en forma de botella con una punta alargada estéril en el ápice (excepto en *S. pennellii*). Los sistemas de polinización han jugado un papel importante en la evolución de la naturaleza especies de tomate, que van desde alógama auto-incompatible, a facultativos alógamas, y de auto-compatible, a autógamas y auto-compatible. El tamaño del fruto, el color y pubescencia son variables, al igual que el tamaño de las semillas, el color y el desarrollo de las paredes radiales de las células de la testa.

Las frutas son bayas generalmente bilocular en las especies silvestres, y bilocular o multiloculares en el las variedades cultivadas. 13 Según el hábito de crecimiento, se pueden distinguir dos tipos distintos: los determinados y los indeterminados. La planta de crecimiento determinado es de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de producción precoz. Se caracteriza por la formación de las inflorescencias en el extremo del ápice. El tomate de tipo indeterminado crece hasta alturas de dos metros o más. El crecimiento vegetativo es continuo. Unas seis semanas después de la siembra inicia su comportamiento generativo, produciendo flores en forma continua y de acuerdo a la velocidad de su desarrollo. La inflorescencia no es apical sino lateral. Este tipo de tomate tiene tallos axilares de gran desarrollo. Según las técnicas culturales, se eliminan todos o se dejan algunos de éstos. Para la producción mecanizada se prefieren las variedades de tipo determinado, que son bajos o arbustivos. Los procesos fisiológicos de

crecimiento y desarrollo de la planta de tomate dependen de las condiciones del clima, del suelo y de las características genéticas de la variedad (Von Haeff, 1983).

2.2.2. Raíz

La planta presenta una raíz pivotante y es capaz de alcanzar cerca de tres metros de profundidad y una extensión lateral de 1,5 metros. Cuando el sistema radicular sufre algún daño tiene la capacidad de emitir raíces adventicias en la porción basal del tallo (Corfo, 1986).

2.2.3. 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).

2.2.4. Hojas

Las hojas del tomate son pinnadas compuestas de siete a 11 folíolos laterales y un gran folíolo terminal. Los folíolos laterales son usualmente peciolados, lobulados irregularmente y con bordes dentados. Las hojas de tomate son de tipo dorsiventral. El tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior y otra inferior, las cuales no contienen cloroplastos. Inmediatamente debajo y perpendicularmente a la epidermis superior se encuentra el parénquima en empalizada, que posee en el citoplasma numerosos cloroplastos. El mesófilo esponjoso se encuentra situado entre el mesófilo en empalizada y la epidermis inferior, y contiene un número de cloroplastos cercano al del parénquima en empalizada. Los nervios primarios y secundarios tienen una estructura similar al tallo y poseen un floema externo y un floema interno (Maroto, 1994).

Las hojas están dispuestas alternadamente sobre el tallo, son compuestas e imparipinnadas, generalmente tienen de siete a nueve folíolos lobulados o dentados y también están cubiertas de tracomias (Maroto, 1994).

2.2.5. Flores

La flor del tomate es perfecta. Los pétalos y los sépalos se encuentran dispuestos en forma helicoidal en un número de cinco o más. En cada inflorescencia se agrupan tres a diez flores formando el racimo floral (Rodríguez, 1984).

2.2.6. Frutos

Es una baya, que dependiendo del cultivar, presenta distintos colores como rojo, rosado, violáceo o amarillo. De igual manera su forma varía desde achatada a pera. La superficie puede ser lisa o presentar surcos más o menos profundos (Corfo, 1986).

2.2.7. Semilla

La semilla del tomate tiene forma lenticular, con unas dimensiones de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, endospermo y la testa o cubierta seminal (Nuez, 1995).

El embrión está constituido por la yema apical, dos cotiledones, hipocotilo y radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos que envuelve al embrión del endospermo.

En la germinación de la semilla de tomate se distingue 3 etapas. La primera que dura 12 horas, se produce una rápida absorción de H₂O por la semilla, le sigue un período de reposo de unas 40 horas durante el cual no se observa

ningún cambio en la anatomía, ni en la actividad metabólica de la misma y posteriormente la semilla comienza a absorber H₂O de nuevo, iniciándose la etapa de 64 TEMAS | enero - abril 2003 Notas crecimiento asociado con la emergencia de la radícula. (Bewley y Blanck, 1982).

2.3. Generalidades de invernadero

Es una estructura agrícola con cubierta traslúcida, cuyo principio es simular las condiciones para tener éxito en la producción de cultivos altamente rentables. Para lograr el objetivos se recurre al diseño y equipamiento del mismo, dichas estructuras se han convertido en una necesidad, debido a una importante serie de factores que afectan la producción agrícola así como la demanda de alimentos, que crece de manera exponencial (Rodríguez *et al.*, 2006).

La agricultura protegida es aquella que se realiza bajo métodos de producción que ayudan a ejercer determinado grado de control sobre los diversos factores del ambiente. Minimizando las condiciones climáticas restricciones que limitan la producción de los cultivos. Entre las ventajas de este sistema de producción se encuentra: generación de ocho empleos directos por hectárea, producción de cultivos inocuos e incrementos de hasta cinco veces la producción, con relación a campo abierto (SAGARPA, 2012).

2.3.1. Ventaja

Son mucha las ventajas que presenta el crecimiento de las plantas bajo condiciones de invernadero en producción de hortalizas, ornamentales y flores. debido a su diseño, es ideal para las climas templadas. Y semitropicales. Cuenta también con capacidad de carga suficiente para establecimientos de cultivos como mucho peso como jitomate.

Como la posibilidad de cultivar todo el año, producir fuera de temporada, obtención de productos en regiones con condiciones restrictivas, aumento de los

rendimientos por unidad de superficie, productos de alta calidad, menor riesgo en la producción y condiciones idóneas para la experimentación e investigación (Acea, 2012).

2.3.2. Desventaja

Rodríguez, (2006) señala algunos inconvenientes antes de construir o comprar un invernadero y así estar preparados para enfrentar o minimizar los efectos negativos, estos son:

- Alta inversión inicial
- Alto costo de operación
- Requiere de personal especializado
- Requiere de monitoreo constante de las condiciones ambientales dentro del cultivo para un mejor control de plagas y enfermedades.

2.3.3. Requerimientos climáticos

Las condiciones ideales para el cultivo de tomate se han descrito como: temperatura promedio de 24 a 25 grados Celsius, alta luminosidad y humedad relativa que oscile entre los 40 a 60 %, sin embargo esas condiciones no siempre se encuentran en el campo abierto, por lo que el sistema de cultivo protegido podría brindar tales condiciones al cultivo. Además de control del agua, nutrición vía fertirriego, manejo de la calefacción, enfriamiento o humificación a través del uso de dispositivos o equipo que permita modificar tales variables ambientales, es por eso, entre otras razones, que en Holanda, los cultivos de tomate en invernadero han alcanzado altas productividades, donde se ha determinado una estrecha relación de la temperatura con el número de frutos por racimo (Heuvelink 1996, Sandri *et al.* 2002).

La planta se desarrolla bien en un amplio rango de altitudes, tipos de suelos, temperaturas y métodos de cultivo; además, es moderadamente tolerante a la salinidad. El cultivo prefiere ambientes cálidos, con buena iluminación y drenaje. La exposición prolongada a temperaturas inferiores a 10°C, la escarcha, una iluminación diurna inferior a las 12 h, la presencia de un drenaje deficiente en el medio de enraizamiento o un abonado nitrogenado excesivo le afectan desfavorablemente. El fallo en el cuajado por polinización deficiente es uno de los problemas más comunes en el cultivo del tomate en las áreas marginales de producción (Rick, 1978). Si las condiciones ambientales no son favorables para el cuajado, las flores caen después de la antesis. (Nuez, 1995).

2.3.4. Requerimientos edáficos

El cultivo requiere suelos profundos, francos o franco-arcillosos, ricos en materia orgánica y suelos ligeramente ácidos, con pH entre 6 y 7. A pH menor de 5.5 o mayor de 7 se recomienda realizar las enmiendas necesarias al suelo, para aprovechar los nutrientes al máximo. Las variedades en producción en el país se adaptan mejor a altitudes entre 0 y 1,500 m sobre el nivel del mar. La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo se encuentra entre 16 y 25°C. (Villela, 1993).

2.3.5. Requerimientos Agroclimáticos

El incremento de la temperatura en un invernadero se debe principalmente a la energía del sol como fuente de calor se caracteriza por tener una alta intensidad de luz que genera altas temperaturas durante el día. Pero la ventaja es que durante la noche la temperatura es fresca lo cual favorece el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate.

En un invernadero la cubierta de plástico deja pasar casi la totalidad de la radiación solar durante el día y retiene la radiación infrarroja de onda larga procedente del suelo, que mantiene una mayor temperatura buena parte de la

tarde con temperaturas ligeramente superior a la temperatura exterior. Sin embargo, la cubierta plástica no es una garantía de protección contra heladas por lo que debemos estar preparados con calefactores.

Para que la temperatura nunca se encuentre por debajo de las mínimas del cultivo (10 °C), intentando que se acerquen lo más posibles a las óptimas de cada fase de desarrollo con un costo que afecte lo menos posible la utilidad. En días nublados las temperaturas dentro y fuera del invernadero son similares, sin embargo, la humedad relativa puede ser mayor dentro del invernadero debido a la transpiración de las plantas. Por lo tanto, si la temperatura está por encima de 18°C se recomienda abrir mínimo las ventanas cenitales y una ventana lateral para propiciar la circulación. Para evitar que las temperaturas sean inferiores a las óptimas, el productor debe encender el sistema de calefacción, el más común en México es el uso de aire caliente.

El cual proporciona una distribución uniforme del calor cuando es colocado en forma adecuada y 16 con el uso de tubos de plástico perforados, no deseca el ambiente y es sencillo de manejar. A pesar de que el sistema de calefacción con aire caliente es de bajo costo inicial tiene un elevado costo de funcionamiento, por lo que el productor entre menos tenga que encenderlo mayor utilidad obtendrá. (SAGARPA, 2008).

2.3.6. Humedad relativa

La humedad relativa óptima para el desarrollo del tomate varía entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. (SAGARPA, 2012).

Cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades, se presentan una serie de desórdenes que afectan la calidad de los frutos, como son: manchado, grietas o malformación del fruto y frutos huecos, se dificulta la fecundación por la compactación del polen y además las flores pueden caerse. Cuando la humedad relativa es baja, aumenta la transpiración de la planta, se reduce la fotosíntesis y se seca el polen, produciéndose igualmente anomalías en la fecundación. (Jaramillo, .2006).

2.3.7. Radiación

Olivares, *et al.*, (2008), mencionan la importancia e influencia de la radiación en la calidad de los frutos, ejemplificando que se ha comprobado en el caso del pepino y morrón que un incremento en la radiación tiene efecto en el tamaño del fruto. En el caso del tomate una baja radiación en el cultivo del tomate hace que se incremente el contenido del agua en el fruto, afectando su compacidad y bajando el contenido de azúcares. Pero también con elevada radiación se afecta la calidad del fruto, en lo que respecta al crecimiento y desarrollo del fruto.

Dentro de la radiación solar incidente, hay que tener en cuenta que la radiación infrarroja es la responsable de aportar el calor, de gran importancia en los cultivos protegidos y la radiación visible que es indispensable para la actividad fotosintética de las plantas (Olivares, *et al.*, 2008).

2.3.8. Luz

La planta de tomate como mínimo debe de recibir entre 8 y 16 horas de luz diariamente, el crecimiento y desarrollo de la planta está condicionado por la intensidad de la luz esto va a depender de la época y el lugar donde se produzca, si en verano será necesario la utilización de mallas sombras para evitar quemaduras en la hojas y frutos exceso de radiación. (Sánchez F. y Contreras E ,2000).

2.3.9. Contenido del CO₂ en el aire

En condiciones de invernadero, el aire generalmente está más seco y en algunos casos la circulación no es correcta, así que las plantas en invernaderos requieren más de CO₂; de manera que a medida que se incrementa la luz, también se incrementa la demanda de CO₂. Al recibir CO₂ en una cantidad extra, las plantas responden sorprendentemente rápido en beneficio de la cosecha. La recomendación de CO₂ en el uso invernadero va de 800 a 1000ppm en el ambiente. El dióxido de carbono es el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentador (Samperio, 1999).

2.4. Agricultura orgánica

A finales de la década de los ochenta, los países desarrollados comenzaron a demandar productos tropicales y de invierno producido en forma orgánica, que en sus territorios no se pueden cultivar, estimulando de esta manera la práctica de la agricultura orgánica en México. A través de algunas comercializadoras, ONG y grupos religiosos (Teología de la Liberación) se fomentó en México la apropiación de esta nueva forma de producir, para poder complementar y diversificar una demanda ya creada en el exterior. En un inicio, agentes de países desarrollados se conectaron con diferentes actores en México.

Solicitándoles la producción de determinados productos orgánicos, así comenzó su cultivo, principalmente en áreas donde insumos de síntesis química no eran empleados. Este fue el caso de las regiones indígenas y áreas de agricultura tradicional en los estados de Chiapas y Oaxaca. (Anónimo, 2007).

2.4.1. Labores culturales

2.4.2. Densidad de población

La tendencia en los invernaderos ha sido usar de 2.5 a 3 plantas/m², apostando por los ciclos medios y largos y sosteniendo un determinado volumen a los mercados, con un rendimiento sostenido a lo largo del ciclo del orden de 1.5 kg/m² por semana (Muñoz, 2009).

2.4.3. Aporcado y rehundido

Practica que realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva acabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente escarbada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas, esta práctica se lleva a cabo en campo e invernadero (Pérez y Castro, 1999).

2.4.4. Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un coste adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips.
- De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.
- Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad.
- Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado. (Infoagro, 2004).

2.4.5. Poda de formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15 – 20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determina el número de brazos de (tallos) a dejar por la planta. Son frecuentes a las podas a 1 o 2 brazos. (SAGARPA, 2008).

2.4.6. Podas de brotes axilares

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo de tallos principales. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano e otoño) y cada 10 y 15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre (Pérez M. y Castro B, 1999)

2.4.7. La poda de hojas o deshojado

Es una práctica que consiste en remover las hojas senescentes inferiores (hojas viejas o dañadas) por debajo del último racimo que va madurando, dejando un racimo adicional descubierto.

Con el deshojado se consigue una mejor ventilación, uniformidad en la coloración de los frutos y mayor eficiencia en la aplicación de agroquímicos, por lo tanto, el deshoje se debe realizar de manera periódica, procurando no quitar más de tres hojas a la vez para evitar un desbalance energético e hídrico que agote a la planta y repercuta en el rendimiento del mismo. (Castellanos, 2009).

2.4.8 Poda de brote apical

La eliminación del brote apical en el cultivo de tomate, es una práctica que se realiza cuando se determina cual será el último racimo que se planifica cosechar. El despunte favorecerá el desarrollo y cuajado del último racimo y, el crecimiento de los 2 frutos que quedan en la planta debido a que frena el desarrollo vegetativo, introduciendo un cambio en el reparto de asimilados que son destinados principalmente hacia los frutos.

Aumentando el calibre de los mismos. Se recomienda dejar de 1 a 2 hojas por encima de la última inflorescencia para que alimenten y sombreen al último racimo frutal evitando el “golpe de sol”. (Sepúlveda, 2013).

2.4.9. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad.

Sobre esta práctica, los especialistas recomiendan que a la hora de seleccionar el material que deba emplearse para la labor de despunte se ponga atención a la finura de corte que pueda proporcionar ya que es necesario evitar lo

más posible que se dañen las células y que el agricultor solucione situaciones que generalmente se presentan cuando el tallo está grueso ya que al momento del corte se puede desgarrar la epidermis, por eso para ser precavidos se recomienda el uso de los llamados cutter o “exactos” y en todo caso un cuchillo bien afilado.(Ríos, 2012).

2.5. Polinización

En condiciones de invernadero la polinización se puede llevar a cabo con vibrador de mano; de otra manera también se puede realizar moviendo las rafias con las que se guían. La polinización ha tomado relevancia y consiste en liberar polinizadores desde la cuarta semana después del trasplante. La especie comercial que se utiliza son abejorros, a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea (Miranda, 2000).

2.5.1. Polinización natural

La polinización es autógama en aproximadamente un 95 % - 99 %; la polinización cruzada varía del 0.5 al 5.0% y se favorece principalmente por los insectos. El estigma es receptivo desde 1 a 2 días antes de que ocurra la dehiscencia y permanece así hasta 8 horas después; las anteras se abren 1 o 2 días después de que ocurre la antesis, favoreciendo la polinización mediante la caída directa de los granos de polen sobre el pistilo (Garza,1985).

2.5.2. Polinización artificial

En condiciones ambientales favorables se pueden obtener 200 o más semillas por fruto por polinización simple. Generalmente bajo condiciones de invernadero no es necesaria la protección a las cruces (Tigchelar, 1986).

2.6. Necesidad de riegos

La aplicación del riego en el cultivo de tomate debe ser cuidadosa, ya que tanto la sequía como el exceso de agua repercuten en la calidad y producción del fruto. Se ha encontrado una correlación estrecha entre sequías intensas y rajaduras en el fruto. El exceso de agua se asocia con la presencia de enfermedades radicales de la planta y, por consecuencia, con bajos rendimientos (Manjarrez, 1980).

El tomate presenta tres períodos críticos de necesidad hídrica: emergencia de plántulas, floración, y cuando los frutos han alcanzado una quinta parte de su crecimiento, aunque otro criterio indica que los tres períodos importantes con relación al riego abarcan: desde el trasplante al inicio de formación del fruto, desde la formación del fruto hasta el primer corte, y el periodo de cosecha que requiere el mayor número de riegos. El exceso de agua, especialmente en los suelos fértiles.

Causa también un crecimiento considerable de las ramas y baja productividad; por el contrario, si el suelo se seca excesivamente, puede ser la causa de que los frutos se revienten (Richardson y Brauer, s/f 2000).

2.6.1. Fertilización

La producción comercial exitosa de tomate bajo invernadero requiere que el productor haga uso óptimo de los recursos disponibles. Uno de los recursos de mayor importancia es el fertilizante, orgánico e inorgánico, que proveen los nutrimentos necesarios para un adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate. Si faltan nutrimentos el rendimiento y calidad del producto serán pobres, en cambio con excesos el costo de producción se incrementa, pudiendo ocasionar toxicidad en la planta de tomate y también la posibilidad de una lixiviación de los nutrimentos provocando contaminación de los mantos acuíferos.

El tomate, necesitan 16 elementos en diferentes cantidades para obtener una producción adecuada. Estos nutrimentos están clasificados de acuerdo a las

cantidades necesarias, tan sólo tres de estos 16 elementos (carbono, oxígeno e hidrógeno) acumulan el 95% del total requerido y afortunadamente son suministrados a través del aire y el agua. Los otros nutrientes deberán ser suplementados a través de la fertilización, de éstos solamente el nitrógeno, fósforo y potasio requieren en altas cantidades. El resto de los nutrientes son proporcionados por el suelo, el cual en bajas cantidades el cual posee suficiente cantidad. En ocasiones es necesario ministrarlos a través de aplicaciones foliares (zinc, boro, calcio, magnesio, manganeso, fierro azufre) o vienen mezclados con los fertilizantes que contienen macro nutrientes (calcio y azufre). O vienen mezclados con los fertilizantes que contienen macro nutrientes (calcio y zulfre). El conocimiento de la movilidad de los elementos en la solución del suelo y dentro de planta es de gran relevancia, debido a que con este conocimiento determinamos el lugar en donde colocar el fertilizante y donde buscar la deficiencia.(SAGARPA, 2008).

2.7. Micorrizas

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas que se establecen entre plantas y hongos del suelo. Probablemente se trate del tipo de simbiosis más extendido en la biosfera, ya que entorno al 90 % de las plantas terrestres son capaces de establecer algún tipo de micorrizas (Smith & Read 1997).

La inoculación con hongos micorrízicos arbusculares (HMA), la fijación biológica de nitrógeno, el uso de *Glomus intraradices* promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), la adición de materia orgánica, el control biológico y otras prácticas de cultivo que favorecen la producción, son alternativas viables que pueden ser empleadas para la solución de algunos problemas de la agricultura, teniendo una repercusión favorable en el medio ambiente (Bethlenfalvay y Schuep, 1994).

2.7.1. Importancia de las micorrizas en la agricultura

La micorriza cumple una función clave en la agricultura sostenible (Blanco y Salas, 1996). Los efectos beneficiosos de la introducción artificial de inoculo micorrízico resultan más evidentes en suelos donde las poblaciones de hongos HMA nativos no existen, o han sido eliminadas por empleo de prácticas agrícolas desfavorables para su desarrollo como la fumigación del suelo y el cultivo intensivo. La micorrización temprana de las plantas puede ser también interesante en situaciones en que la cantidad de inoculó HMA en el suelo agrícola sea muy baja o por la existencia de un cultivo anterior no hospedador, y/o donde las poblaciones autóctonas no sean lo suficientemente agresivas y eficaces (Hernández, 1999).

2.7.2. Ventajas y beneficios de las micorrizas

Las ventajas proporcionadas por la micorrización para las plantas son numerosas. Gracias a ella, la planta es capaz de explorar más volumen de suelo del que alcanza con sus raíces, al sumársele en esta labor las hifas del hongo; también capta con mayor facilidad ciertos elementos (fósforo, nitrógeno, calcio y potasio) y agua del suelo. La protección brindada por el hongo hace que, además, la planta sea más resistente a los cambios de temperatura y la acidificación del suelo derivada de la presencia de azufre, magnesio y aluminio. Por si todo esto fuera poco, algunas reacciones fisiológicas del hongo inducen a la raíz a mantenerse activa durante más tiempo que si no estuviese micorrizas. En las siguientes, las ventajas y los beneficios que producen las micorrizas en una producción agrícola o forestal (Smith y Read, 2008).

2.7.3. Ventajas

- Aumento del aprovechamiento de los fertilizantes y de los nutrientes del suelo.
- Favorece la captación de agua y nutrientes minerales.
- Estimula del crecimiento aéreo y radical
- Protección frente a patógenos
- Mejora la estructura del suelo

2.7.4. Beneficios

- Disminución de los costos de producción
- Aumento de la producción agrícola
- Ciclo productivo más largo con mayores producciones y una mayor seguridad para el agricultor.
- Disminución de costo de aplicación de fungicidas.
- No degrada los suelos y contribuye a la regeneración de los mismos. (Smith y Read, 2008).

2.7.5. La función principal de los hongos micorrízicos

Es facilitar a la planta la absorción de agua, fósforo (P) y nitrógeno (N), además de mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo y la formación de agregados por medio de la adhesión de partículas debida a una proteína exudada por el micelio llamada glomalina, además mejora la estructura y estabilidad, aumentan la capacidad de retención de agua y reduce la erosión del suelo (Finlay, 2008).

Además, también influyen de manera directa o indirecta en la absorción de otros iones minerales como el potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe) y manganeso (Mn), promoviendo el crecimiento de las plantas, especialmente en aquellos suelos donde estos nutrientes son escasos (Koltai y Kapulnik, 2010).

Provocan una mayor tolerancia al déficit hídrico, así como la protección de las raíces contra patógenos a través de diversos mecanismos de acción, entre los que se encuentran: micoparasitismo, lisis enzimática, antibiosis y la competencia por espacio o nutrientes (Finlay, 2008).

2.7.6. Concepto general de micorriza

El origen de las Micorrizas se remonta al periodo Devónico a partir del cual hongos y plantas evolucionaron hasta lo que son actualmente. El botánico alemán Albert Bernard Frank, en 1885 creó el término Micorriza (*Mycos*-hongo, *Rhiza*-raíz) (De la Vega, 2006).

2.7.7. Características generales los hongos formadores de micorrizas arbusculares

Los hongos micorrícicos son organismos biotrofos obligados que para completar su ciclo de vida necesitan colonizar una planta susceptible (planta hospedadora) y establecer la simbiosis. Esta íntima asociación entre hongos micorrícicos y plantas terrestres tiene una antigüedad de más de 460 millones de años (Redecker *et al.* 2000).

Los hongos micorrícicos podrían aumentar su patrimonio genético mediante el intercambio de núcleos de unas colonias fúngicas a otras. Las hifas de los hongos micorrícicos son cenocíticas y en repetidas ocasiones (Giovannetti *et al.* 2001; de la Providencia *et al.* 2005) se ha puesto de manifiesto la presencia de anastomosis entre hifas de micelios distintos, aunque pertenecientes a aislados de

la misma especie, a través de las cuales se ha puesto de evidenciado la transferencia de núcleos de unas hifas a otras (Giovannetti *et al.* 2001).

2.7.8. Conceptos generales de la micorriza arbusculares (MA)

El término micorriza se refiere a la asociación simbiótica mutualística, que se desarrolla entre las raíces de la mayoría de las plantas superiores y ciertos hongos que son comunes en el suelo (Gianinazzi, 1991; Bethlenfalvay, 1992). En ella, el micelio del hongo infecta la corteza radical a modo de endófito y proyecta sus hifas tanto al interior como al exterior de la raíz. La micorriza funciona como órgano de absorción y translocación de agua y nutrientes; es una de las más sobresalientes adaptaciones de la raíz.

Para desenvolverse adecuadamente en el ambiente edáfico (Creighton *et al.*, 1986). Para estos autores se trata de una simbiosis casi universal por el número de plantas susceptibles de ser colonizadas por hongos micorrízicos arbusculares y por su existencia en la inmensa mayoría de los hábitats naturales.

De hecho algunos vegetales no parecen crecer ni desarrollarse normalmente sin la (MA). De esta manera, la conducción micorrizica es la regla y tanto el hongo como la planta presentan mínima especificidad (Creighton *et al.*, 1986).

2.7.8. Tipos de micorrizas

Existen numerosas especies de hongos micorrízicos que forman esta simbiosis con la mayoría de las familias de plantas superiores (Azcón y Barea, 1997). Los dos tipos más comunes de micorrizas son las ectomicorrizas y las endomicorrizas. Cada tipo se distingue por la relación que presentan las hifas del hongo con las células radicales del hospedero. En las ectomicorrizas el micelio invade la raíz sin entrar en el interior de las células, de aquí el nombre de

ectomicorrizas. En las endomicorrizas el micelio invade la raíz, inicialmente es intercelular, pero luego penetra en el interior de las células radicales, desde la rizodermis hasta las células corticales (Biología, 2005).

2.7.9. Ectomicorrizas

Se caracterizan por una modificación morfológica de la raíz que pierde sus pelos absorbentes y generalmente los extremos se ramifican profusamente y se acortan ensanchándose. El extremo de una raíz ectomicorriza típicamente está cubierta por un manto de hifas como una vaina, que puede ser desde una capa floja hasta una capa pseudoparenquimática. A partir de este manto se extiende una red de hifas entre las primeras capas de células de la corteza radical, (rara vez llegan hasta la endodermis), pero sin entrar en el interior de las células, de aquí el nombre de ectomicorrizas. Esta red se llama "red de Hartig", donde las hifas también pueden tener muy variadas formas. Desde el manto hacia afuera se extiende la red miceliar, incluso llegando a formar cordones especializados en la conducción de sustancias (Biología, 2005).

Las ectomicorrizas están ampliamente dispersas en la naturaleza y se estima que el 10% de la flora mundial presenta este tipo de asociación. Principalmente las familias Pináceas, Betuláceas, Fagáceas, Ericáceas y algunas Myrtáceas, Juglandáceas y Salicáceas (Biología, 2005).

Los hongos que forman estas micorrizas son, en general, los conocidos hongos de sombrero, como "amanitas" y "boletus". Solo en Norte América son más de 2.000 especies, en su mayoría *Basidiomycetes* y algunos *Ascomycetes*. Muchos de estos hongos pueden ser cultivados en cultivo puro, aislados de su planta huésped (Biología, 2005).

2.7.10. Endomicorrizas

Este es el tipo más extendido. La mayoría de las plantas arbustivas y herbáceas poseen este tipo de asociación, y casi la totalidad de las plantas cultivadas, con la excepción de las crucíferas y las quenopodiáceas (Biología, 2005). Provoca pocos cambios en la estructura de la raíz. Generalmente no se observa un crecimiento denso de hifas en la superficie de la raíz, es decir no hay un manto, pero se forma una red micelial interna. El micelio penetra en la raíz, donde inicialmente es intercelular, pero luego ingresa en el interior de las células radicales, desde la rizodermis hasta las células corticales. Una vez dentro de las células, forma minúsculas arborescencias muy ramificadas que se llaman arbusculos. Estos arbusculos son los que aseguran una gran superficie de contacto entre ambos simbioses, tienen una vida efímera, de algunos días hasta algunas semanas, y siempre terminan por ser digeridos por la planta hospedera.

Comúnmente, además, se encuentran vesículas en el interior de la raíz, que son los órganos de reserva y diseminación del hongo. Por la producción de estas vesículas y arbusculos, estas micorrizas reciben también el nombre de Versículo-Arbusculares (VA) (Biología, 2005).

Los hongos que forman endomicorrizas pertenecen a un solo grupo, los Glomales (*Zygomycetes*), con seis géneros y un centenar de especies distribuidas en todos los continentes. Son hongos estrictamente simbióticos, y no pueden ser cultivados en cultivo puro, o sea en ausencia de su hospedero, contrariamente a los hongos ectomicorrízicos (Biología, 2005).

2.7.11. Beneficios de las micorrizas para las plantas

Se ha observado que en suelos con bajos contenidos de fósforo disponible, las plantas con micorrizas tienen mayores tasas de crecimiento que las plantas sin ellas. Las micorrizas parecen modificar las propiedades de absorción por el sistema radical a través de: El desarrollo de hifas en el suelo, provenientes de las

raíces, la absorción de fósforo por las hifas, la translocación de fosfato a grandes distancias por las hifas, la transferencia de fosfato desde el hongo a las células de la raíz y, como resultado del mejoramiento de su alimentación con fosfato, las plantas con micorrizas incrementan la absorción de otros macronutrientes, tales como N, P, K, y micronutrientes Cu y Zn (Smith y Gianinnazzi-Parson, 1988).

2.7.12. Beneficios al suelo por la aplicación de micorrizas

Las micorrizas cumplen una función fundamental en el ecosistema terrestre, desempeñando una serie de funciones esenciales para la salud de muchas plantas y cultivos. Al colonizar biográficamente la corteza de una raíz determinada, sin causarle daño alguno, el hongo micorrízico se integra llegando a formar parte de ella. Por este motivo.

Las micorrizas desarrollan un papel fundamental en el desarrollo y mantenimiento de muchos ecosistemas, por lo que se pueden encontrar en todos los suelos y en todos los climas terrestres. Debido a la función que ejercen, como protectoras de los cultivos, es posible reducir los fertilizantes y los fitofármacos en aquellas plantas que las posean (Tus plantas, 2005).

Otra función de gran importancia de las micorrizas es la ayuda al establecimiento y protección de aquellas plantas que se encuentra en suelos poco productivos, como los afectados por la desertificación, la contaminación por metales pesados o la salinización, proporcionando así numerosos beneficios a los cultivos y permitiendo obtener alimentos sanos (Tus plantas, 2005).

2.7.13. Tipos y modos de acción de biofertilizantes

2.7.14. Hongos

El término micorriza fue creado por el botánico alemán Albert Bernard Frank en 1885, y procede del *griegomykos* que significa hongo y del latín *rhiza* que significa raíz, definiendo así la asociación simbiótica entre el micelio de un hongo y las raíces de un vegetal. De entre las diversas asociaciones benéficas planta-microorganismo, la micorrizica es la que se encuentra más ampliamente extendida sobre la superficie terrestre, alrededor del 90% de las plantas terrestres la forman (Smith y Read, 1997), también es la más antigua, se han encontrado fósiles con ca. 4.0×10^8 años (Simón *et al*, 1993).

2.7.15. Morfología del hongo dentro de la raíz

Las tres estructuras características son: hifas, arbuscúlos y vesículas.

2.7.16. Hifas

Proviene de esporas germinadas, penetran en la raíz y forman un apresorio en las capas más internas del parénquima cortical. Nunca penetran la endodermis, tejidos vasculares, meristemos, tejidos estúcales.

Clorofílicos, partes viejas de la raíz o en sistemas especializados de órganos vivos. Cuando la infección se va desarrollando en el interior de la corteza ocurre un crecimiento exterior de las hifas (micelio externo) estableciéndose nuevos puntos de entrada y originándose una densa red de hifas extremas que avanzan por el suelo varios 34 centímetros (Duchicela, 2001).

La hifa ramificada se encuentra rodeada por la membrana plasmática de las células del parénquima y el hongo la zona de intercambio de nutrientes (Hernández, 1999).

2.7.17. Arbúsculos

Son estructuras del tipo de los haustorios que se originan a partir de la ramificación dicotómica repetida de una hifa al interior de una célula vegetal. Las finas ramificaciones de los *arbúsculos* realmente no entran en contacto con el *protoplasma* de las células, sino que penetran como dedos en un guante, denominándose “invaginaciones de la membrana celular” (Román, 2003).

2.7.18. Vesículas

Las vesículas son estructuras ovoides, se forman generalmente en los extremos de las hifas del hongo y pueden producirse a lo largo de todo el parénquima cortical colonizado; suelen aparecer más tarde que los *arbúsculos* y son considerados órganos de reserva, principalmente de *lípidos* (Hernández, 1999).

2.7.19. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal

Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) representan una amplia variedad de bacterias del suelo, las cuales cuando crecen en asociación con las plantas estimulan su crecimiento.

Los medios por los cuales las BPCV pueden mejorar el estado nutricional de las plantas son: 1) fijación biológica de N₂, 2) producción de reguladores del crecimiento, vitaminas y otras sustancias, 3) disponibilidad de nutrimentos en la rizosfera, 4) incremento en el área superficial de la raíz y 5) control de microorganismos patogénicos (Lugtenberg y Kamilova, 2009).

La capacidad de producir reguladores de crecimiento está ampliamente distribuida entre las bacterias que viven asociadas a las plantas y aproximadamente el 80% son productoras de auxinas (Bowen y Rovira, 1999). La auxina más importante en términos cuantitativos es el ácido-3-indol-acético (AIA), la producción de este regulador incrementa el sistema radical y se relaciona con la mayor absorción de nutrimentos (Okon y Kapulnik, 1986).

2.7.20. Producción de biofertilizantes

La producción de biofertilizantes se centra en países desarrollados donde es una práctica adoptada. Se fabrican por empresas gubernamentales o privadas e incluyen micorrizas, *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas* y agentes de biocontrol como *Trichoderma*. Los inoculantes son inocuos y se requiere de un cuidadoso manejo para no menguar su efectividad.

En muchos países en desarrollo no hay industrias de inoculantes, lo cual hace aún más difícil su popularización. Además, en muchas áreas rurales hay una renuencia básica a usar bacterias y hongos como microorganismos benéficos, en estas culturas los microbios están asociados con enfermedades humanas y de animales (Bashan, 2008).

2.7.21. El género *Azospirillum*

Las primeras especies de *Azospirillum* se aislaron de un suelo pobre en nitrógeno en Netherland por Beijerinck en 1925. Inicialmente se llamó *Spirillum lipoferrum* (Bashan y Levanony, 1990) este género está formado por bacterias diazotróficas, negativas y su nombre se deriva de los términos azo que significa capacidad para fijar nitrógeno atmosférico y *spirillum* que significa movimientos espirales de la célula (Coscatunca, 1995).

2.7.22. Glomus intraradices

Es un Polvo de composición concentrado del hongo micorrícico *Glomus intraradices* (HMA) que contiene 4.000 esporas activas por gramo (esp/g), en un soporte de arcilla micronizada de 150 micras. Contiene arcilla y turba. Densidad aparente 460 g/L. Humedad 13-16%. Inoculante micorrícico constituido por la endomicorriza vesícula arbuscular *Glomus intraradices* en un soporte inorgánico inerte. Se consigue un aumento exponencial de la masa radicular; un mejor enraizamiento y menor estrés post-transplante; mejor aprovechamiento del agua; se potencia la absorción y la solubilización de los nutrientes, especialmente el fósforo; incremento de la fotosíntesis, de la masa foliar y de la velocidad de crecimiento; antagonismo por competencia por el espacio con hongos y organismos fitopatógenos de suelo; una multiplicación de los microorganismos benéficos; mayor resistencia al estrés abiótico (hídrico o térmico) y biótico (enfermedades o plagas); protección frente a metales pesados y otras sustancias nocivas (Terralia, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.3. Localización geográfica

La Comarca Lagunera se localiza en la parte central de la zona norte de México. Se encuentra ubicada entre las coordenadas 25° 32' 40'' Latitud Norte y 103° 26' 30'' Longitud Oeste. La altitud de esta región es de 1, 140 msnm. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas.

3.4. Localización de experimento

El experimento se estableció en el ciclo primavera verano 2016 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada en el Periférico y carretera a Santa Fe km 1.5, Torreón Coahuila México.

3.5. Características del invernadero

El invernadero es semicircular con dimensiones de 9 m de ancho y 23 m de largo, con una superficie total de 207 m², en la parte frontal está cubierta con policarbonato, y en el techo con una cubierta de polietileno de calibre 600 transparente natural y con una malla sombra de 50%; .También cuenta con pared húmeda y un par de extractores, para el control climático.

3.6. Descripción de tratamientos

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y diez repeticiones (la unidad experimental consistió en una maceta con una planta). Los tratamientos evaluados fueron diferentes % de (compost, arena y perlita que es constante), el testigo es el T₄, con el menor porcentaje de vermicompost (10%). La aplicación de micorrizas se realizó a todos los tratamientos como se describe en el cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de los porcentajes de vermicompost en el sustrato evaluados como tratamientos.

T1	T2	T3	T4 (Testigo)
Compost 40%	Compost 30%	Compost 20%	Compost 10%
Arena 50%	Arena 60%	Arena 70%	Arena 80%
Perlita 10%	Perlita 10%	Perlita 10%	Perlita 10%
Micorrizas 2.5 g/l⁻¹	Micorrizas 2.5 g/l⁻¹	Micorrizas 2.5 g/l⁻¹	Micorrizas 2.5 g/l⁻¹

Se realizaron cuatro aplicaciones de micorrizas en periodos de 15 días, como se describe a continuación:

- Primera aplicación, 5 de abril del 2016
- Segunda aplicación 20 de abril del 2016
- Tercera aplicación 5 de mayo del 2016
- Cuarta aplicación 20 de mayo del 2016

3.7. Tipo de micorriza

Se utilizaron micorrizas *Glomus intraradices*, es un biofertilizante que mejora la nutrición de la planta, y un mayor crecimiento de la raíz de cualquier cultivo.

3.8. Siembra

La siembra de la semilla de tomate Saladte "Rio Grande" se realizó el 13 de febrero del 2016 en charolas de unicel de 200 celdillas, el sustrato para la germinación que se utilizó fue peatmoss, depositando una semilla por celdilla, la charola se colocó dentro de una bolsa de plástico color negro para conservar la humedad y una temperatura más uniforme.

3.9. Germinación

A los 13 días (26/Abril/2016) germinaron las semillas, las plántulas fueron regadas con agua hasta estar listas para el trasplante, alcanzando un tamaño entre 15 a 20 cm o tres a cuatro hojas verdaderas.

3.10. Llenado de bolsas

Se utilizaron bolsas tipo vivero color negro con capacidad de 10 kg calibre 200, y se aplicó diferentes porcentajes de compost y se utilizó arena de río y perlita en un porcentaje constante, como se escribe en la tabla de tratamientos.

3.11. Trasplante

El trasplante se realizó el día 24 de marzo del 2016, (37 DDS), cuando la planta tenía 2 hojas verdaderas colocando una planta por maceta.

3.12. Riego

La aplicación del riego, inicialmente, fue de un riego diario y posteriormente se aplicaron dos riegos al día, un litro de agua en la mañana y otro por la tarde.

3.13. Manejo del cultivo

3.13.1. Poda

La poda se inició a los 60 días (DDT), se eliminaron las hojas basales de la planta, realizándolo cada semana al igual que las podas de saneamiento que consistió en quitar hojas que presentaran daños por plagas y enfermedades. La planta se condujo a un tallo.

3.13.2. Tutorado

El tutorado se realizó a los 70 días (DDT), es una práctica importante para mantener la planta erguida evitando que las hojas y los frutos toquen el suelo, y así mantener la sanidad de la planta y la calidad de los frutos.

3.13.3. Deshojado

Esta práctica consiste en la eliminación de hojas senescentes y hojas sanas con el objetivo de facilitar la aireación y mejorar la maduración homogénea del fruto, así mismo las hojas enfermas se deben de sacar inmediatamente del invernadero para evitar la presencia de fuentes de inóculo, esta práctica se hace manualmente y a diario.

3.13.4. Fertilización orgánica

El compost utilizado en las mezclas, proviene del que se produce en la propia institución (UAAAN UL).

3.13.5. Plagas y enfermedades

3.13.6. Plagas

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron plagas como son mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), (*Aphisgossypii*) son pulgones pequeños, (*Tetranychus urticae*) araña roja. Cómo se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 2. Productos agroquímicos utilizados para el control de plagas durante el desarrollo del cultivo de tomate saladette Rio Grande.

Nombre	Dosis/ha	Ingrediente activo	Para control de	Forma de aplicación
Diazinón	1-1.5 lts/ha	Diazinon: 0,0-dietil 0-(2 isopropil-4metil-6 Pirimidinil) fosforotioato, no más del 25% en peso equivalente a 267 gr de I.A/kg.	Chicharrita Pulgón Chinche Mosquita blanca Minador Pulga saltona Barrenador del fruto Gusano del fruto	Con una aspersora manual.

3.13.7. Enfermedades

Durante el desarrollo del trabajo de tesis, no se presentaron problemas de incidencia de enfermedades típicas de este cultivo, motivo por el cual, no se aplicaron productos químicos.

3.13.8. Cosecha

Se realizaron tres cosechas, la primera cosecha fue el día 11 de junio del 2016, para esta fecha los frutos ya tenían entre un 70 a 80 % de maduración. La segunda cosecha se realizó el 15 de junio y la tercera cosecha fue 19 junio del mismo año.

3.13.9. Porcentaje de micorrización en la raíz en laboratorio

Se tomaron muestras de raíz de las plantas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) seleccionando al azar cinco plantas de cada tratamiento. El porcentaje de micorrización en la raíz se realizó en el laboratorio del

Departamento de Agroecología, con el procedimiento que se describe a continuación:

- Se lavan bien las raíces y luego se seleccionan 10 de las más delgaditas y con la ayuda de agujas de disección, caja Petri y navaja barbera y bisturí.
- Se pone en (KOH) durante 24hr.
- Luego de las 24hr pasadas se le se le escurre el (KOH), y se echa ácido clorhídrico 10% durante 10 a 12 min.
- Luego se le quita del ácido clorhídrico
- Después se le agrega el azul de tripano durante 3hr.
- Después de 3hr el azul de tripano se le quita otra vez se le agrega ácido láctico durante 24hr.

3.13.10. Montaje e identificación de hifas, vesiculares y arbusculares en la raíz.

Se colocó la muestra en una caja Petri, lo cual contenía un papel filtro cuadriculado de 1 x 1 donde las esporas se distribuyeron de manera uniformemente. Se tomaron diez cuadros al azar y se realizó el conteo de cada uno de los cuadros, con la ayuda de un microscopio estereoscopio.

Una vez hecho el conteo se realizaron los montajes de esporas dividiéndolos en laminillas en secciones diferentes para el reactivo mezler y glicerol lacto fenol polivinilo (PVLG). En portaobjetos se puso una gota de cada reactivo.

Recuperándose con una jeringa de insulina cuidadosamente los diferentes tipos de esporas que se lograron encontrar, Colocando las esporas en cada uno de los reactivos.

Una vez que las esporas fueron extraídas, de los reactivos mezler y glicerol lactofenol polivinilo (PVLG) se cubrieron con un cubreobjetos, dejándolo reposar por 5 días a temperatura ambiente para su secado.

Una vez que el tiempo de reposo paso se sellaron las muestras con esmalte de uñas durante 24 horas a temperatura ambiente para evitar que las esporas se salieran o se movieran de los portaobjetos, antes de observarlas al microscopio óptico.

Para finalizar con el proceso de la identificación de esporas Micorrizas se utilizó la técnica realizada por (López, 1998),(Peña *et al.*, 2006),(Sánchez y Posada, 2010); En un microscopio compuesto de alta resolución, fueron observadas sus características taxonómicas tales como: color, textura, forma, desarrollo, tamaño, grosor de las paredes, diámetro, número y características de la hifa de acuerdo con (López, 1998), (Peña *et al.*, 2006), (Sánchez y Posada, 2010).

3.13.11. Porcentaje de micorrización en la raíz

Se utilizara la técnica de clareo y tinción propuesta por (Phillips y Hayman, 1970), modificada para raíces finas.

Que consistió separar las muestras, las raíces se lavaron con agua corriente para eliminar el exceso de tierra sobre un matraz, para no dejar que raíces se traspasaran y eliminar el exceso de suelo adherido; Las raíces se cubrieron con KOH al 10%, se dejó por 20 min; Se retiró el H₂O₂, se enjuago inmediatamente con agua destilada con el fin de remover todos los residuos posterior mente aclareo de raíces de H₂O₂; Se agregó HCl al 10 % por 15 minutos para acidificar el medio. Se retiró el HCL sin enjuagar se adiciono el colorante azul de tripano al 0.05% por 24 horas a temperatura ambiente, por 30 a 40 minutos en baño maría.

Se sometió a calor húmedo en el autoclave por 15 min/4.5 kg de presión; Finalmente se dejó enfriar se lavaron las raicillas para quitar el colorante en las raíces clareadas y teñidas se colocaron en cajas Petri con suficiente lacto glicerol.

En un portaobjeto y utilizando agujas de disección se colocaron diez segmentos de raíces de aproximadamente 1 cm de largo, paralelamente unos a otros.

Sobre las raíces se adicionaron gotas de lacto glicerol, colocando posteriormente el cubreobjetos se eliminó las burbujas de aire y cada laminilla se dejó reposar durante 24 horas posteriormente se selló con esmalte transparente. Después se puso a observación en un microscopio óptico ya sea con el objetivo de 20x o el objetivo seco fuerte de (40x) con estos objetivos se recomienda para ver mejor la morfología de las estructuras fúngicas, incluyendo arbusculos.

3.14. Variables Evaluadas

3.14.1. Altura de la Planta

La altura de planta se evaluó cada 8 días, utilizando una cinta métrica. Se medía desde la base del tallo hasta el punto de crecimiento.

3.14.2. Grados Brix

Para esta variable se cortó el fruto y se colocaron dos gotas en el Refractómetro manual, con el cual se midieron los grados Brix.

3.14.3. Diámetro polar de fruto

Para obtener la longitud del fruto se utilizó un vernier y medir de polo a polo del futo para obtener la medida correcta en centímetros (cm).

3.14.4. Diámetro ecuatorial de fruto

Esta variable se midió con ayuda de un vernier, el cual se colocó en la parte media del fruto, la unidad fue en centímetros (cm).

3.14.5. Grosor de pulpa

Con ayuda de un vernier se determinó en cm, desde la parte del endocarpio al pericarpio (cm).

3.14.6. Número de fruto

Se contabilizaban los frutos en cada corte.

3.14.7. Peso total de fruto

Para este valor se realizó la suma del peso de frutos de todos los cortes de cada tratamiento, al final se dividió entre el número de repeticiones y obtener un resultado en el peso total de frutos.

3.14.8. Peso por fruto

Se tomó el peso por fruto de las repeticiones elegidas para evaluarse, utilizando en una balanza analítica y registrando el valor en gramos.

3.14.9. Rendimiento $t\ ha^{-1}$

Para esta variable se tomó en cuenta el peso de racimo de cada planta, se consideró la distribución de las macetas, teniendo en $1m^2$ del invernadero, cuatro macetas (con una planta por maceta), así se realizó una extrapolación para obtener un rendimiento de toneladas por hectárea.

3.14.10. Biomasa [Peso Seco Hoja (PSH) + Peso Seco Tallo (PST)]

Las plantas seleccionadas se secaron naturalmente durante un periodo de 24 días para obtener la biomasa de tallo, hoja y raíz en una balanza digital, en gramos (g).

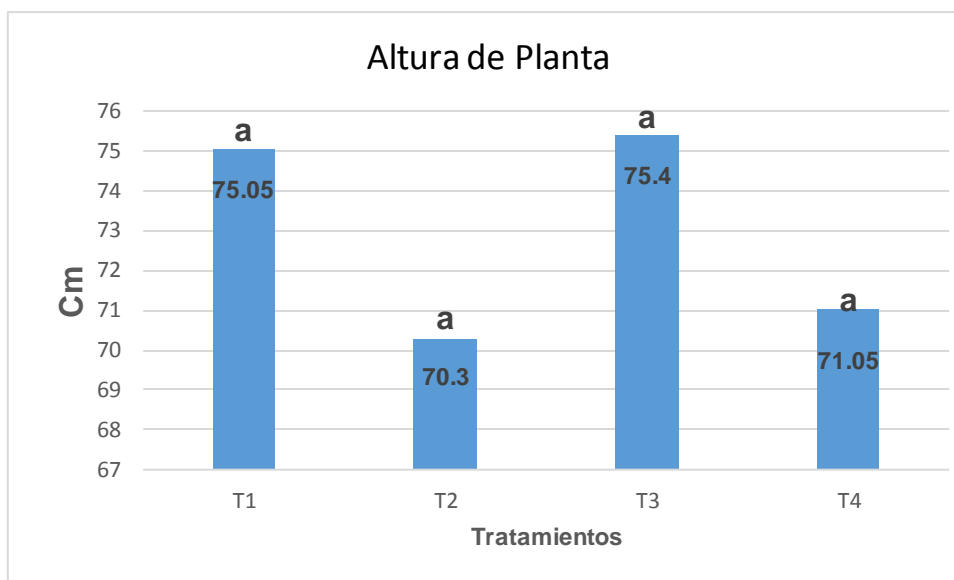
3.14.11. Porcentaje de micorrización

Para esta variable se tomó en cuenta los cuatro tratamientos para poder identificar el porcentaje de micorrización que se presentó durante la fenología del cultivo de tomate

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Altura de planta

El análisis estadístico para la variable altura de la planta no mostró diferencia estadística significativa entre los tratamientos, comportándose todos de manera similar. La media general que presentaron los tratamiento fue de 72.9 cm. Como se muestra en la figura 1.



* Letras iguales entre columnas indican no diferencia significativa entre tratamientos

Figura 1. Altura de la planta (cm) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*solanum lycopersicum L.*) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera - verano UAAAN UL, 2016.

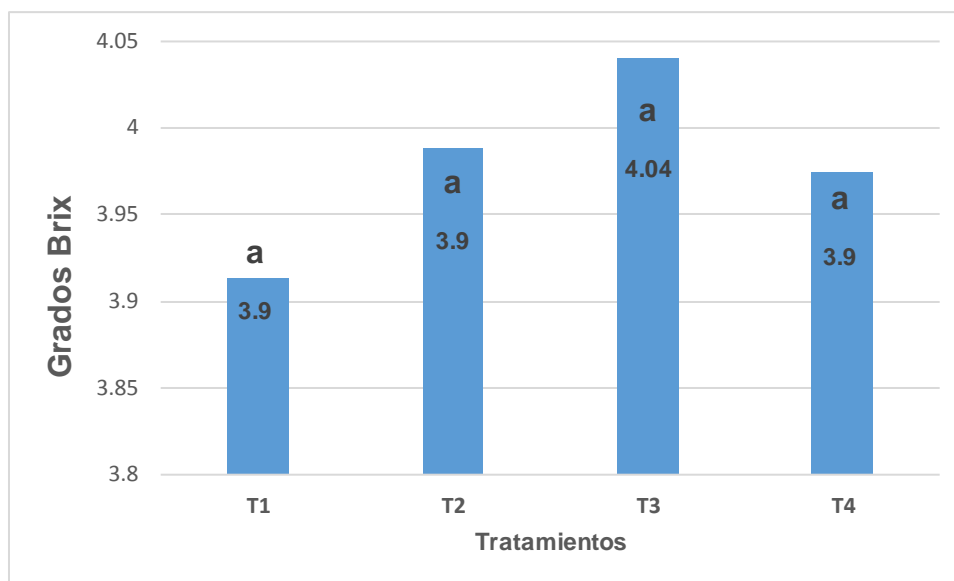
Hernández (2016) quien evaluó diferentes porcentajes de vermicompost (40, 30 y 20%) + arena + perlita y como testigo solución nutritiva de Steiner en tomate tipo saladette bajo condiciones de invernadero, según reporta en su experimento que con el T₁ (40 % vermicompost + 50% arena + 10 % perlita), obtuvo 129.2 cm en la variable altura de la planta. Este resultado es diferente al obtenido en el presente trabajo, ya que la media en altura que alcanzaron los tratamientos evaluados fue de 72.9 cm.

Este resultado pudo ser afectado por las temperaturas mayores a los 30°C que se presentaron durante el desarrollo del trabajo así como la incidencia de araña roja (*Tetranychus urticae*) y mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) que pudieron influir al limitar el crecimiento de la planta.

Escalona et al, (2009) señalan que la temperatura media mensual óptima para el desarrollo de la planta de tomate varía entre 21 y 24°C, aunque se puede producir entre los 18 y 25°C. Cuando la temperatura media mensual sobrepasa los 27°C, las plantas de tomate no prosperan. Temperaturas sobre los 30°C afectan el desarrollo de la planta y la fructificación.

4.2. Grados Brix

El análisis estadístico para la variable Grados Brix no mostró diferencia significativa entre los tratamientos comportándose de manera similar. Obteniéndose una media general de todos los tratamientos de 3.9 Grados Brix. Como se muestra en la figura 2.



* Letras iguales entre columnas indican no diferencia significativa entre tratamientos

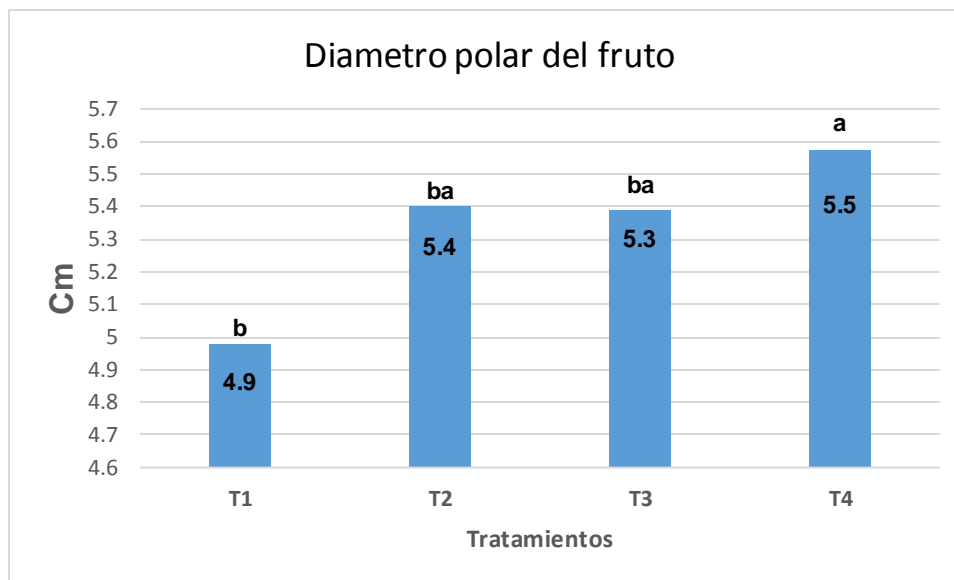
Figura 2. Grados Brix, resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo Saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016.

Morales (2015) evaluó porcentajes de vermicompost de (30,20, y 10%) más arena y perlita como componentes del sustrato, para la producción de tomate tipo saladette en invernadero. El tratamiento que mayor valor numérico obtuvo fue T₁ (Mezcla 30% de compost+ 60% de arena y 10% de perlita) con 3.37 °Brix. Este resultado es similar al del experimento presente ya que se obtuvo una media general de 3.9 °Brix.

Preciado *et al.*, (2011) señalan que para ser considerado tomate fresco de buena calidad, debe contener 4.0 a 5.5 °Brix. En el presente trabajo se alcanzó un promedio general de 3.9 Grados Brix.

4.3. Diámetro polar de fruto

El análisis estadístico para la variable diámetro polar del fruto mostró diferencia significativa entre los tratamientos, el tratamiento que obtuvo el mayor diámetro polar fue Testigo (T₄) (10% compost + 80% arena + 10% perlita) con 5.5 cm. Como se puede observar en la figura 3.



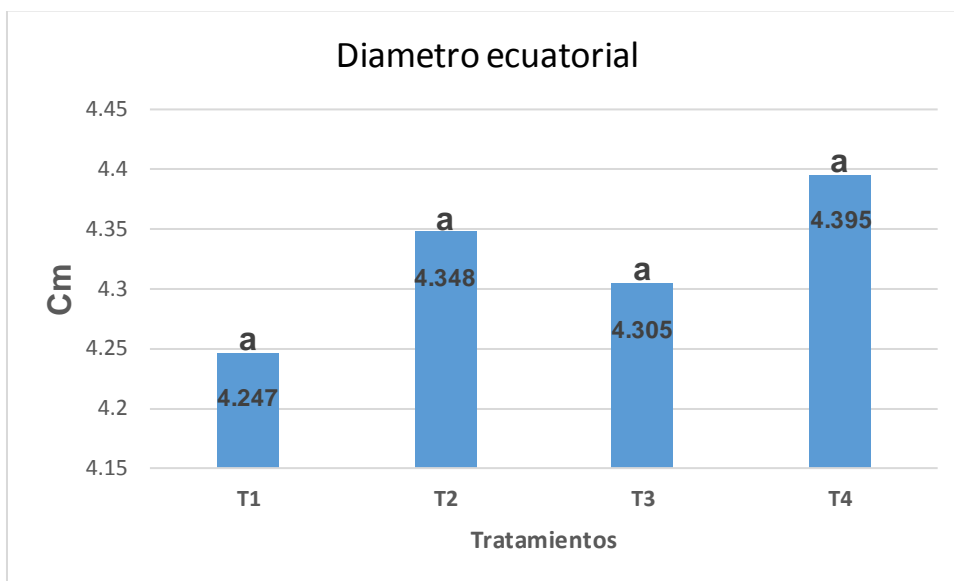
*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos

Figura 3. Diámetro polar del fruto (cm) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016.

Cruz (2009) Quien evaluó tomate tipo saladette, de crecimiento indeterminado con diferentes porcentajes de composta y vermicomposta de (50,75 y 100%) más arena como sustrato, bajo condiciones de invernadero. Los materiales utilizados para el compost y vermicompost fueron, estiércol bovino + pasto bahía (*Paspalum notatum Flügge*) + tierra negra. Obteniendo una media de 5.9 cm de diámetro polar. Este resultado es similar al reportado en el presente trabajo ya que el promedio general de diámetro polar fue de 5.2 cm.

4.4. Diámetro ecuatorial

El análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre los tratamientos comportándose todos de manera similar. La media general fue de 4.2 cm para Diámetro ecuatorial. Como se muestra en la figura 4.



* Letras iguales entre columnas indican no diferencia significativa entre tratamientos

Figura 4. Diámetro ecuatorial (cm) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016.

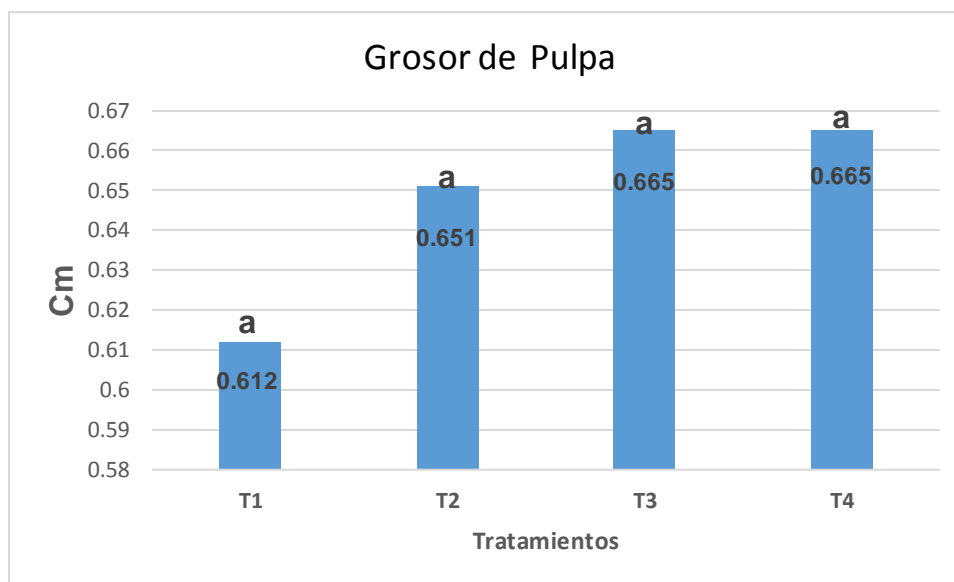
Estos resultados difieren a los reportados por Cruz-Lázaro et al., (2010) quien obtuvo un valor de 5.6 cm de diámetro ecuatorial, al evaluar el efecto de tres compostas y tres vermicompostas mezcladas en diferentes proporciones (100, 75 y 50%) con arena, sobre el rendimiento y calidad de tomate, bajo condiciones de invernadero para el híbrido SUN-7705.

Por otra parte, el resultado obtenido en este trabajo es igual al reportado por Alcántara (2014) al evaluar el rendimiento y calidad de tomate desarrollado con diferentes mezclas de compost, arena y perlita bajo condiciones de

invernadero utilizando el híbrido Moctezuma F₁, obteniendo una media general de 4.30 cm de diámetro ecuatorial.

4.5. Grosor de pulpa

El análisis estadístico no mostró diferencia significativa para la variable Grosor de pulpa entre los tratamientos, obteniendo un promedio general de grosor de pulpa de 0.6 cm. Como se muestra en la figura 5.



* Letras iguales entre columnas indican no diferencia significativa entre tratamientos

Figura 5. Grosor de pulpa (cm) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016.

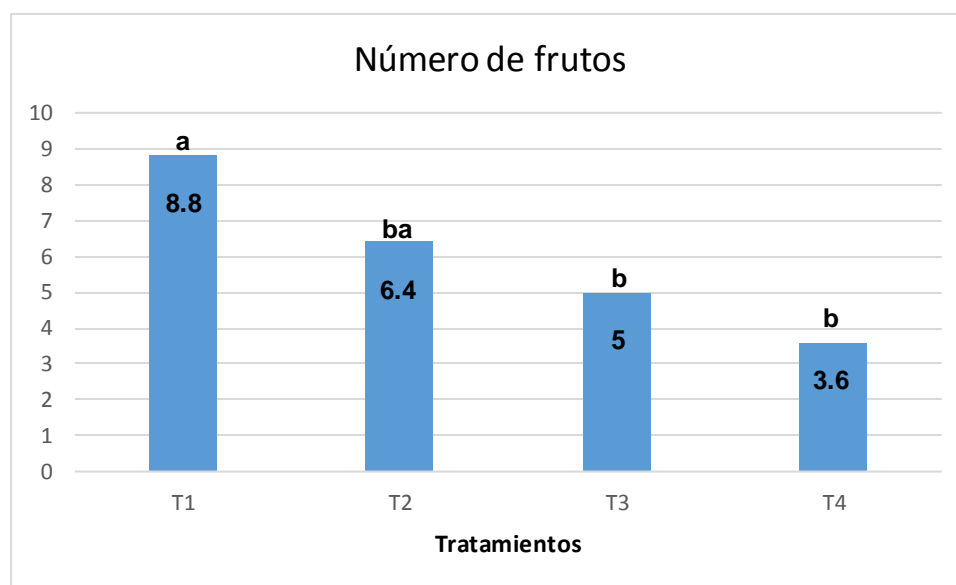
En cuanto a la variable Grosor de pulpa Morales (2015) reportó una media general de 0.58 cm, al evaluar el comportamiento del tomate producido en sustratos orgánicos en mezclas de 30, 20, y 10 % de vermicompost bajo condiciones de invernadero. Este valor es igual a la media obtenida en los tratamientos evaluados en el presente trabajo la cual obtuvo un valor de 0.6 cm de grosor de pulpa.

Por otra parte los resultados obtenidos en el presente trabajo no superan a los reportados por Márquez - Hernández et al., (2013) quienes obtuvieron una media de 0.73 cm, al evaluar el efecto de varios tratamientos de fertilización orgánica e inorgánico mezclados con un sustrato a base de compost, en la producción de tomate en invernadero con los genotipos “Bosky y Big Beef”.

4.6. Variables de producción

4.7. Número de frutos

El análisis estadístico para la variable número de frutos, mostró diferencia significativa entre los tratamientos, el tratamiento que presento una mayor número de frutos fue el T1 (compost 40% + arena 50% + perlita 10% + micorrizas) 8.8 frutos. Como puede observarse en la figura 6.



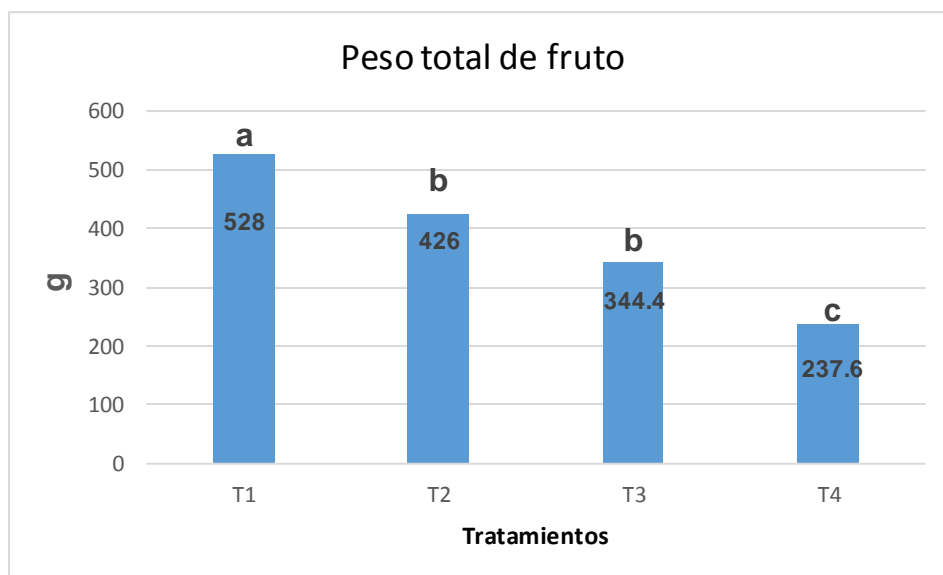
*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos

Figura 6. Número de frutos resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016.

Rodríguez (2012), reporta 37 y 33 frutos por planta al evaluar tomate saladette bajo diferentes porcentajes en sustratos orgánicos. En la fuente de variación sustrato se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), el Vermicomposta al 12.5% + arena y biocomposta al 25% + perlita) respectivamente. Obtuvo el mayor valor con 37.91 frutos por planta, mientras que el menor valor se reportó en el sustrato de vermicompost con 33.41 frutos. Este resultado difiere del obtenido en el experimento presente ya el T₁ (compost 40% + arena 50 +perlita10 + micorrizas) obtuvo el número máximo de 8.8 frutos, esto pudo ser debido a que solo se evaluaron tres cortes.

4.8. Peso total de fruto

El análisis estadístico para la variable peso total de fruto, mostró diferencia significativa entre los tratamientos, el que obtuvo el mayor peso total fue el T₁ (compost 40% + arena 50%+ perlita10% + micorrizas) con 528 g. Como se muestra en la figura 7.



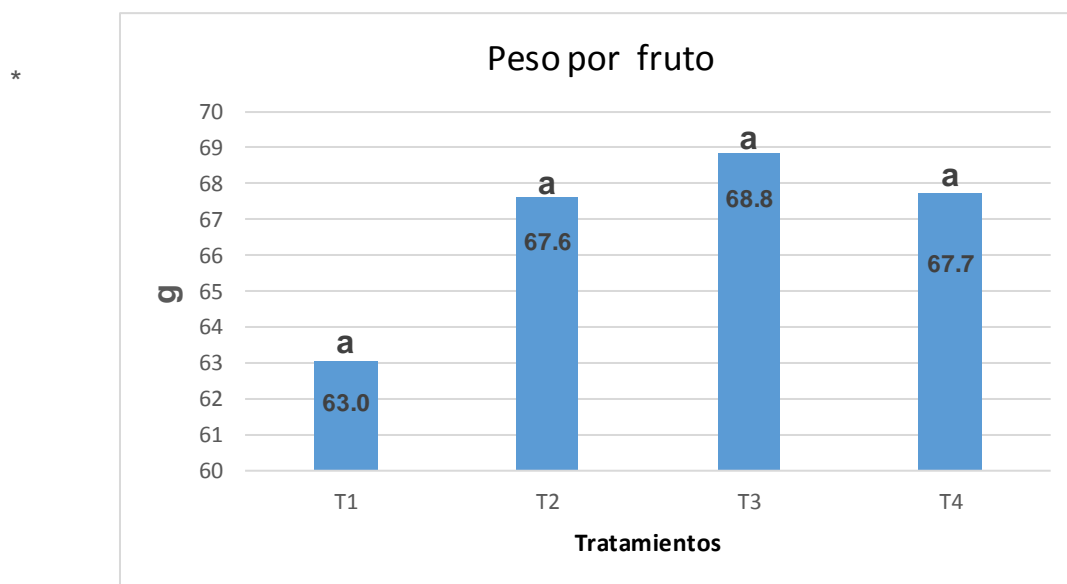
*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos

Figura 7. Peso total de fruto (g) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016.

Según lo reportado por Bernabé y Solís (1999) se evaluó el efecto de dos sustratos (arena 40% y fibra de coco 60%) el mayor rendimiento de 21 genotipos de tomate tipo saladette lo registró el genotipo PS 388164 con 4.26 kg/planta⁻¹ y Peto 76 obtuvo el menor rendimiento con 2.02 kg/planta⁻¹. El resultado del presente trabajo es menor al reportado por Bernabé y Solís (1999), ya que con el T₁ se alcanzó un peso máximo de 528 g ¹/₂ kg.

4.9. Peso por fruto

El análisis estadístico para la variable peso por fruto no mostró diferencia estadística significativa entre los tratamientos, comportándose todos de manera similar. Obteniendo un promedio general de peso por fruto de 66.7 gramos. Como se muestra en la figura 8.



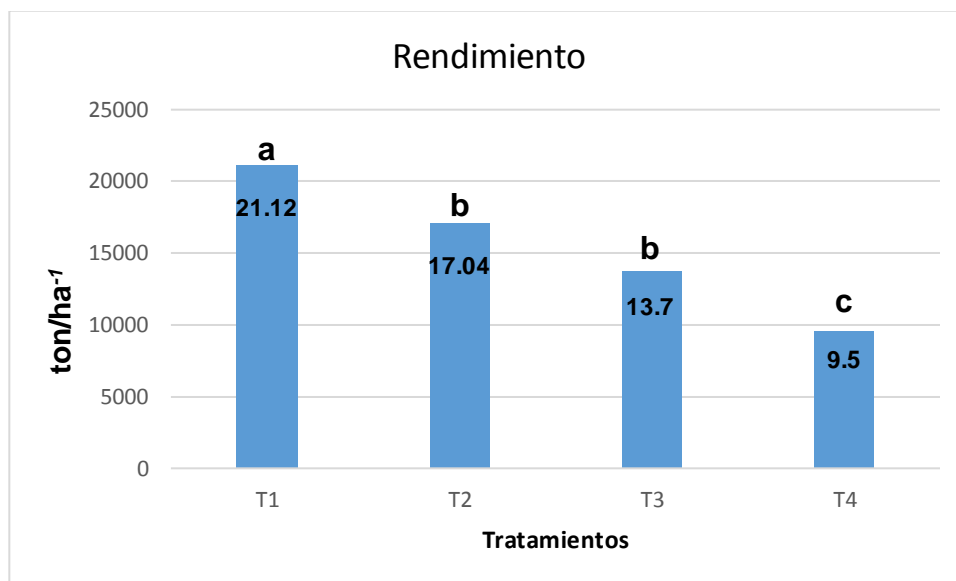
* Letras iguales entre columnas indican no diferencia significativa entre tratamientos

Figura 8. Peso por fruto (g) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016.

En los resultados obtenidos por Márquez ,*et al.*, (2013), quien obtuvo el mayor peso de fruto al evaluar fuentes orgánicas de fertilización en invernadero (Compost 50% + arena35% + perlita15% + Steiner) con un valor de 96.1 g del T₁.y el menor de 80.5 g con el T₃. El resultado del presente trabajo es menor ya que con el T₃ se alcanzó un peso por fruto de 68.8 g.

4.10. Rendimiento

El análisis estadístico mostró diferencia estadística significativa entre tratamientos para la variable Rendimiento ton/ha^{-1} , el T₁ (40% compost + 50% arena + 10% perlita + micorriza) presento el mayor rendimiento total/ha con 21,12 ton/ha . Como se muestra en la figura 9.



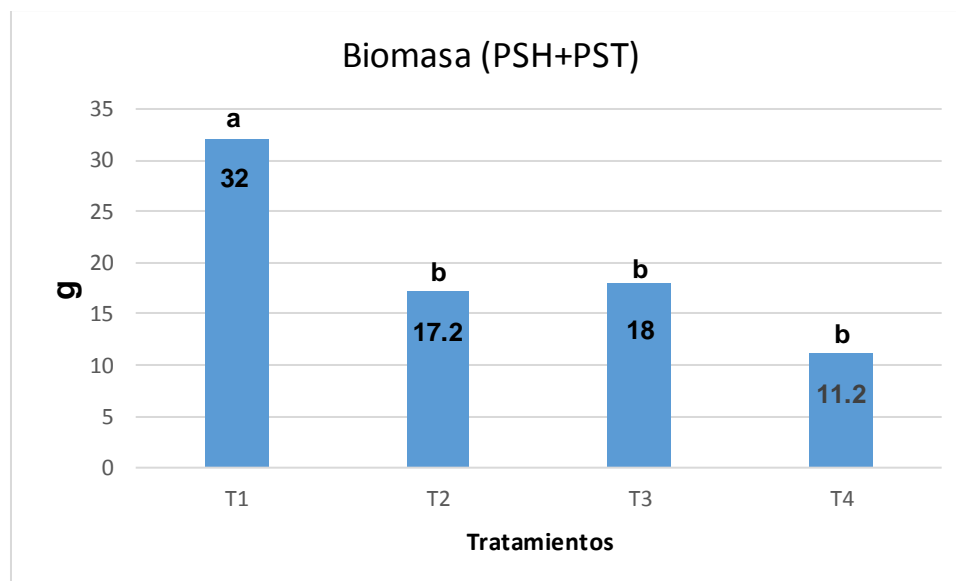
*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos

Figura 9. Rendimiento (ton/ha^{-1}) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.

Cruz *et al*, (2009) evaluaron sustratos elaborados con mezclas entre compostas y vermicompost a diferentes niveles (100, 75 y 50%) más arena, Generada por la descomposición de estiércol bovino, rastrojo de maíz, zacate elefante y tierra negra (CEMZT) al 75% + arena y la vermicomposta de estiércol, pasto bahía y tierra negra (VEPT) al 100 y 50% + arena bajo condiciones de invernadero en cultivar de tomate híbrido SUN-7705, obteniendo un rendimiento promedio de 39.81 ton/ha-1. Este resultado difiere del obtenido en el presente trabajo. Pues el mayor valor en rendimiento lo alcanzó el T₁ (compost 40% arena 50% perlita 10% más Micorrizas) con 21,12 t /ha.

4.11. Biomasa [Peso Seco Hoja (PSH) + Peso Seco Tallo (PST)]

El análisis estadístico mostró diferencia significativa entre tratamientos para la variable de biomasa (PSH + PST) con el T₁ (40% compost + 50% arena + 10% perlita + micorriza) con 32 g. Como se muestra en la figura 10.



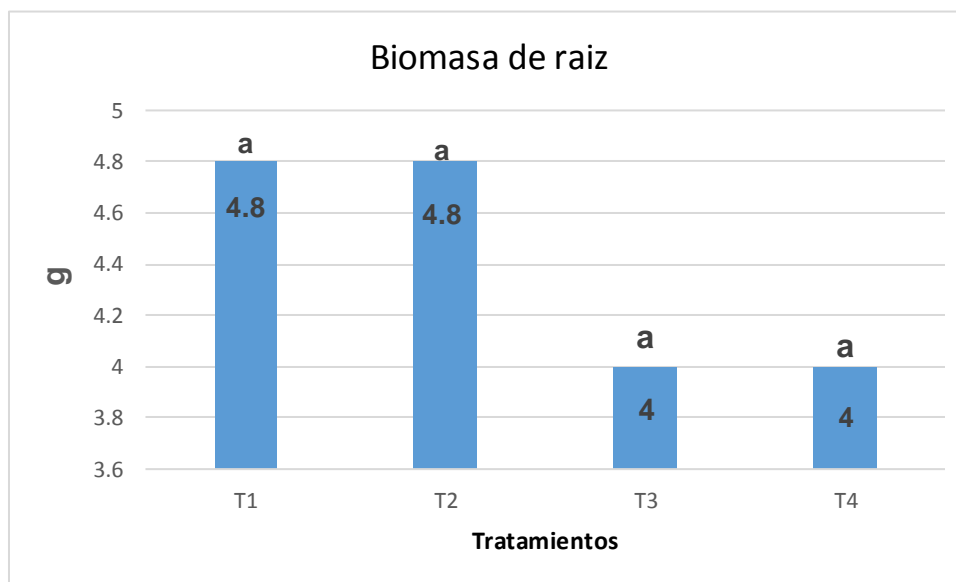
*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos

Figura 10. Biomasa (PSH+PST) (g) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.

Rodríguez-Dimas *et al.* (2017), al evaluar la vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero en la variable peso seco total de hojas y tallo encontró diferencia estadística significativas sobresaliendo el T1 = mezcla de arena + vermicomposta (1:1 v:v) + Micronutrientes quelatizados obteniendo peso seco total de 202.8. Este resultado es diferente al obtenido en el presente trabajo, ya que el máximo valor fue de 32 g, esta diferencia es quizás debida a la utilización de Micronutrientes como complemento a los sustratos evaluados.

4.12. Biomasa de raíz

El análisis estadístico para la variable biomasa de raíz no mostró diferencia significativa entre los tratamientos, comportándose todos de manera similar. La media general fue de 4.4 g de biomasa de raíz. Como se muestra en la figura 11.



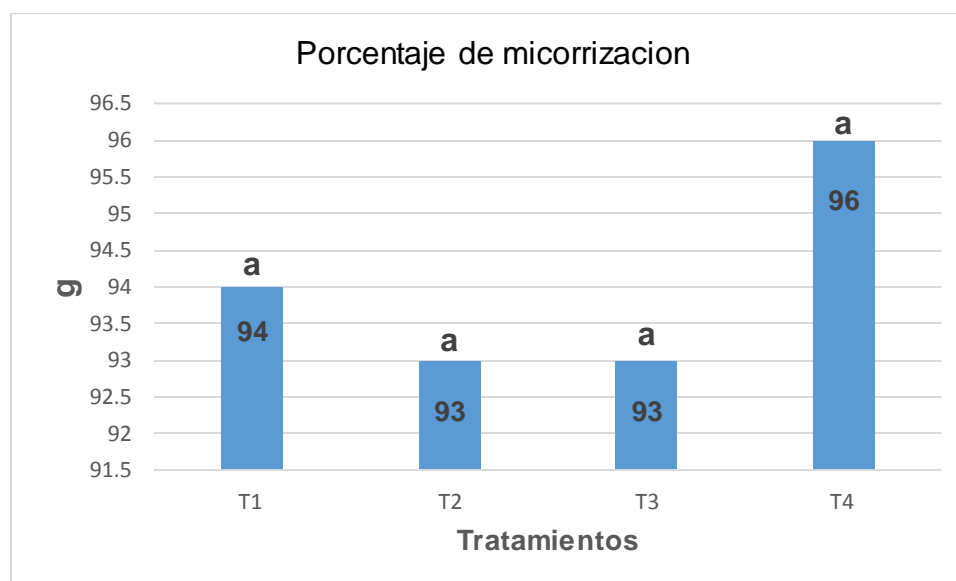
* Letras iguales entre columnas indican no diferencia significativa entre tratamientos

Figura 11. Biomasa de raíz (g) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016.

Jeremías (2016), al evaluar la productividad de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.), con tres soluciones nutritivas orgánicas (té de compost, té de vermicompost, lixiviado de vermicompost) y la solución nutritiva Steiner, como testigo., el mayor peso seco de raíz se obtuvo con el testigo, solución nutritiva Steiner T₁ con 2.70 gr, mientras que en el presente trabajo la media general de biomasa de raíz fue de 4.4 g.

4.13. Porcentajes de micorrización

El análisis estadístico para el porcentaje de micorrización en las raíces de las plantas de tomate tipo saladette, no muestra diferencia significativa entre los tratamientos evaluados presentando una media general de 96%. Tal como se observa en la figura 12.



* Letras iguales entre columnas indican no diferencia significativa entre tratamientos

Figura 12. Porcentaje de micorrización (%) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016.

Cuadro 3. Evaluación de porcentajes de micorrización (*Solanum lycopersicum L.*), tomate tipo saladette.

Tratamientos	Repeticiones	% de Micorrización
T1	R2	100
T1	R3	100
T1	R7	100
T1	R8	80
T1	R9	90
T2	R5	90
T2	R6	95
T2	R9	100
T2	R10	95
T2	R3	85
T3	R1	90
T3	R5	90
T3	R6	95
T3	R9	100
T3	R10	90
T4	R9	95
T4	R2	90
T4	R3	100
T4	R4	100
T4	R5	95

Cardona, (2000), reporta que todas las raíces de yuca evaluadas mostraron colonización por estructuras de HMA (hifas, arbusculos y vesículas), evidenciando un mayor porcentaje en las muestras provenientes de San José del Guaviare (77,5%) con respecto a las del Sur del Trapecio Amazónico (57,5%). En cuanto al porcentaje de colonización por vesículas e hifas se observó en general que fue mayor el obtenido por arbusculos. El porcentaje de colonización de HMA por vesículas fue menor en las muestras del Sur del Trapecio Amazónico que las de San José del Guaviare. Debido quizás aquí en las del Sur del Trapecio Amazónico el tipo de suelo es chagra llanura aluvial. Presentándose una mayor colonización por hifas, debido a que esta es la estructura adicional de absorción que capacita a la planta para obtener nutrientes que de otra forma no le serian accesibles.

Además, son las hifas las que forman las unidades de colonización y las que por medio de divisiones celulares específicas generan arbusculos y vesículas. El resultado referente al porcentaje promedio general de micorrización del presente trabajo fue del 96%, el cual es mayor al reportado por Cardona (2000), que obtuvo el 77.5%.

V. CONCLUSIONES

Un mayor porcentaje de composta junto con las micorrizas en el sustrato, dan como resultado una mejor producción y un mayor número de frutos en la planta del tomate, así lo indican los resultados, ya que el T₁ (40% de compost más micorrizas) sobresalió en las variables: número de frutos, peso total de fruto y rendimiento.

Tanto el diámetro polar, ecuatorial, grosor de pulpa, peso por fruto y grados Brix son características del fruto que no mejoraron con el mayor porcentaje de compost y micorrizas en el sustrato.

La biomasa (PSH+PST) se incrementó con el tratamiento de mayor porcentaje de compost T₁ (40% de compost más micorrizas). No así para la variable biomasa de raíz, en la cual no se determinó diferencia significativa entre tratamientos.

Respecto la variable porcentaje de micorrización, se obtuvo una media general de 96%, no presentando diferencia significativa entre tratamientos.

VI. BIBLIOGRAFIA

ACEA. 2012. Asesores en Construcción y Extensión Agrícola A.A de C V.. Invernaderos para el mundo .Fecha de consulta: 15 diciembre de 2016.} Disponible en; <http://acea.com.mx/>.

Adams, P. and L. C. Ho. 1995. Effect of environment on the uptake and distribution of calcium in tomato and on the incidence of blossom-end rot. Plant Soil Pp 154: 127-132.

Alcántara Trejo J.L. 2014. Producción orgánica de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo diferentes dosis de compost como sustrato en invernadero. Torreón Coahuila México. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. División de Carreras Agronómicas. p 1, 2.

Anónimo. 2007. Agricultura orgánica en México. Fecha de consulta: 07 diciembre de 2016.

Azcón-Aguilar, C. y Barea, J.M. (1997). Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. Scientia Horticulturae, p 68: 1-24.

Bashan (2008). El uso de inoculantes microbianos como una importante contribución al futuro de la agricultura mexicana. In:Diaz-Franco, A. y Meyek-Pérez, N. (Eds.). La biofertilización como tecnología sostenible. Plaza y Valdéz. México. 17-24 pp.

Bernabé A., A. y J. Solís V. 1999. Evaluación del rendimiento, calidad y precocidad y vida de anaquel de 21 genotipos de jitomate (*Lycopersicum esculentum Mili*) en invernadero en Chapingo, Tesis de Licenciatura. México. p 85.

Bethlenfalvai, G.J. y Schüepp, H. 1994. Arbuscular mycorrhizas and agrosystem stability. In: Impact of arbuscular mycorrhizae on sustainable agriculture and natural ecosystems. Gianinazzi, S., Schüepp, H. y Basler, H. (Eds.). Birkhäuser Verlag. Pp.1-24.

Bewley, J.D., M. Black. 1982 Physiology and Biochemistry of seeds in relation to germination Vol. II viability, Dormancy and environmental control. Berlin p 60.

Biología 2005. Reino Fungi: Micorrizas, producción de jitomate bajo invernadero e hidroponía: fecha de consulta 15 de agosto del 2016 .disponible en; www.biologia.edu.ar

Blanco, F. y E. Salas 1996. "Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. p 69.

Capulín G., J., Núñez R., E., Etchevers B., J. D., Baca C., G. A. 2001. Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía. Revista Agrociencia Pp 35: 287-299.

Cardona, G. 2000. Ocurrencia y cuantificación de hongos formadores de micorriza arbuscular asociados a las especies del género Capsicum cultivadas en la Amazonia Colombiana. Informe técnico. Instituto Amazonico de investigaciones científicas SINCHI.

Castellanos, J. Z. 2009. Manual de Producción de Tomate en Invernadero. Editorial INTAGRI. México. P 369. Fecha de consulta 25 de agosto del 2016, disponible en; <http://agricultureros.com>.

Chemonics, 2008. Manual de cultivo de tomate Chemonics International Inc.p 2-5.

Corporación de fomento de la producción-universidad católica de Chile. 1986. Monografías hortícolas. Tomate, arveja, brócoli, zanahoria. Santiago, PUC-CORFO. p 99.

Coscatunca, Antonia.1995. Genetic Studies on the auxin hypothesis in the Azospirillum/plant interaction. Dissertaciones de agriculture. Pp 1-25-275.

Creighton, M.J., Rajapakse, S. y Garber, R.K. 1986. Vesicular-arbuscular mycorrhizal in vegetable crops. Horticultural Science, 21 (4): Pp 974-984.

Cruz, C., E., Sandoval, V. M., Volke, H. V., Ordaz Chaparro V., Tirado Torres J. L., Sánchez, E. J. 2010. Generación De Mezclas De Sustratos Mediante Un Programa De Optimización Utilizando Variables Físicas Y Químicas. Terra Latinoamericana, Vol. 28, Núm. 3, Julio-Septiembre, Pp. 219-229, Sociedad Mexicana De La Ciencia Del Suelo, A.C. México.

Cruz-Lázaro E., M. Estrada-Botello, V. Robledo-Torres, R Osorio-Osorio, C. Márquez-Hernández, R. Sánchez-Hernández. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicompost como sustrato. Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. Mex.

Dalzell, HW; Biddlestone, AJ; Gray, KR; Thurairajan, K. 1991. Manejo del suelo; producción y uso de composte en ambientes tropicales y subtropicales. Servicio de recursos, manejo y conservación de suelos. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO. P 178.

De la Vega, J. 2006. "Suelos y Ecosistemas. Las Micorrizas de mayor importancia son: Endomicorrizas, Ectomicorrizas lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura."p 30-32.

Duchicela, J. 2001. "Proyecto de Tesis. Evaluación del uso de Endomicorizas vesículo arbusculares (MVA) en la obtención de plántulas de tomate de árbol *Solanum betaceum* Cav." ESPE-Facultad de Ciencias Agropecuarias. Sangolqui-Ecuador. Pp 57-58-60.

Elliot, E.T. y Coleman, D.C. 1988. Let the soil work for us. *Ecology Bulletin*, pp 39: 23-32.

Escalona v.; P. Alvarado; H. Monardes; C. Urbina Z; A. Martin. (2009). MANUAL DE CULTIVO DE TOMATE. Consulta: 28/04/2017. Disponible en: www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf.

FAO, 2008 (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Beneficios de la agricultura orgánica. Fecha de consulta 15 de Octubre de 2016.

Fernández, R. M; Gómez, J. M y Estrada, I. B. 2004 Compost legislation: sanitation vs Biological quality. I International Conference Soil and Compost Eco-Biology. Pp 167-183.

Finlay, R. D. 2008. Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis: with special emphasis on the functional diversity of interactions involving the extraradical mycelium. *Reino Unido. J. Exp. Bot.* 59(5): pp 1115-1126.

Garza López, J. 1985. las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Depto. De fitotecnia, UACh.chapingo México, p 4.

Giovannetti M, Fortuna P, Citerinesi AS, Morini S, Nuti MP 2001 The occurrence of anastomosis formation and nuclear exchange in intact arbuscular mycorrhizal networks. *New Phytol.* Pp 151: 717-724.

Hernández J. 2016. Evaluación de la producción y calidad de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.) Con porcentajes de vermicompost en el sustrato. Tesis. Universidad autónoma agraria Antonio Narro (UAAAN). Torreón Coahuila México.

Hernández, A. 1999. "Las Micorrizas. Centro de estudios ecológicos. Argentina. Pp 10-12 Fecha de consulta 10 de septiembre del 2016.

Heuvelink, E. 1996. Dry matter partitioning in tomato: validation of dynamic simulation model. *Annals of botany*. pp 77: 71-80.

Horticulture: significance and potentials. *Scientia Horticulturae*, 68: 1-24.

Infoagro ,2004. Agroalimentación. Tomate. Cultivo y manejo (2 de 3) fecha de consulta 18/octubre /2016.

Ingham, R. E. 2003. Compost Tea, Promises & Practicalities. *Acres U.S.A. is the national journal of sustainable agriculture*. Vol. 33. Núm. 12. Usa. P-3. Fecha de consulta: noviembre de 2016. Disponible en: <http://www.acresusa.com>.

Ingham, R. E. 2005. *The Compost Tea Brewing Manual*. 5 th Edition. Soil Foodweb Inc, Corvallis, Oregon. USA. P.-12. consulta Noviembre de 2012 Disponible en: <http://ecologiesurleweb.free.fr/>.

ITIS, 2014 Integrated Taxonomic Information System. (Fecha de consulta 10/oct /2016). Disponible en línea <http://www.itis.gov>.

Jaramillo, N. J., Rodríguez, V., P., Guzmán M., A., Zapata M., A. 2006. El Cultivo de Tomate Bajo Invernadero (*Lycopersicon Esculentum*. Mill) Boletín Técnico 21 (C R P O I C A) Centro De Investigación La Selva Rionegro, Paginas 48, Antioquia, Colombia. Pág. Consultada 27 y 30.

Jeremías, 2016 Determinación de la capacidad productiva de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

Koltai, H. and Kapulnik. Y. 2010. Arbuscular micorrizas: physiology and function. Second Edition springer, London New York, US. P 323.

Lamas N., M. A., Flores O.N., Sánchez R., G., Galavis R., R. 2003. Agricultura Orgánica. FIRA. Boletín informativo. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. Boletín Informativo. Núm. 332 Vol. XXXV. México.

López, Z. 1998. "Hongos Micorrizicos Vesículo Arbusculares (VA) en fragmentos, de matorral Censo lato de los municipios de Linares y Hualahuises, Nuevo León. Facultad de ciencias forestales Linares, N." Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis de Maestría: pp 1-137.

Luévano G. A. y N. E. Velásquez G. 2001. Ejemplo singular en los Agronegocios estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. Año Vol.:9 (2) pp 306-318.

Lugtenberg, B. and Kamilova, F. 2009. Plant-Growth-Promoting rhizobacteria. Ann. Rev. Microbiol. 63: pp 541-556.

Manjarrez, J.R.S. 1980. Riegos. El cultivo del tomate para consumo fresco en el valle de Culiacán. CEVAS-CIAPAN-SARH. p 30.

Maroto, J. 1994. Horticultura Herbácea Especial. 4ª. Ed. Madrid Ediciones Mundi-Prensa. p 611.

Márquez, H., C.; Cano, R., P.; Figueroa, V., U.; Avila, D., J.A. Rodríguez-Dimas N., García-Hernández J. L. 2013. Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero. Revista internacional de botánica experimental. vol.82, n.1, pp. 55-61 Pág. Consultada 55, 56.

Martínez, L. S., Verde, S. J., Maiti, R. K. 1999. Efecto de un extracto de algas y varios fitoreguladores sobre el valor nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. var. Gigant). Archivos latinoamericanos de Nutrición. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León México. P. 169.

Miranda, I. G. 2000. Efecto de tres volúmenes de agua en la productividad y calidad del tomate bola. Bajo condiciones de invernadero. (Fecha de consulta 24 de octubre 2016). Disponible en; <http://www.biotecnia.uson.mx>.

Morales I. 2015. Producción de tomate saladette (*Lycopersicum esculentum* Mill.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México.

Muñoz, R. J. J. 2009. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. 25-92. In: Manual de producción de tomate en invernadero. 1ª edición. Intagri, S. C. Guanajuato, México.

Castellanos, J.Z. y C. Borbón-Morales 2009. INTAGRI_AMHPAC. Panorama de la agricultura. Protegida en México. Manual de Producción de tomate de invernadero. INTAGRI-México. p. 45- 92

Myers, RJK; Palm, CA; Cuevas, E; Gunatilleke, IUN; Brossard, M. 1994. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In The biological management of tropical soil fertility. Wooster, PL; Swift, MJ (eds) pp 81-116.

Nieto, M. J; 2009. Cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Licenciatura. Tesis. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. P 17.

Nuez, Fernando. 1995. El Cultivo del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa, España, Barcelona: pp 15-41, 45-87.

Okon, Y. and Kapulnik, Y. 1986. Development and function of *Azospirillum*-inoculated roots. Plant Soil. 90: pp 3-16.

Olivares, E., García, N. E., Molina, M., Martínez, J. 2008. Produccion de Tomate en Invernadero. Curso Teórico Práctico. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de Los Garza, Nuevo León. p, 101.

Patrón, I. J-C. 2010. Sustratos Orgánicos: Elaboración, manejo y principales usos. Colegio de posgraduados, Texcoco, México. Fecha de consulta: 1 Octubre de 2016.

Peña, V., G. Cardona y A. Mazorra 2006. "Micorrizas arbusculares de la Amazonia colombiana. Catálogo ilustrado." Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Scripto, Bogotá: p 90.

Pérez, M. y Castro, B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación 3. Departamento de fitotecnia, U. A. Chapingo.

Phillips, J. M. y D. S. Hayman 1970. "Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection." Transaction of the British Mycological Society: pp 55:158-160.

Redecker D, Kodner R, Graham LE, 2000. Glomalean Fungi from the Ordovician. *Science* 289: pp 1920-1921.

Richardson, R.W. y O.H. Brauer. S/F. 2000. El tomate, indicaciones generales para su cultivo. Programa Agrícola Cooperativo de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México y la Fundación Rockefeller. Pp 40-45.

Rick, C. M. 1978. El tomate. *Investigación y Ciencia*. N. ° 25: pp 45-55.

Ríos, A. M., & Gamboa, J. A. A. (2014). Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(3), 35-40.

Ríos, J., 2012. Guía ilustrada de plagas y enfermedades asociadas al cultivo de tomate en México. Xalapa, Veracruz, México: Universidad Veracruzana. p 22.

Rodríguez E., C. A. 2012. Impacto de Tres Frecuencias de Riego Sobre el Comportamiento del Tomate Desarrollado en Sustratos Orgánicos. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. p 41.

Rodríguez, F, H; Muñoz I, S; Alcorta G, E 2006. El tomate rojo. Editorial Trillas. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/2770/1/1080049621.pdf>

Rodríguez, R.; Tabares, J.M. y Medina, J.A. 1984. El cultivo moderno del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. p 552.

Rodríguez-Dimas N, Cano-Ríos P, Favela-Chávez E, U. Figueroa-Viramontes U, Paul-Álvarez V de P, Palomo-Gil A, Márquez-Hernández C, Moreno Reséndez A (2007). Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo serie horticultura, 13 (2).

Román, F. 2003. "Concentración de reguladores de desarrollo vegetal inducida por hongos ENDOMICORRIZICOS en dos cultivares de Chile (*Capsicum annuum* L.). Colima-México. Universidad de Colima. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Pp 121.

SAGARPA, 2008. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de nuevo león. Pp 11-15.

SAGARPA, 2012 (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Importancia de la agricultura protegida. Consultada el día 24 de noviembre del 2017.

SAGARPA. 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Elaboración de composta, importancia de la composta. Fecha de consulta Octubre de 2016.

Salazar-Sosa., E.; Trejo-Escañero., H. I.; Vázquez-Vázquez, C.; López-Martínez, J. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla con aplicaciones de estiércol bovino. Revista Internacional de Botánica Experimental 76: pp 169-185.

Samperio, R. G. 1999. Hidroponía básica. El cultivo fácil y rentable de las plantas sin tierra. Pp 35, 38 y 45.

Sánchez F.Y Contreras E ,2000. El cultivo hidropónico de jitomate bajo invernadero, Chapingo, México. Páginas p 20.

Sánchez, D. y R. Posada 2010. "Metodologías básicas para el trabajo con micorriza arbuscular y hongos formadores de micorriza arbuscular." Sede Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/46045/55113

Schnitzer, M. 1978. Life time perspective on the chemistry of soil organic matter D.L.Sparks (Ed.) Advances in agronomy, academic Press.98: pp 3-58.

Sepúlveda M. R., 2013.Poda y deshoje en cultivo de tomate bajo malla Antiácido en el valle de Azapa. Informativo N°77, pp 1-4.

SIAP-SAGARPA 2010. Asimetría en la transmisión de precios del tomate en el occidente de México. Fecha de consulta 1 de septiembre del 2016 Disponible en; <http://www.ciad.mx/archivos/revista>.

Simon, L.; Bousquet, J.; Lévesque, R. C. and Lalonde, M. 1993. Origin and diversification of endo mycorrhizal fungi and coincidence with vascular land plants. Nature. 363: pp 67-69.

Sistema Producto Nacional Tomate Rojo. 2009. Estudio de Mercado PROMERCADO consultada el 29 de noviembre del 2016 .Disponible en; <http://www.tomatenacional.com.mx/pdf>.

Smith S, Read D 1997. Mycorrhizal symbiosis Academic Press, London p 16.

Smith, S. E. y D. J. Read 2008. "Mycorrhizal symbiosis." 3rd ed. London: Academic Press. p 787.

Smith, S.E. y Gianinnazzi-Parson, V. 1988. Physiological interactions between symbionts in vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* Pp 39 – 201.

Syngenta, 2010. Boletín Técnico, Producción de Tomate Bajo Invernadero. Segunda Edición. Syngenta Agro S.A. de C.V. México, D.F.

Terralia. Información técnica Actualizada sobre productos Fitosanitarios y Nutricionales para la agricultura convencional y orgánica, noticias y empresas del sector. Disponible en https://www.terralia.com/productos_e_insumos_para_agricultura_ecologica/view_composition?composition_id=10467. [Consulta: 20 de octubre de 2017].

Tigchelaar, E.C. 1986. *Tomate Breeding; Breeding Vegetal Crops*. (Edite by Mark J. Bassett). Vegetable Crops Departamento. University of Florida. AVI. Publishing Company. Gainesville, Florida, pp 135-171.

Tourat, A. P. 2000. Time for compost tea in the northwest. *BioCycle* 41: pp 74-77.

Tus plantas. 2005. Desarrollo de plantas de tomate en un sustrato. Disponible en www.tusplantas.com/jardin. Fecha de consulta 20 de noviembre del 2016.

Tüzel, y., Öztekin, G. B., Ongun, A. R., Gümü^a, M., Tüzel, I. H., Eltez, R. Z., 2004. Organic Tomato Production in the Greenhouse. *Acta Horticultura*. 659: pp 729-736.

Villela, J. D. 1993. El cultivo del tomate. PDA (MAGA-AID), Guatemala. 143 p. <http://www.bolsamza.com.ar/english/mercados/horticola/tomatetriturado/plan.pdf>

Von Haeff, J. N. M. 1983. Manuales para educación agropecuaria, Área: Producción Vegetal (16), Editorial Trillas, D.F., México: pp 9-53.

VII. APENDICE

Cuadro A 1. Análisis de varianza para la variable altura de planta en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum L.*) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	de Cuadros de medias	F cal.calculada	Pr>significancia
Modelo	3	210.450000	70.150000	0.68	0.5672
Error	36	3687.950000	102.443056		
Total	39	3898.40000			
	R²=0.053984	C.V.=13.87446		Media=72.95000	

Tratamiento	Media	Significancia
1	75.05	a
2	70.3	a
3	75.4	a
4	71.05	a

Cuadro A 2. Análisis de varianza para la variable grados °Brix en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum L.*) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	de Cuadros de medias	F cal.culculada	Pr>significancia
Modelo	3	0.08192750	0.02730917	1.04	0.3852
Error	36	0.94235000	0.02617639		
Total	39	1.02427750			
	R²=0.079986	C.V.=4.065871		Media=3.979250	

Tratamiento	Media	Significancia
1	3.9	a
2	3.9	a
3	4.0	a
4	3.9	a

Cuadro A 3. Análisis de varianza para la variable Diámetro polar del fruto en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum L.*) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F.cal.culculada	Pr>significancia
Modelo	3	1.91931000	0.63977000	4.15	0.0127
Error	36	5.55080000	0.15418889		
Total	39	7.47011000			
	R²=0.256932	C.V.= 7.358174		Media=5.336500	

Tratamiento	Media	Significancia
1	4.9	a
2	5.4	ba
3	5.3	ba
4	5.5	a

Cuadro A 4. Análisis de varianza para la variable Diámetro ecuatorial en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum L.*) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F cal.culculada	Pr>significancia
Modelo	3	0.11906750	0.03968917	0.31	0.8177
Error	36	4.60267000	0.12785194		
Total	39	4.72173750			
	R²=0.025217	C.V.= 8.269764		Media=4.323750	

Tratamiento	Media	Significancia
1	4.2	a
2	4.3	a
3	4.3	a
4	4.3	a

Cuadro A 5. Análisis de varianza para la variable grosor de pulpa en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum L.*) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F cal.culculada	Pr>significancia
Modelo	3	0.01882750	0.00627583	0.60	0.6184
Error	36	0.37575000	0.01043750		
Total	39	0.39457750			
	R²=0.047716	C.V.= 15.75998		Media=0.648250	

Tratamiento	Media	Significancia
1	0.6	a
2	0.6	a
3	0.6	a
4	0.6	a

Cuadro A 6. Análisis de varianza para la variable número de frutos en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum L.*) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F cal. calculada	Pr>significancia
Modelo	3	73.7500000	24.5833333	9.10	0.0009
Error	16	43.2000000	2.7000000		
Total	19	116.9500000			
	R²=0.630611	C.V.= 20.61626		Media=5.950000	

Tratamiento	Media	Significancia
1	8.8	a
2	6.4	ba
3	5	b
4	3.6	b

Cuadro A 7. Análisis de varianza para la variable peso total de frutos en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum L.*) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F cal. calculada	Pr>significancia
Modelo	3	227505.6000	75835.2000	26.74	<.0001
Error	16	45382.4000	2836.4000		
Total	19	272888.0000			
	R²=0.833696	C.V.= 13.86924		Media=384.0000	

Tratamiento	Media	Significancia
1	528	a
2	426	b
3	344.4	b
4	237.6	C

Cuadro A 8. Análisis de varianza para la variable peso promedio por fruto en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum L.*) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F cal.culculada	Pr>significancia
Modelo	3	99.189295	33.063098	0.39	0.7607
Error	16	1350.863560	84.428972		
Total	19	1450.052855			
	R² =0.068404	C.V.= 13.74879		Media=66.83150	

Tratamiento	Media	Significancia
1	63.0	a
2	67.6	a
3	68.8	a
4	67.7	a

Cuadro A 9. Análisis de varianza para la variable rendimiento total por hectárea en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum L.*) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F cal.culculada	Pr>significancia
Modelo	3	364008960.0	121336320.0	26.74	<.0001
Error	16	72611840.0	4538240.0		
Total	19	436620800.0			
	R² =0.833696	C.V.=13.86924		Media=15360.00	

Tratamiento	Media	Significancia
1	21120	a
2	170440	b
3	13776	b
4	9504	c

Cuadro 10 Análisis de varianza de Biomasa total de (PSH-PST) (g) resultado de la evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Ciclo primavera-verano.UAAAN-UL, 2016.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F cal.culculada	Pr>significancia
Modelo	3	1163.200000	387.733333	10.89	0.0004
Error	16	569.600000	35.600000		
Total	19	1732.800000			
	R²=0.671283	C.V.= 30.44170		Media=19.60000	

Tratamiento	Media	Significancia
1	32	a
2	17.2	b
3	18	b
4	11.2	b

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable Biomasa de la raíz en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F cal.culculada	Pr>significancia
Modelo	3	3.20000000	1.06666667	0.67	0.5847
Error	16	25.60000000	.60000000		
Total	19	28.80000000			
	R² =0.111111	C.V.=20.74798		Media=4.400000	

Tratamiento	Media	Significancia
1	4.8	a
2	4.8	a
3	4	a
4	4	a

Cuadro A 12. Análisis de varianza para porcentaje de micorrización (%) en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de vermicompost más micorrizas en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F cal.culculada	Pr>significancia
Modelo	3	1163.200000	387.733333	10.89	0.0004
Error	16	569.600000	35.600000		
Total	19	1732.800000			
	R² = 0.671283	C.V.=30.44170		Media=19.60000	

Tratamiento	Media	Significancia
1	94	a
2	93	a
3	93	a
4	96	a