

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Cuatro abonos orgánicos asociados a micorrizas comerciales y su respuesta en la etapa vegetativa-reproductiva del chile ancho tipo poblano (*Capsicum annuum* L.), en invernadero durante el ciclo otoño-invierno

Por

URBANO ÁVILA PERALTA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Marzo, 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Cuatro abonos orgánicos asociados a micorrizas comerciales y su respuesta en la etapa vegetativa-reproductiva del chile ancho tipo poblano (*Capsicum annuum* L.), en invernadero durante el ciclo otoño-invierno

Por

URBANO ÁVILA PERALTA

TESIS


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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por




DR. LUCIO LEOS ESCOBEDO
Presidente



ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA
Vocal



DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ
Vocal



M.C. EMILIO DUARTE AYALA
Vocal Suplente



DR. ISAIÁS DE LA CRUZ ÁLVAREZ

Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Marzo, 2020

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Cuatro abonos orgánicos asociados a micorrizas comerciales y su respuesta en la etapa vegetativa-reproductiva del chile ancho tipo poblano (*Capsicum annuum* L.), en invernadero durante el ciclo otoño-invierno

Por

URBANO ÁVILA PERALTA

TESIS

Que se somete a la consideración del Comité de Asesoría como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por

DR. LUCIO LEOS ESCOBEDO

Asesor Principal

ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA

Coasesor

DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

Coasesor

DR. ISAIAS DE LA CRUZ ÁLVAREZ

Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Marzo, 2020

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Agradecimientos

A dios

Agradezco a dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi guía e n los momentos de tristeza y debilidad por permitirme una vida llena de grandes amigos y excelentes profesores que llenaron mi vida de momentos felices llenos de felicidad

A mis padres

Agradezco a mis padres Elvira Peralta López y Urbano Ávila Hernández por apoyarme en cada momento de mi formación académica e inculcarme valores, y por el excelente ejemplo para que sea una mejor persona en la vida. Por enseñarme que la constancia y el trabajo duro tienen sus recompensas

A mis hermanos

Agradezco a mis hermanos por los consejos brindados, el apoyo moral y económico que me dieron a lo largo de mi formación académica

A mi alma terra mate

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme recibido con los brazos abiertos en sus aulas donde día con día aprendí cosas nuevas y formar de mí un profesionalista

Dedicatorias

A dios

Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarte cada día más.

A mis padres

Urbano Ávila Hernández y Elvira Peralta López por inculcarme valores de respeto, honestidad y amor, por estar siempre a mi lado cuidándome, por apoyarme en los momentos difíciles de mi vida, por aquellos consejos que me dieron para salir adelante todo el tiempo, por eso y mucho más les dedico este trabajo los quiero mucho.

A mis Hermanos

Por qué siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad ¡Gracias!

RESUMEN

En los últimos años la agricultura orgánica ha revolucionado la forma de producir alimentos, teniendo un trato amigable con el medio ambiente. Este trabajo de investigación fue realizado en un invernadero de 32 m² ubicado en el área del Departamento de Ciencia Animal en la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en Torreón Coahuila. El trasplante del material vegetativo (plántulas de chile ancho tipo poblano), se realizó el 22 de octubre del año 2018. El diseño experimental utilizado fue uno Completamente al azar, estableciéndose cinco tratamientos de estudio con cinco repeticiones cada uno, generando un total de 25 unidades experimentales. Se evaluaron cuatro abonos orgánicos (Estiércol bovino, E. equino. E. caprino y Compost). La inoculación de micorrizas antes del trasplante a razón de 3.8 g por planta. Las variables evaluadas en la etapa vegetativa fueron bifurcación del tallo, número de hojas verdaderas por planta y diámetro del tallo, mientras que las variables en la etapa reproductiva fueron el número de botones florales por planta, el número de flores abiertas por planta y el número de frutos cuajados. Finalmente, en la etapa productiva, el número total de frutos por planta. En los resultados se encontró que, en la etapa vegetativa, se realizaron siete evaluaciones a los 6, 20, 34, 49, 63, y 91 después de trasplante, mientras que en la etapa reproductiva se realizaron cinco evaluaciones a los 49, 55, 63, 70 y 91 ddt. De los cinco tratamientos de estudio, sobresalió el tratamiento 5, (Compost + Arena de río + Micorrizas) y el tratamiento 3 (Estiércol equino + Arena de río + Micorrizas). El objetivo de este trabajo fue. Evaluar la respuesta de las micorrizas comerciales asociadas a cuatro abonos orgánicos en la etapa vegetativa-reproductiva del chile ancho tipo poblano en condiciones de invernadero durante el ciclo otoño-invierno.

Palabras claves: Chile poblano, Desarrollo, Estiércoles, Hongos micorrizicos

Contenido

Agradecimientos	i
Dedicatorias	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Origen y antecedentes del cultivo	4
2.2. Importancia económica del cultivo	4
2.2.1. Importancia mundial.....	4
2.2.2. Importancia nacional.....	5
2.2.3 Importancia regional.....	5
2.3. Clasificación taxonómica.....	6
2.4. Características botánicas	7
2.4.1. Raíz	7
2.4.2. Tallo	7
2.4.3. Hojas.....	8
2.5. Requerimientos climáticos	8
2.5.1. Temperatura.....	9
2.5.2. Humedad relativa.....	9
2.5.3. Radiación solar.....	9
2.5.4. Transpiración	10
2.5.5. Evapotranspiración	10
2.5.6. Heladas.....	11
2.5.7. Temperatura.....	11
2.6. Requerimientos de suelo	12
2.6.1. Textura.....	12
2.6.2. Densidad aparente	12
2.6.3. Infiltración básica	13
2.6.4. Porcentaje de materia orgánica.....	14
2.6.5. Porcentaje de Carbonato de Calcio.....	15
2.6.6. Capacidad de Intercambio Catiónico.....	15
2.7. Requerimientos de agua	16
2.7.1. Calidad del agua de riego.....	16
2.7.2. Lamina de riego.....	16

2.7.3. Humedad Aprovechable	17
2.7.4. Cationes del agua de riego.....	18
2.7.5. Infiltración de agua de riego	18
2.8. Nutrición del cultivo	18
2.8.1. Macroelementos.....	19
2.8.1.1. Nitrógeno (N).....	19
2.8.1.2. Fósforo (P)	19
2.8.1.3. Potasio (k)	19
2.8.1.4. Azufre (S).....	20
2.8.1.5. Calcio (Ca).....	20
2.8.1.6. Magnesio (Mg).....	21
2.8.2. Microelementos.....	21
2.8.2.1. Boro (B)	21
2.8.2.2. Cloro (Cl).....	22
2.8.2.3. Cobre (Cu).....	22
2.8.2.4. Hierro (Fe)	23
2.8.2.5. Manganeseo (Mn)	23
2.8.2.6. Molibdeno (Mo).....	23
2.8.2.7. Zinc (Zn).....	24
2.8.2.8. Níquel (Ni).....	24
2.9. Fertilización del cultivo	25
2.9.1. Fertilización a nivel nacional	25
2.9.2. Fertilización a nivel nacional	25
2.10. Abonos orgánicos.....	26
2.10.1. Estiércoles	26
2.10.2. Estiércol Bovino	27
2.10.3. Estiércol Equino	27
2.10.4. Estiércol Caprino	28
2.10.5. Compost.....	28
2.10.6. Micorrizas	28
2.11. Plagas del cultivo	29
2.11.1. Mosca Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	29
2.11.2. Minador de la Hoja (<i>Liriomyza trifoli</i>).....	30
2.11.3. Picudo del chile (<i>Anthonomus eugenii</i>).....	30
2.11.4. Pulgón myzus (<i>Myzus persicae</i>).....	31
2.11.5. Arana Roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	31
2.11.6. Gusano Trozador (<i>Agrotis ssp</i>).....	31
2.11.7. Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>).....	32
2.12. Enfermedades del cultivo.....	32

2.12.1. Marchitez del chile o secadera (<i>Phytophthora capsici</i>).....	33
2.12.2. Marchitez por verticillium (<i>Verticillium dahliae</i>).....	33
2.12.3. Antracnosis (<i>Colletotrichum capsici</i>).....	33
2.12.4. Pudrición por <i>Alternaria</i> (<i>Alternaria spp</i>).....	34
2.12.5 Virus del mosaico del tabaco (<i>Tobacco mosaic virus</i>).....	34
2.12.6. Virus del moteado del chile (<i>Pepper mottle virus</i>).....	34
2.13. Polinización en el cultivo.....	35
2.14. Rendimientos del cultivo.....	35
2.14.1. Rendimientos en Invernadero.....	35
2.14.2. Rendimiento a campo abierto.....	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1. Localización del are de estudio.....	37
3.2. Localización del sitio de estudio.....	38
3.3. Localización del sitio experimental.....	38
3.4. Clima de la región.....	39
3.4.1. Temperatura.....	39
3.4.2. Precipitación Pluvial.....	39
3.4.3. Evaporación.....	40
3.4.4. Vientos.....	40
3.4.5. Humedad relativa.....	40
3.5 Acondicionamiento del invernadero.....	40
3.6. Caracterización química de los abonos orgánicos en el laboratorio.....	40
3.7. Mezcla de sustratos.....	41
3.8. Llenado de macetas.....	42
3.9. Colocación de macetas en el interior del invernadero.....	42
3.11. Trasplante del material vegetativo.....	42
3.12 Inoculación de micorrizas.....	43
3.13. Riegos.....	43
3.14. Plagas del cultivo.....	43
3.15. Enfermedades del cultivo.....	43
3.16. Tratamiento de estudio.....	43
3.17. Diseño experimental.....	44
3.19. Modelo estadístico.....	44
3.20. Distribución de los tratamientos de estudio.....	45
3.2.1. Variables evaluadas.....	45
3.22. Etapa vegetativa.....	45
3.22.1. Numero de hojas verdaderas.....	45
3.22.2. Altura de la bifurcación en la planta.....	46
3.22.3. Diámetro del tallo.....	46

3.23. Etapa reproductiva	46
3.23.1 Numero de botones florales.....	46
3.23.1 Numero de flores abiertas.....	46
3.24. Micorrización.....	47
3.24.1 Peso fresco de la raíz.....	47
3.24.2. Volumen de la raíz.....	47
3.25. Análisis estadístico	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	49
4.1. Etapa vegetativa	49
4.1.1. Altura a la bifurcación del tallo a los 06 ddt.	49
4.1.2. Altura a la bifurcación del tallo a los 20 ddt.	50
4.1.3. Altura a la bifurcación del tallo a los 34 ddt.	51
4.1.4. Altura a la bifurcación del tallo a los 49 ddt.	52
4.1.5. Altura a la bifurcación del tallo a los 63 ddt.	53
4.1.6. Altura a la bifurcación del tallo a los 77 ddt.	53
4.1.7. Altura a la bifurcación del tallo a los 91 ddt.	54
4.2. Número de hojas verdaderas a los 06 ddt.	55
4.2.1 Número de hojas verdaderas a los 20 ddt.	56
4.2.2 Número de hojas verdaderas a los 34 ddt.	57
4.2.3 Número de hojas verdaderas a los 49 ddt.	58
4.2.4. Número de hojas verdaderas a los 63 ddt.	59
4.2.5. Número de hojas verdaderas a los 77 ddt.	60
4.3. Variable diámetro del tallo a los 27 ddt.	61
4.3.1. Variable diámetro del tallo a los 41 ddt.	62
4.3.2. Variable diámetro del tallo a los 55 ddt.	63
4.3.3. Variable diámetro del tallo a los 70 ddt.	64
4.3.4. Variable diámetro del tallo a los 84 ddt.	65
4.3.4. Variable diámetro del tallo a los 98 ddt.	66
4.4. Etapa reproductiva	67
4.4.1. Número de botones florales a los 49 ddt.	67
4.4.2. Número de botones florales a los 55 ddt.	68
4.4.3. Número de botones florales a los 63 ddt.	69
4.4.4. Número de botones florales a los 70 ddt.	70
4.5.1. Número de flores abiertas a los 63 ddt.	71
4.5.2. Número de flores abiertas a los 70 ddt.	72
4.5.3. Número de flores abiertas desde los 49 a los 84 ddt	73
4.5.5. Número de flores abiertas por fechas	74
4.5.6. Número de flores abiertas por tratamientos	75
4.5.7. Número de frutos cuajados de 63 a los 98 ddt	75

4.5.8. Número de frutos cuajados por fechas	76
4.5.9. Número de frutos cuajados por tratamiento	77
4.6. Etapa de micorrización en la planta.....	78
4.6.1. Volumen de la raíz por planta (cm ³).....	78
4.6.2. Peso fresco de la raíz.....	79
V. CONCLUSIONES	80
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
VII. APÉNDICE.....	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2 1 Temperaturas críticas (°C) para el cultivo del chile en distintas fases de desarrollo. UAAAN -UL 2019. (Datos climatológicos de la UAAAN, 2019).....	12
Cuadro 3 1 Valores obtenidos de pH y CE correspondientes a los cuatro abonos orgánicos de estudio en el laboratorio de suelos. UAAAN UL, 2020.....	41
Cuadro 3 2 Relación de las cantidades de abonos orgánicos, suelo agrícola y arena de río en las mezclas de sustratos utilizadas en este trabajo de investigación. UAAAN UL, 2020.....	42
Cuadro 3 3 Descripción de los tratamientos de estudio utilizados en el trabajo de investigación. UAAAN UL. 2020.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3 1Localización geográfica de la región de la comarca lagunera en los estados de Coahuila y Durango. UAAAN UL, 2020.....	37
Figura 3 2Localización de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en el municipio de Torreón Coahuila. UAAAN UL, 2020.....	38
Figura 3 3 Localización del sitio experimental en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en el municipio de Torreón, Coahuila UAAAN UL. 2020.....	39
Figura 3 4 Croquis de la distribución de los tratamientos de estudio dentro del Invernadero. UAAAN UL, 2020.....	45
Figura 4 1 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 06 días después de trasplante. UAAAN UL, 202.....	49
Figura 4 2Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 20 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.....	50
Figura 4 3 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 34 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	51
Figura 4 4 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 49 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	52
Figura 4 5 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 63 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	53
Figura 4 6 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 77 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	54
Figura 4 7 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 91 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	55
Figura 4 8 Respuesta en la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 06 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	56
Figura 4 9 Respuesta de la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 20 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.....	57
Figura 4 10 Respuesta de la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 34 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	58
Figura 4 11 Respuesta de la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 49 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	59
Figura 4 12 Respuesta de la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 63 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	60

Figura 4 13 Respuesta de la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 77 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	61
Figura 4 14 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 27 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020	62
Figura 4 15 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 41 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	63
Figura 4 16 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 55 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020	64
Figura 4 17 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 70 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020	65
Figura 4 18 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 84 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020	66
Figura 4 19 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 98 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	67
Figura 4 20 Respuesta de la variable número de botones florales en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 49 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.....	68
Figura 4 21 Respuesta de la variable número de botones florales en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 55 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020	69
Figura 4 22 Respuesta de la variable número de botones florales en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 63 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020	70
Figura 4 23 Respuesta de la variable número de botones florales en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 70 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.....	71
Figura 4 24 Respuesta de la variable número de flores abiertas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 63 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020	72
Figura 4 25 Respuesta de la variable número de flores abiertas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 70 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020	73
Figura 4 26 Respuesta de la variable número de flores abiertas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio de 49 días a 84 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	74
Figura 4 27 Número de flores abiertas por fechas desde los 49 a los 98 ddt.UAAAN UL, 2020.	74
Figura 4 28 Número de flores abiertas por tratamiento de 49 a los 98 ddt.UAAAN UL, 2020	75
Figura 4 29 Respuesta de la variable número de frutos cuajados en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio desde los 63 a los 98 ddt(2018-2019). UAAAN UL, 2020.....	76
Figura 4 30 Número de frutos cuajados por fechas desde los 63 a los 98 ddt. UAAAN UL 2020	77
Figura 4 31 Número de frutos cuajados por tratamientos de los 63 a los 98 ddt. UAAAN UL 2020	77
Figura 4 32 Respuesta de la variable volumen de raíz por planta en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 107 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.....	78
Figura 4 33 Respuesta de la variable peso fresco de la raíz por planta en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 107 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.	79

I. INTRODUCCIÓN

El chile es un cultivo originario de América, su centro de domesticación es México el cual se extendió desde el borde más meridional de los Estados Unidos hasta la zona templada cálida del sur de Sudamérica, el chile, es una especie de gran importancia comercial y es cultivado para su consumo en fresco, seco y en productos procesados la superficie mundial sembrada de chiles asciende a 1.7 millones de hectáreas, con una producción de 25.1 millones de toneladas. Después de China, México es el segundo productor a escala mundial. De acuerdo a la producción obtenida en toneladas, les siguen Turquía, Estados Unidos, España e Indonesia, representando juntos el 25 % del volumen mundial de producción.

Se tiene conocimiento que el género *Capsicum annuum* L., se adaptan bien en ambientes frescos, manteniendo una excelente producción y su rango de adaptación llega a 2000 msnm. Sin embargo, su potencial genético de producción se expresa entre los 900 y 1800 msnm, con temperaturas promedio durante el día de 24 °C y de 20 °C durante la noche.

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 y el 70 por ciento, especialmente durante la floración y cuajado de frutos, es ideal para un óptimo crecimiento durante las primeras fases de desarrollo y tolera una humedad relativa más elevada que en fases posteriores. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades foliares y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y frutos recién cuajados. Es exigente en luminosidad durante todo su ciclo

vegetativo, especialmente en la floración, ya que esta se ve reducida y las flores son más débiles en situaciones de escasa luminosidad.

La agricultura orgánica nacional representa una superficie de 216 mil ha y genera 280 millones de dólares de divisas, revaloriza la agricultura tradicional, crea empleos (34.5 millones de jornales anuales) y mayores ingresos para los productores, bajo un esquema de producción sustentable, sin deterioro del ambiente.

Los hongos micorrizógenos son microorganismos del suelo que interaccionan con las raíces de las plantas al formar simbiosis mutualista con más del 80 % de ellas, por lo que contribuyen de forma sustancial en la nutrición de sus hospederos las especies de micorrizas son un componente biológico importante para los ecosistemas, debido a su influencia en la diversidad de plantas y en la productividad.

La tecnología de producción en invernadero ha incrementado el rendimiento por unidad de superficie. Los rendimientos de chile oscilan entre 8.2 y 42.9 t ha⁻¹ a campo abierto y entre 30.0 y 150.0 t ha⁻¹ bajo ambiente protegido.

1.1. Objetivo

1.- Evaluar la respuesta de las micorrizas comerciales asociadas a cuatro abonos orgánicos en la etapa vegetativa-reproductiva del chile ancho tipo poblano en condiciones de invernadero durante el ciclo otoño-invierno.

1.2. Hipótesis

Ho: Las micorrizas comerciales asociadas con abonos orgánicos no tienen respuesta en la etapa vegetativa-reproductiva del chile ancho tipo poblano en condiciones de invernadero durante el ciclo otoño-invierno.

Ha: Las micorrizas comerciales asociadas con abonos orgánicos tienen respuesta en la etapa vegetativa-reproductiva del chile ancho tipo poblano en condiciones de invernadero durante el ciclo otoño-invierno.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y antecedentes del cultivo

El chile es un cultivo originario de América, su centro de domesticación es México el cual se extendió desde el borde más meridional de los Estados Unidos hasta la zona templada cálida del sur de Sudamérica. Respecto a su procedencia, una de las hipótesis más aceptadas sugiere que una porción importante del género *Capsicum* se originó en un “área núcleo” en Bolivia sur central, con la subsiguiente migración a los Andes y las tierras bajas de la Amazonia, acompañada por radiación adaptativa y especiación. Junto con la calabaza, el maíz y el frijol, el chile conformó la base de la alimentación de las culturas de Mesoamérica (Aguirre y Muñoz, 2015)

2.2. Importancia económica del cultivo

2.2.1. Importancia mundial

El chile, es una especie de gran importancia comercial y es cultivado para su consumo en fresco, seco y en productos procesados la superficie mundial sembrada de chiles asciende a 1.7 millones de hectáreas, con una producción de 25.1 millones de toneladas. Después de China, México es el segundo productor a escala mundial. De acuerdo a la producción obtenida en toneladas, les siguen Turquía, Estados Unidos, España e Indonesia, representando juntos el 25 % del volumen mundial de producción (Vázquez *et al.*, 2011)

La producción de chiles y pimentones rojos deshidratados y secos en el mundo, indican que en los últimos años ésta aumentó de 2´630,000 toneladas en 2003 a 3´351,121 toneladas en 2019, lo que representa alrededor del 27.4% de incremento. Así como hasta hace algunos años los consumidores preferían los

chiles dulces como ingredientes, actualmente la globalización y el aumento del consumo de alimentos étnicos, está influenciando fuertemente el consumo de comidas picantes, en las que el chile picante deshidratado es fundamental, ya sea solo o mezclado con otras especias o hierbas (FAOSTAT, 2019)

2.2.2. Importancia nacional

En México, el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) es una especie hortícola de gran importancia por el valor de su producción. Se cultiva en todos los estados de la República Mexicana, desde el nivel del mar, hasta los 2500 m de altura; y por ser el centro de origen, se han generado una gran diversidad de tipos, principalmente de la especie *C. annuum*, por lo que constituye un recurso valioso para el mejoramiento genético. La importancia de este cultivo reside en el hecho que al ser un cultivo intensivo, requiere una elevada cantidad de mano de obra, de 120 a 200 jornales por hectárea cosechada, aproximadamente (Aguirre *et al.*, 2017)

De acuerdo con cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), el 15.5% de la producción nacional de chile proviene de agricultura protegida y el 84.5% se cultiva en cielo abierto. (SIAP, 2019)

En México existen más de 11 mil 700 productores de chile seco, el número de mujeres que participan en esta labor corresponde aproximadamente al 15% del total. (SIAP, 2019)

2.2.3 Importancia regional

En la Comarca Lagunera ha ido en aumento la superficie sembrada con el cultivo de chile. Como lo indican los siguientes datos: En 1982 se sembraron 22 ha, para 1992 se sembraron 1,928 ha, para 1994, 1,213 ha, para 1996 se reportan

1402 ha, con una producción de 17,704 toneladas con un promedio regional de 12.628 ton/ha, para 1997 se registran 1207 ha con una producción total de 11219 toneladas, con un promedio por hectárea de 9.29 toneladas. El Chile es una hortaliza que genera divisas para el país, por ser el principal proveedor de Estados Unidos y Canadá en los ciclos de invierno y primavera. Así mismo, también genera una gran cantidad de mano de obra durante todo su ciclo, el cual oscila entre los 120 a 150 jornales por ha (Mendoza *et al.*, 2000).

En La Laguna, los meses de mayor producción del Chile jalapeño son de septiembre a diciembre y aunque no siembra la misma cantidad que en el año 2015, cuando se sembraban más de 500 hectáreas, por la prevalencia de enfermedades como la virosis, lo cierto es que hasta ahora los productores locales tienen margen de ganancia debido a la modalidad de agricultura por contrato. Casi un 50 por ciento del producto se destina para el mercado fresco, y el 50 por ciento restante para ser enlatado en las diferentes empresas que lo compran. (SIAP, 2019)

2.3. Clasificación taxonómica

Según Anguiano, (2010) señala que la clasificación taxonómica es la que se describe a continuación.

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Subdivisión: Pteropsida

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledonea

Orden: Solanaceales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum* L., 1753

Especie: *annuum*

2.4. Características botánicas

Todos los chiles son del género *Capsicum* de la familia de las Solanáceas. El género *Capsicum* se conforma por 31 especies, pero sólo cinco han sido domesticadas: *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. pubescens*, *C. frutescens* y *C. annuum*. Esta última es la más importante, pues agrupa la mayor diversidad de chiles, cultivados o silvestres. El fruto, en donde se encuentran las semillas, es una baya hueca carnosas o semicartilaginosa, puede alcanzar distintos tamaños, desde poco menos de un cm hasta 30 cm de largo, y su forma va de lo redondo a lo alargado, en colores que oscilan de distintos tonos de amarillo y verde en estado inmaduro, a rojo y hasta café al madurar (Aguirre y Muñoz, 2015)

2.4.1. Raíz

El tipo de raíz en las plantas de chile es del tipo pivotante, con crecimiento profundo, donde dependiendo de la profundidad y la textura del suelo desarrollarlas numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre los 50 y 100 centímetros (Zevada, 2005)

2.4.2. Tallo

De crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura ("cruz") emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente (Zevada, 2005)

2.4.3. Hojas

El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (Inifap, 2010)

2.4.4. Flores

Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10% (Zevada, 2005)

2.4.5. Frutos

Una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre tres y cinco milímetros. (Inifap, 2010)

2.5. Requerimientos climáticos

2.5.1. Temperatura

Capsicum annuum L., se adaptan bien, hacia ambientes frescos, manteniendo una excelente producción y su rango de adaptación llega a 2000 msnm. Sin embargo, su potencial genético de producción se expresa entre los 900 y 1800 msnm, con temperaturas promedio durante el día de 24 °C y de 20 °C durante la noche. (Montaño y Belisario, 2012)

2.5.2. Humedad relativa

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 y el 70 por ciento, especialmente durante la floración y cuajado de frutos, es ideal para un óptimo crecimiento durante las primeras fases de desarrollo y tolera una humedad relativa más elevada que en fases posteriores. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades foliares y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y frutos recién cuajados. Es exigente en luminosidad durante todo su ciclo vegetativo, especialmente en la floración, ya que esta se ve reducida y las flores son más débiles en situaciones de escasa luminosidad. La falta de luz provoca etiolación de la planta, con alargamiento de los entrenudos y de tallo, que quedará débil y no podrá soportar el peso de una cosecha abundante de frutos (Pérez, 2007)

2.5.3. Radiación solar

La determinación del índice de área foliar constituye un parámetro fundamental en la evaluación del desarrollo y crecimiento de los cultivos, en estudios de requerimientos hídricos y eficiencia bioenergética y en la determinación de daños producidos por patógenos y plagas. Además, por su

estrecha relación con la intercepción de la radiación solar, con la fotosíntesis y con los procesos transpiración, aspectos fuertemente vinculados a la acumulación de biomasa y a la productividad, constituye una información básica para la modelización del crecimiento, desarrollo y rendimiento agronómico de los cultivos (Daros *et al.*, 2007).

2.5.4. Transpiración

Diferentes procesos fisiológicos vegetales pueden ser afectados por la disminución del riego, la conductancia estomática (variable importante para cuantificar el estado hídrico de la planta), se reduce a medida que aumenta el estrés hídrico en hojas a causa del cierre de estomas en consecuencia, se incrementa la temperatura de la hoja a niveles que causen daños por calor. Al mismo tiempo se reduce la transpiración foliar y aumenta la resistencia estomática (Quintal *et al.*, 2012)

2.5.5. Evapotranspiración

La evapotranspiración es de los principales componentes del ciclo hidrológico y balance de energía; constituye uno de los procesos críticos e indispensables en diversos campos como hidrología, ecología, agricultura y planeación de los recursos hídricos (López *et al.*, 2015)

Estudios realizados mencionan que modificando el porcentaje de la evapotranspiración potencial o de referencia se puede estimar el volumen de agua para un cultivo en particular. Uno de los métodos que ha tenido resultados satisfactorios para estimar la ET, es mediante la medida de la evaporación en el tanque clase tipo "A" dado que integra el efecto de radiación, viento, temperatura y humedad para un lugar específico (Pérez *et al.*, 2008)

La evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, la evaporación de un suelo cultivado es determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo (FAO, 1990)

2.5.6. Heladas

Los daños por heladas tienen un efecto drástico para la planta entera o pueden afectar únicamente a una pequeña parte del tejido de la planta, lo cual reduce el rendimiento o deprecia la calidad del producto, el daño directo por helada ocurre cuando se forman cristales de hielo dentro del protoplasma de las células (congelación o helada intracelular), mientras que el daño indirecto puede ocurrir cuando se forma hielo dentro de las plantas, pero fuera de las células (FAO, 2010.)

La magnitud del daño de una helada sobre el rendimiento final de un cultivo o frutal depende directamente del estado fenológico en que se encuentre el mismo Pero lo que definitivamente determina el real daño que puede causar una helada es su magnitud ($^{\circ}\text{C}$ bajo cero) y su duración. El tiempo de exposición a temperaturas bajo 0°C es gravitante en el daño que ocurre a nivel celular y de los tejidos de la planta (Bascope, 2013)

2.5.7. Temperatura

La temperatura, en combinación con otros factores, influyen notablemente en la localización de las explotaciones hortícolas, en general, las plantas de estación fresca prosperan mejor en regiones que se caracterizan por un tiempo relativamente cálido (Edmond, 1981).

Cuadro 2 1 Temperaturas críticas (°C) para el cultivo del chile en distintas fases de desarrollo. UAAAN -UL 2019. (Datos climatológicos de la UAAAN, 2019)

Etapa fenológica	Optimo	Mínimo	Máximo
Germinación	25-35	20	27
Desarrollo	17-30	10	35
Fructificación	18-27	13	35

2.6. Requerimientos de suelo

Bartolo, (2012), menciona que el chile tipo poblano se puede producir en suelos livianos o pesados, profundos, bien aireados y con un buen drenaje, el cultivo de chile es adaptable a diferentes tipos de suelos, pero para una buena producción prefiere los suelos profundos, de 30 a 60 cm, francos, francos arenosos, y franco-limosos con alto contenido de materia orgánica.

2.6.1. Textura

El cultivo de chile responde totalmente a las buenas características del suelo, principalmente al contenido de materia orgánica y a todos los elementos químicos necesarios para su desarrollo, los mejores suelos son los areno-limo-arcillosos profundos, permeables y con buena retención de humedad. (Silva *et al.*, 1982)

2.6.2. Densidad aparente

Las propiedades físicas que usualmente se determinan en los sustratos son el espacio poroso total, la capacidad de retención de agua y de aire, la densidad aparente y densidad de las partículas, el espacio poroso o porosidad total es la

porción no sólida del volumen del sustrato. Representa el volumen de aire del material, expresado como un porcentaje del volumen total. La capacidad de retención de agua de un medio es el volumen de agua que se retiene después del riego y el drenaje. La cantidad de agua retenida por un medio particular es dependiente en la distribución del tamaño de las partículas y la altura del recipiente. Cuando un medio determinado se ha saturado con agua y se ha permitido drenar libremente, se dice que el medio está a la “capacidad del recipiente.” El volumen del medio ocupado por el aire a este nivel de humedad es la denominada porosidad de aireación o espacio drenable de poros (Reinaldo y Pereira, 2003)

La densidad aparente (D_a), se define como el peso secado al horno de un volumen unitario de suelo incluyendo espacios porosos y expresado frecuentemente en cm^3 , la densidad aparente es más importante que la densidad de partículas para comprender el comportamiento físico de los suelos. En general, los suelos con baja D_a tienen condiciones físicas favorables, mientras que aquellos con D_a elevada poseen malas condiciones físicas, (Vera *et al.*, 2003)

2.6.3. Infiltración básica

La infiltración del agua en el suelo juega un papel fundamental en el ciclo hidrológico. Dependiendo de las condiciones geológicas, puede permanecer en el suelo en forma de humedad; escurrir como flujo subsuperficial y aflorar como una naciente efímera; o recargar el acuífero, entre otros, el proceso de infiltración es de gran importancia dado que su velocidad determina generalmente la cantidad de

agua de escurrimiento, pudiendo detectarse así el peligro de erosión durante inundaciones o lluvias muy intensas (Alvarado y Barahona, 2017)

Los suelos sanos con una elevada cantidad de materia orgánica tienen capacidad para almacenar grandes volúmenes de agua. Esto es beneficioso no solo durante las sequías, cuando la humedad de los suelos es crucial para el crecimiento de los cultivos, sino también durante las lluvias intensas porque el suelo reduce las inundaciones y la ralentiza de agua de los arroyos (FAO, 2015)

2.6.4. Porciento de materia orgánica

El uso de materia orgánica se ha convertido en la base para el desarrollo de la agricultura orgánica, la agricultura orgánica debe considerar dos aspectos esenciales la diversidad estructural y de procesos y el manejo ecológico del suelo y la nutrición (Julca *et al.*, 2006)

El incremento en la demanda de alimentos sin fertilización química, ha obligado al sector agrícola a generar nuevas tecnologías que permitan aumentar el rendimiento por unidad de superficie y la calidad. El Chile es una de las hortalizas que incrementó su demanda en forma continua en los últimos años, en México, el sustrato más utilizado para la producción de plantas es el estiércol de bovino, debido a que sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento (Beltrán *et al.*, 2016)

Una alternativa para la producción de cultivos hortícolas en suelos salinos es la incorporación de materia orgánica reducen la toxicidad de sales y mejoran la estructura física (Esteban *et al.*, 2017)

2.6.5. Porcentaje de Carbonato de Calcio

La acumulación del carbonato de calcio en los suelos es un rasgo característico de las regiones áridas y semiáridas, resultado de la escasa precipitación, y donde ésta se deriva tanto de materiales calcáreos como no calcáreos (Gutiérrez *et al.*, 1998)

Los carbonatos de calcio tienen una acción positiva sobre la estructura del suelo y sobre la actividad de los microorganismos, pero en exceso de estos puede traer problemas de nutrición en las plantas por antagonismo con otros elementos (Andrades y Martínez, 2014)

Altos contenidos de carbonato de calcio se convierten en agentes contaminantes tanto en sustratos como en el suelo en cultivos hortícolas (solanáceas) para contrarrestar el efecto de los carbonatos es conveniente utilizar abonos de procedencia orgánica (Álvarez *et al.*, 2016)

2.6.6. Capacidad de Intercambio Catiónico

La capacidad de intercambio catiónico (CIC), estima los sitios de carga de las arcillas, tanto las cargas permanentes, como las cargas dependientes de pH. Estos sitios de intercambio retienen por fuerzas electrostáticas a los cationes. La CIC es un indicador indirecto de la capacidad amortiguadora de los suelos y que en función de la cantidad y tipo de arcilla (Henríquez *et al.*, 2005)

La capacidad de intercambio de cationes (CIC) de los suelos depende de las condiciones de su determinación, el intercambio de cationes es determinante en la nutrición vegetal, por lo tanto, su correcta determinación reviste especial relevancia. Entre los métodos comúnmente utilizados para la medición de la

capacidad de intercambio de cationes (CIC), están los que emplean el acetato de amonio o de sodio, como extractante (Henríquez *et al.*, 2005)

2.7. Requerimientos de agua

En las plantas el agua constituye típicamente del 80 a 95 % de la masa de los tejidos en crecimiento, donde desempeña funciones esenciales el chile sometido a estrés hídrico disminuye la altura de la planta el diámetro basal, el volumen de raíces y la biomasa. El déficit hídrico en *Capsicum annuum*, se traduce en reducciones significativas del potencial hídrico foliar y del rendimiento. (Quintal *et al.*, 2102)

2.7.1. Calidad del agua de riego

La Comarca Lagunera es un área agrícola que hace uso intensivo de los recursos suelo y agua, éste último de alto impacto por la escasez del mismo, en México, cerca del 77 % del agua es utilizada en la agricultura, 14 % en abasto público, 4 % en la industria y 5 % en la energía eléctrica. Uno de los principales problemas en la Comarca Lagunera de Durango y Coahuila, que es la región de estudio, es la falta de disponibilidad de agua (Azpilcueta *et al.*, 2017)

El método de riego por superficie sigue siendo el más utilizado en México ya que se aplica en 94 % del área irrigada. Por tanto, existe la necesidad de incrementar la eficiencia del riego mediante el cambio al sistema de riego presurizado en combinación con otras técnicas, como fertirrigación y acolchado plástico, especialmente en cultivos de alto valor comercial como las hortalizas entre ellas el *Capsicum annuum* L., (Inzunza *et al.*, 2007)

2.7.2. Lamina de riego

Para obtener una exitosa planificación de riego es necesario tener en cuenta parámetros como cantidad de agua requerida por el cultivo durante su ciclo vegetativo, etapa de máxima demanda, relación entre el contenido de humedad y producción, influencia de las propiedades químicas y físicas del suelo; además del coeficiente del cultivo. (Sánchez *et al.*, 2003)

La producción de chile poblano bajo sistemas de subirrigación es factible ya que los rendimientos son similares a los obtenidos cuando se cultiva con riego superficial. Para aprovechar las ventajas de la subirrigación en chile, la lámina de riego debe de ser de 15 cm y esta debe de mantenerse por un tiempo de 20 min para lograr la retención de agua favorable para esta especie (García *et al.*, 2015)

2.7.3. Humedad Aprovechable

A lo largo de la evolución, las plantas han desarrollado diferentes respuestas y adaptaciones que les permiten sobrevivir en condiciones de constante déficit hídrico. Muchas de estas adaptaciones están relacionadas con una mayor capacidad de tomar agua o con un uso más eficiente de este recurso. Algunas plantas poseen adaptaciones como el desarrollo del metabolismo (Mendoza *et al.*, 2000)

Las variedades de *Capsicum annuum*, toleran cierto estrés hídrico sin afectar sus rendimientos en cuanto a producción, sin embargo la mejor condición hídrica de las plantas registrada en el 60% de humedad aprovechable es la adecuada para la humedad del suelo y menor el potencial hídrico, lo cual sugiere un incremento de la producción de materia seca total de la planta. (May *et al.*, 2011)

2.7.4. Cationes del agua de riego

La calidad química del agua, que puede tener un uso muy amplio, está dada por las cantidades de sales y la proporción de diferentes cationes que ésta tiene en solución; su conocimiento permite determinar si se puede recomendar con fines domésticos, industriales, pecuarios y/o agrícolas (Gómez *et al.*, 2015)

Los aniones modifican las propiedades del suelo de forma directa incrementando la salinidad y de forma indirecta afectando las proporciones de sodio intercambiable, el calcio y magnesio (Medina *et al.*, 2016)

2.7.5. Infiltración de agua de riego

La infiltración de agua a través del suelo atrapa los contaminantes e impide que estos se filtren en el agua freática. Además, el suelo captura y almacena agua, poniéndola a disposición de los cultivos para su absorción; de este modo, reduce al mínimo la superficie de evaporación y maximiza la eficacia y productividad en el uso del agua (FAO, 2015)

2.8. Nutrición del cultivo

La absorción de nutrientes es un fenómeno que ocurre diariamente y cada proceso metabólico de la planta requiere nutrientes cualitativa y cuantitativamente diferentes. La determinación de la duración y las variaciones en biomasa de cada una de las etapas fenológicas, y su relación con los cambios en la concentración de elementos, en los diferentes tejidos de la planta, permitirá familiarizarse con los requisitos nutricionales del cultivo (Azofeifa y Moreira, 2008)

La extracción nutrimental determina la cantidad de nutrientes extraída por una planta, puede cuantificarse en una etapa fenológica determinada o a través del ciclo de cultivo. Es una forma para establecer cuánto fertilizante se debe

aplicar al cultivo de chile mediante el cálculo de la cantidad de nutrimento requerido por la planta para expresar un rendimiento esperado. (Salazar y Juárez 2012)

2.8.1. Macroelementos

Los elementos químicos que forman parte de la composición de nuestro planeta son más de cien, pero solo algunos en virtud de sus características químicas, constituyen la nutrición de las plantas y tienen funciones específicas en su metabolismo (Piaggese, 2004)

2.8.1.1. Nitrógeno (N)

Salazar, (2006), señala el nitrógeno es un elemento muy importante para todo organismo. Se encuentra en la atmósfera, el suelo y el agua. Se aplica en todo el mundo para producir alimentos, El nitrógeno es el nutriente más ampliamente utilizado en la fertilización agrícola, ya que las formas más disponibles en el suelo son generalmente insuficientes para satisfacer los requerimientos de las cosechas y cultivos

2.8.1.2. Fósforo (P)

El fósforo es un elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas En el sistema suelo-planta, el 90 % del fósforo está en el suelo y menos del 10 % se encuentra repartido fuera del suelo. Sin embargo, sólo una pequeña parte de ese 90 % es utilizable por los vegetales (Fernández 2007)

2.8.1.3. Potasio (k)

Las funciones del K en la planta son muchas. Es requerido en la formación de la estructura celular, asimilación de carbono, fotosíntesis, síntesis de proteína, formación de almidones, translocación de azúcares y proteínas, uso eficiente del agua, desarrollo normal de la raíz y muchas otras funciones en la vida de las plantas. Las plantas deficientes de K son menos resistentes a las enfermedades y a la sequía (Rodríguez 2004)

2.8.1.4. Azufre (S)

El azufre es absorbido por las raíces en forma de SO_4^{2-} ; el transporte a larga distancia del sulfato ocurre principalmente en el xilema siendo muy móvil dentro de la planta y se incorpora rápidamente en la estructura de los metabolitos. El S también puede absorberse por las hojas a través de las estomas en forma de dióxido de S gaseoso (SO_2). Las deficiencias de S se presentan por diferentes razones: Bajo contenido de S en el suelo, bajo contenido de materia orgánica, predominio de la inmovilización sobre la mineralización del S-orgánico, pérdidas de S por lixiviación y erosión, pérdidas de S por volatilización (quemaduras) y remoción intensiva del cultivo. (Jiménez.2017).

2.8.1.5. Calcio (Ca)

El calcio es un elemento estructural en la planta ya que constituye la lámina media, las paredes y membranas de la célula y, además, participa en la división y extensión celulares, influye en la compartimentalización de la célula, modula la acción de hormonas y señales, estabiliza la pared y membrana, y contribuye al equilibrio iónico de la célula (Díaz *et al.*, 2007)

Yfranet *al.*, (2017), mencionan que este nutriente, actúa como agente cementante de las células, se encuentra estrechamente relacionado con la actividad meristemática, tiene influencia en la regulación de los sistemas enzimáticos y la actividad de fitohormonas y aumenta la resistencia de los tejidos a patógenos, incrementando la vida útil pos cosecha y calidad nutricional.

2.8.1.6. Magnesio (Mg)

El Mg está involucrado directamente en la reacción fotosintética y el metabolismo glucídico en la planta, además activa enzimas que intervienen en la síntesis de los ácidos nucleicos (Reyes *et al.*, 2017)

Una deficiencia de Mg afecta particularmente el tamaño, estructura y función de los cloroplastos lo que disminuye el potencial de fotosíntesis (Jiménez, 2017)

2.8.2. Microelementos

Los elementos esenciales para las plantas son 17 incluyendo O, H y C provenientes de H₂O, CO₂ y aire, los demás corresponden a los nutrientes minerales, los cuales, según la cantidad absorbida por la planta, se clasifican en macronutrientes y micronutrientes, Ocho de los 17 nutrientes esenciales para las plantas se denominan microelementos y, en general, son los elementos por excelencia catalíticos, ya que son esenciales en las reacciones redox a nivel biológico. Los microelementos aceptados como esenciales son: B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni y Zn. (Rodríguez 2004)

2.8.2.1. Boro (B)

El boro es un mineral necesario para que las plantas completen su ciclo de vida, participa en funciones metabólicas y estructurales en las cuales no puede ser

sustituido, las plantas severamente privadas de boro exhiben anomalías en su crecimiento, desarrollo y reproducción. (Gutiérrez y Torres, 2013)

2.8.2.2. Cloro (Cl)

El cloro es fácilmente tomado por las plantas en su forma de ion inorgánico (Cl⁻) y es altamente móvil dentro de la misma. Este elemento está involucrado en la fotosíntesis, ya que es requerido para la fotólisis del agua en el sitio de oxidación del fotosistema II, además, juega un papel importante en la regulación estomática. (Rodríguez, 2004)

El cloro, aunque es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, puede causar toxicidad cuando su concentración en el tejido vegetal es excesiva, Las altas concentraciones de Cl producen quemaduras en las hojas, disminuyen la fotosíntesis e inhiben la absorción de nitratos (Castorena *et al.*, 2006)

2.8.2.3. Cobre (Cu)

El cobre es un metal esencial para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas, El cobre es absorbido por las plantas como ion divalente en suelos aireados y como ion monovalente en suelos húmedos con bajas concentraciones de oxígeno. (Villegas *et al.*, 2015)

La absorción de iones en las plantas comienza en la epidermis de la raíz. El movimiento de los iones desde la epidermis a la endodermis de la raíz tiene lugar por difusión apoplástica, hasta que es interrumpida por la presencia de la banda de Caspari, el cobre es absorbido por las plantas como ion divalente (Cu⁺²) en suelos aireados y en su forma monovalente (Cu⁺¹) en suelos húmedos con bajas concentraciones de oxígeno (Morales y Sepúlveda, 2012)

2.8.2.4. Hierro (Fe)

Las formas de hierro más comunes en el suelo y en las soluciones nutritivas son los quelatos de Fe^{+3} y de Fe^{+2} . La deficiencia de hierro se caracteriza porque las plantas desarrollan una clorosis intervenal pronunciada. Debido a que este elemento es poco móvil dentro de la planta, los síntomas de deficiencia aparecen en las hojas jóvenes de la parte superior de la misma (Rodríguez, 2004)

2.8.2.5. Manganeso (Mn)

El Mn está presente en las plantas principalmente en forma divalente, Una leve deficiencia de Mn afecta la fotosíntesis y reduce el nivel de carbohidratos solubles en la planta, pero el suplemento de este micronutriente reactiva la evolución fotosintética de oxígeno. Una deficiencia más severa de Mn rompe la estructura de cloroplastos y en esta condición no se puede revertir. (Kyrkby y Römheld, 2007)

también actúa como un importante cofactor para varias enzimas fundamentales en la biosíntesis de los metabolitos secundarios de la planta asociados con la vía de ácido shiquímico, incluyendo aminoácidos aromáticos fenólicos, cumarinas, ligninas y flavonoides (Rodríguez, 2004).

2.8.2.6. Molibdeno (Mo)

El molibdeno es utilizado por los sistemas biológicos principalmente por sus propiedades óxido-reductoras, en las que se transfiere en cada reacción de un electrón, además de que permite la migración de átomos de azufre, oxígeno e hidrógeno, principalmente. El molibdeno forma parte de dos cofactores enzimáticos que se encuentran extensamente distribuidos en la naturaleza (Pérez *et al.*, 2011).

La deficiencia de este elemento puede presentarse en suelos ácidos, con presencia de óxidos de hierro y aluminio, los cuales adsorben el molibdeno. Su disponibilidad aumenta por factores tales como el incremento del pH y la presencia de fósforo (Rodríguez, 2004).

2.8.2.7. Zinc (Zn)

El zinc es un elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas. La cantidad de zinc que éstas necesitan para crecer y desarrollarse adecuadamente es muy pequeña: oscila entre 15 y 20 miligramos por kilogramo de tejido seco. El zinc es indispensable para que ocurra la fotosíntesis y se lleve a cabo el metabolismo de los carbohidratos en las plantas, debido a que este elemento estabiliza o activa las proteínas involucradas en dichos procesos (Amezcuca y Flores, 2017)

El zinc es un elemento menor que activa la enzima triptófano sintetasa, encargada de la síntesis del triptófano para la biosíntesis del ácido indolacético, este elemento es absorbido por la planta como quelato por vía radical o foliar. En el transporte a larga distancia (xilema) está ligado a los ácidos orgánicos o como catión divalente libre. En la savia floemática se presenta en concentraciones muy altas en donde probablemente se encuentra ligado a solutos orgánicos de bajo peso molecular (Gil *et al.*, 2012).

2.8.2.8. Níquel (Ni)

Este es el último elemento adicionado a la lista de elementos esenciales para las plantas. Su importancia radica en que hace parte de la enzima ureasa que disocia la urea en CO₂ y NH₄⁺. En plantas con deficiencia de níquel, la

concentración de urea aumenta en las hojas hasta niveles tóxicos. La esencialidad de este elemento fue demostrada en cebada, donde se encontró que después de tres generaciones sin níquel, las semillas eran incapaces de germinar y presentaban deformaciones anatómicas (Rodríguez, 2004)

2.9. Fertilización del cultivo

El rendimiento y la calidad de los cultivos depende de varios factores, los internos de la planta que están determinados por el genotipo y otros que son de tipo externo como las condiciones climáticas, las características del suelo, las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, calidad del agua, factores nutrimentales, la técnica de producción y los factores bióticos (Salazar y Juárez, 2012)

2.9.1. Fertilización a nivel nacional

La extracción nutrimental determina la cantidad de nutrimentos extraída por una planta, puede determinarse en una etapa fenológica determinada o a través del ciclo de cultivo, con las que se obtienen las curvas de extracción. Con esta información es posible conocer las épocas de mayor absorción de cada nutrimento y definir un programa de fertilización, la fertilización a en la republica mexicana varia ya que existen diferentes tipos de suelo que contienen diferentes nutrientes para el desarrollo del cultivo de chile poblano (Salazar y Juárez, 2012).

2.9.2. Fertilización a nivel nacional

En las diferentes regiones del estado de Coahuila influyen muchos factores en la respuesta del cultivo a la aplicación de los fertilizantes. Entre los más sobresalientes están la forma, época y método de aplicación de los fertilizantes

demás de la disponibilidad del agua del suelo y la variedad, utilizando ensayos de campo en suelos de textura media, han mostrado que este cultivo a las dosis de alrededor de 225 kilogramos por hectárea de Nitrógeno, la cual deberá aplicarse en cuatro fases, debido al alto riesgo de lavado que tiene el nitrógeno por los riegos frecuentes aplicados al cultivo (Omaña, 2012)

2.10. Abonos orgánicos

La agricultura orgánica nacional representa una superficie de 216 mil ha y genera 280 millones de dólares de divisas, revaloriza la agricultura tradicional, crea empleos (34.5 millones de jornales anuales) y mayores ingresos para los productores, bajo un esquema de producción sustentable, sin deterioro del ambiente. La horticultura orgánica es la cuarta rama en producción orgánica del país, con una superficie cultivada de 3,813 ha y una generación de divisas que representa 47 millones de dólares (Ramos *et al.*, 2011)

Anualmente, se produce una cantidad considerable de residuos de cosechas, pero sólo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación, tanto humana como animal, dejando una gran cantidad de mal llamados desechos, los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental. El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional de nutrimentos, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo (Ramos y Terry, 2014)

2.10.1. Estiércoles

Las regiones con una intensiva y tecnificada actividad pecuaria tienden a generar una sobre oferta de desechos orgánicos, como lo es el estiércol en La

Comarca Lagunera, enclavada en la región desértica del norte centro de México. Los beneficios del estiércol al suelo son conocidos: aumento en los niveles de nutrientes del suelo, mejoramiento de la estructura y conductividad hidráulica, incremento del contenido de materia orgánica y actividad microbiana. Estos beneficios han favorecido el uso del estiércol que por lo general en México es utilizado en forma empírica sin ninguna referencia o base tecnológica (Quiroga *et al.*, 2011)

2.10.2. Estiércol Bovino

El uso más común del estiércol de bovino en la Comarca Lagunera, localizada en los estados de Coahuila y Durango, México, es su incorporación al suelo para la producción de forrajes, dentro de la misma explotación lechera. Es importante aplicar el estiércol en dosis acordes a su contenido de nitrógeno (N) disponible, para reducir gastos en fertilizantes y los riesgos de contaminación del agua subterránea por lixiviación de nitratos (Figueroa *et al.*, 2010)

El estiércol bovino contiene cerca del 1.5 % de nitrógeno y ha sido utilizado desde tiempos remotos como fertilizante y su influencia sobre la fertilidad del suelo ha sido demostrada. La composición química del estiércol, el aporte de nutrientes a los cultivos y su efecto en el suelo, presentan variaciones según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Los beneficios del uso de abonos orgánicos son muy amplios, ya que además de aportar MO y nutrientes al suelo, se ha demostrado que pueden prevenir, controlar e influir en la severidad del ataque de patógenos del suelo. (Vázquez *et al.*, 2011)

2.10.3. Estiércol Equino

Tiene varios beneficios para los cultivos entre los cuales están la eliminación de las bacterias perjudiciales, el alto y rico contenido en celulosa además evita que se desarrollen las malas hierbas, mejora la estructura del suelo, volviéndolo más esponjoso. Pero también tiene efectos negativos uno es el mal olor que desprende y el otro es que es muy caliente, puede quemar las raíces de los cultivos por eso es recomendable utilizarlos secos y solarizados (Lugo *et al.*, 2017)

2.10.4. Estiércol Caprino

El estiércol caprino se produce en grandes cantidades y su almacenamiento o la dispersión, o ambos, de este residuo en el suelo pueden causar contaminación de la atmósfera y el agua, por lo que es necesario someterlo a procesos de estabilización para su uso agronómico, él estiércol caprino es un buen fertilizante orgánico para el suelo porque provee contenidos altos de nutrientes para las plantas y es una alternativa de bajo costo (Colín *et al.*, 2019)

2.10. 5. Compost

El compost que es un proceso biológico en el cual la materia orgánica se transforma en humus bajo la actividad de microorganismos de tal manera que sean aseguradas las condiciones necesarias (especialmente temperaturas, tasa C/N, aireación y humedad) para que se realice la fermentación aeróbica de estos materiales, el compost es un proceso biológico controlado de transformación de la materia orgánica a humus a través de la descomposición aeróbica. Se denomina compost al producto resultante del proceso de compostaje. (Pérez y Zeledón, 2007)

2.10.6. Micorrizas

Los hongos micorrizógenos son microorganismos del suelo que interaccionan con las raíces de las plantas al formar simbiosis mutualista con más del 80 % de ellas, por lo que contribuyen de forma sustancial en la nutrición de sus hospederos las especies de micorrizas son un componente biológico importante para los ecosistemas, debido a su influencia en la diversidad de plantas y en la productividad (Chimal *et al.*, 2015)

La simbiosis micorrízica arbuscular ha demostrado el efecto benéfico de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el mejoramiento de la nutrición, aprovechamiento de agua, crecimiento y adaptación de las plantas ante diversas condiciones de estrés provocado, tanto, por factores bióticos como abióticos, Sin embargo, no todas las combinaciones HMA-planta son compatibles, con algunos hongos llega a ser más benéfico para un hospedero y la adaptación entre ellos es determinada por condiciones edafoclimáticas, mostrando diferencias estructurales y funcionales entre especies e incluso entre morfotipos de las mismas especies de hongos. (López *et al.*, 2015)

2.11. Plagas del cultivo

En México, la producción del cultivo es afectada por diversos organismos patógenos causantes de siniestros parciales o totales. Dentro de éstos, se encuentran hongos, bacterias, virus y nematodos, cuyos daños pueden variar de acuerdo a la región en que se ubiquen Como consecuencia, algunas regiones productoras importantes han disminuido su superficie de siembra o la producción se ha desplazado a nuevas áreas. (Guigónet *al.*, 2001)

2.11.1. Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

La mosca blanca *Bemisia tabaci* es una especie ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales del mundo, donde se alimenta de más de 600 especies de plantas cultivadas y silvestres el daño a los cultivos se debe a su alimentación directa en el floema, a los desórdenes fisiológicos causados por el biotipo B, y de modo indirecto, a la excreción de melaza que favorece el crecimiento de hongos, y a la transmisión de virus. Estos son factores que afectan el rendimiento de los cultivos en términos cuantitativos y cualitativos. (Cuéllar y Morales, 2006)

2.11.2. Minador de la Hoja (*Liriomyza trifoli*)

El cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) es atacado por varias plagas de insectos recientemente los minadores de la hoja se han constituido como uno de los principales factores fitosanitarios que limitan la producción de este cultivo en la región, su daño llega a reducir el rendimiento y la calidad de la cosecha, sobre todo cuando se establecen desde las etapas tempranas del cultivo, es fundamental conocer la composición de especies de minador, sus técnicas de detección y fluctuación poblacional durante el cultivo, para planear medidas oportunas de manejo que controlen las plagas y logren reducir las pérdidas económicas (Valenzuela *et al.*, 2010)

2.11.3. Picudo del chile (*Anthonomuseugenii*)

Esta especie ataca exclusivamente al chile ya sea picante o dulce pertenece al orden Coleóptera y a la familia Curculionidae es una plaga clave durante la etapa de floración y fructificación en todas las zonas de producción y puede causar pérdidas masivas de frutos, a veces, alcanzando el 100% si no se controla Las larvas al salir de los huevos se alimentan de las semillas y tejidos

placentales, lo cual causa necrosis de las ramillas y tejidos estos daños se manifiestan en el reducido número de frutos, su caída precoz, la maduración prematura y la producción de frutos deformes (Palma y Serrano, 1997)

2.11.4. Pulgón myzus (*Myzuspersicae*)

El áfido *Myzuspersicae* es considerado por muchos autores como el más eficiente vector del PVY. Actualmente está distribuido en todo el mundo y su poligamia le permite producir grandes poblaciones de individuos alados *Myzuspersicae* puede invernar en forma partenogenética sobre hospederos secundarios en lugares donde las temperaturas invernales lo permiten (9, 15 centígrados). En áreas con inviernos muy rigurosos, necesita la presencia de hospederos primarios para invernar en el estado de huevo (holocíclico). Sin embargo, existen situaciones intermedias en que ambas formas biológicas pueden coexistir (Ortega, 1993).

2.11.5. Arana Roja (*Tetranychusurticae*)

La araña roja (*Tetranychusurticae*.) es una plaga cosmopolita, afecta a aproximadamente 1 100 especies vegetales en 140 familias diferente, ésta plaga introduce su aparato bucal a las células y tejidos de las plantas para succionar su contenido. (Robles *et al.*, 2012)

Son ácaros de coloración rojiza, muy pequeños pero visibles a la vista y se alimentan de la savia de las plantas. Se identifican por manchas de color amarillo pálido y café Los huevecillos en general son blancos, de tamaño pequeño (0.5 a 0.6 mm de rojizo (Robles *et al.*, 2012)

2.11.6. Gusano Trozador(*Agrotisssp*)

El adulto es de tamaño mediano, envergadura alar entre 28 y 51 mm. El cuerpo es grisáceo a castaño grisáceo; el abdomen es más claro que el tórax. Las larvas muerden los tallos y destruyen las plantas en secciones de surco, consumen las raíces, cortan el cuello de la planta y consumen hojas tiernas, se les considera en el grupo de los "gusanos cortadores", especialmente perjudiciales en plantas jóvenes. Al terminar de comer una planta se trasladan a la planta más cercana. (García *et al.*, 2019)

2.11.7. Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)

(*Spodoptera exigua*) es un insecto plaga de importancia agrícola mundial que afecta una gran variedad de cultivos, entre los que destacan ornamentales, granos básicos y hortalizas. El gusano soldado (*Spodoptera exigua*), también conocido como rosquilla verde, trozador de la remolacha, gardama o gusano de la remolacha, es un insecto originario del Sureste Asiático que afecta a una gran cantidad de cultivos a nivel mundial. Las especies susceptibles a la presencia del insecto pertenecen a varias familias botánicas, pudiendo hallarse en una gran variedad de especies (Barrientos *et al.*, 2013)

2.12. Enfermedades del cultivo

La importancia económica de las enfermedades de las plantas, debe medirse no sólo por el verdadero daño que ocasionan, sino también por los costos en las medidas de prevención y control y por las limitaciones que tienen algunos cultivos o variedades a la siembra en determinadas zonas agrícolas. Cuando se intenta planear y aplicar nuevos métodos de control de las enfermedades de las plantas, el objetivo debe ser un control racional, eficaz y seguro a un costo mínimo. (López 2001)

2.12.1. Marchitez del chile o secadera (*Phytophthora capsici*)

La marchitez del chile o secadera es una de las principales enfermedades que causan pérdidas en la producción de 26% a 90%, no solo en México sino a nivel mundial. Es causada por un complejo fitopatológico de *Fusarium spp.*, *Phytophthora capsici*, *Verticillium spp.*, *Macrophomina spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.* y *Sclerotium rolfsii*, actuando de manera aislada o combinada, la etiología compleja o el complejo patológico hace difícil establecer un patrón epidemiológico específico del desarrollo de la enfermedad, lo que impide establecer un programa específico de manejo aunado con la alta variabilidad genética en los patógenos que intervienen (Pérez *et al.*, 2017)

2.12.2. Marchitez por verticillium (*Verticillium dahliae*)

En plantas de chile induce marchitez, clorosis y necrosis foliar, epinastia, coloración vascular, enanismo y la muerte. El manejo integrado de enfermedades está fundamentado en la correcta identificación del agente causal; el paso inicial para lograr dicha identificación es determinar una asociación entre los posibles agentes causales y la sintomatología observada. (Velázquez y Reveles, 2017)

2.12.3. Antracnosis (*Colletotrichum capsici*)

El hongo *Colletotrichum* es uno de los patógenos de las plantas más importantes y de mayor distribución en el mundo ya que ataca especialmente cultivos de regiones tropicales y subtropicales la sintomatología se presenta en las hojas, pecíolos y/o tallos. Inicialmente las hojas afectadas presentan puntos rojizos, las lesiones crecen en forma irregular y se unen entre sí ocasionando necrosis total de la hoja. (Pérez *et al.*, 2003)

2.12.4. Pudrición por *Alternaria* (*Alternaria spp*)

Alternaria es una de las enfermedades más importantes de las hortalizas a nivel mundial. La enfermedad afecta todos los órganos aéreos del cultivo, y en ataques severos puede producirse la defoliación total. Por esta razón se reduce considerablemente el área verde de la planta, y como consecuencia la disminución de los rendimientos puede alcanzar desde un 50 hasta un 80 %. (Ricardo *et al.*, 2013)

Puede incidir desde etapas muy tempranas (septiembre) y afectar hasta el 30 % del área sembrada, con índices que van de medios a intensos en el 10 % del área. Las mayores afectaciones se presentan en marzo, con índices medios e intensos que van de 20 a 25 % de las áreas. (Ricardo *et al.*, 2013)

2.12.5 Virus del mosaico del tabaco (*Tobacco mosaic virus*)

Los síntomas causados por el TMV son aclaramiento pronunciado de las venas en hojas jóvenes que suelen presentar ampollamientos, mosaicos y clorosis. Ocasionalmente puede observarse una necrosis sistémica y defoliación; las plantas afectadas en sus primeras etapas de desarrollo muestran enanismo y los frutos producidos en las plantas infectadas pueden ser deformes o de menor tamaño, así como presentar áreas cloróticas o necróticas y maduración irregular (Velásquez *et al.*, 2013)

2.12.6. Virus del moteado del chile (*Pepper mottle virus*)

Las plantas de variedades susceptibles desarrollan un moteado foliar severo el cual es frecuentemente acompañado por venas de color verde y deformación foliar. Los frutos de plantas infectadas también pueden sufrir deformaciones. En plantas adultas de la variedad Tabasco infectadas con virus del

moteado del chile se pueden observar anillos necróticos en los tallos y frutos; también ocurre una defoliación y los nuevos crecimientos muestran un mosaico y son distorsionados (Velásquez *et al.*, 2013)

2.13. Polinización en el cultivo

La polinización, entendida como la transferencia de polen desde la parte masculina de una flor hasta la parte femenina de la misma u otra flor, es un proceso esencial para el mantenimiento de la viabilidad y la diversidad genética de las plantas con flor, además de mejorar la calidad y cantidad de semillas y frutos, así como de las características de la descendencia. (García *et al.*, 2016)

2.14. Rendimientos del cultivo

La producción agrícola exige la mejora continua de las prácticas de riego y cambios fundamentales en la aplicación de métodos de ahorro de agua de riego. El riego por goteo en los cultivos hortícolas es el método más sencillo y eficiente de suministrar el agua y los fertilizantes en la zona radical de las plantas (López *et al.*, 2018)

2.14.1. Rendimientos en Invernadero

La horticultura protegida es una alternativa para los productores dado que permite satisfacer los compromisos de muchos mercados, pues posibilita enfrentar los rigores del cambio climático y sus efectos; diversas variables ambientales (temperatura, humedad relativa, lluvia, luminosidad) y agronómicas. (Elizondo y Monge, 2017)

La tecnología de producción en invernadero ha aumentado el rendimiento de chile ancho por unidad de área; en este sentido, unos autores mencionan que la producción en invernadero puede llegar a 80 t ha⁻¹, mientras que otros

investigadores indican que el rendimiento bajo ambiente protegido oscila entre 30-150 ton/ha. (Elizondo y Monge, 2017)

2.14.2. Rendimiento a campo abierto

La tecnología de producción en invernadero ha incrementado el rendimiento por unidad de superficie. Los rendimientos de chile oscilan entre 8,2 y 42,9 t ha⁻¹ a campo abierto, y entre 30 y 150 t ha⁻¹ bajo ambiente protegido. Por otra parte, otros autores afirman que el rendimiento de chile en invernadero puede llegar a 80 ton/ha, y en otras investigaciones se ha indicado que, en Florida, EEUU, la producción en invernadero varía entre 60 y 260 t ha⁻¹, mientras que a campo abierto oscila entre 28,5 y 33,7 t ha⁻¹. (Elizondo y Monge, 2016)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del are de estudio

La Comarca o región lagunera, está ubicada en la parte centro-norte de la República Mexicana en los límites de los estados de Coahuila y Durango y se encuentra conformada por 15 municipios, se localiza en la parte oeste del sur del estado de Coahuila, en las coordenadas $103^{\circ}26'33''$ Longitud Oeste y $25^{\circ}32'40''$ Latitud Norte, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. **Figura 3.1.**



Figura 3 1Localización geográfica de la región de la comarca lagunera en los estados de Coahuila y Durango. UAAAN UL, 2020

3.2. Localización del sitio de estudio

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, se encuentra localizada al oriente de la ciudad de Torreón Coahuila. **Figura 3.2.**

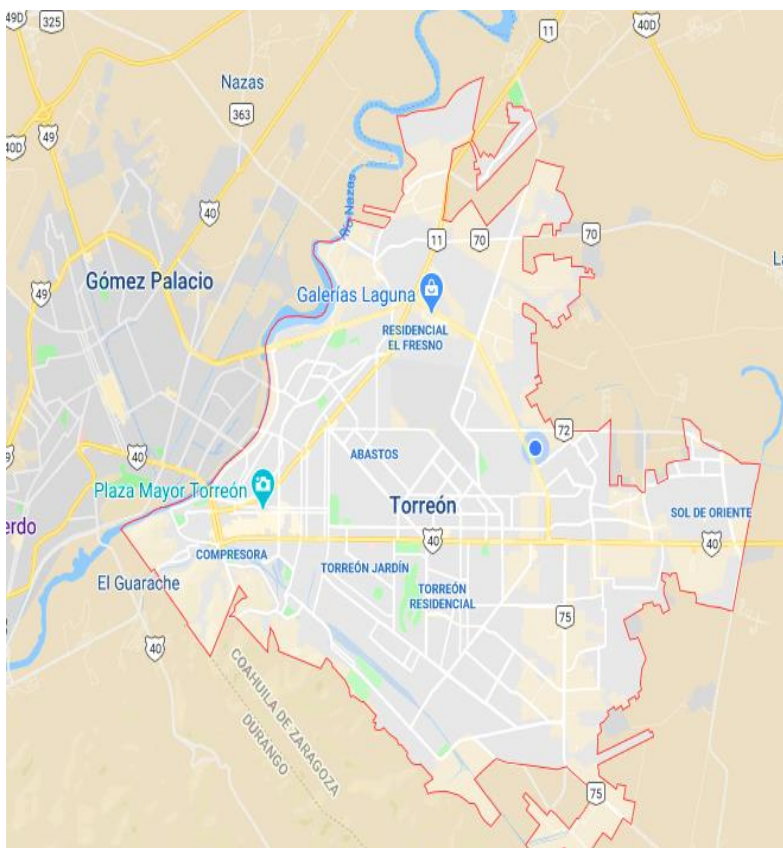


Figura 3.2 Localización de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en el municipio de Torreón Coahuila. UAAAN UL, 2020.

3.3. Localización del sitio experimental

El presente trabajo de investigación, se realizó en un invernadero de 32 m², en la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila, el que se encuentra construido en al área del departamento de Producción Animal de Medicina Veterinaria. Se ubica entre las coordenadas geográficas de 103° 25' 57'' de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich y 25° 31' 11'' de Latitud Norte, con altura de 1,123 msnm. **Figura. 3.3.**



Figura 3 3 Localización del sitio experimental en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en el municipio de Torreón, Coahuila UAAAN UL. 2020

3.4. Clima de la región

La Comarca Lagunera, se caracteriza por tener tres tipos de climas: BS1k, que significa semiseco templado en las partes de mayor altura, las porciones correspondientes a las sierras bajas se encuentran dominadas por un clima BS0k, que quiere decir seco templado y la mayor extensión la ocupa el valle donde se encuentra un clima de tipo BWh, o sea muy seco y semi cálido

3.4.1. Temperatura

La temperatura media anual es del orden de 18°C a 22°C, la mínima promedio de 13°C y la máxima promedio de casi 30°C.

3.4.2. Precipitación Pluvial

La precipitación media anual es de 260 mm año⁻¹. En general el período de lluvias, se presenta de junio a octubre, siendo julio, agosto y septiembre los meses más lluviosos.

3.4.3. Evaporación

La evaporación media anual es de 2500 mm. Esta evaporación resulta de los meses más calurosos que son abril, mayo, junio, julio y agosto

3.4.4. Vientos

La parte *más ventosa* del año dura *siete meses*, del *21 de febrero* al *23 de septiembre*, con velocidades promedio del viento de *más de 10.9 kilómetros por hora*. El día *más ventoso* del año es el *24 de junio*, con una velocidad promedio del viento de *12.3 kilómetros por hora*.

3.4.5. Humedad relativa

El periodo más húmedo del año dura 4.5 meses, del año del 26 de mayo al 9 de octubre y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 5 por ciento del tiempo

3.5 Acondicionamiento del invernadero

Para realizar el trabajo de investigación, primero se hizo una limpieza general en el área del invernadero, tanto en el interior como en el exterior. Se retiraron los residuos de otros trabajos de investigación y material vegetativo de desecho. En la parte de afuera (exterior) se retiró también la maleza.

3.6. Caracterización química de los abonos orgánicos en el laboratorio

La caracterización química de los abonos orgánicos utilizados en el trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Horticultura en la UAAAN-UL, donde lo que interesaba conocer de cada mezcla de sustratos utilizados fue el pH y la CE, para realizar este procedimiento se pesaron 15 gramos de cada mezcla de sustrato, se colocó en un embudo colocando un papel filtro No. 40, después se llevó a un vaso de precipitado de 500 mililitros agregando agua corriente hasta

saturación y escurrimiento, colectando alrededor de 40 cm³ y después se hizo la medición de la CE y el pH.

Cuadro 3 1 Valores obtenidos de pH y CE correspondientes a los cuatro abonos orgánicos de estudio en el laboratorio de suelos. UAAAN UL, 2020.

Sustratos	pH	CE
Suelo agrícola	5.6	2.20
Arena de río	7.4	1.05
Estiércol bovino	7.5	2.25
Estiércol Equino	6.9	2.23
Estiércol Caprino	7.8	2.57
Compost	7.2	2.28

3.7. Mezcla de sustratos

Para obtener los sustratos de estudio, primero se cribó la arena de río en malla de cinco mm, enseguida se determinó un volumen (cubeta de 19 litros) constante para los abonos orgánicos, enseguida se realizó la mezcla de volúmenes de la arena de río, suelo agrícola y abonos orgánicos colocando un plástico sobre la superficie y agregando las cantidades como se muestran en el **Cuadro 3.2.**

Cuadro 3.2 Relación de las cantidades de abonos orgánicos, suelo agrícola y arena de río en las mezclas de sustratos utilizadas en este trabajo de investigación. UAAAN UL, 2020.

Mezcla de sustratos	base V/V
Suelo agrícola más Arena de río	50:50
Estiércol bovino más Arena de río	25:75
Estiércol equino más Arena de río	35:65
Estiércol caprino más Arena de río	25:75
Compost más Arena de río	12:88

3.8. Llenado de macetas

El llenado de macetas se realizó después de haber hecho las mezclas de cada uno de los abonos orgánicos con la arena de río y el suelo agrícola con las cantidades señaladas en el **Cuadro 3.2**. Esta actividad se realizó fuera del invernadero el día sábado 20 de octubre del año 2018.

3.9. Colocación de macetas en el interior del invernadero

La colocación de macetas en el interior del invernadero se realizó de forma manual formando dos hileras, una con 13 y 12 macetas respectivamente. Esta actividad se realizó el sábado 20 de octubre del año 2018.

3.11. Trasplante del material vegetativo

El trasplante se realizó el lunes 22 de octubre del año 2018, de forma manual realizando un hoyo de 15 cm, al centro de la maceta con un contenido de humedad a capacidad de campo. Se utilizaron bolsas negras de 18 kilogramos

conteniendo un 85 por ciento de la capacidad con las mezclas señaladas anteriormente.

3.12 Inoculación de micorrizas

La inoculación de micorrizas comerciales conformadas por los siguientes géneros (*Glomusgeosporum*, *Glomusfasiculatum*, *Glomusconstrictum*, *Glomustourtoson*, *Gigaspora margarita*, *Aculosporasp.*) se realizó después del trasplante excavando una media luna cerca del tallo de la planta a una profundidad de nueve cm, colocando alrededor de 3.8 gramos de inoculo micorrízico por planta.

3.13. Riegos

Los riegos se realizaron con agua corriente (agua de la llave) después del trasplante, realizándolos cada tres días de acuerdo a las condiciones del clima (período otoño invierno). Estos por la mañana y la tarde con una cantidad de 250 y 150 mililitros de agua, respectivamente.

3.14. Plagas del cultivo

Para la identificación de plagas se realizaron muestreos a las plantas, no encontrando plagas durante el ciclo del cultivo

3.15. Enfermedades del cultivo

El cultivo no presento enfermedades en la planta durante su ciclo.

3.16. Tratamiento de estudio

Los tratamientos de estudio del presente trabajo de investigación se muestran en el Cuadro **3.3**.

Cuadro 3 Descripción de los tratamientos de estudio utilizados en el trabajo de investigación. UAAAN UL. 2020.

Tratamientos de estudio

T1= Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas comerciales

T2 estiércol bovino + Arena de río +Micorrizas comerciales

T3 estiércol equino + Arena de río + Micorrizas comerciales

T4 estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas comerciales

T5 compost + Arena de río + Micorrizas comerciales

3.17. Diseño experimental

Para este trabajo de investigación, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones en cada uno de ellos, generando 25 unidades experimentales de forma aleatorizada.

3.19. Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado se describe a continuación.

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

Donde:

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamiento)

$j = 1, 2, \dots, r$ (repetición)

Y_{ij} = Valor de variable respuesta del tratamiento i en la repetición j .

μ = Media general

T_i = Efecto del tratamiento i

ε_{ij} = Error experimental

3.20. Distribución de los tratamientos de estudio

Los tratamientos de estudio se distribuyeron en forma aleatorizada y colocados de la siguiente forma en el interior del invernadero (**Figura 3.4**)

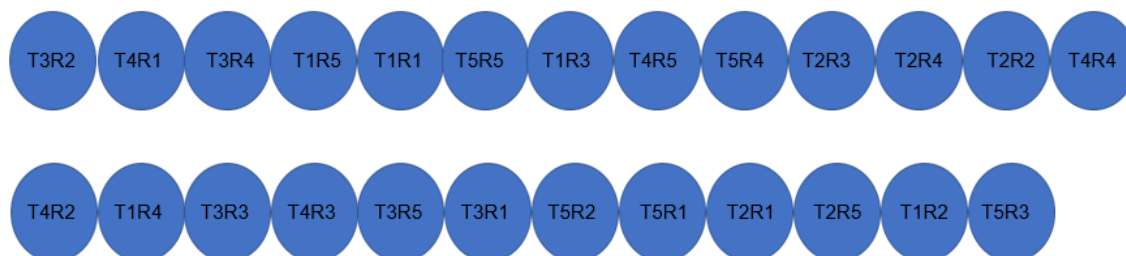


Figura 3.4 Croquis de la distribución de los tratamientos de estudio dentro del Invernadero. UAAAN UL, 2020

3.2.1. Variables evaluadas

Las variables de estudio evaluadas son las que se describen en las siguientes etapas.

3.22. Etapa vegetativa

En la etapa vegetativa se evaluó el ciclo de la etapa reproductiva en los cultivos hortícolas tiene comienzo desde la primera hoja verdadera hasta la aparición del primer botón floral.

3.22.1. Numero de hojas verdaderas

El número de hojas verdaderas se contabilizó a los ocho días después del trasplante, iniciando el 27 de octubre del 2018, se hicieron 12 conteos que fueron del 27 de octubre del año 2018 al 13 de enero del año 2019.

3.22.2. Altura de la bifurcación en la planta

La medición de la bifurcación del tallo inicialmente se hizo con una regla de 30 centímetros de forma semanal. Sin embargo, a medida que fueron transcurriendo las semanas y la planta alcanzó mayor altura se utilizó una cinta métrica de 5 metros.

3.22.3. Diámetro del tallo

La medición del diámetro del tallo se inició el día 17 de noviembre del año 2018, después se realizó cada ocho días. Se utilizó un vernier digital Truper, expresando los datos en mm.

3.23. Etapa reproductiva

Las variables de análisis de estudio fueron el número de botones florales y el número de flores abiertas. La etapa reproductiva en los cultivos hortícolas se inicia desde el primer botón floral hasta el cuajado del primer fruto

3.23.1 Numero de botones florales

Fueron contabilizados después de observar el primer botón en las plantas. El primer botón florar se observó el 29 de noviembre del 2018, el cual se registró el 01 de diciembre del año 2018.

3.23.1 Numero de flores abiertas

En la primera semana del mes de diciembre, en el experimento establecido se observaron las primeras flores abiertas. El tratamiento con más flores se observó en las macetas correspondientes al tratamiento 5.

3.24. Micorrización

La micorrización se refiere a la respuesta de los hongos micorrízicos (microorganismos del suelo) en simbiosis con el sistema de raíz.

3.24.1 Peso fresco de la raíz

Para obtener los resultados de esta variable se sustrajo las raíces de cada una de las macetas de estudio, posteriormente se lavaron con agua de la llave y con un cedazo (coladera) se eliminó cualquier impureza (de suelo y material orgánico principalmente) que pudiera haber contener. Realizado este paso el procedimiento siguiente fue trabajar en el laboratorio de Suelos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, las raíces de cada maceta se acomodaron en una mesa del laboratorio sobre papel periódico dejamos escurrir por cuatro horas, transcurrido dicho tiempo, se obtuvo el peso fresco donde se utilizó una balanza digital marca Ohaus CS 500 y finalmente las cantidades de raíces fueron llevadas a la estufa de secado, durante 72 horas a 90 °C , hasta peso constante. Los datos fueron registrados en gramos.

3.24.2. Volumen de la raíz

Para obtener los valores en esta variable, se utilizó una probeta de 1000 ml, con un volumen de agua constante de 800 ml, se introdujo el total de raíces de cada una de las macetas correspondientes a los tratamientos de estudio, donde se registró el desplazamiento del líquido en la probeta y cuantificando el desplazamiento y registrándolo en cm³.

3.25. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico del total de datos obtenidos en cada una de las variables de estudio, los datos fueron capturados en el programa Excel y

ordenados por fechas y después analizado por el paquete estadístico SAS versión 9.0., en español.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación se describen a continuación.

4.1. Etapa vegetativa

4.1.1. Altura a la bifurcación del tallo a los 06 ddt.

Para la variable altura a la bifurcación del tallo en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística alta al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 1.**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 6.925 cm, seguido del Tratamiento 3 (Estiércol equino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 5.950 cm (**Apéndice 2**). El incremento que se obtuvo para la bifurcación del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 3, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 58.28% y del 36.00% (**Figura 4.1.**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 19.78%.

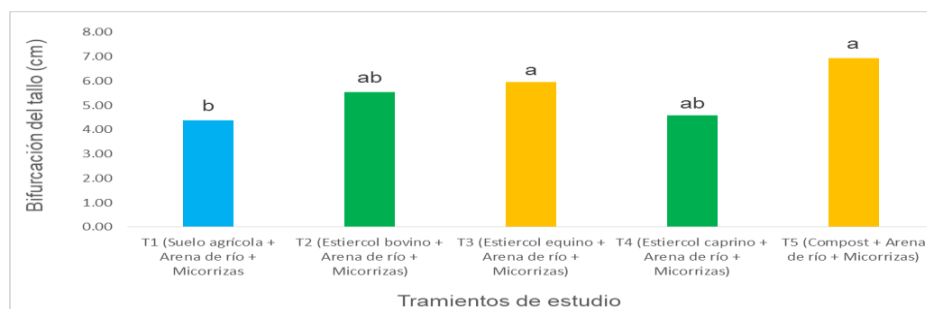


Figura 4.1 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 06 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.1.2. Altura a la bifurcación del tallo a los 20 ddt.

En la bifurcación del tallo en las plantas de chile tipo poblano a los 20 días después de trasplante, se encontró que el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 3**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 11.500 cm, seguido del Tratamiento 3 (Estiércol equino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 9.075 cm (**Apéndice 4**). El incremento que se obtuvo para la bifurcación del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 3, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 56.99% y del 23.89% (**Figura 4.2**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 14.275%.

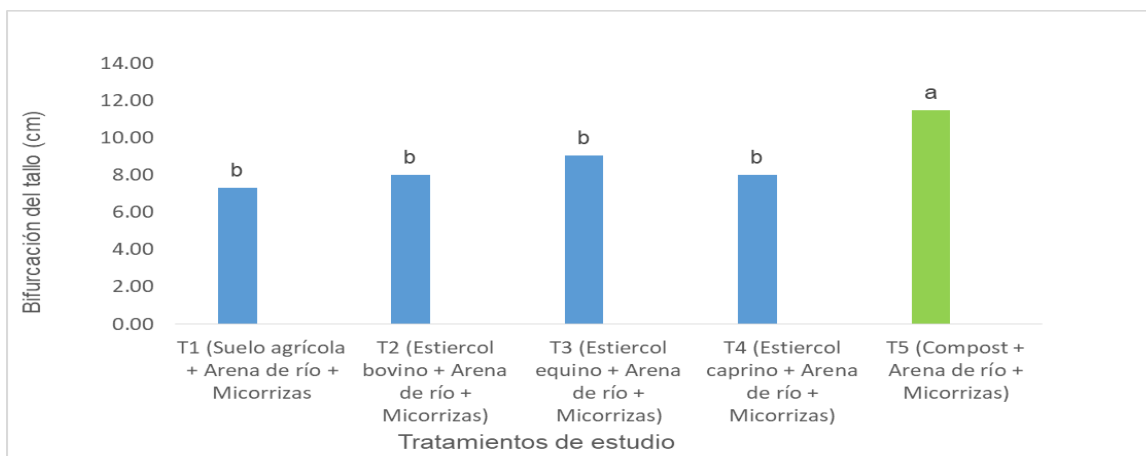


Figura 4 2 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 20 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.1.3. Altura a la bifurcación del tallo a los 34 ddt.

A los 34 ddt, la variable altura a la bifurcación del tallo en las plantas de chile tipo poblano, el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 5**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 17.825 cm, seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 13.800 cm (**Apéndice 6**). El incremento que se obtuvo para la bifurcación del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 3, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 87.63% y del 45.263% (**Figura 4.3**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 16.92%.

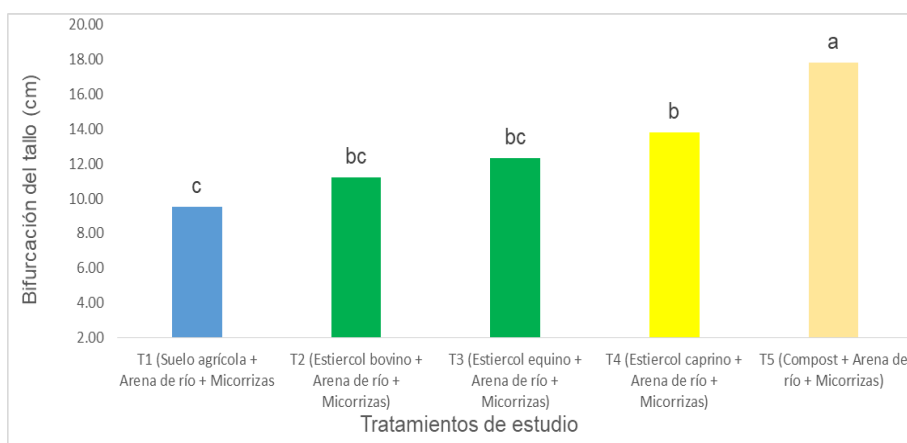


Figura 4 3 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 34 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.1.4. Altura a la bifurcación del tallo a los 49 ddt.

Para la variable altura a la bifurcación del tallo en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 7**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 23.625 cm, seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 16.300 cm (**Apéndice 8**). El incremento que se obtuvo para la bifurcación del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 75.97% y del 21.41% (**Figura 4.4**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 20.036%.

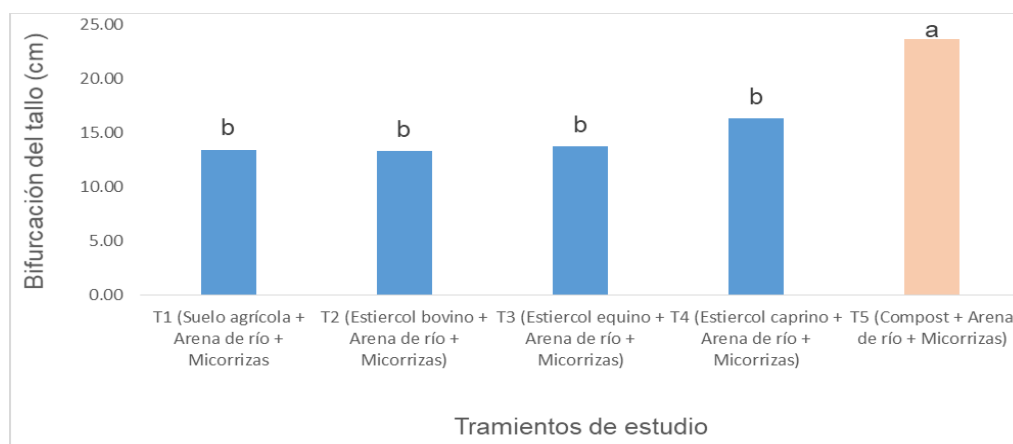


Figura 4 4 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 49 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.1.5. Altura a la bifurcación del tallo a los 63 ddt.

Para la variable altura a la bifurcación del tallo en las plantas de chile tipo poblano a los 63 ddt, se encontró que el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 9**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 27.755 cm, seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 18.575 cm (**Apéndice 10**). El incremento que se obtuvo para la bifurcación del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 92.73% y del 31.27% (**Figura 4.5**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 15.868%

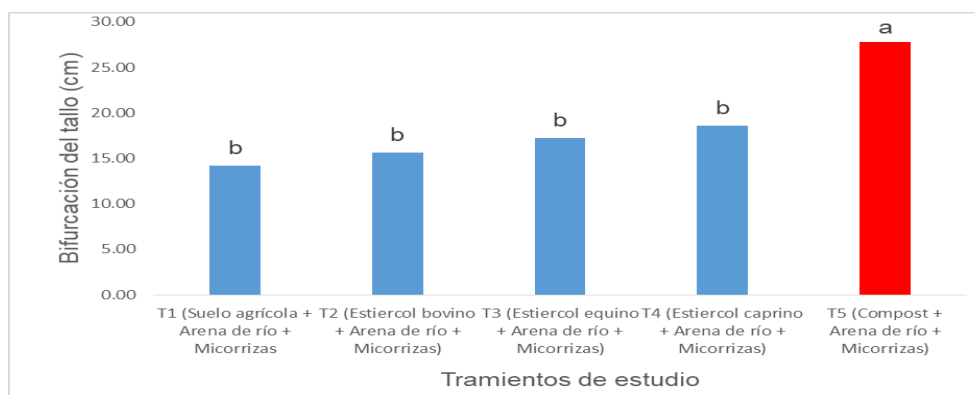


Figura 4 5 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 63 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.1.6. Altura a la bifurcación del tallo a los 77 ddt.

Para la variable altura a la bifurcación del tallo en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 11**). El tratamiento

que alcanza el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 30.080 cm, seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 19.375 cm (**Apéndice 12**). El incremento que se obtuvo para la bifurcación del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 88% y del 21.09 % (**Figura 4.6.**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 18.631%.

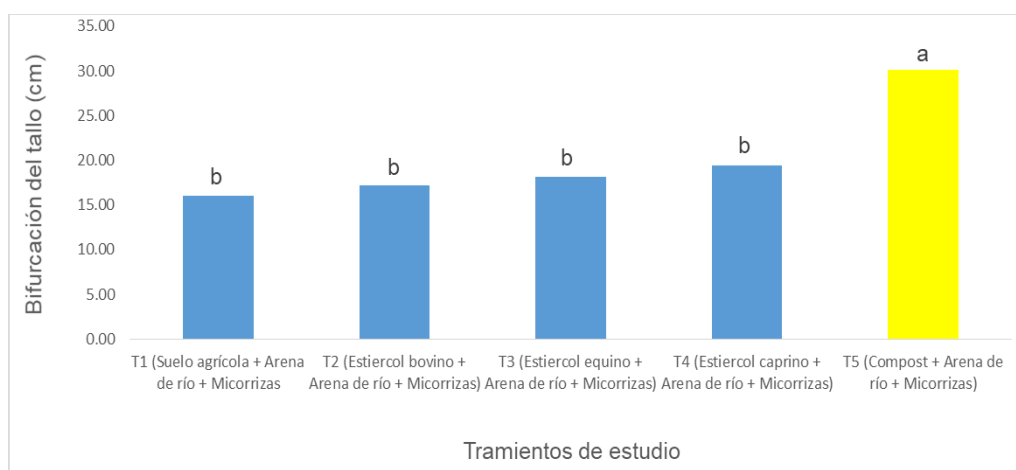


Figura 4 6 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 77 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.1.7. Altura a la bifurcación del tallo a los 91 ddt.

Para la variable altura a la bifurcación del tallo en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 13**). El tratamiento que alcanza el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 31.530 cm,

seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 19.375 cm (**Apéndice 14**). El incremento que se obtuvo para la bifurcación del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 97.06% y del 21.09 % (**Figura 4.7.**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 17.645%.

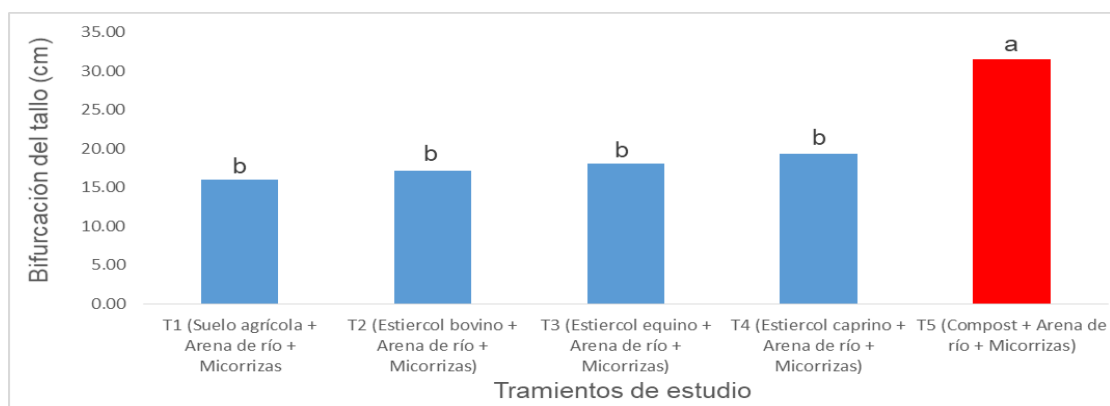


Figura 4 7 Respuesta de la variable altura en la bifurcación del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 91 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.2. Número de hojas verdaderas a los 06 ddt.

Para la variable número de hojas verdaderas en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 15.**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 4.00 hojas por planta, seguido del Tratamiento 3 (Estiércol equino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 3.750 (**Apéndice 16**). El incremento que se obtuvo para el número de hojas verdaderas del Tratamiento 5 y el Tratamiento 3, con respecto al

Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 33.33% y del 25.00 % (**Figura 4.8.**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 25.27 %.

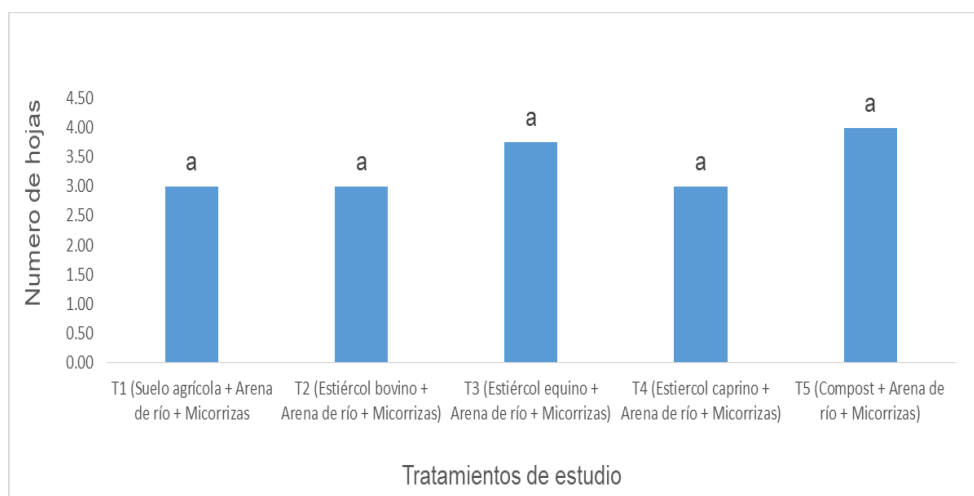


Figura 4 8 Respuesta en la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 06 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.2.1 Número de hojas verdaderas a los 20 ddt.

Para la variable número de hojas verdaderas en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 17.**). El tratamiento que alcanzo el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 7.250, seguido del Tratamiento 3 (Estiércol equino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 6.500 cm (**Apéndice 18**). El incremento que se obtuvo para el numero de hojas verdaderas del Tratamiento 5 y el Tratamiento 3, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 38.09% y del 23.80 %

(Figura 4.9.). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 15.837 %.

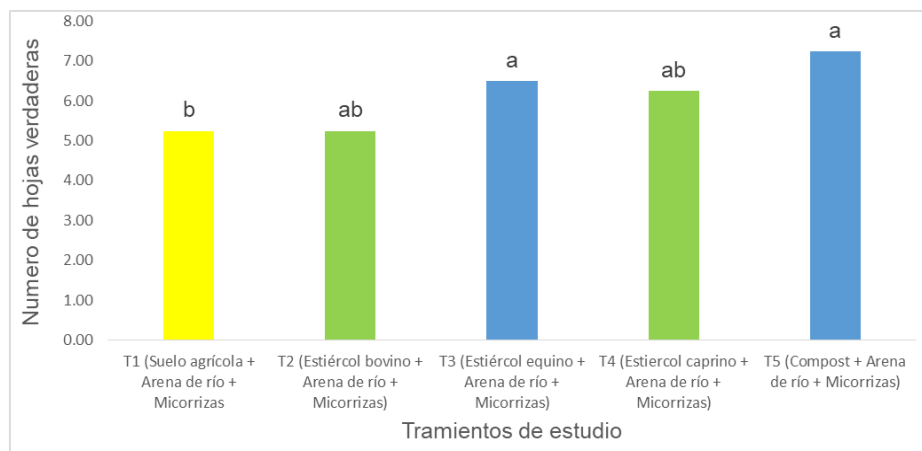


Figura 4.9 Respuesta de la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 20 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.2.2 Número de hojas verdaderas a los 34 ddt.

Para la variable número de hojas verdaderas en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 19.**) El tratamiento que alcanza el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 11.00, seguido del Tratamiento 2 (Estiércol bovino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 9.500 (**Apéndice 20**). El incremento que se obtuvo para el número de hojas verdaderas del Tratamiento 5 y el Tratamiento 3, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 65.96% y del 40.74 % (**Figura 4.10.**) El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 16.271 %.

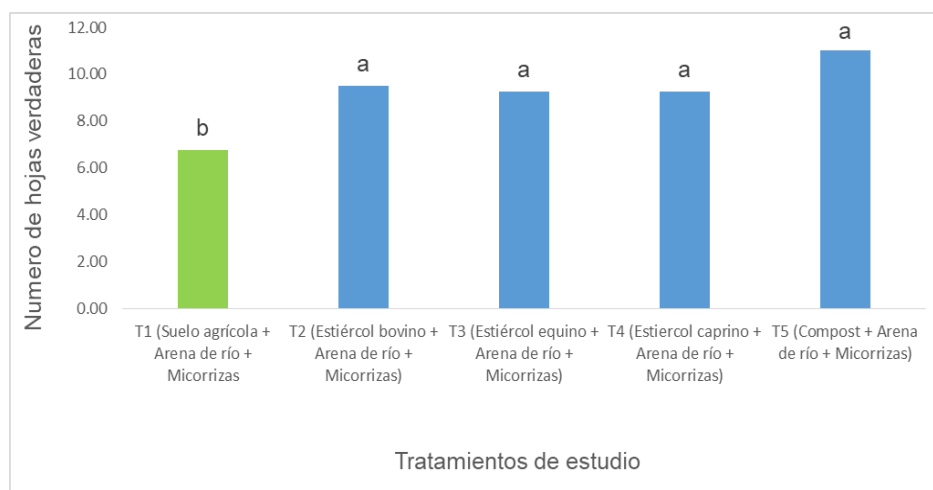


Figura 4 10 Respuesta de la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 34 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.2.3 Número de hojas verdaderas a los 49 ddt.

Para la variable número de hojas verdaderas en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 21**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 23.250, seguido del Tratamiento 2 (Estiércol bovino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 17.500 (**Apéndice 22**). El incremento que se obtuvo para el número de hojas verdaderas del Tratamiento 5 y el Tratamiento 2, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 97.87% y del 48.93 % (**Figura 4.11**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 22.513 %.

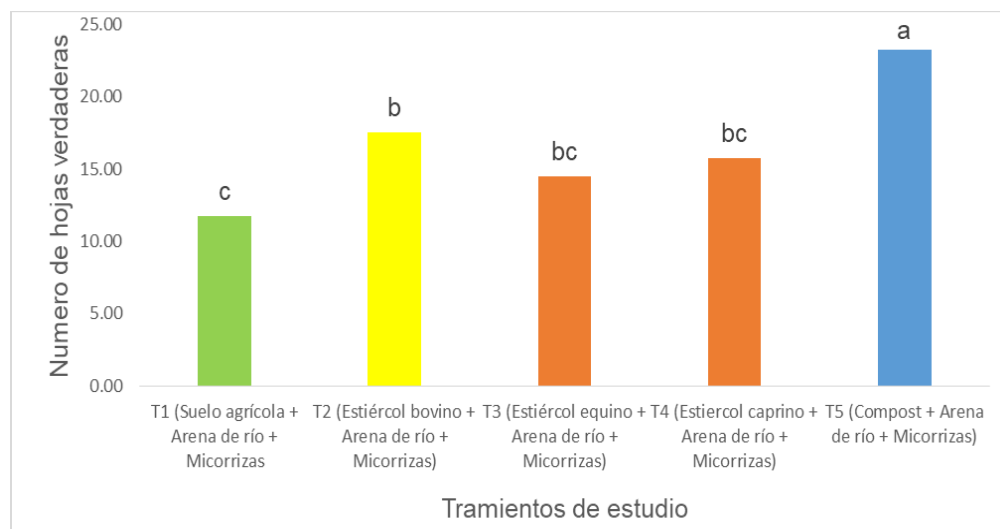


Figura 4 11 Respuesta de la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 49 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.2.4. Número de hojas verdaderas a los 63 ddt.

Para la variable número de hojas verdaderas en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 23**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 29.00, seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 22.500 (**Apéndice 24**). El incremento que se obtuvo para el número de hojas verdaderas del Tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 110.90 y del 63.63 % (**Figura 4.12**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 23.789%

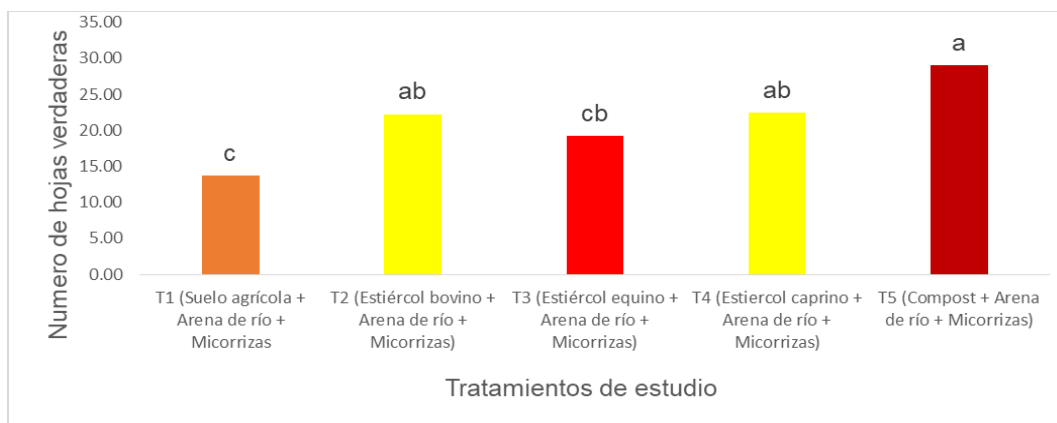


Figura 4 12 Respuesta de la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 63 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.2.5. Número de hojas verdaderas a los 77 ddt.

Para la variable número de hojas verdaderas en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 25**). El tratamiento que alcanzo el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 29.00, seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 22.500 (**Apéndice 26**). El incremento que se obtuvo para el numero de hojas verdaderas del Tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 110.90 y del 63.63 % (**Figura 4.13**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 23.789%

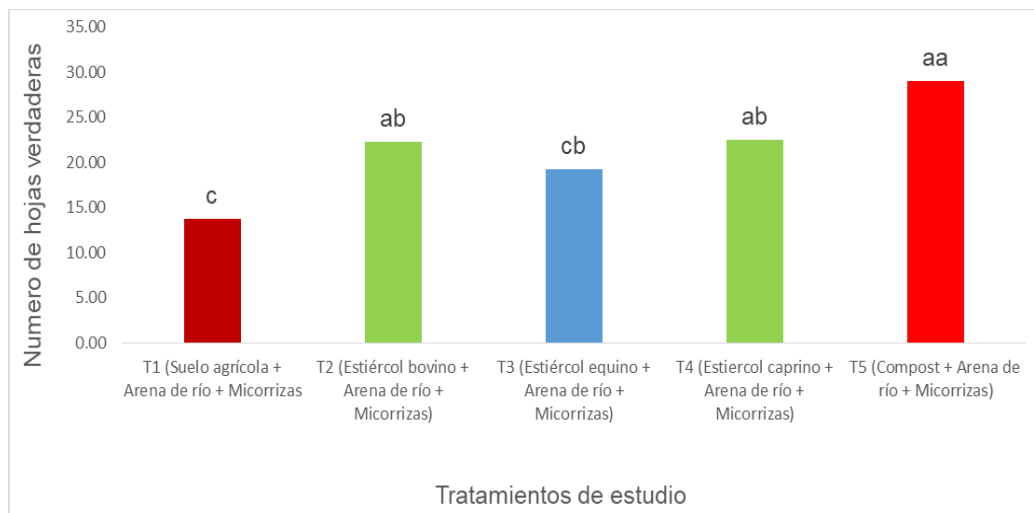


Figura 4 13 Respuesta de la variable número de hojas verdaderas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 77 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.3. Variable diámetro del tallo a los 27 ddt.

Para la variable diámetro del tallo en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística alta al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 27**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 3.552(mm) seguido del Tratamiento 2 (Estiércol bovino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 3.087(mm) (**Apéndice 28**). El incremento que se obtuvo para el diámetro del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 2, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 35.31 y del 21.67 % (**Figura 4.14**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 9.959%

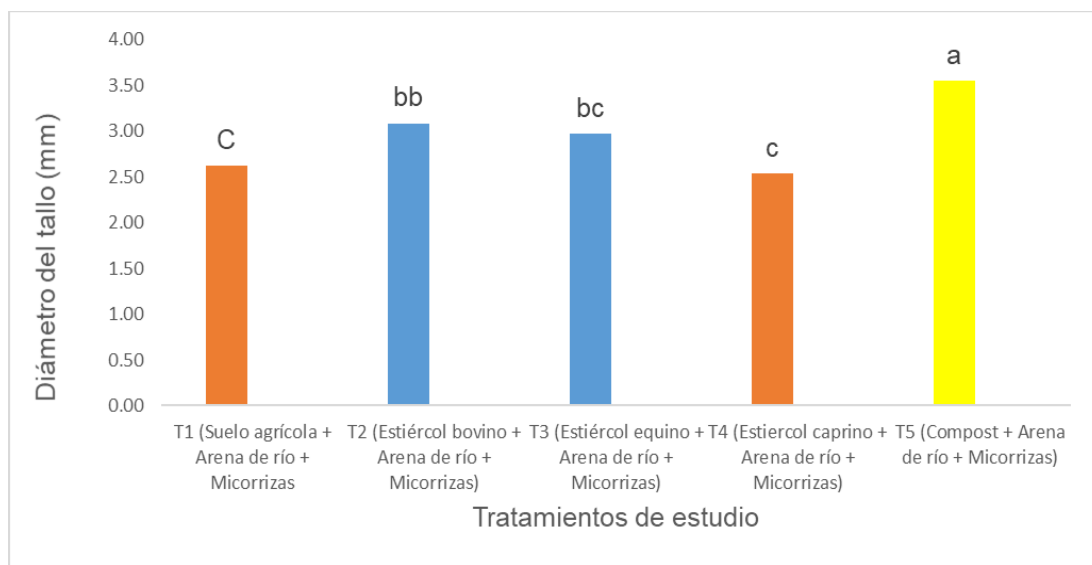


Figura 4 14 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 27 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.3.1. Variable diámetro del tallo a los 41 ddt.

Para la variable diámetro del tallo en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística alta al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 29**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 4.727 (mm) seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 3.620(mm) (**Apéndice 30**). El incremento que se obtuvo para el diámetro del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 58.51 y del 21.39 % (**Figura 4.15**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 9.959%

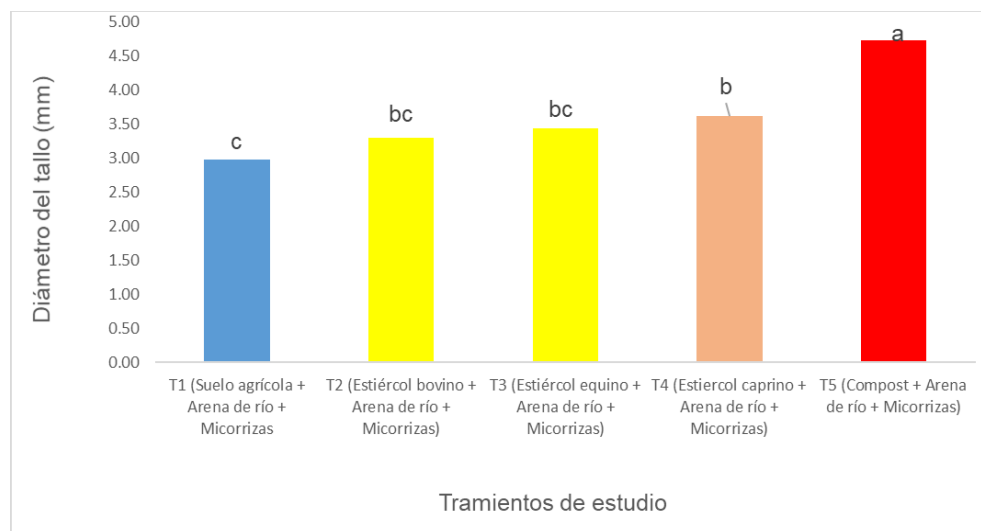


Figura 4 15 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 41 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.3.2. Variable diámetro del tallo a los 55 ddt.

Para la variable diámetro del tallo en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística alta al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 31**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 5.257 (mm) seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 4.155 (mm) (**Apéndice 32**). El incremento que se obtuvo para el diámetro del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 64.69 y del 30.16 % (**Figura 4.16**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 13.77624%

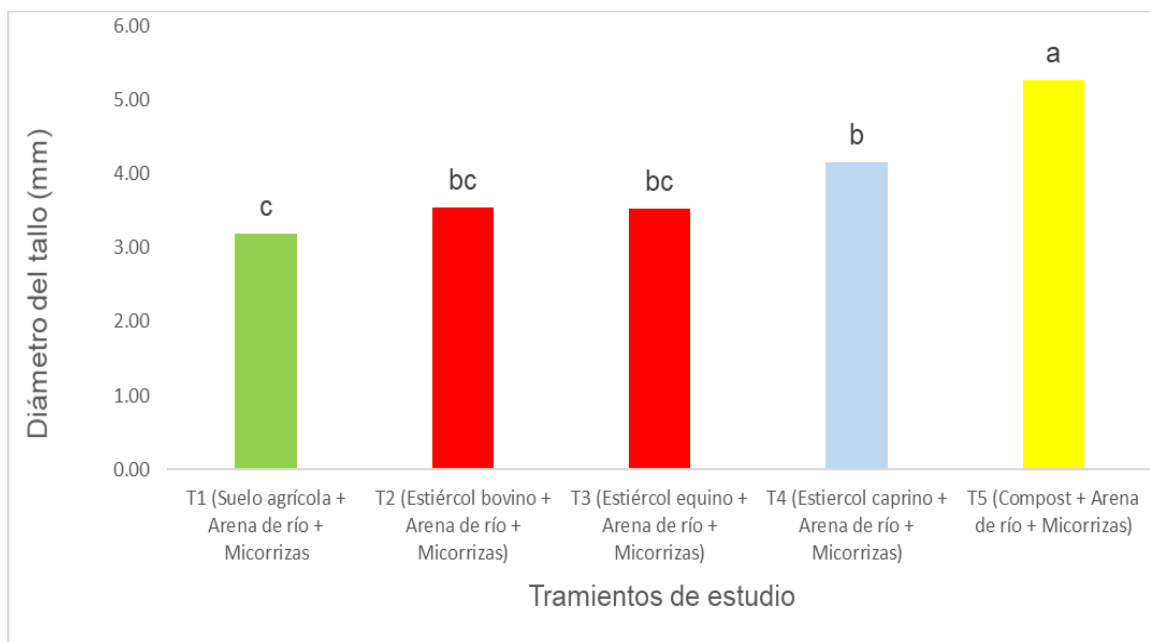


Figura 4 16 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 55 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.3.3. Variable diámetro del tallo a los 70 ddt.

Para la variable diámetro del tallo en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística alta al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 33**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 5.712 (mm), seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 4.215 (mm) (**Apéndice 34**). El incremento que se obtuvo para el diámetro del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 71.01 y del 26.19 % (**Figura 4.17**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 18.11049%

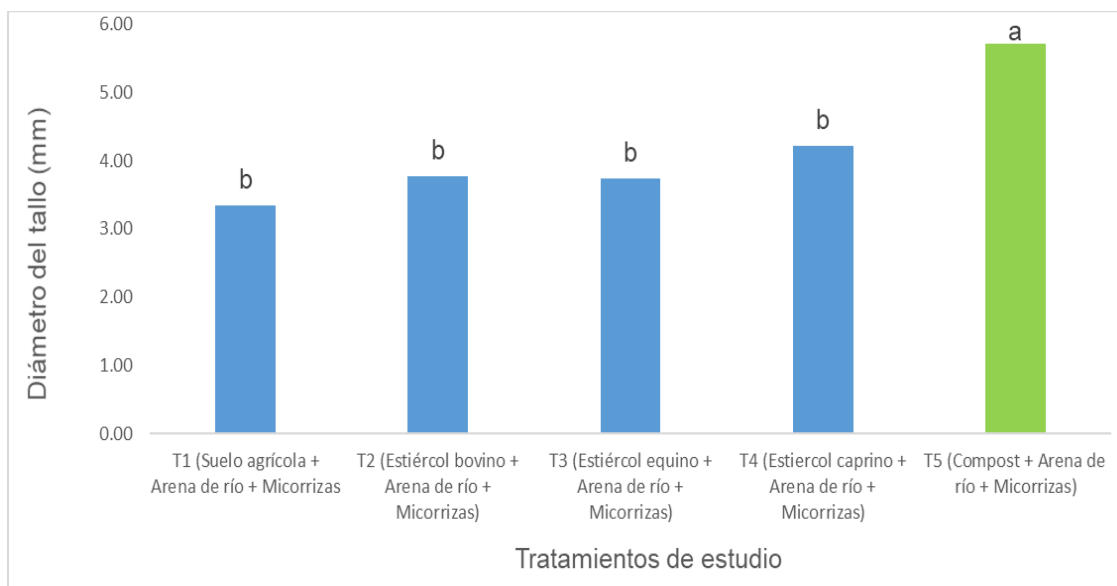


Figura 4 17 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 70 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.3.4. Variable diámetro del tallo a los 84 ddt.

Para la variable diámetro del tallo en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística alta al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 35**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 5.712 (mm), seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 4.215 (mm) (**Apéndice 36**). El incremento que se obtuvo para el diámetro del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 71.01 y del 26.19 % (**Figura 4.18**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 18.11049%

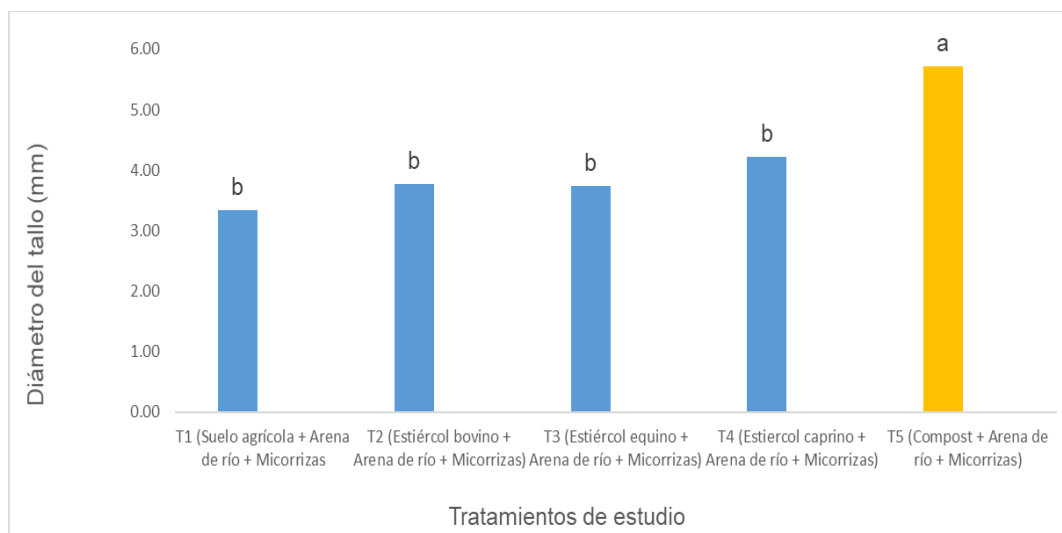


Figura 4 18 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 84 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.3.4. Variable diámetro del tallo a los 98 ddt.

Para la variable diámetro del tallo en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística alta al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 37**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 5.877 (mm), seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 4.280 (mm) (**Apéndice 38**). El incremento que se obtuvo para el diámetro del tallo del Tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 57.13 y del 14.43 % (**Figura 4.19**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 16.62217%

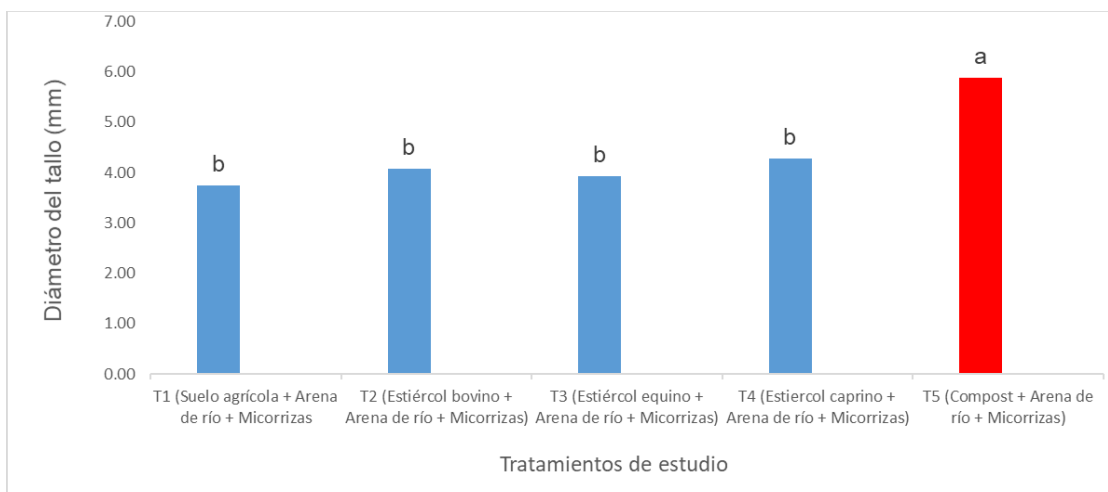


Figura 4 19 Respuesta de la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 98 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.4. Etapa reproductiva

4.4.1. Número de botones florales a los 49 ddt.

Para la variable número de botones florales en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística alta al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 39.**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 7.750 botones florales por planta, seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 5.250 botones florales por planta (**Apéndice 40**). El incremento que se obtuvo en el número de botones florales en el tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 520% y del 360% (**Figura 4.20.**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 33.77502%.

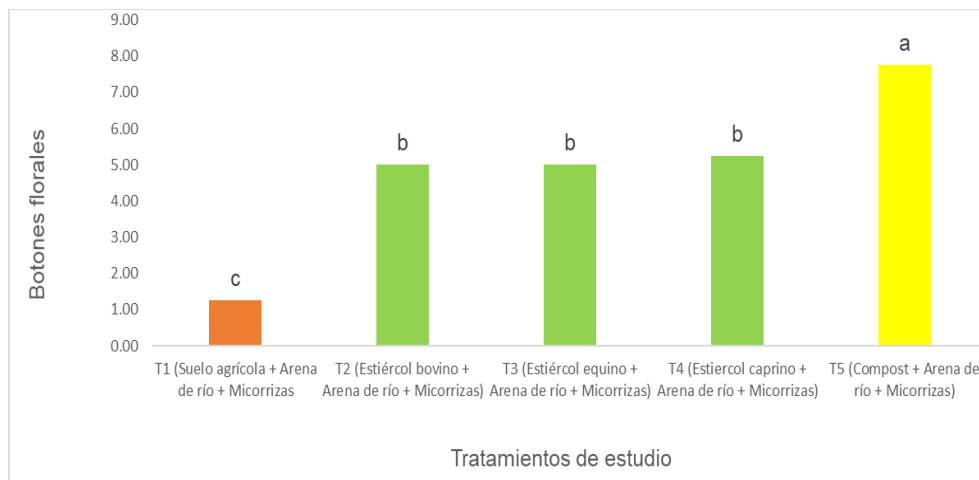


Figura 4 20 Respuesta de la variable número de botones florales en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 49 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.4.2. Número de botones florales a los 55 ddt.

Para la variable número de botones florales en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística alta al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 41**). El tratamiento que alcanzo el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 9.250 botones florales por planta, seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 5.750 botones florales por planta (**Apéndice 42**). El incremento que se obtuvo en el número de botones florales en el tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 362.5% y del 187.5% (**Figura 4.21**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 29.14615%.

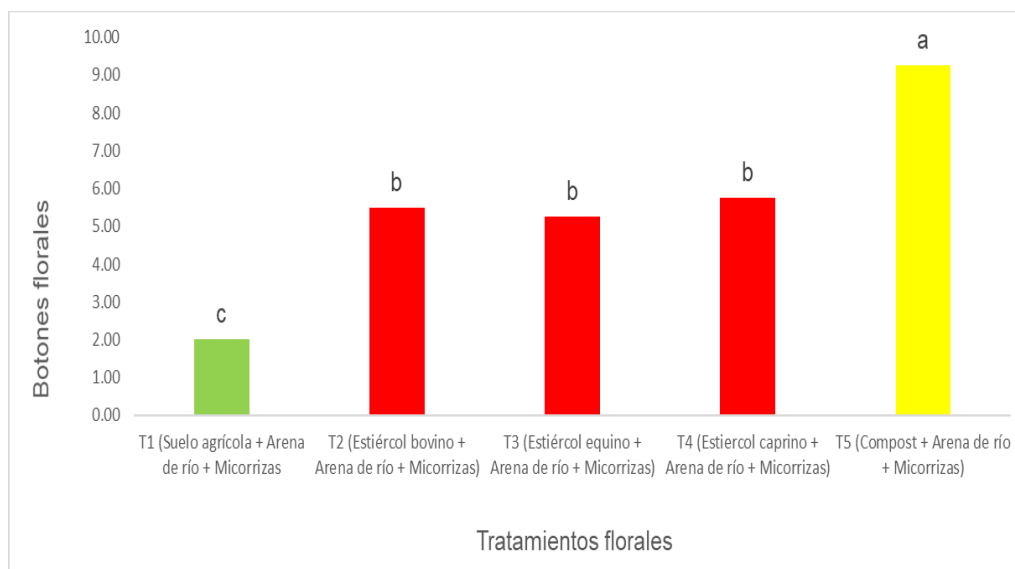


Figura 4 21 Respuesta de la variable número de botones florales en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 55 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.4.3. Número de botones florales a los 63 ddt.

Para la variable número de botones florales en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 43**). El tratamiento que alcanzo el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 7.250 botones florales por planta seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 5.500 botones florales por planta (**Apéndice 44**). El incremento que se obtuvo en el número de botones florales en el tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 383.33% y del 266.66% (**Figura 4.22**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 44.50233%.

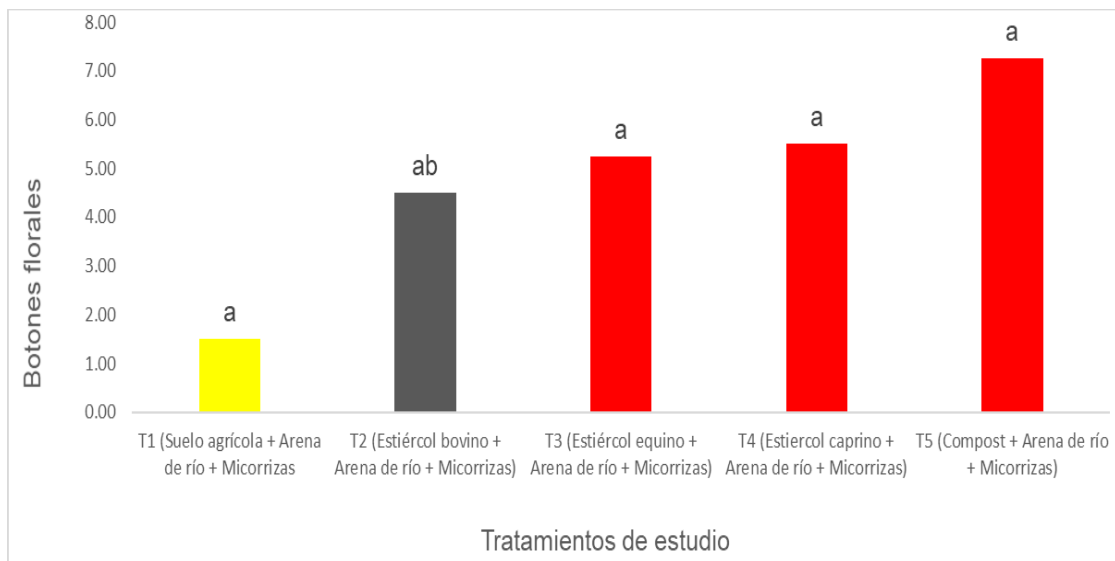


Figura 4 22 Respuesta de la variable número de botones florales en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 63 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.4.4. Número de botones florales a los 70 ddt.

Para la variable número de botones florales en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 45**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 13.00 botones florales, seguido del Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 5.00 botones florales (**Apéndice 46**). El incremento que se obtuvo en el número de botones florales en el tratamiento 5 y el Tratamiento 1, con respecto al Tratamiento 3 (Estiércol equino + Arena de río + Micorrizas), fue del 178.55% y del 7.13% (**Figura 4.23**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 41.92627%.

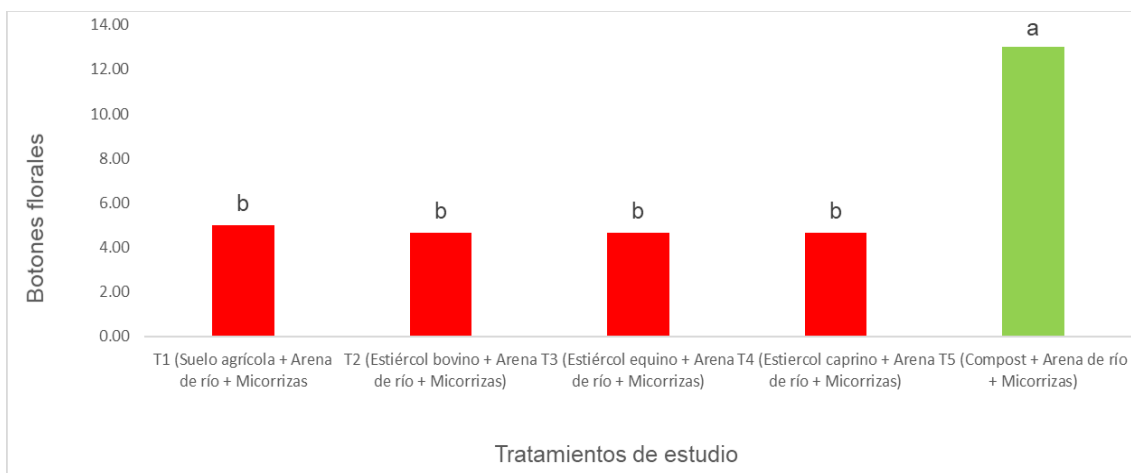


Figura 4 23 Respuesta de la variable número de botones florales en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 70 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.5.1. Número de flores abiertas a los 63 ddt.

Para la variable número de flores abiertas en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 47**). El tratamiento que alcanzo el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 4.50 flores abiertas por planta seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 2.250 flores abiertas por planta (**Apéndice 48**). El incremento que se obtuvo en el número de flores abiertas en el tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 800% y del 350% (**Figura 4.24**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 27.08203%.

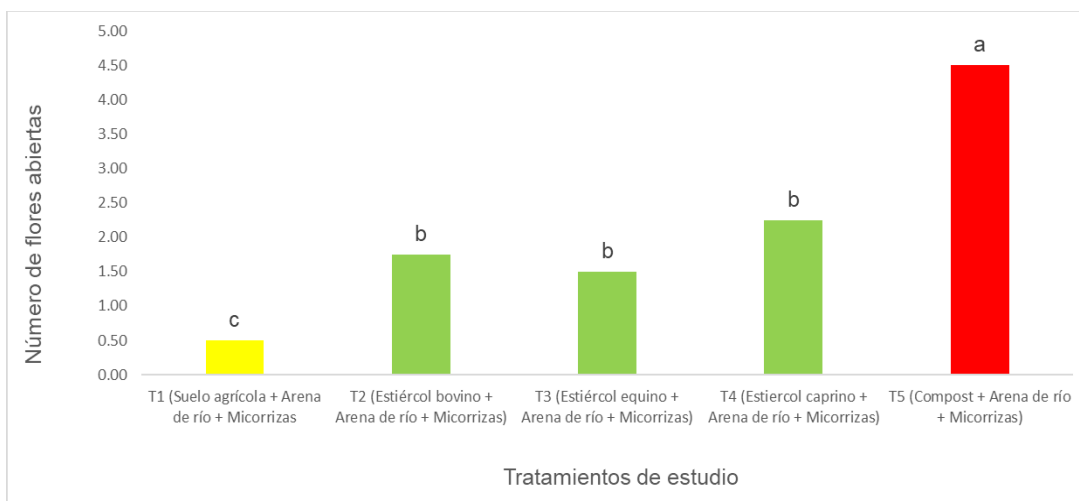


Figura 4 24 Respuesta de la variable número de flores abiertas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 63 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.5.2. Número de flores abiertas a los 70 ddt.

Para la variable número de flores abiertas en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 49**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 2.500 flores abiertas por planta seguido del Tratamiento 2 (Estiércol bovino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 1.750 flores abiertas por planta (**Apéndice 50**). El incremento que se obtuvo en el número de flores abiertas en el tratamiento 5 y el Tratamiento 2, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del .90% y .60% (**Figura 4.25**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 67.15052%.

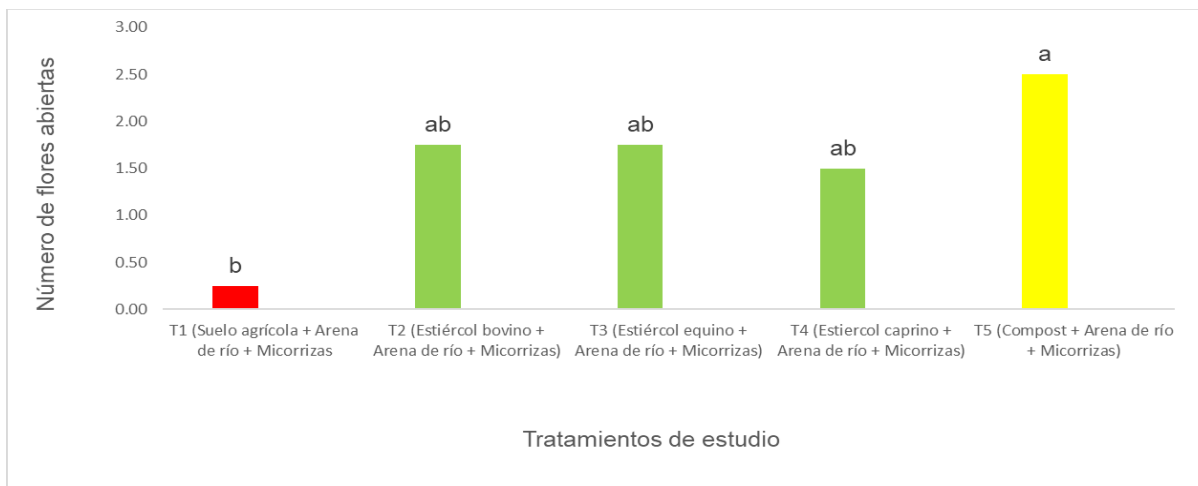


Figura 4 25 Respuesta de la variable número de flores abiertas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 70 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.5.3. Número de flores abiertas desde los 49 a los 84 ddt

Para la variable número de flores abiertas en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 51**). El tratamiento que alcanza el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 14.750 flores abiertas por planta, seguido del Tratamiento 3 (Estiércol equino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 7.250 flores abiertas por planta (**Apéndice 52**). El incremento que se obtuvo en el número de flores abiertas en el tratamiento 5 y el Tratamiento 3, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 555.55% y 222.22% (**Figura 4.26**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 34.64271%.

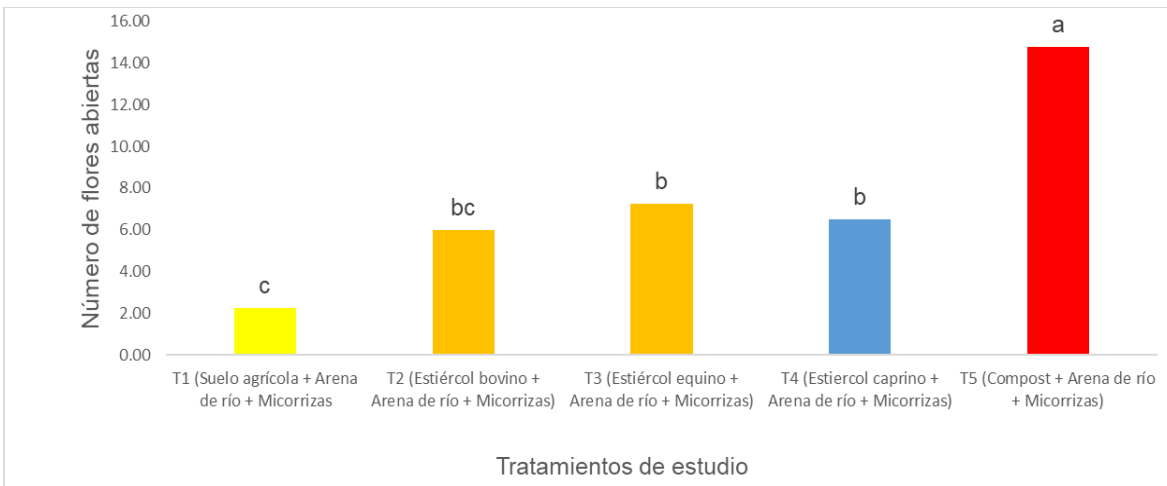


Figura 4 26 Respuesta de la variable número de flores abiertas en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio de 49 días a 84 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

4.5.5. Número de flores abiertas por fechas

En el número total de flores abiertas en seis fechas de evaluación en las plantas de chile tipo poblano, se encontraron valores que se muestran en la **Figura 4.27**. Encontrando que la mayor cantidad de flores abiertas sucedió el 23 de febrero y el 20 de enero del año 2019.

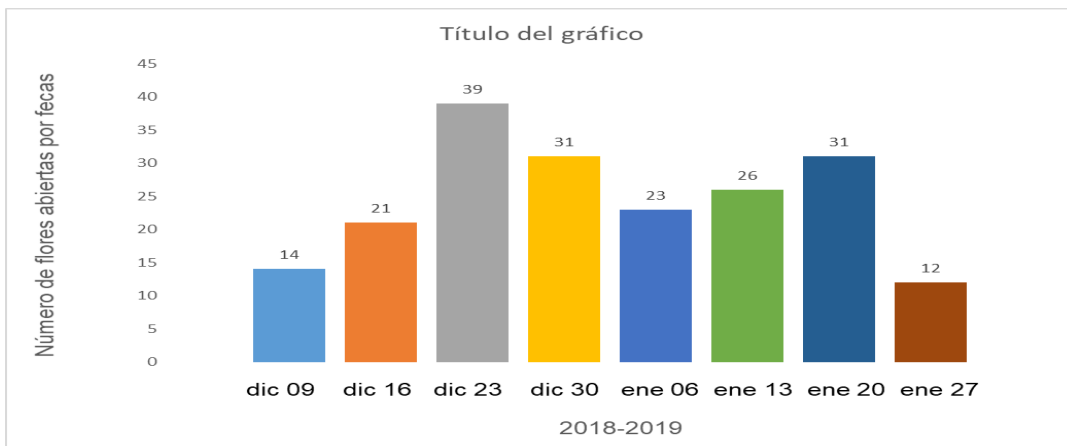


Figura 4 27 Número de flores abiertas por fechas desde los 49 a los 98 ddt. UAAAN UL, 2020.

4.5.6. Número de flores abiertas por tratamientos

En el número total de flores abiertas por tratamientos de estudio en la evaluación realizada en las plantas de chile tipo poblano, se encontraron valores que se muestran en la **Figura 4.28**. Encontrando que la mayor cantidad de flores abiertas, sucedió en el tratamiento T5 (compost + Arena de río + Micorrizas) seguido del T3 (Estiércol equino + Arena de río + Micorrizas)

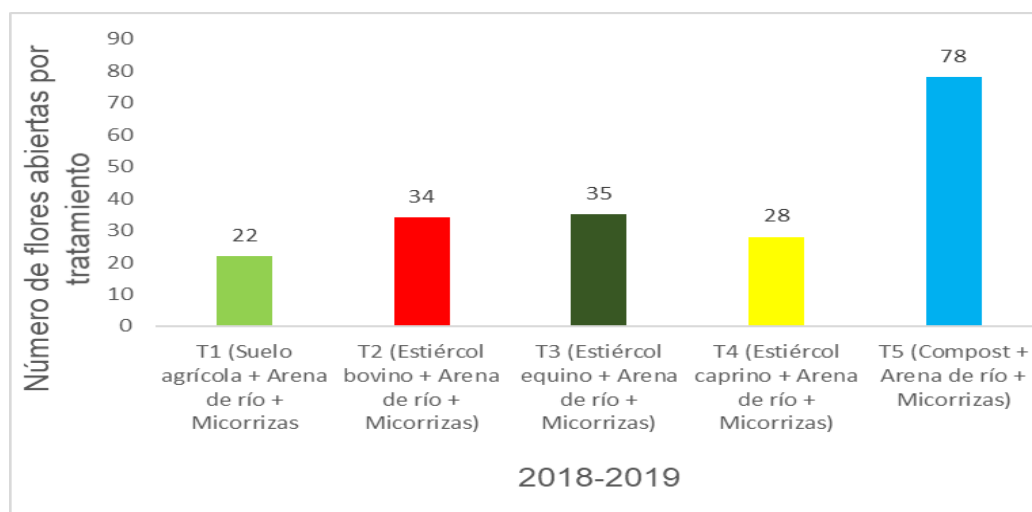


Figura 4 28 Número de flores abiertas por tratamiento de 49 a los 98 ddt.UAAAN UL, 2020

4.5.7. Número de frutos cuajados de 63 a los 98 ddt

Para la variable número de frutos cuajados en las plantas de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 53**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 11.00 número de frutos cuajados por planta, seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 6.750 número de frutos

cuajados por planta (**Apéndice 54**). El incremento que se obtuvo en el número de frutos cuajados en el tratamiento 5 y el Tratamiento 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 528.57% y 285.71% (**Figura 4.29.**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 42.22174%.

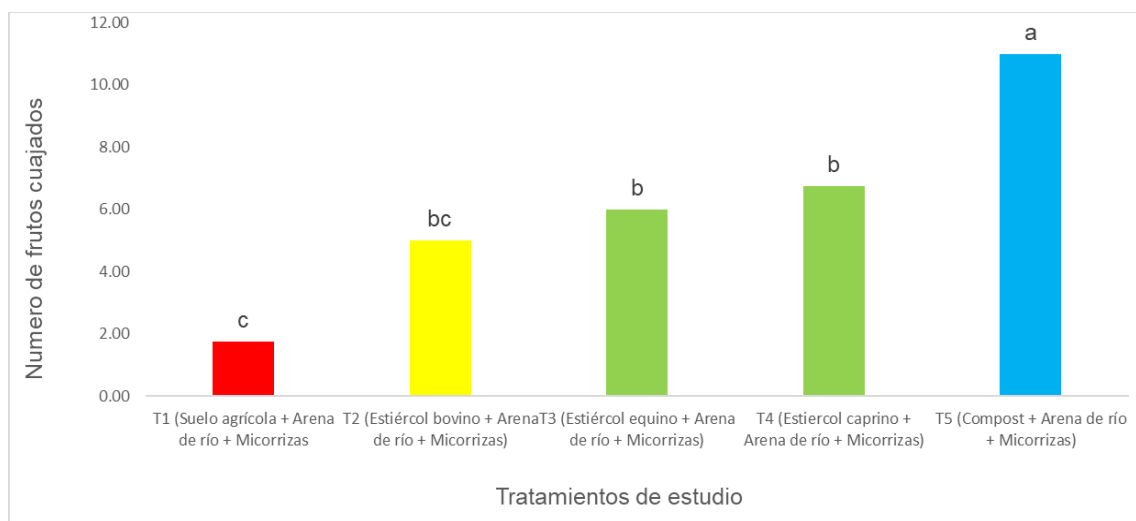


Figura 4 29 Respuesta de la variable número de frutos cuajados en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio desde los 63 a los 98 ddt(2018-2019). UAAAN UL, 2020

4.5.8. Número de frutos cuajados por fechas

En el número de frutos cuajados en seis fechas de evaluación en las plantas de chile tipo poblano, se encontraron valores que se muestran en la **Figura 4.30**. Encontrando que la mayor cantidad de frutos cuajados sucedió el 06 de enero y el 27 de enero del año 2019.

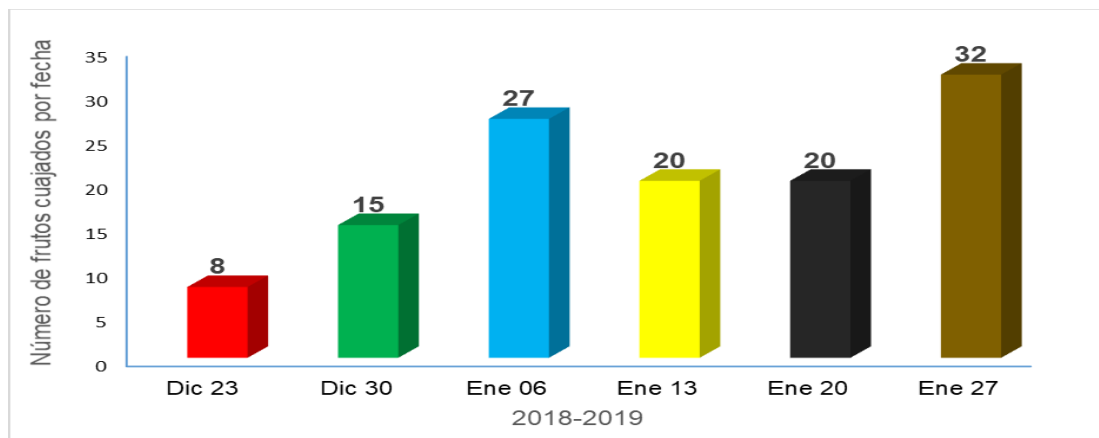


Figura 4 30 Número de frutos cuajados por fechas desde los 63 a los 98 ddt. UAAAN UL 2020

4.5.9. Número de frutos cuajados por tratamiento

En el número total de frutos cuajados por tratamiento en la evaluación en las plantas de chile tipo poblano, se encontraron valores que se muestran en la **Figura 4.31**. Encontrando que la mayor cantidad de frutos cuajados, sucedió en el T5 (Compost + Arena de río + Micorrizas)

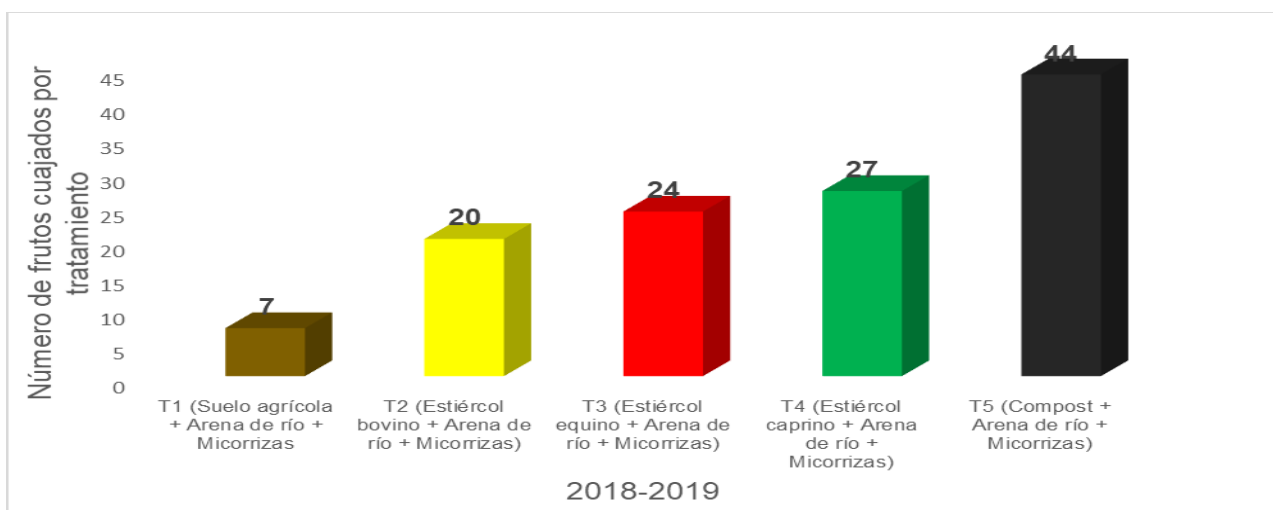


Figura 4 31 Número de frutos cuajados por tratamientos de los 63 a los 98 ddt. UAAAN UL 2020

4.6. Etapa de micorrización en la planta

4.6.1. Volumen de la raíz por planta (cm³)

Para la variable volumen de raíz por planta en el cultivo de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 55**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 20.200 cm³, seguido del Tratamiento 4 (Estiércol caprino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 10.800 (cm³) (**Apéndice 56**). El incremento que se obtuvo el volumen de raíz en el tratamiento 5 y 4, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 117.39% y 17.39% (**Figura 4.31**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 28.69733%.

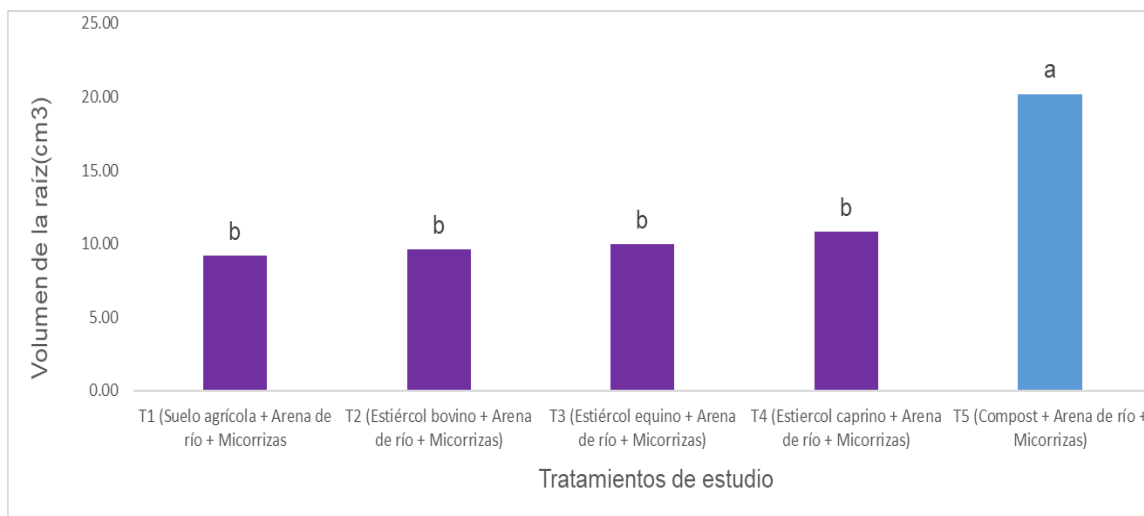


Figura 4 32 Respuesta de la variable volumen de raíz por planta en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 107 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020

4.6.2. Peso fresco de la raíz

Para la variable peso fresco de la raíz por planta, en el cultivo de chile tipo poblano, se encontró que el análisis de varianza presentó alta significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio (**Apéndice 55**). El tratamiento que alcanzó el valor medio más alto y superior al resto de los tratamientos fue el Tratamiento 5 (Compost + Arena de río + Micorrizas), con un valor de 33.820, (g) seguido del Tratamiento 2 (Estiércol bovino + Arena de río + Micorrizas), con un valor medio igual a 22.240(g) (**Apéndice 56**). El incremento que se obtuvo en el peso fresco de la raíz en el tratamiento 5 y el Tratamiento 2, con respecto al Tratamiento 1 (Suelo agrícola + Arena de río + Micorrizas), fue del 68.49% y 10.80% (**Figura 4.32**). El coeficiente de variación que presentó el análisis de varianza fue del 28.98922%.

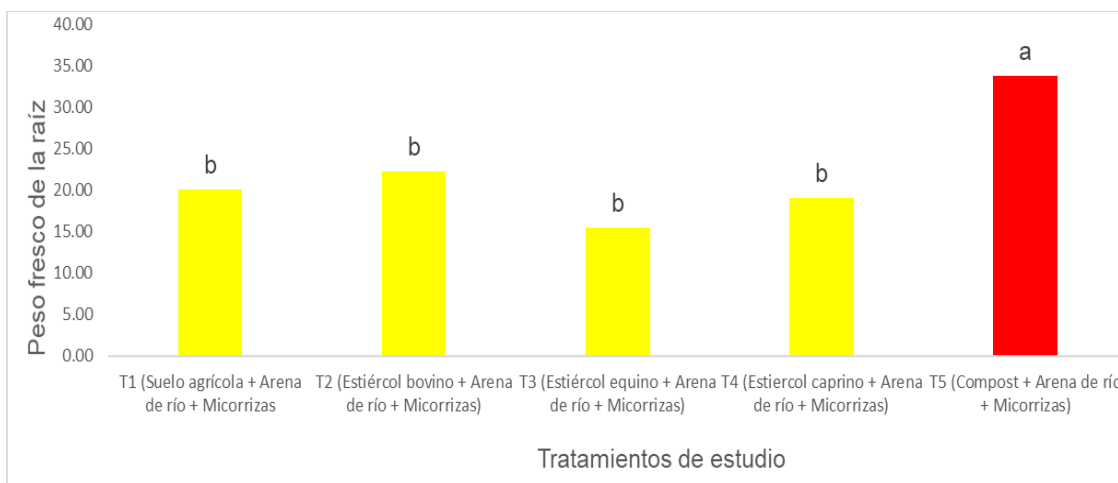


Figura 4 33 Respuesta de la variable peso fresco de la raíz por planta en el cultivo de chile poblano en invernadero en los cinco tratamientos de estudio a los 107 días después de trasplante. UAAAN UL, 2020.

V. CONCLUSIONES

De los resultados encontrados se derivan las siguientes conclusiones.

- 1.- Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a), donde las micorrizas comerciales asociadas con abonos orgánicos tuvieron respuesta en el desarrollo vegetativo-reproductivo de la planta de chile ancho tipo poblano en condiciones de invernadero durante el ciclo otoño-invierno.

- 2.- En la etapa vegetativa en las siete evaluaciones realizadas a los 6, 20, 34, 49, 63, y 91 ddt, el tratamiento sobresaliente fue el tratamiento 5, (Compost + Arena de río + Micorrizas), seguido del tratamiento 3 (Estiércol equino + Arena de río + Micorrizas).

- 3.- En la etapa reproductiva en las cinco evaluaciones realizadas a los 49, 55, 63, 70 y 91 ddt, el tratamiento sobresaliente nuevamente fue el tratamiento 5, (Compost + Arena de río + Micorrizas).

- 4.- De los cuatro abonos orgánicos en estudio, el que mostró mejor comportamiento en el desarrollo de la planta de chile tipo poblano asociado con micorrizas comerciales fue el Compost, seguido del estiércol equino.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre H., E., y V. Muñoz O. 2015. El Chile Como alimento. Ciencia, d, pp1–8. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Chile.pdf
- Aguirre-Mancilla., C.L., G. Iturriaga F. De la., J.G. Ramírez-Pimentel., J. Covarrubias-Prieto., F. Chablé-Moreno., y JC. Raya-Pérez. 2017. El chile (*Capsicumannuum* L.), cultivo y producción de semilla. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 5(1):19–31.
- Achicanoy L., H. 2001. Estrategias integradas para el control de enfermedades de las plantas. Rev. Fac. Nal. Agr. 54(1, 2):1221-1273.
- Alvarado B., C., y M. Barahona-Palomo. 2017. Comparación de tres métodos de infiltración utilizados para el cálculo del balance hídrico del suelo, en la Cuenca del río Suquiapa, El Salvador. UNED ResearchJournal. 9(1):23–33.
- Álvarez M., V., L. Partida R., F. Godoy V., H.M. Medina M., S. Millán O., A. Cárdenas Flores., y H.M. Cárdenas C. 2017. Eficacia de formulaciones y dosis de calcio en el rendimiento de pimiento morrón. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 7(7):1689-1699
- Amezcuca R., J.C. y M. Lara F. 2017. El Zinc en las Plantas. Ciencia. 68(3):28–35. <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/zinc-in-plants>.
- Andrades., M., y E. Martínez M. 2014. Evaluación de métodos para la determinación de fósforo aprovechable en suelos volcánicos de la zona andina del departamento de Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas. 4(1):55–63.
- Anguiano B., JC. 2010. Comparación en la respuesta fisiológica en plantas de chile bajo el efecto de tres temperaturas nocturnas. Tesis. Licenciatura Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León. 136 p.
- Azofeifa, A y A. Moreira. 2008. Absorción y distribución de nutrientes en las plantas de chile jalapeño (*Capsicumannuum*L. cv. Hot) en la Alajuela, Costa Rica. Agronomía Costarricense. 32(1):19-29.
- Azpilcueta P., M.E., A. Pedroza S., y I. Sánchez C. 2017. Calidad química del agua en un área agrícola de maíz forrajero (*Zea mays*L.) en la Comarca Lagunera, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 33(1): 75–83. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.01.07>
- Barrientos-Gutiérrez., J.E., A. Huerta-De la Peña., J.S. Escobedo-Garrido., y J.F. López-Olguín. 2018. Manejo convencional de *Spodoptera exigua*, en

cultivos del municipio de los Reyes de Juárez, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(8):1197–1208.

- Bartolo R.,H. 2012. Uso del Biomax, *Bacillus subtilis* y Micorrizas Arbustivas (*Glomus intraradices*) en el cultivo de chile poblano VA-1 (*Capsicum annuum* L.). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. 36 p.
- BascopeA. J. 2013. Estudio: Efecto heladas de septiembre en frutales y hortalizas entre la Región de Coquimbo y la del Maule. : 34. www.odepa.cl
- Beltrán-Morales., F.A., J.L. García-Hernández., F.H. Ruiz-Espinoza., R.D. Valdez-Cepeda., P. Preciado-Rangel., M. Fortis-Hernández., y A. González-Zamora. 2016. Efecto de sustratos orgánicos en chile jalapeño. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 3(7):143–149.
- Castellón G., J.J., R. Bernal M., y M.L. Hernández R. 2015. Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Ingeniería*, 19(1):39–50.
- Chimal-Sánchez., E., R. García-Sánchez., y L.V. Hernández-Cuevas. 2015. Gran riqueza de hongos micorrizogemos arbusculares en el valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Micología*. 41:15-26.
- Colín-Navarro., V., I.A. Domínguez-Vara., J. Olivares-Pérez., O.A. Castelán-Ortega., A. García-Martínez., y F. Avilés-Nova. 2019. Propiedades químicas y microbiológicas del estiércol de caprino durante el compostaje y vermicompostaje. *Agrociencia*. 53(2):161-173
- Cuéllar., M.E., y F.J. Morales. 2006. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (*Gennadius*) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Colombiana de Entomología*. 32(1):1-9.
- Edmond., J.M 1991. *Fundamentos de Horticultura*. 6. Ed. LIMUSA. México, D.F. pp. 55-66
- Elizondo-Cabalceta., E., y J.E. Monge-Pérez. 2016. Evaluación de calidad y rendimiento de 12 genotipos de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 30(2):1-12.
- Elizondo-Cabalceta., E., y J.E. Monge-Pérez. 2017. Evaluación de calidad y rendimiento de 15 genotipos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 30(2):36. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i2.3194>

- Elizondo S., J. 2006. El nitrógeno en los sistemas ganaderos de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 17(1):69–77.
- Esteban., W., P. Pacheco., Y, Ángel., y E. Bastías. 2017. Efecto de la incorporación de la materia orgánica en la respuesta y fisiológica y química de las plantas de tomate (*Solanumlycopersicum* L.) cultivos en condiciones de salinidad y exceso de boro. *Idesia*. 35(2):1-7.
- FAO., 2010. Protección contra las heladas. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).
- FAO. 2015. Los suelos almacenan y filtran agua. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).
file:///C:/Users/USER/Desktop/FAO%202015.pdf
- FAO.1990.Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. 17-35. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).file:///C:/Users/USER/Desktop/no%20estan%20citados/FAO%201990.pdf
- FAOSTAT. 2019Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Fecha de consulta 25/02/2020
- Fernández., M.T. 2007. Fosforo: amigo o enemigo. Instituto Cubano de la investigación de los Derivados de la Caña de azúcar (ICIDCA). 41(2):51-57.
- Figuroa-Viramontes., U., J.A. Cueto-Wong., J.A. Delgado., G. Nuñez-Hernandez., D.G. Reta-Sanchez., H.M. Quiroga-Garza., R. Faz-Contreras., y J.L. Marquez-Rojas. 2010. Estiercol de bovino lechero sobre el rendimiento y recuperación aparente de nitrógeno en maíz forrajero. *Terra Latinoamericana*. 28(4):361–369.
- García G., M., L.A. Ríos O., y J.A. del Castillo.2016. La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de literatura. 34(3):53-68.
- García-Gutiérrez., C., M.B. González-Maldonado., y E. Cortez-Mondoca. 2012. Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximhai*. 8(3):57-70.
- García-Santiago., J.C.,L.A. Valdez-Aguilar., V. Robles-Torres.,R. Mendoza-Villareal., y A. Hernández-Pérez. 2015. La subirrigación como sistema de producción de pimiento (*Capsicumannuum* L.). *Revista Mexicana de la Ciencia Agraria. Publicación Especial*. 12: 2313-2330.

- Gil C., A., I., M. Marroquín M., y L. Martínez C. 2013. Efecto del zinc sobre la inducción de ramas productivas en Gulupa (*Passiflora edulis Sims*). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 6(2):152–160.
- Guigón-López., C., P.A. González G. 2001. Estudio regional de las enfermedades del chile (*Capsicum annuum* L.) y su comportamiento temporal en el sur de Chihuahua, México. Revista Mexicana de Fitopatología. 19(1):49–56.
- Gutiérrez C., M.C., G. Stoops G., y C.A. Ortiz S. 1998. Carbonato de calcio en los suelos del ex lago Texcoco. Terra Latinoamericana. 16 (1):11-19.
- Gutiérrez-Soto., M.V., J. Torres-Acuña. 2013. Síntomas asociados a la deficiencia de boro en la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Costa Rica. Agronomía Mesoamericana. 24(2):441-449.
- Henríquez R., M., J. Pérez A., y J.M. Gascó., y O. Rodríguez, 2005, Determinación de la capacidad de intercambio catiónico en arena y caolín usando acetato de amonio, acetato de sodio y cloruro de amonio. Bioagro. 17(1):59-62.
- Jiménez U., F. 2017. La importancia con magnesio y azufre en el cultivo de la papa. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. pp. 1-15.
- Julca-Otiniano., A., L. Meneses-Florián., R. Blas-Sevillano., y S. Bello-Amez. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. Idesia (Arica). 24(1):49–61.
- Kyrkby., E., y V. Römheld. 2007. Micronutrientes en la fisiología de las plantas: funciones, absorción y movilidad. Informaciones Agronómicas. pp. 1–21.+
- León M., J.M., y G. Sepúlveda-Jiménez. 2012. El daño por oxidación por cobre y la respuesta de las plantas. Revista de Ciencia y Tecnología de América, 37(11):805–811.
- López A., J.E., T. Díaz V., C. Watts T., J.C. Rodríguez., A.E. Castellanos V., L. Partida R., y T.J. Velázquez A. 2015. Evapotranspiración y coeficientes de cultivo de chile Bell en el valle de Culiacán, México. Terra Latinoamericana. 33(3):209–219.
- López-Gómez., B.F., A. Alarcón., R. Quintero L., y A. Lara-Herrera. 2015. Selección de cepas de hongos micorrízicos arbusculares en dos sistemas de producción de chile. Revista Mexicana de Ciencias Agrarias. 6(6):1203–1214.
- Lugo., J., P. del Águila., R. Vaca., I. Casas-Hinojosa., y G. Yáñez-Ocampo. 2017. Abono orgánico elaborado con lodo residual y estiercol equino a través de

- vermicomposteo: Una propuesta como mejorador de suelos. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*. 33(3):476–484.
- May-Lara., C., A. Pérez-Gutiérrez., E. Ruíz-Sánchez., A.E. Icaamal., y A. García-Ramírez. 2011. Efecto de niveles de humedad en el crecimiento y potencial hídrico de *Capsicum chinense* Jacq. y su relación con el desarrollo de *Bemisia tabaci* Genn. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14(3):1039-1045.
- Medina V., E.K., O.R. Mancilla V., M. Michel L., R.D. Guevara G., J.L. Olguín L., y O.A. Barreto G. 2016. Calidad del agua para riego y suelos agrícolas en Tuxcacuesco, Jalisco. *Idesia (Arica)*. 34 (6): 51–60.
- Mendoza-Moreno., S.F., L. Moreno-Díaz., G. García-Herrera., M del C. Potisek-Talavera., y R. Núñez-Huerta. 2000. Producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) mediante riego por cintilla bajo dos regímenes de humedad y acolchado plástico. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. (1): 107-114.
- Montaño M., N.J., y H del C. Belisario. 2012. Comportamiento agronómico de siete cultivares de pimentón (*Capsicum annuum* L.). *Revista Científica UDO Agrícola*. 12(1):32-44.
- Omaña P., M.A. 2012. El cultivo de chile en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Toluca, Coahuila, Mexico. pp 1-50.
- Ortego., J. 1993. Importancia de los hospederos primarios de *Myzus persicae* Sulzer en la epidemiología del PVY. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 5-6(1):64–76.
- Palma., R.M. 1997. Efecto de extractos botánicos sobre el picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano). Resultados preliminares. *Agronomía Mesoamericana*. 8(1):99.
- Paz., R., N. Sita., P. Aballe., A. Gustavo., R. Gómez S., y N. Noris P. 2013. Comportamiento del tizon temprano de tomate (*Aternaria solani*) en las condiciones del municipio de Holguín, Cuba. *Fitosanidad*. 17(2):75-81.
- Pérez C., L.M., Saquero, M.J. Baquero., y J.D. Beltrán H. 2003. Caracterización morfológica y patogénica de *Colletotrichum* sp. como agente causal de la antracnosis en ñame *Dioscorea* sp. *Revista Colombiana de Biotecnología*. 5(1):24-35.
- Pérez R., F.N., Z. E.A. Zeledon V. 2007. Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características físicas, químicas y biológicas del

- compost. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal. 50 p.
- Pérez-González., A., J.I. Gómez-Peralta., A. Garza-Ortiz., N. Barba-Behrens. 2012. Importancia del molibdeno en los sistemas biológicos y su papel en enzimas mononucleares como parte del cofactor Moco. Educación Química, 23(1):23–32.
- Pérez-Gutiérrez., A., A. Pineda-Doport., L. Latournerie-Moreno., W. Pam-Peach., y C. Godoy-Ávila. 2008. Niveles de evapotranspiración potencial en la producción de chile habanero. Terra Latinoamericana. 26(1):53-59.
- Piaggese., A. 2004. Los microelementos en la nutrición vegetal. Instituto Experimental para la Nutrición de las Plantas. 54 p.
- Quintal O., W.C., A. Pérez-Gutiérrez., L. Latournerie M., C. May-Lara., E. Ruiz S., y A.J. Martínez Ch. 2012. Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile habanero (*Capsicum annuum* Jacq). Revista Fitotecnia Mexicana, 35(2):155–160.
- Quiroga-Garza.,H.M., J.A. Cueto-Wong.,y U. Figueroa-Viramontes. 2011.Efecto del estiércol y fertilizante sobre la recuperación de 15N y conductividad eléctrica.Tierra Latinoamericana. 29(2):201-209.
- Ramos A., D., y C.E. Terry A. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos Tropicales. 35(4):52–59.
- Reinaldo., P., y A. Pereira .2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. Biogro.15(1):55-64
- Reyes., M.R.,O. Franco M., E.J. Morales R., DdeJ. Pérez L.2017. Influencia del magnesio y zinc en la altura de plantas y verdor de hojas en *Lilium*. Investigación y Ciencia. 25(70):31-37.
- Robles-Bermudez., A., G.F. Robles-Bermúdez., C. Rodríguez-Maciel., C. Santillán-Ortega., B. A., Robles, B. G. F., Rodríguez, M. J. C. Santillán-Ortega., A. Lagunes-Tejeda., R.J. Flores-Canales., y J.O. Cambero C. 2012. Resistencia de cuatro poblaciones del ácaro (*Tetranychus urticae* Koch.) en el estado de México, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3 (4):785–795.

- Rodríguez S., M., y V.J. Flores R. 2004. Elementos esenciales y beneficiosos. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 3:25–36. <http://www.cytod.org>
- Román L., A., E.A. Catalán V., I. Sánchez C., M. Villa., M.A. Inzunza-Ibarra., y S.F. Mendoza M. 2007. Productividad del chile jalapeño en condiciones de riego por goteo y acolchado plástico. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 30(4):429–436.
- Salazar-Jara., F., y P. Juárez-López. 2012. Requerimientos macronutriental en plantas de chile (*Capsicum annuum* L). *Revista Biociencias*. 2(2):27–34.
- Sánchez., C., D. Jaraba., J. Medina., J. Martínez de la Cruz., y A. Martínez R. 2003. Requerimientos hídricos del ají dulce (*Capsicum annum* L.) bajo riego por goteo en el valle del sinú medio. *Temas Agrarios*. 8(1):11-20.
- SIAP., 2019. Servicio de información agropecuaria y pesquera. <https://www.gob.mx/siap/es/archivo/articulos>.
- Silva., F.,R. Menechella., O. Wagner., y E. Quarchioni. 1982. Cultivo de pimiento análisis de costos y evaluación económica de una hectárea. Pedro Luro. Argentina. Recuperado de: <https://books.google.com.ec/books>
- Valenzuela-Escoboza., F.A., N. Bautista M., J.R. Lomeli F., J.M. Valdez C., E. Cortez M., R.E. Palacios T. 2010. Identificación y fluctuación poblacional del minador de la hoja *Liriomyza trifolii* en chile jalapeño en el norte de Sinaloa. *Acta Zoológica Mexicana*. 26(3):585–601.
- Vázquez-Vázquez., C., J.L. García-Hernández., E. Salazar-Sosa., J.D. López-Martínez., R.D. Valdez-Cepeda., I. Orona-Castillo., M.A. Gallegos-Robles., y P. Preciado-Rangel. 2011. Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 17(1):69–74.
- Velásquez-Valle., R., y L.R. Reveles-Torres.2017. Necrosis foliar; nuevo síntoma asociado a la pudrición de la raíz de chile (*Capsicum annum*L.) en Durango y Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Micología*.46 (5):47-53.
- Velásquez-Valle., R., y L.R. Reveles-Torres., y M. Reveles-Hernández.2013. Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 56 p.
- Vázquez M., O., Y.M Ochoa-Fuentes., M.A. López G., J.A. Aguilar R., y F. Ramos Gourcy. 2011. Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de chile ancho (*Capsicum annum* L.), y sobre las características químicas del

- suelo de la parcela experimental. Investigación y Ciencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 51:3–9.
- Sánchez V., G., O. Obrador., D.J. Palma-López., y S. Salgado-García. 2003. Densidad aparente en un vertisol con diferentes agrosistemas. *Interciencia*. 28(6):347-351.
- Villa C., M., E.A. Catalán V., M.A. Inzunza I., y A.L. Ulery. 2006 Absorción y traslocación de sodio y cloro en plantas de chile fertilizadas con nitrógeno y crecidas con estrés salino. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 29(1):79-88.
- Villegas-Torres., O.G., M.L. Domínguez-Patiño., P. Martínez-Jaimes., y M. Aguilar-Cortes. 2015. Cobre y Níquel, microelementos esenciales en la nutrición vegetal. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*. 2(2):285–295.
- Yfran, M de las M., M.D. Chabbal., A.B. Píccoli., L.I. Giménez., V.A. Rodríguez., y G. C. Martínez. 2017. Fertilización foliar con potasio, calcio y boro. Incidencia sobre la nutrición y calidad de frutos en mandarina “Nova”. *Cultivos Tropicales*. 38(4):22–29.
- Zevada S., K. J. 2005. Aplicación de nitrógeno y magnesio para estimular el contenido de clorofila y los parámetros de crecimiento en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.), bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora. Cd. Obregón, Sonora, México. 71 p.

VII.APÉNDICE

Altura de la bifurcación del tallo en la planta de chile tipo poblano.

Apéndice 1. Análisis de varianza para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 06 ddt (27 Oct 2018). UAAAN UL, 2020.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	17.415	4.353	3.71	4.863	3.056	0.027
Error experimental	15	17.602	1.173				
Total	19						
CV=	19.785						

Apéndice 2. Cuadro de medias para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 06 ddt (27 Oct 2018). UAAAN UL, 2020.

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	6.9250	a
3	5.9500	a
2	5.5500	ab
4	4.5750	ab
1	4.3750	b

DMS= 1.6327

Apéndice 3. Análisis de varianza para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 20 ddt (10 Nov 2018). UAAAN UL, 2020.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	40.097	10.024	6.13	4.893	3.056	0.003
Error experimental	15	24.512	1.634				
Total	19						
CV=	14.275						

Apéndice 4. Cuadro de medias para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 20 ddt (10 Nov 2018). UAAAN UL, 2020.

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	11.5000	a
3	9.0750	b
4	8.8500	b
2	8.0250	b
1	7.3250	b

DMS= 14.275

Apéndice 5. Análisis de varianza para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 34 ddt (24 Nov 2018). UAAAN UL, 2020.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	159.3367	39.841	8.32	4.893	3.056	0.001
Error experimental	15	71.815	4.787				
Total	19						
CV=	16.922						

Apéndice 6. Cuadro de medias para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 34 ddt (24 Nov 2018). UAAAN UL, 2020.

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	17.825	a
4	13.800	b
3	12.325	bc
2	11.200	bc
1	9.500	c

DMS= 3.297

Apéndice 7. Análisis de varianza para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 49 ddt (09 Dic 2018). UAAAN UL, 2020.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	309.115	77.278	7.45	4.893	3.056	0.001
Error experimental	15	155.602	10.373				
Total	19	464.717					
CV=	20.036						

Apéndice 8. Cuadro de medios para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 49 ddt (09 Dic 2018). UAAAN UL, 2020.

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	23.625	a
4	16.300	b
3	13.700	b
1	13.425	b
2	13.325	b

DMS= 4.844

Apéndice 9. Análisis de varianza para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 63 ddt (23 Dic 2018). UAAAN UL, 2020.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	457.346	114.336	13.03	4.893	3.056	0.0001
Error experimental	15	131.596	8.773				
Total	19						
CV=	15.868						

Apéndice 10. Cuadro de medias para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 63 ddt (23 Dic 2018). UAAAN UL, 2020.

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	27.755	a
4	18.575	b
3	17.225	b
2	15.625	b
1	14.150	b

DMS= 4.464

Apéndice 11. Análisis de varianza para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 77 ddt (06 Ene 2019). UAAAN UL, 2020.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	517.924	129.481	9.19	4.893	3.056	0.0006
Error experimental	15	211.339	14.809				
Total	19	729.264					
CV=	18.631						

Apéndice 12. Cuadro de medias para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 77 ddt (06 Ene 2019). UAAAN UL, 2020.

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	30.080	a
4	19.375	b
3	18.100	b
2	17.175	b
1	16.000	b

DMS=5.657

Apéndice 13. Análisis de varianza para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 91 ddt (20 Ene 2019). UAAAN UL, 2020.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	639.8866	159.9716	12.3	4.893	3.056	0.0001
Error experimental	15	195.0418	13.0027				
Total	19	834.9284					
CV=	17.64503						

Apéndice 14. Cuadro de medias para la variable altura de la bifurcación del tallo a los 91 ddt (20 Ene 2019). UAAAN UL, 2020.

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	31.530	a
4	19.375	b
3	18.100	b
2	17.175	b
1	16.0000	b

DMS=5.434

Apéndice 15. Análisis de varianza para la variable número de hojas verdaderas a los 06 ddt (27 Oct 2018). UAAAN UL, 2020.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	3.80	0.950	1.33	4.893	3.056	0.305
Error experimental	15	10.750	0.716				
Total	19						
CV=	25.27						

Apéndice 16. Cuadro de medias para la variable número de hojas verdaderas a los 06 ddt (27 Oct 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	4.000	a
3	3.750	a
2	3.000	a
4	3.000	a
1	3.000	a

DMS= 1.275

Apéndice 17. Análisis de varianza para la variable número de hojas verdaderas a los 20 ddt (10 Nov 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	11.8	2.950	3.160	4.893	3.056	0.045
Error experimental	15	14	0.9333				
Total	19						
CV=	15.837						

Apéndice 18. Cuadro de medias para la variable número de hojas verdaderas a los 20 ddt (10 Nov 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	7.250	a
3	6.500	a
4	6.250	ab
2	5.250	ab
1	5.250	b

DMS= 1.4261

Apéndice 19. Análisis de varianza para la variable número de hojas verdaderas a los 34 ddt (24 Nov 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	37.300	9.325	4.21	4.893	3.056	0.0176
Error experimental	15	33.250	2.216				
Total	19						
CV=	16.271						

Apéndice 20. Cuadro de medias para la variable número de hojas verdaderas a los 34 ddt (24 Nov 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	11.000	a
2	9.500	a
3	9.250	a
4	9.250	a
1	6.750	b

DMS=2.243

Apéndice 21. Análisis de varianza para la variable número de hojas verdaderas a los 49 ddt (09 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		P > f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	294.70	73.675	5.310	4.893	3.056	0.0072
Error experimental	15	208.25	13.883				
Total	19						
CV=	22.513						

Apéndice 22. Cuadro de medias para la variable número de hojas verdaderas a los 49 ddt (09 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	23.250	a
2	17.500	b
4	15.750	bc
3	14.500	bc
1	11.750	c

DMS=5.6157

Apéndice 23. Análisis de varianza para la variable número de hojas verdaderas a los 63 ddt (23 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		P > f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	491.300	122.825	4.76	4.893	3.056	0.011
Error experimental	15	387.250	25.816				
Total	19						
CV=	23.798						

Apéndice 24. Cuadro de medias Análisis para la variable número de hojas verdaderas a los 63 ddt (23 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	29.000	a
4	22.500	ab
2	22.250	ab
3	19.250	cb
1	13.750	c

DMS= 7.6579

Apéndice 25. Análisis de varianza para la variable número de hojas verdaderas a los 77 ddt (06 Ene 2019). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	491.300	122.845	4.76	4.893	3.056	0.011
Error experimental	15	387.250	25.816				
Total	19						
CV=	23.798						

Apéndice 26. Cuadro de medias Análisis para la variable número de hojas verdaderas a los 77 ddt (06 Ene 2019). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	29.000	aa
4	22.500	ab
2	22.250	ab
3	19.250	cb
1	13.750	c

DMS= 7.6579

Apéndice 27. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo a los 27 ddt (17 Nov 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	2.633	0.658	7.60	4.893	3.056	0.0015
Error experimental	15	1.300	0.086				
Total	19						
CV=	9.959						

Apéndice 28. Cuadro de medias para la variable diámetro del tallo a los 27 ddt (17 Nov 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	3.552	a
2	3.087	bb
3	2.977	bc
1	2.625	c
4	2.537	c

DMS= 0.4437

Apéndice 29. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo a los 41 ddt (01 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	7.064	1.766	12.28	4.893	3.056	
Error experimental	415	2.157	0.143				
Total	19						
CV=	10.49141						

Apéndice 30. Cuadro de medias para la variable diámetro del tallo a los 41 ddt (01 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	4.727	a
4	3.620	b
3	3.440	bc
2	3.302	bc
1	2.982	c

DMS= 0.5715

Apéndice 31. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo a los 55 ddt (15 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	10.666	2.666	9.07	4.893	3.056	0.0006
Error experimental	15	4.409	0.293				
Total	19						
CV=	13.77624						

Apéndice 32. Cuadro de medias para la variable diámetro del tallo a los 55 ddt (15 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	5.257	a
4	4.155	b
2	3.54	bc
3	3.532	bc
1	3.192	c

DMS= 0.8171

Apéndice 33. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo a los 70 ddt (30 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	13.680	3.420	6.04	4.893	3.056	0.0042
Error experimental	15	8.489	0.565				
Total	19						
CV=	18.11049						

Apéndice 34. Cuadro de medias para la variable diámetro del tallo a los 70 ddt (30 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	5.712	a
4	4.215	b
2	3.765	b
3	3.737	b
1	3.340	b

DMS= 1.1339

Apéndice 35. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo a los 84 ddt (13 Ene 2019). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	13.680	3.420	6.04	4.893	3.056	0.0042
Error experimental	15	8.489	0.565				
Total	19						
CV=	18.11049						

Apéndice 36. Cuadro de medias para la variable diámetro del tallo a los 84 ddt (13 Ene 2019). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	5.712	a
4	4.215	b
2	3.765	b
3	3.737	b
1	3.340	b

DMS= 1.1339

Apéndice 37. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo a los 98 ddt (27 Ene 2019). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	11.845	2.961	5.58	4.893	3.056	0.0059
Error experimental	10	7.958	0.530				
Total	19						
CV=	16.63217						

Apéndice 38. Cuadro de medias para la variable diámetro del tallo a los 98 ddt (27 Ene 2019). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	5.877	a
4	4.280	b
2	4.072	b
3	3.927	b
1	3.740	b

DMS= 1.0978

Apéndice 39. Análisis de varianza para la variable número de botones florales a los 49 ddt (09 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	86.300	21.575	8.04	4.893	3.056	0.0011
Error experimental	15	40.250	2.683				
Total	19						
CV=	33.77502						

Apéndice 40. Cuadro de medias para la variable número de botones florales a los 49 ddt (09 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	7.750	a
4	5.250	b
3	5.000	b
2	5.000	b
1	1.250	c
2.4689		

Apéndice 41. Análisis de varianza para la variable número de botones florales a los 55 ddt (15 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	105.70	26.425	10.10	4.893	3.056	0.0004
Error experimental	15	39.250	2.616				
Total	19						
CV=	29.14615						

Apéndice 42. Cuadro de medias para la variable número de botones florales a los 55 ddt (15 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	9.250	a
4	5.750	b
2	5.500	b
3	5.250	b
1	2.000	c
DMS= 2.438		

Apéndice 43. Análisis de varianza para la variable número de botones florales a los 63 ddt (23 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	70.700	17.675	3.87	4.893	3.056	0.0236
Error experimental	15	68.500	4.566				
Total	19						
CV=	44.52033						

Apéndice 44. Cuadro de medias para la variable número de botones florales a los 63 ddt (23 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	7.250	a
4	5.500	a
3	5.250	a
2	4.500	a
1	1.500	ab

DMS= 3.2208

Apéndice 45. Análisis de varianza para la variable número de botones florales a los 70 ddt (30 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	163.600	40.900	5.68	4.893	3.056	0.0119
Error experimental	15	72.000	7.200				
Total	19						

CV= 41.92627

Apéndice 46. Cuadro de medias para la variable número de botones florales a los 70 ddt (30 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	13.000	a
1	5.000	b
2	4.667	b
4	4.667	b
3	4.667	b

DMS= 4.8816

Apéndice 47. Análisis de varianza para la variable número de flores abiertas a los 63 ddt (23 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f	
					0.01	0.05		
Tratamientos	4	35.300	8.825	0.300	29.42	4.893	3.056	0.0001
Error experimental	15	4.500						
Total	19							

CV= 26.08203

Apéndice 48. Cuadro de medias para la variable número de flores abiertas a los 63 ddt (23 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	4.50	a
4	2.250	b
2	1.750	b
3	1.500	b
1	0.500	c

Apéndice 49. Análisis de varianza para la variable número de flores abiertas a los 70 ddt (30 Dic 2018). UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	10.700	2.675	2.47	4.893	3.056	0.0895
Error experimental	15	16.250	1.083				
Total	19						
CV=	67.15052						

Apéndice 50. Cuadro de medias para la variable número de flores abiertas a los 70 ddt (30 Dic 2018). UAAAN UL, 2020.

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	2.500	a
2	1.750	ab
3	1.750	ab
4	1.500	ab
1	0.250	b

DMS= 1.5687

Apéndice 51. Análisis de varianza para la variable número de flores abiertas desde los 49 ddt a los 84 ddt (2018/2019.) UAAAN UL, 2020.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	333.30	83.325	12.85	4.893	3.056	0.0001
Error experimental	15	97.250	6.483				
Total	19	403.55					
CV=	34.64271						

Apéndice 52. Cuadro de medias para la variable número de flores abiertas desde los 49 ddt a los 84 ddt (2018/2019.) UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	14.750	a
3	7.250	b
4	6.500	b
2	6.000	bc
1	2.250	c

DMS= 3.8376

Apéndice 53. Análisis de varianza para la variable número de frutos cuajados desde los 63 ddt a los 98 ddt (2018/2019.) UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular	Pr>f
Tratamientos					0.01	0.05
Error experimental	4	178.300	44.575	6.72	4.893	3.056
	15	99.500	6.633			0.0026
Total	19					
CV=	42.22174					

Apéndice 54. Cuadro de medias para la variable número de frutos cuajados desde los 63 ddt a los 98 ddt (2018/2019.) UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	11.000	a
4	6.750	b
3	6.000	b
2	5.000	bc
1	1.750	c

DMS= 3.8817

Apéndice 55. Análisis de varianza para la variable volumen de raíz a los 107 ddt (5 Feb 2019.) UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular	Pr>f
Tratamientos	4	431.360	107.840	9.15	4.431	2.866
Error experimental	20	235.600	11.780			0.0002
Total	4					
CV=	28.69733					

Apéndice 56. Cuadro de medias para la variable volumen de raíz a los 107 ddt (5 Feb 2019.) UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	20.200	a
4	10.800	b
3	10.000	b
2	9.600	b
1	9.200	b

DMS= 4.528

Apéndice 57. Análisis de varianza para la variable peso fresco de la raíz a los 107 ddt (5 Feb 2019.) UAAAN UL, 2020

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular		Pr>f
					0.01	0.05	
Tratamientos	4	970.098	242.524	5.89	4.431	2.866	0.0027
Error experimental	20	824.047	41.202				
Total	24						

CV= 28.98922

Apéndice 58. Cuadro de medias para la variable peso fresco de la raíz a los 107 ddt (5 Feb 2019.) UAAAN UL, 2020

Tratamientos de estudio	Valor de la media	Significancia
5	33.820	a
2	22.240	b
1	20.072	b
4	19.060	b
3	15.520	b

DMS= 8.4683