

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



**Producción de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cherry
Silvestre con Distintos Niveles de Lombricomposta Solida**

Por:

LUIS FERNANDO FLORES ADORNO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

**Producción de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) Cherry
Silvestre con Distintos Niveles de Lombricomposta Solida**

Por.

LUIS FERNANDO FLORES ADORNO


Tesis

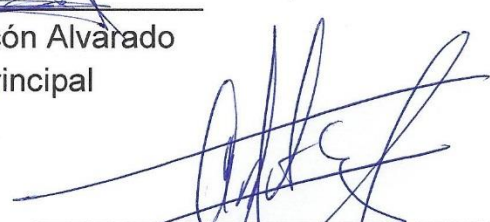
Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL


Aprobada por el Comité de Asesoría


Dr. Emilio Rascón Alvarado
Asesor Principal


M.C. Fidel M. Peña Ramos
Coasesor


Dr. José A. González Fuentes
Coasesor




M.C. Sergio Sánchez Martínez
Coordinador de la División de Ingeniería

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quién con su bendición llena siempre mi vida. Por haberme dado a tan hermosa y valiosa familia, gracias por haber puesto en mi camino a todas las personas que con su cariño, consejos y enseñanzas dejaron marcada mi vida y mi corazón.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Mi profundo agradecimiento a mi alma mater por abrirme las puertas y formar en su seno el compromiso y la responsabilidad que me corresponden honrar, culminando dignamente mi formación profesional y por permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.

Gracias por haberme permitido conocer a mis compañeros que hoy son como mis hermanos; a mis maestros que se convirtieron en mis amigos. Siempre me llenará de orgullo decir que “Soy Buitre de la Narro”.

Gracias **Dr. Emilio Rascón Alvarado** por todas las facilidades que me brindo durante el trabajo de investigación, por su dedicación, los consejos y por confiar en mi persona.

Gracias **M.C. Fidel M. Peña Ramos** por su comprensión y colaboración en este proyecto de investigación donde fortaleció mis habilidades y conocimientos.

Gracias **M.C. María Martha Ortega Rivera** y **Ing. María de Lourdes Hernández Hernández**, por sus consejos y apoyo terminaron de definir mi pasión por agronomía sus conocimiento impartidos llevaron al camino del éxito.

Gracias **Dr. Rubén López Cervantes** y **Dr. José Antonio González Fuentes** por su colaboración para que este proyecto se llevará a cabo y enriquecer con sus conocimientos.

A mis compañeros y amigos **Linda Salomé Partida Zuñiga**, **Sergio Tafoya Zarate** y **Fredi Flores Rojas** les agradezco por su amistad y apoyo incondicional, fueron parte fundamental para la realización de este trabajo, les deseo lo mejor de los éxitos y siempre que lo necesiten de mi ahí estaré para apoyarlos incondicionalmente.

DEDICATORIA

Mi trabajo de investigación se la dedico con todo mi amor y cariño.

A mi Madre Francisca Adorno Rosales.

Por todo este tiempo por su sacrificio, esfuerzo y mil cosas más te doy gracias por darme una carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre has estado brindándome su comprensión, cariño y tu amor incondicional, Te Amo Mamá.

A mi Padre Javier Flores Vergara.

Padre, siempre has sido un ejemplo a seguir, tú has forjado a un hombre que ahora soy; te admiro por tu esfuerzo para salir adelante. Tus fuerzas inagotables y el amor que me has enseñado a la agricultura, siempre buscando formar a tus hijos como personas de bien, este trabajo es un obsequio de mi parte como pequeña muestra de agradecimiento a los esfuerzos que has hecho por mí. Gracias por todas tus enseñanzas.

A mis Hermanos Ing. José Ángel y Kenia Sarahí

Por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento les comparto mi inmensa felicidad por el logro que he alcanzado ustedes son parte fundamental en mi vida, Gracias Hermanos.

A mis Tíos y Tías

Diego, Rosalio, Miguel, Gloria, Emilia, Rocío, Catalino, Clemente, Dulia, Rogelia Gracias a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mis Primos Hermanos

Fernando, Jairo, Rafael, Hermilo, José Luis, José Rosalio, Laura, Alma, Ángel, Miguel Ángel, Lorena, Margarito. Gracias a cada uno de ustedes por cada enseñanza y su apoyo incondicional en todo este tiempo que llevo mi carrera universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDO	III
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE GRAFICOS	VIII
RESÚMEN	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo.....	2
1.2. Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Origen, domesticación y distribución geográfica del tomate	3
2.2. Taxonomía	4
2.3. Morfología de la planta	4
2.3.1. Raíz	4
2.3.2. Tallo.....	5
2.3.3. Hoja	5
2.3.4. Flor	6
2.3.5. Semilla.....	6
2.3.6. Fruto	6
2.4. Tipos de tomates	7
2.5. Valor nutricional y medicinal	7
2.6. Requerimientos climáticos y edafoclimaticos.....	8
2.6.1. Temperatura	8
2.6.2. Radiación.....	8
2.6.3. Humedad relativa	9
2.6.4. Requerimiento de suelo.....	9
2.6.5. Altitud.....	9
2.7. Elección del material vegetal	10

2.8. Labores culturales.....	10
2.8.1. Trasplante.....	10
2.8.2. Aporcado y rehundido.....	10
2.8.3. Tutorado	11
2.8.4. Poda	12
2.8.5. Poda de formación	12
2.8.6. Podas de brotes axilares	12
2.8.7. Poda de hojas o deshojado	13
2.8.8. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos	13
2.8.9. Poda apical o despunte	14
2.8.10. Polinización	14
2.9. Cosecha y calidad.....	15
2.9.1. Índices de cosecha.....	16
2.9.2. Calidad del fruto	17
2.9.3. Contenido de sólidos solubles o °Brix	18
2.10. Composta	18
2.11. Lombricultura	18
2.11.1. Lombricomposta, humus sólido de lombriz o vermicomposta	18
2.11.2. Humus de lombriz.....	19
2.11.3. Composición química	20
2.11.4. Ventajas de su utilización	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Localización del experimento.....	23
3.2. Material vegetal.....	23
3.3. Materiales	24
3.4. Establecimiento y desarrollo de la investigación.....	25
3.5. Preparación del sustrato de lombricomposta y suelo.....	25
3.6. Descripción de los tratamientos y cálculo de la solución nutritiva.....	27
3.7. Manejo de plagas.....	29
3.8. Manejo de enfermedades	30
3.9. Labores culturales.....	30
3.9.1. Tutorio	30

3.9.2. Poda de brotes axilares.....	30
3.10.1. Peso de fruto (PF)	31
3.10.2. Diámetro ecuatorial (DE)	31
3.10.3. Diámetro polar (DP).....	32
3.10.4. Firmeza (F)	32
3.10.5. Concentración de sólidos solubles ó °Brix (Bx)	33
3.10.6. Número de frutos por racimo (NF).....	33
3.10.7. Peso total de frutos (PT).....	33
3.11. Análisis estadístico	34
3.12. Mediciones al sustrato de crecimiento	34
3.12.1. Medición de la conductividad eléctrica (CE)	34
3.12.2. Medición del potencial de hidrogeno (pH)	35
3.13. Variables evaluadas en la planta	36
3.13.1. Volumen de la raíz (VR)	36
3.13.2. Peso fresco de raíz (PFR)	37
3.13.3. Peso seco de la raíz (PSR)	37
3.13.4. Altura final de la planta (AP).....	37
3.13.5. Diámetro final de tallo (DT).....	38
3.13.6. Número de hojas (NH).....	38
3.13.7. Número de racimos (NR).....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. ANVA de variables evaluadas del fruto.....	39
4.2. Análisis de medias para variables evaluadas del fruto	40
4.3. Medición de la conductividad eléctrica (CE) en el sustrato.....	43
4.4. Medición del potencial de hidrogeno (pH) en el sustrato	44
4.5. ANVA de las variables evaluadas en la planta y pruebas de medias	45
V. CONCLUSIÓN	48
VI. RECOMENDACIONES	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Clasificación de la taxonomía, Nuez (1995)	4
Cuadro 2.2. Contenido de N, P, K, y M. O, en diferentes muestras de lombricomposta	21
Cuadro 2.3. Contenido de nutrimentos de la lombricomposta y aporte según diferentes dosis de aplicación	21
Cuadro 2.4. Respuesta de algunos cultivos a la aplicación de la lombricomposta ...	21
Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos	27
Cuadro 3.2. Análisis químico del agua potable utilizada	27
Cuadro 3.3. Aportes nutricionales considerados en el experimento	28
Cuadro 3.4. Diseño de la solución nutritiva	28
Cuadro 3.5. Cálculos finales para aporte de macronutrientes	29
Cuadro 3.6. Fechas de corte de racimos de tomate cherry silvestre en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino	31
Cuadro 3.7. Fechas de medición de CE y pH del sustrato.....	35
Cuadro 4.1. Cuadrados medios y prueba de F de los análisis de varianza del racimo 1 para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino	39
Cuadro 4.2. Cuadrados medios y prueba de F de los análisis de varianza del racimo 2 para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino	40
Cuadro 4.3. Cuadrados medios y prueba de F de los análisis de varianza del racimo 3 para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino	40
Cuadro 4.4. Prueba de rango múltiple de DMS (0.05) realizadas de cada variable evaluada de los parámetros de calidad para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino	42
Cuadro 4.5. Cuadrados medios y prueba de F de los análisis de varianza de la raíz para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino	45
Cuadro 4.6. Prueba de rango múltiple de DMS (0.05) para las variables evaluadas de la raíz del tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino.....	46
Cuadro 4.7. Cuadrados medios y prueba de F de los análisis de varianza de parámetros de crecimiento para tomate cherry establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino	46
Cuadro 4.8. Cuadro 4.4. Prueba de rango múltiple de DMS (0.05) para cada variable evaluada de planta de los parámetros de crecimiento para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Localización del área experimental.....	23
Figura 3.2. Material vegetal de tomate (<i>Lycopersicon esculentum Mill.</i>) cherry silvestre.....	24
Figura 3.3. Combinación del sustrato utilizado en el experimento.	26
Figura 3.4. Producción de tomate cherry silvestre en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino.	26
Figura 3.5. Aplicación de extracto de tabaco.	29
Figura 3.6. Cosecha de racimo de tomate cherry silvestre.	30
Figura 3.7. Medición de diámetro polar de fruto.....	32
Figura 3.8. Medición de firmeza.....	32
Figura 3.9. Medición concentración de sólidos solubles.	33
Figura 3.10. Medición de peso total de frutos.	33
Figura 3.11. Medidor portátil de CE y pH.	34
Figura 3.12. Material utilizado para realizar el método relación 2:1.	35
Figura 3.13. Muestra preparada del sustrato en el agitador mecánico.	36
Figura 3.14. Medición de volumen de raíz.	36
Figura 3.15. Medición de peso de raíz.	37

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 4.1. Monitoreo de la conductividad eléctrica del sustrato en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino.	43
Gráfico 4.2. Monitoreo del potencial de hidrogeno del sustrato en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino.	44

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el periodo de febrero a junio en un macrotúnel rústico en el Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada a 7 km al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila. El objetivo del experimento fue, evaluar el impacto de lombricomposta (LC) sólida en combinación con suelo natural, como sustrato de crecimiento, en el comportamiento productivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*), cherry silvestre con una solución nutritiva base a Steiner. Se evaluaron 5 tratamientos con 4 repeticiones para un total de 20 unidades experimentales. Las variables de calidad fueron Peso de fruto (PF), Diámetro ecuatorial (DE), Diámetro polar (DP), Firmeza (F), °Brix (BX), Número de frutos por racimo (NF) y Peso de total de frutos (PT). Mediciones de pH y CE del sustrato. Variables evaluadas en la planta, Volumen de raíz (VR), Peso fresco de raíz (PFR), Peso seco de raíz (PSR), Número de racimos (RC), Diámetro de tallo (DT), Número de hojas (NH), y Altura final de la planta (ALT). Para el análisis de resultados se utilizó el programa S.A.S (Sistema de Análisis Estadísticos) en versión 9.1; y para la prueba de medias con DMS a un nivel de significancia al 0.05. El diseño experimental usado fue el completamente al azar. Para el racimo 1 el tratamiento 5 obtuvo diferencia significativa en las variables NF y PT. Para el racimo 2 y 3, en variables de calidad no presentaron diferencia estadística; pero si numéricamente donde sobresalieron otros tratamientos en comparación al testigo, en cuanto las variables de planta la LC tuvo un efecto negativo en el experimento. Como conclusión de la investigación se apreció que conforme se incrementó el nivel de LC el comportamiento productivo de planta fue decayendo, de manera que su uso como sustrato de crecimiento fue contraproducente.

PALABRAS CLAVES: *Lycopersicon esculentum Mill.*, solución nutritiva, Lombricomposta.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos hortícolas, a la par de lo que sucede con el resto de los alimentos de origen agrícola, siguen presentando un incremento en su demanda acorde con Astier y Hollands (2005) la presión sobre este tipo de sistemas productivos impone tener un empleo eficiente de los insumos productivos con prácticas que permitan lograr las cantidades superiores de productos posibles.

Una etapa de esta actividad es el suministro de los nutrientes vegetales de adecuado origen, para que a la vez que fortalecen la planta, cuiden de la calidad del sustrato y de lo cosechado. Mencionan Nieves *et al.* (2013) que cuando los materiales nutritivos logran integrarse, además de la planta, a los ciclos naturales del ecosistema; se tiene un impacto muy aceptable en el cuidado ambiental. Una herramienta útil a este propósito son los sustratos naturales en la forma de lombricompostas a base de estiércoles de bovinos lecheros.

Estos sustratos presentan características bastante deseables para los proyectos agrícolas como son su mínima presencia de ingredientes sintéticos, componentes de fácil integración en la naturaleza, residualidad que fortalece a la población microbiana del sustrato y enriquecimiento mineral en su tránsito por el tracto digestivo de la lombriz de tierra, según Larco (2004). El empleo como sustrato vegetal de la combinación de porcentajes de lombricomposta con suelo natural permite, además de tener un material de más alta fertilidad citan Noh-Medina *et al.* (2010), la posibilidad de seguir obteniendo beneficios en los suelos con cierto grado de agotamiento productivo de acuerdo con González *et al.* (2013); y que con este tipo de manejo, hasta posibilita su progresiva recuperación. Con base a lo expuesto, en esta ocasión se estableció a nivel de macrotúnel rústico un ciclo de producción de tomate empleando como sustrato suelo natural más distintos porcentajes de lombricomposta sólida. De modo que en base a ello se plantea esta investigación con el objetivo e hipótesis:

1.1. Objetivo

Evaluar el impacto de lombricomposta (LC) sólida en combinación con suelo natural, como sustrato de crecimiento, en el comportamiento productivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*), cherry silvestre con una solución nutritiva base a Steiner

1.2. Hipótesis

La lombricomposta sólida generará un comportamiento productivo superior del tomate cherry silvestre con fertilización con solución nutritiva base Steiner

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen, domesticación y distribución geográfica del tomate

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile. En la actualidad todavía crecen silvestres las diversas especies del género en algunas de las zonas de la región antes mencionada. La planta fue llevada por los distintos pobladores de un extremo a otro, extendiéndose por todo el continente.

El centro de domesticación del tomate ha sido controvertido; sin embargo, se cree que el origen de su domesticación es México, porque existe mayor similitud entre los cultivares europeos y los silvestres de México que con los de la zona andina. A la llegada de los españoles a América el tomate estaba integrado a la cultura azteca. Además el nombre moderno tiene su origen en la lengua náhuatl de México donde se le llamaba "tomatl" como expone Sañudo (2013).

Nuez (1999) cita que el tomate o jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), especie cultivada originaria de América y al parecer domesticado por primera vez en México, es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente, debido a su alto nivel de consumo, por lo que constituye una de las principales fuentes de vitaminas y minerales.

El jitomate es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas, perenne, de porte arbustivo que se cultiva como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta o erecta y el crecimiento es limitado en variedades determinadas e ilimitadas en las variedades indeterminadas. La ramificación es generalmente simpodial, con lo que los ejes sucesivos se desarrollan a partir de la yema axilar del eje precedente y la yema terminal da lugar a la inflorescencia o a ramas abortivas. Las hojas son compuestas, imparipinadas con 7 a 9 folíolos y una filotaxia de 2/5 en espiral.

La inflorescencia es un dicasio compuesto generalmente por 4 a 12 flores. El fruto es una baya de forma globular, ovoide o aplastada cuyo peso oscila, según la variedad entre 5 y 500 g.

Cuando la planta crece directamente de la semilla sin sufrir trasplantes desarrolla una potente raíz principal que le permite adaptarse a ecosistemas semidesérticos, pero cuando la raíz principal se daña como por ejemplo a consecuencia del trasplante, se desarrolla un sistema de raíces laterales adventicias según Nuez (1999).

La planta se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de suelo, temperaturas y métodos de cultivo, pero se desarrollan mejor en ambientes cálidos, con buena iluminación y drenaje. La exposición prolongada a temperaturas inferiores a 10 °C, la escarcha, una iluminación diurna inferior a 12 h, un drenaje deficiente o un abonado nitrogenado excesivo le afectan desfavorablemente.

El fallo en el cuajado por polinización deficiente es uno de los problemas más comunes en el cultivo del jitomate hace mención Nuez (1999).

2.2. Taxonomía

Según Nuez (1995) describe la taxonomía mayormente aceptada la cual es la siguiente:

Cuadro 2.1. Clasificación de la taxonomía, Nuez (1995)

Clase	Dicotiledóneas
Orden	Solanales (personatae)
Familia	Solanaceae
Subfamilia	Solanoideae
Tribu	Solaneae
Género	<i>Lycopersicon</i>
Especie	<i>esculentum</i>

2.3. Morfología de la planta

2.3.1. Raíz

Nuez (1995) menciona que el sistema radicular presenta una raíz principal, raíces secundarias y raíces adventicias.

Si se secciona la raíz principal transversalmente de afuera hacia adentro encontramos tres zonas claramente diferenciadas: la epidermis, el cortex y el cilindro central o vascular.

Epidermis: En esta zona se sitúan los pelos absorbentes, que son extensiones tubulares de células epidérmicas especializadas en la absorción de agua y nutrientes.

Cortex: Es un anillo de tres o cuatro células de espesor, que por lo general es de tipo parenquimatoso. La capa más interna constituye la endodermis, que establece el límite entre la corteza o cortex y el cilindro central o vascular.

Cilindro central. Es la capa más externa que está en contacto con la endodermis, es el periciclo, que es un tejido uniestratificado a partir del cual se forman las raíces secundarias.

2.3.2. Tallo

El tallo principal consta de un eje con un grosor que va de 2 - 4 cm en su base, sobre el cual se desarrollan hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura de afuera hacia adentro, consta de: epidermis, de la cual parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular, y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales señala Infoagro (1999).

2.3.3. Hoja

Menciona Infoagro (1999), que son compuestas e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se encuentran dispuestas de forma alternante sobre el tallo.

El mesófilo o tejido parenquimatoso está recubierto de una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

2.3.4. Flor

Es perfecta, regular e hipoginia y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelven al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso, generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G, es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan en las axilas de las hojas, Cita Infoagro, (1999).

2.3.5. Semilla

Infoagro (1999) hace mención que la semilla de tomate es de una forma ovalada y aplanada con un tamaño promedio de unos 3.5 milímetros de longitud. Posee una cubierta protectora conocida como testa, es de color pálido y se encuentra envuelta por una capa muy fina de falsos pelillos, que más bien son remanentes de células suberizadas, que proviene de la pared celular.

2.3.6. Fruto

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas.

El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto según Infoagro (1999).

2.4. Tipos de tomates

Jaramillo *et al.*, (2007) mencionan que en el comercio existen diversas formas, colores y tamaños de tomates en nuestro país. Los tomates se diferencian de acuerdo con su uso, ya sea para consumo en fresco o industrial, y según la forma externa de los frutos. Generalmente se tienen cuatro tipos:

- **Milano:** Es de forma achatada o semiachatada, con cuatro lóculos o más y con un peso promedio entre 200 y 400 gramos.
- **Chonto:** Son de forma redonda a ovalada, levemente elongados u oblongos, con dos a cuatro lóculos, y tienen un peso promedio de 70 a 220 gramos.
- **Cherry:** Posee frutos de tamaño muy pequeño, de 1 a 3 cm de diámetro, con un peso promedio de 10 gramos, se agrupan en ramilletes de 15 o más frutos y existen variedades de colores muy variables, como amarillos, rojos o naranjas. Los frutos pueden ser del tipo pera o redondo.
- **Industrial:** Se caracteriza por tener gran cantidad de sólidos solubles, su forma puede variar, desde redondo hasta piriforme, y es de un color rojo intenso.

2.5. Valor nutricional y medicinal

El tomate es una rica fuente de vitaminas, tiene un importante valor nutricional ya que incluye proteínas, hidratos de carbono, fibra, ácido fólico, ácido tartárico, ácido succínico y ácido salicílico.

El tomate es rico en licopeno, pigmento que le proporciona su característico color rojo, el licopeno es el más potente de los antioxidantes: se ha demostrado que este componente puede prevenir e incluso combatir el cáncer debido a que protege las células de los efectos de la oxidación manifiestan Jaramillo y Atehortua (2002).

2.6. Requerimientos climáticos y edafoclimaticos

2.6.1. Temperatura

Según Valadez (1998) el tomate es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas. El rango de temperatura del suelo debe ser de 12° a 16°C (mínima 10°C y máxima de 30°C) y la temperatura ambiente para su desarrollo es de 21° a 24°C, siendo la óptima de 22°C; a temperaturas menores de 15°C y mayores de 35°C puede detenerse su crecimiento. Cuando se presentan temperaturas altas (> 38°C) durante 5 a 10 días antes de la antésis, hay poco amarre de fruto, debido a que se destruyen los granos de polen; si las temperaturas elevadas prevalecen durante 1 a 3 días después de la antésis, el embrión es destruido (después de la polinización).

El amarre del fruto también es bajo cuando las temperaturas nocturnas son altas (25° a 27°C) antes y después de la antésis. A temperaturas de 10°C o menores, un gran porcentaje de flores son abortadas.

La temperatura óptima para la maduración del fruto es de 18° a 24°C; si la temperatura es menor de 13°C, los frutos tienen una maduración muy pobre. Asimismo cuando la temperatura es mayor de 32°C durante el almacenamiento, la coloración roja (licopeno) es inhibida y los frutos se tornan amarillos. Se afirma que a temperaturas de 22° a 28°C se obtiene una óptima pigmentación roja.

2.6.2. Radiación

El tomate es un cultivo insensible al fotoperíodo, entre 8 y 16 horas, aunque bien requiere buena iluminación. Si la iluminación está limitada, se reduce la tasa de fotosíntesis neta, lo que implica una mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y producción. Los valores de radiación total diaria giran en torno a 0.85 MJ/m², considerados como los mínimos para la floración y cuajado, siendo favorables iluminaciones intensas en cortos periodos de tiempo, que iluminaciones más débiles en un lapso de tiempo más largo menciona Nuez (1995).

2.6.3. Humedad relativa

Según Nuez (1995), la humedad relativa en el cultivo de tomate debe de ser por debajo del 90%, ya que humedades por arriba de este porcentaje son favorables para el desarrollo de enfermedades criptogámicas, especialmente Botrytis,

Siendo los valores óptimos aquellos que oscilan entre un 70 y 80%, incluso con temperaturas nocturnas de bajas de aire de 13°C.

También menciona que bajo condiciones de baja humedad relativa, la tasa de transpiración crece, lo que puede traer como consecuencia un estrés hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis, especialmente cuando se encuentra en la fase de fructificación, cuando la actividad radicular es reducida. Valores extremos de humedad reducen el cuajado de tomate; valores muy altos, especialmente con baja iluminación, reducen la viabilidad del polen, pudiendo ocasionar al reducirse la evapotranspiración, una reducción de agua y nutrientes y generar una deficiencia de calcio, que posteriormente viene a ocasionar la pudrición apical del fruto.

2.6.4. Requerimiento de suelo

El tomate prospera en diferentes tipos de suelo, aunque los más indicados son los suelos sueltos, fértiles, bien aireados y con buen drenaje interno y capacidad de retener humedad, de texturas francas a franco arcillosas, con contenidos de materia orgánica altos y buen contenido de nutrientes mencionan Cadenas *et al.*, (2003). Preferentemente deben ser suelos profundos o al menos que tenga 30 cm. La planta resistente a la salinidad, pues con una CE de 4.0 dS/m⁻¹, el rendimiento solo se afectara en un 10%. La CE óptima normal es de 3 dS/m⁻¹. El pH que mejor se desarrolla es de 6.7. Sin embargo, tolera pH relativamente elevados de 8.5 o bajos de 5.8 donde el rendimiento puede reducirse al disminuir cita Mondragón (2005).

2.6.5. Altitud

El tomate puede cultivarse desde los 20 a los 2000 msnm, tomando en cuenta la capacidad de adaptación de cada variedad o híbrido según Rodríguez *et al.*, (2006).

2.7. Elección del material vegetal

La elección de la variedad de tomate para invernadero debe hacerse con mucho cuidado debido a que existen en el mercado cientos de variedades disponibles, pero no todas son apropiadas para la producción intensiva en invernadero citan Pérez y Castro (1999).

Los principales criterios para la elección del genotipo que se pretende establecer son los siguientes:

- Alta precocidad
- Características de la variedad comercial y vigor de la planta
- Tipo de fruto
- Resistencia a enfermedades y/o plagas
- Calidad externa e interna del fruto
- Adaptación a condiciones ambientales de estrés

2.8. Labores culturales

2.8.1. Trasplante

El establecimiento del cultivo, en este caso el tomate, se realiza cuando se ha llevado a cabo una serie de preparativos a iniciar un ciclo productivo en el invernadero, tales preparativos son: Definir fecha del trasplante, tener una planta sana y vigorosa con suficiente raíz; realizar el trasplante cuando la planta tenga el tamaño, vigor y desarrollo radicular deseado, tener preparado el suelo del invernadero bien mullido y húmedo, buscar las condiciones climáticas más favorables del día para realizar el trasplante ya sea durante la mañana muy temprano o durante la tarde, definir el marco de plantación. Esto varía de 2.5 a 3 plantas por m² citan Garza y Molina (2008).

2.8.2. Aporcado y rehundido

Cadenas *et al.*, (2003) describen que el aporcado es una práctica que consiste en abrigar la planta con arena o tierra con objeto de fomentar la creación de un mayor número de raíces, y se hace después de la poda de formación.

El rehundido es una variante del aporcado y consiste en doblar la planta hasta que ésta entra en contacto con la tierra, rascando un poco en ella y depositando con cuidado la misma, echando después arena y dejando fuera la yema terminal y un par de hojas. Esta última operación está en desuso, por lo que carece de importancia en agricultura moderna.

Debido a la intensificación de cultivos, se tiende a aminorar mano de obra y como consecuencia la plantación se está haciendo últimamente sobre la arena evitando ser aporcadas.

2.8.3. Tutorado

Mencionan Jaramillo *et al.*, (2007) el tutorado consiste en guiar verticalmente las plantas a lo largo de una cuerda, permite un crecimiento vertical de las plantas evitando que las hojas y, sobre todo, los frutos tengan contacto con el suelo. Entre las ventajas de la instalación de un adecuado tutorado se tienen: Evitar daños mecánicos a la planta, tanto sea por el peso de los frutos o durante las prácticas culturales; obtener frutos de mejor calidad, ya que éstos no tienen contacto con el suelo; mejorar la aireación general de la planta, facilitar el control fitosanitario y la cosecha de los frutos, y favorecer el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia), sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado por encima de la planta (1.8 - 2.4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se sujeta al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcanza el alambre cita Paredes (2009).

Cuando las plantas desarrollan una altura de 10 a 20 cm de altura se atan ala rafia esta se sujeta al tallo ya sea mediante un nudo o un clip desarrollado para este fin con forme se va desarrollando el tallo, este se va liando con la rafia o mediante el clips quedando este por debajo del ramillete.

2.8.4. Poda

La poda es una práctica agronómica utilizada para obtener plantas equilibradas y vigorosas, y a su vez buscar que los frutos no queden ocultos entre el follaje y mantenerlos aireados y libres de condensaciones. Sin embargo, la poda no debe ser excesiva, ya que los excesos de radiación solar pueden provocar en el fruto el llamado “golpe de sol”, que afecta la calidad reportan Jasso *et al.*, (2011).

Garza y Molina (2008) mencionan que la poda se realiza con las mayores medidas de asepsia usando tijeras desinfectadas con alcohol al 70% o con una solución de Hipoclorito de sodio al 2%.

2.8.5. Poda de formación

Ésta es la primera poda que se le realiza a la planta en los primeros 25 a 30 días después del trasplante, y que define el número de tallos que se van a desarrollar. En el momento de la poda de formación, y en ella se eliminan los brotes o chupones que se desarrollan en la base del tallo que están por debajo del primer racimo floral, se pueden trabajar plantas a uno, dos, tres y hasta cuatro tallos manifiestan Jaramillo *et al.*, (2007).

2.8.6. Podas de brotes axilares

De acuerdo con Argerich *et al.*, (2010) la técnica del desbrote se pretende limitar el número de puntos de crecimiento de la planta, favoreciendo el flujo de fotoasimilados hacia el ápice terminal, el tallo, las raíces y los racimos con frutos.

Los chupones son los pequeños brotes que crecen en el tallo principal y los peciolos de las hojas, debiendo ser eliminados antes que desarrollen demasiado, pues tomarían parte de los nutrientes que son precisos a los frutos menciona Resh (2001).

Citan Argerich *et al.*, (2010) que los brotes en las axilas de las hojas comienzan a manifestarse cuando florece el primer racimo floral, y la dominancia apical se ve disminuida. En este momento se hace el primer desbrote del cultivo, eliminando todos los brotes por debajo del racimo floral los brotes deben de quitarse cuando alcancen una longitud de una o dos pulgadas (2.5 a 5 cm) en el este momento son frágiles y pueden arrancarse con los dedos sin causar daño en la zona axilar (área

entre el tallo y el peciolo). Cuando los chupones están muy desarrollados abra que cortarlos con tijeras de podar o navajas argumenta Resh (2001).

2.8.7. Poda de hojas o deshojado

Describe Paredes (2009) que en esta actividad es recomendable eliminar tanto en las hojas senescentes para facilitar la aireación, disminuir la humedad relativa y mejorar el color de los fruto, esta poda facilita el manejo de los problemas sanitarios y permite mayor entrada de luz a la planta, se debe hacer cuando el segundo racimo haya florecido completamente, y se eliminan las primeras 5 hojas basales, dejando 2 hojas por debajo del primer racimo; la segunda poda se hace cuando florezca el tercer racimo, y se debe eliminar la segunda hoja del primer entrenudo, o sea, la hoja de la mitad entre el primero y el segundo racimo. Las podas siguientes se hacen a medida que la planta va floreciendo, con el siguiente orden: Poda de segunda hoja del segundo entrenudo, cuando florezca el cuarto racimo. La poda de segunda hoja del tercer entrenudo, cuando florezca el quinto racimo y así sucesivamente. Siempre se poda la segunda hoja, puesto que es la que menor aporte hace al llenado del racimo.

En plantas con crecimiento indeterminado, las hojas se ubican en grupos de tres (hojas A, B, C) seguidas de un racimo floral; la hoja A es la que está inmediatamente por debajo o al frente del racimo floral, es la responsable del 75% del llenado del fruto; en tanto que la hoja B se ubica en posición intermedia a la hoja A y C y colabora con cerca del 15% del llenado del fruto; la hoja C aporta el 8%, repartiendo sus fotosintatos en forma bilateral para el racimo anterior y posterior, manifiestan Jaramillo, *et al.*, (2006).

2.8.8. Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Hacen mención Jaramillo, *et al.*, (2007) que el objetivo de este tipo de poda es balancear el crecimiento vegetativo y generativo de la planta, y homogenizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad.

Garza y Molina (2008) describen que de forma general se pueden distinguir dos tipos de aclareo:

- Aclareo sistemático: Es una intervención que tiene lugar sobre los racimos dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados
- El aclareo selectivo: Que tiene lugar sobre los frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre.

2.8.9. Poda apical o despunte

Esta poda permite detener el crecimiento de la planta, y se debe realizar una vez que se haya determinado el número de racimos que se quiere producir.

Le permite a la planta dirigir buena parte de los nutrientes que estaba usando para crecer hacia los últimos racimos, y por lo tanto se obtienen mejores calibres y peso de frutos. La poda consiste en eliminar el brote terminal, y se debe hacer dejando 5 hojas por encima los últimos racimos, y por lo tanto se obtienen mejores calibres y peso de frutos. La poda consiste en eliminar el brote terminal, y se debe hacer dejando 5 hojas por encima del último racimo seleccionado, con el objeto de que estas hojas hagan la labor de “bomba succionadora”, para subir el agua y los nutrientes para el llenado de los últimos racimos manifiesta Paredes (2009).

2.8.10. Polinización

Según Jasso *et al.*, (2011) la polinización consiste en la transferencia del polen de los estambres al pistilo. La flor del tomate es hermafrodita, lo que quiere decir que la flor tiene los dos sexos y es capaz de auto polinizarse.

Los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre; no obstante, en los invernaderos, el movimiento de aire es insuficiente para que las flores se polinicen por si mismas añade Resh (2001).

Castellanos (2004) comenta que para el cuajado de frutos se utilizan varias técnicas: Mecánica, mediante insectos o con fitorreguladores, la polinización mecánica es eficiente, siempre y cuando las condiciones de humedad relativa y temperatura sean favorables para un mayor desprendimiento del polen, los métodos son variados

como es el movimiento de la planta con un chorro de aire con bombas de mochila, o como golpes vibrantes al emparrillado del entutorado.

El uso de insectos básicamente concierne a la polinización con abejorros del género *Bombus Terrestris*, es el que por su rusticidad se ha impuesto. El abejorro visita las flores en busca de polen como fuente de proteína para alimentar las larvas de su colonia visita entre 6 y 10 flores por minuto, de manera que la colmena llega a visitar entre 20 y 50 mil flores diariamente, la vida útil de la colmena va de 8 a 12 semanas dependiendo del manejo, el uso y las condiciones ambientales. Los abejorros dejan unas marcas de color naranja en flores visitadas esta característica se toma en cuenta para evaluar la actividad de los mismos.

2.9. Cosecha y calidad

El estado de madurez es uno de los factores de mayor incidencia en la vida postcosecha y calidad del producto. Los frutos cosechados verdes son sensibles a la deshidratación y son de menor sabor y valor nutritivo; los maduros son menos sensibles a los daños por frío durante el almacenamiento, el momento de cosecha dependerá, entre otros factores, del mercado de destino al que accederá el producto. Si se quiere un mayor período de vida comercial o el mercado es distante, los frutos deberán cosecharse con menor madurez describen Argerich *et al.*, (2010).

Usualmente el tomate se consume con su máxima calidad organoléptica, que se presenta cuando el fruto ha alcanzado por completo el color rojo, por lo tanto el color del tomate es la característica externa más importante en la determinación del punto de maduración. El color rojo es el resultado de la degradación de la clorofila, así como de la síntesis de cromoplastos expresan Casierra *et al.*, (2008).

Luna y Delgado (2014) manifiestan que la maduración del tomate involucra una serie de cambios cualitativos y cuantitativos de la composición química del fruto en el que participan ácidos orgánicos, azúcares solubles, aminoácidos, pigmentos y alrededor de 400 compuestos volátiles que determinan el sabor y el aroma del fruto, estas variaciones en el contenido y composición química del tomate están relacionados con la variedad, grado de madurez, prácticas de cultivo, condiciones de

temperatura y luminosidad, existentes durante la producción y comercialización del fruto.

Sistemas de cosecha Alarcón (2013) menciona que los sistemas de cosecha del tomate pueden ser manuales o mecanizados. En general los frutos destinados a la industria se cosechan mecánicamente y los de consumo fresco preferentemente a mano, lo que implica mayor cantidad de mano de obra con mayores costos. Para realizar la cosecha mecánica se requiere de cultivares adaptados para ella y que presenten uniformidad en la producción y maduración.

La cosecha de tomate manual es generalmente escalonada en la planta y se realiza en varias etapas, según el periodo de producción de las plantas.

Al cosechar se debe considerar el estado de madurez, el destino que se le dará al producto; entre otros.

2.9.1. Índices de cosecha

De acuerdo con Trevor *et al.*, (2002) las normas para cosechar tomate: La mínima madurez para cosecha verde maduro 2, (mature green 2) se define en términos de la estructura interna del fruto: las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto; el material gelatinoso está presente en al menos un lóculo y se está formando en otros.

Tomates de larga vida de anaquel: La maduración normal se ve severamente afectada cuando los frutos se cosechan en el estado verde maduro 2 (VM2). La mínima madurez de cosecha corresponde a la clase rosa (Pink) (estado 4 de la tabla patrón de color utilizada por United States Department of Agriculture, (USDA); en este estado más del 30% pero no más del 60% de la superficie de la fruta muestra un color rosa-rojo.

Padrón *et al.*, (2012) describen el estándar estadounidense, establecido por USDA (1997), para la clasificación de tomates frescos se utilizan distintos conceptos para indicar el estado de maduración, tales como: 'green' completamente verde; 'breakers' con ruptura definitiva en el color de verde a amarillo oscuro, rosado o rojo en no más del 10% de la superficie; 'turning' con más del 10% pero no más del 30%

de la superficie en conjunto que muestra un definitivo cambio de color de verde a amarillo oscuro, rosado, rojo o una combinación; 'pink' con más del 30% pero no más del 60% de la superficie, muestra un color rosado o rojo; 'light red' con más del 60% de la superficie, en conjunto muestra un color rosado rojizo o rojo y no más del 90% es de color rojo; 'red' con más del 90% de la superficie es de color rojo y 'mixed color' que resulta ser cualquiera que no cumpla las designaciones anteriores en la gama de colores.

2.9.2. Calidad del fruto

Trevor *et al.*, (2002) mencionan que la calidad del tomate estándar se basa principalmente en la uniformidad de forma y en la ausencia de defectos de crecimiento y manejo.

El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial.

Forma: Bien formado (redondo, forma globosa, globosa aplanada u ovalada, dependiendo del tipo).

Color: Color uniforme (anaranjado-rojo a rojo intenso; amarillo claro). Sin hombros verdes.

Apariencia: Lisa y con las cicatrices correspondientes a la punta floral y al pedúnculo pequeñas. Ausencia de grietas de crecimiento, cara de gato, sutura, quemaduras de sol, daños por insectos y daño mecánico o magulladuras.

Firmeza: Firme al tacto, no debe estar suave ni se debe deformar fácilmente debido a sobre maduro.

Los grados de calidad en los Estados Unidos son: U.S. No. 1, combinación, No. 2, y No. 3. La distinción entre grados se basa principalmente en la apariencia externa, firmeza e incidencia de magulladuras, los tomates de invernadero se clasifican solamente como U.S. No. 1 o No. 2.

2.9.3. Contenido de sólidos solubles o °Brix

La escala °Brix se utiliza en el sector de alimentos, para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, dentro de la industria agroalimentaria ya que en realidad lo que se determina es el contenido de sólidos solubles totales, dentro de esta y centrándonos en la industria agrícola, los técnicos siempre hacen referencia al contenido de azúcares y se utiliza para hacer un seguimiento in situ en la evolución de la maduración de frutos y su momento óptimo de recolección citan Domene y Segura, (2014).

2.10. Composta

Jeavons (1994) define la composta como biomasa completamente digerida y/o una materia orgánica que posee la apariencia del humus. En cambio Deffis (1991) describe la composta como un producto negro, homogéneo y por regla general de forma granulada, sin restos gruesos, al mismo tiempo, es un producto húmico y cálcico; es un fertilizante por su aportación de microelementos al suelo y su valor es muy apreciado. Jeavons (1994) menciona que la composta es el proceso biológico, el cual nos permite obtener compost, abono excelente para la agricultura. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión, ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

2.11. Lombricultura

Friedrich y Kart (2001) definen como lombricultura a la serie de operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices y a la transformación por medio de ésta, de subproductos orgánicos en material fertilizante.

2.11.1. Lombricomposta, humus sólido de lombriz o vermicomposta

Para INIA (2008), se denomina humus de lombriz a los excrementos de las lombrices dedicadas especialmente a transformar residuos orgánicos y también a los que producen las lombrices de tierra como sus desechos de digestión. La lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) se ha adaptado muy bien a nuestras condiciones y está muy difundida en las diferentes regiones del país. El humus es el abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene 2 billones de bacterias por gramo de humus;

Por esta razón, su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo. El humus debe aplicarse en una cantidad mínima de 3 t/ha por año. Su uso se justifica principalmente para la fertilización integral (orgánica-mineral) en cultivos de alta rentabilidad, particularmente hortalizas. La forma de aplicación más conveniente es localizar el humus en golpes entre las plantas o en bandas.

Martínez (1996) señala que la lombricomposta es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición, asimila una parte para cubrir sus necesidades fisiológicas y otras partes las excretas. Este material es conocido como vermicomposta y humus de lombriz.

El constante movimiento de la lombriz en una cama le permite ir poco a poco transformando todo el desecho en pequeñas bolitas ovaladas que es la lombricomposta.

La definen como un sustrato estabilizado de gran uniformidad, contenido nutrimental y con una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de humedad Capistran *et al.*, (2001); Compagnoni y Putzolu (1990); García (1996); Irisson (1995).

En el manual de producción de lombricomposta (2008), la lombricomposta se define como el abono elaborado mediante la descomposición y transformación de materia vegetal o animal realizada por la lombriz roja californiana, la cual presenta una mayor reproducción y mejores condiciones de manejo en cautiverio que la lombriz de tierra. Como alimento de la misma se pueden usar los residuos domésticos, todos los residuos orgánicos provenientes de cosechas y estiércoles de animales. La adición de lombricomposta tiene efectos favorables en el crecimiento, desarrollo y abundancia radicular de las plántulas, lo cual es de gran importancia para un mejor rendimiento, enraizamiento y hacer una planta más tolerante al acame además de tener la ventaja de absorber agua y nutrientes con mayor facilidad.

2.11.2. Humus de lombriz

La base de la fertilidad de los suelos, está representada por el humus según Pardo *et al.*, (2005), citado por Mendoza (2010).

Comentan que el humus proviene de la materia orgánica de origen vegetal y animal, que al ser atacada por los microorganismos del suelo, se transforma en humus.

Friedich (2001) menciona que el humus de lombriz tiene un color café oscuro a negruzco, granulado e inodoro con un alto porcentaje de ácido húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años. Alta carga microbiana, que restaura la actividad biológica del suelo. Es un fertilizante bioorgánico activo, que ejerce en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.

Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas; la química del humus de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que permite colocar una semilla directamente en él, sin ningún riesgo.

Todo esto hace del humus un abono orgánico prácticamente insuperable, que puede incrementar la producción de hortalizas y otros productos vegetales. El humus puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad, la óptima es de 40% manifiesta Friedich (2001).

2.11.3. Composición química

Menciona Carrillo, (2012) que la composición y calidad de la lombricomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Un manejo adecuado de los desechos, una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de excelente calidad. La cantidad de nutrimentos en la lombricomposta es muy variable.

En el Cuadro 2.2 se indican algunos porcentajes de nutrimentos determinados en lombricomposta de diferente procedencia. En el Cuadro 2.3, el contenido y aporte de nutrimentos en diferentes dosis de aplicación y el Cuadro 2.4 la respuesta de diferentes cultivo a la aplicación de lombricomposta.

Cuadro 2.2. Contenido de N, P, K, y M. O, en diferentes muestras de lombricomposta

ELEMENTO	MUESTRAS					
	1	2	3	4	5	6
Nitrógeno	1.6	1.1	1.4	2	3.5	4.17
Fosforo	1.8	0.3	0.7	1.2	0.13	0.24
Potasio	1	1.1	1.2	1.0	1.39	0.78
Materia orgánica	42	20	17.5	38	63	87.3

Fuente: Martínez, C. 1995; Irisson, S. 1995; García, R. 1996.

Cuadro 2.3. Contenido de nutrimentos de la lombricomposta y aporte según diferentes dosis de aplicación

DOSIS APLICACIÓN (t/ha)	RENDIMIENTO (t/ha)				
	N	P ₂ O ₄	K ₂ O	Ca	Mg
4	58.8	66.9	43.9	116.4	23.6
8	117.6	133.8	87.8	132.8	47.2
12	176.4	200.7	131.7	349.2	70.8
16	235.2	267.7	175.6	456.6	90.4

Fuente: Arteaga, O et al. 1995.

Cuadro 2.4. Respuesta de algunos cultivos a la aplicación de la lombricomposta

DOSIS APLICACIÓN (t/ha)	RENDIMIENTO (t/ha)		
	TOMATE	TABACO	PASTO
0	8.13	1.56	10.97
4	23.37	1.79	13.00
8	24.61	1.88	14.33
12	22.69	1.82	14.38
16	18.57	1.92	13.24

Fuente: Arteaga, O. et al. 1995.

2.11.4. Ventajas de su utilización

Suquilanda (1995) considera que es uno de los abonos orgánicos de mejor calidad dando efecto en las propiedades biológicas del suelo, debido a la gran flora microbiana que contiene: 2 billones de colonias de bacterias por gramo de humus de lombriz. En vez de los pocos centenares de millones presentes en la misma cantidad

de estiércol anual fermentado; lo cual permite que se realice la producción de encimas importantes para la evolución de la materia orgánica del suelo.

También permite mejorar la estructura del suelo favoreciendo la aireación, permeabilidad, retención de humedad y disminuyendo la compactación del suelo; además los agregados del humus de lombriz son resistentes a la erosión hídrica.

Otra gran ventaja de la crianza de lombrices es la posibilidad de producir harina de lombriz, un producto de alto valor proteico para la alimentación de los animales. La harina de lombriz puede competir con la harina de pescado utilizada en la elaboración de raciones alimenticias para especies animales (vacunos, porcinos y aves) con la diferencia de que esta harina no transmite mal sabor a la carne y a los huevos. Además, la lombriz puede servir para la crianza de aves de corral, truchas y camarones.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El sitio experimental fue en un macrotúnel rústico de (6.00 x 12.00) m² en el Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Figura 3.1), ubicada a 7 km al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, en las coordenadas 25° 23' latitud norte y 101° 00' longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 1743 metros, la temperatura media anual es de 19.8°C.



Figura 3.1. Localización del área experimental.

3.2. Material vegetal

El material vegetal con que se trabajó en este experimento fue un tomate tipo cherry, las plántulas se obtuvieron con un material vegetal de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) cherry silvestre colectado, en diciembre de 2017, en el Ejido Zacate Colorado II, Municipio Ignacio de la Llave, Veracruz, México (Figura 3.2).



Figura 3.2. Material vegetal de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cherry silvestre.

3.3. Materiales

- Semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cherry silvestre
- Lombricomposta
- Suelo
- Charola para germinación
- Sustrato: Peat Moos.
- Bolsas de nylon (10 litros)
- Cinta métrica
- Fertilizantes
- Ácidos (HNO_3 , H_2PO_4 , H_2SO_4)
- Tanque de 200 litros
- Vaso precipitado
- Vernier (marca TRUPPER)
- Producto orgánico contra plagas
- Productos químicos contra enfermedades
- Bomba de aspersion
- Potenciómetro portátil (marca HANNA y modelo HI 98130)
- Conductivímetro portátil (marca HANNA y modelo HI 98130)

- Penetrómetro (marca EXTECH y modelo FHT200)
- Refractómetro de mano (marca MASTER-HONEY y modelo BX 21.5.2014)
- Balanza (marca SARTORIUS y modelo 1216 MP)
- Rafia
- Agua destilada
- Soluciones buffer
- Agitador mecánico (marca THERMO SCIENTIFIC y modelo 4310)

3.4. Establecimiento y desarrollo de la investigación

Las semillas de jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) cherry silvestre se sembraron en charolas germinadoras de espuma de poliestireno blanco de 200 cavidades con medidas de 33 x 67 x 6.5 cm, para lo cual se utilizó peat moos para su germinación.

El trabajo de investigación se estableció en el período comprendido entre febrero 2018 y junio 2018 con plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum mil.*) cherry silvestre.

3.5. Preparación del sustrato de lombricomposta y suelo

A los dos meses de iniciar la alimentación de la lombriz se empezó a cosechar la lombricomposta (LC) sólida. Esta fue deshidratada a temperatura ambiente y sombreado, para ser triturada manualmente y tamizada en malla de 2 mm quedando lista para combinarse.

El suelo natural fue recolectado del Campus Universitario, de la capa 00 – 30 centímetros superiores; también previamente limpiado de piedras y restos orgánicos diversos y tamizado en malla de 2 mm con características de textura franco-arcillo y un pH alcalino.

Como sustrato de crecimiento se usaron las combinaciones de estos materiales. Los cuales fueron colocados en bolsas de nylon negro de 10 litros de capacidad, perforadas y con una capa de tres centímetros de grava de construcción en el fondo para drenaje (Figura 3.3).

Las bolsas se colocaron sobre una base a cincuenta centímetros sobre el suelo para mayor facilidad de manejo y limpieza.



Figura 3.3. Combinación del sustrato utilizado en el experimento.

Se realizó el trasplante el día 12 de marzo del 2018 en bolsas de nylon de diez litros. Ese día se hizo el tutoreo de las plantas sobre los alambres sujetos al macrotúnel con el fin de dar soporte a las plantas, se colocaron 2 plantas por bolsa dando un total 40 plantas para asegurar las 20 plantas que se utilizaron y eliminando las restantes (Figura 3.4).



Figura 3.4. Producción de tomate cherry silvestre en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino.

3.6. Descripción de los tratamientos y cálculo de la solución nutritiva

Se establecieron 5 tratamientos con 4 repeticiones (Cuadro 3.1) dando lugar a un total de 20 unidades experimentales. Utilizando como sustrato diferentes niveles de lombricomposta (LC) y un suelo alcalino, en la fertilización se utilizó una solución nutritiva base a Steiner.

Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Mezcla
1*	100% suelo
2	12.5% LC + 87.5% suelo
3	25.0% LC + 75.0% suelo
4	37.5% LC + 62.5% suelo
5	50.0% LC + 50.0% suelo

* El tratamiento 1 fue el testigo

Para la elaboración de la solución nutritiva se empleó agua corriente con las características propias de un recurso de zona de semidesierto (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Análisis químico del agua potable utilizada

CE= 0.48 dS m⁻¹

PH= 7.1

meq L⁻¹

HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	NO ₃ ⁻	H ₂ P04 ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺
5.0	0.7	0.06	--	--	1.14	0.22	0.28	--

Fuente: Laboratorio de Calidad de Aguas, Jardín Hidráulico, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, 2010.

La fertilización se realizó mediante el suministro de solución base a Steiner (Cuadro 3.3). Esta solución nutritiva consideró los requerimientos máximos de nutrientes que demanda el jitomate según la literatura. Se trabajó durante todo el cultivo al 100% de las concentraciones en sales.

Cuadro 3.3. Aportes nutricionales considerados en el experimento

meq L ⁻¹	Aniones -				Cationes +		
	NO ₃ ⁻	H ₂ P04	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	Ca ⁺⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
Agua de Riego	--	--	0.06	5.00	1.14	0.28	0.22
Solución Ideal	14	2	8.00	--	11.00	9.00	4.00
Aporte Finales	14	2	7.94	4.50*	9.86	8.72	3.78

*Se dejó 0.50 meq L-1 de HCO₃⁻ como buffer; 4.50 meq L-1 se neutralizaron con ácidos (H⁺)

Los primeros días después del trasplante se realizó un riego con agua donde solo se ajustó el pH entre 5.5 a 6.0, los siguientes riegos se realizó una solución al 50% de concentración base a Steiner, aplicando a todos los tratamientos. A los 35 días posteriormente se subió la concentración a una conductividad eléctrica 2.68 dS m¹ con base a Steiner (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4. Diseño de la solución nutritiva

	NO ₃ ⁻	H ₂ P04 ⁻	SO ₄ ⁻⁻	TOTAL
Ca ⁺⁺	9.86			9.86
K ⁺	4.14		4.58	8.72
Mg ⁺⁺			3.78	3.78
H ⁺	1.25	2	1.25	4.5
TOTAL	15.25*	2	9.61*	26.8
				26.8

Los iones con * se ajustaron para cerrar el cuadro de la solución nutritiva la CE final es de 2.68 dS m¹

Los fertilizantes a base de macro y microelementos (Cuadro3.5) se mezclaron en un depósito de 200 litros, se tomó la solución nutritiva para el riego de las unidades experimentales el volumen utilizado dependía hasta cuando existía un drenado del 30% del volumen invertido. Esto se realizó después de la semana de trasplante. Estas actividades se iniciaron el 19 de marzo del 2018, una semana después del trasplante.

Cuadro 3.5. Cálculos finales para aporte de macronutrientes

Fuente	meq L ⁻¹	Factor	g L ⁻¹ o ml L ⁻¹	200 Litros
Ca(NO ₃)+ 4H ₂ O	9.86	0.12	1.183	236.6
KNO ₃	4.14	0.10	0.414	82.8
K ₂ SO ₄	4.58	0.09	0.412	82.4
MgSO ₄ + 7H ₂ O	3.78	0.12	0.453	90.6
H ₃ PO ₄	2.00	0.07	0.140	28.0
HNO ₃	1.25	0.09	0.112	22.4
H ₂ SO ₄	1.25	0.05	0.625	125

En lo que respecta a la solución nutritiva la cual se encontraba en el depósito de 200 litros, se observó que las sales formaron precipitado al fondo del tanque después de un tiempo de resguardarlo. Se encontró que el pH fue de 7.55 y la conductividad eléctrica (CE) de 3.26 dS m⁻¹. Se procedió a elaborar una a la corrección del pH y así evitar los precipitados de los fertilizantes. Para corregir el pH, es decir bajar su valor de 7.55 a 5.95 que es lo recomendado se utilizó ácido nítrico. Normalmente se emplearon alrededor de 25 ml de ácido para 200 litros de solución nutritiva.

3.7. Manejo de plagas

Después de los 20 días se realizó como preventivo la aplicación de extracto de tabaco como repelente para la mosquita blanca (Figura 3.5).



Figura 3.5. Aplicación de extracto de tabaco.

3.8. Manejo de enfermedades

En el mes de abril en algunas plantas se presentaron leves síntomas provocados por el tizón temprano, para ello se aplicó el producto **PROZYCAR 50%** a razón de 1g por litro de agua y el problema quedó resuelto.

3.9. Labores culturales

3.9.1. Tutoreo

A la semana de establecer los tratamientos se realizó el tutoreo, el cual consistió en poner un anillo de plástico con rafia en la parte más baja del tallo sostenido en un alambre en la parte alta del macrotúnel.

3.9.2. Poda de brotes axilares

Las podas se hacían cada vez que los brotes axilares superaban al tamaño 5 cm, ya que estos brotes o “chupones” pueden absorber nutrientes y provocar que los frutos no logren la calidad deseada. Las podas se hicieron para las 20 unidades experimentales con tijeras previamente desinfectadas.

3.10. Variables evaluadas del fruto

Para llevar a cabo las mediciones de las variables de fruto se procedió a la cosecha de los tres primeros racimos (Figura 3.6). El número de racimos se determinó por el grado de madurez de estos y por las condiciones ambientales que no eran favorables puesto que se carecía de la tecnología en el macrotúnel de un ambiente controlado para dar seguimiento a mayor tiempo de desarrollo de las plantas de tomate cherry silvestre.



Figura 3.6. Cosecha de racimo de tomate cherry silvestre.

La cosecha del racimo 1 fue a los 85 días después del trasplante (DDT) de la plántula de tomate cherry silvestre en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino, el racimo 2 a los 88 DDT y dando paso a la cosecha del tercer racimo a los 91 DDT (Cuadro 3.6).

Cuadro 3.6. Fechas de corte de racimos de tomate cherry silvestre en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino

FECHA	CORTES DE RACIMOS
5 /06/2018	1 ^{ER} RACIMO
8/06/ 2018	2 ^{DO} RACIMO
11/06/2018	3 ^{ER} RACIMO

A continuación se describen las variables evaluadas. Estas fueron realizadas de acuerdo a las fechas de cosecha antes mencionadas, obteniendo 20 racimos en cada cosecha. De cada racimo se tomaron 3 frutos representativos a los cuales se le evaluaron las variables de calidad de fruto: peso de fruto (PF), diámetro ecuatorial (DE), diámetro polar (DP), firmeza (F), °Brix (BX), número de frutos por racimo (NF) y peso de total de frutos (PT); las cuales se llevaron a cabo en las instalaciones del laboratorio de Fertilidad de Suelos del Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.10.1. Peso de fruto (PF)

El peso de fruto se obtuvo tomando 3 frutos representativos de cada racimo para posteriormente tomar el peso de cada fruto con la ayuda de una balanza electrónica marca SARTORIUS modelo 1216 MP con una capacidad de 1200 g, reportando en gramos.

3.10.2. Diámetro ecuatorial (DE)

El diámetro ecuatorial se obtuvo tomando 3 frutos representativos de cada racimo para posteriormente registrar la medición de cada fruto con la ayuda de un vernier digital marca TRUPPER y la unidad de medida fue en milímetros.

3.10.3. Diámetro polar (DP)

En el diámetro polar se tomaron 3 frutos representativos de cada racimo para posteriormente tomar la medición de cada fruto con la ayuda de un vernier digital marca TRUPPER y la unidad de medida fue en milímetros (Figura 3.7).



Figura 3.7. Medición de diámetro polar de fruto.

3.10.4. Firmeza (F)

La Firmeza se obtuvo a los 85, 88 y 91 DDT de acuerdo a las fechas de cosecha de cada racimo. Se tomaron 3 frutos representativos de cada racimo para posteriormente tomar la firmeza con la ayuda de un penetrómetro marca EXTECH modelo FHT 200; las unidades de medida fueron newtons (Figura 3.8).



Figura 3.8. Medición de firmeza.

3.10.5. Concentración de sólidos solubles ó °Brix (Bx)

Para determinar la concentración de sólidos solubles se tomaron 3 frutos representativos de cada racimo para posteriormente realizar el análisis de cada fruto con el refractómetro de mano marca MASTER-HONEY, modelo BX (21.5.2014). Las unidades de medida fueron °Brix (Figura 3.9).



Figura 3.9. Medición concentración de solidos solubles.

3.10.6. Número de frutos por racimo (NF)

Este dato se obtuvo a los 85, 88 y 91 DDT de acuerdo a las fechas de cosecha de cada racimo. Se cosechó los racimos de cada tratamiento con sus repeticiones; se contabilizó el número de frutos de cada racimo reportando en cantidad.

3.10.7. Peso total de frutos (PT)

Se obtuvo pesando todos los frutos de cada racimo cosechado; para ello se utilizó una balanza electrónica marca SARTORIUS modelo 1216 MP con capacidad de 1200 g, reportando en gramos (Figura 3.10).



Figura 3.10. Medición de peso total de frutos.

3.11. Análisis estadístico

Se utilizó el programa S.A.S (Sistema de Análisis Estadísticos) en versión 9.1; para realizar el análisis estadístico de pruebas de medias con DMS. El diseño experimental usado fue el completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

3.12. Mediciones al sustrato de crecimiento

3.12.1. Medición de la conductividad eléctrica (CE)

Para realizar la medición de la CE se utilizó un instrumento portátil marca HANNA modelo HI 98130 (Figura 3.11). Las mediciones se hicieron en el laboratorio de Fertilidad de Suelos ubicado en el Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.



Figura 3.11. Medidor portátil de CE y pH.

La primera lectura se realizó al establecer los tratamientos antes del trasplante y posteriormente cada 15 días (Cuadro 3.7). Se elaboró una muestra compuesta donde se juntaron las 4 repeticiones de cada tratamiento. Después de secarse a temperatura ambiente y a la sombra, se pasó por un tamiz de 2 mm (Figura 3.12). El método utilizando es conocido como determinación en relación 2:1 donde consistía en tomar 50 mililitros de sustrato depositados en contenedor previamente identificado y se le agregan 100 mililitros de agua destilada para posteriormente llevarlo al agitador mecánico por 30 minutos y después de este tiempo se registraba la lectura.

Cuadro 3.7. Fechas de medición de CE y pH del sustrato

FECHA	Lectura
12/03/2018	Primera
27/04 2018	Segunda
11/04/2018	Tercera
26/04/2018	Cuarta
11/05/2018	Quinta
26/05/2018	Sexta



Figura 3.12. Material utilizado para realizar el método relación 2:1.

3.12.2. Medición del potencial de hidrogeno (pH)

Para realizar la medición del pH se utilizó un instrumento marca HANNA portátil modelo HI 98130 previamente equilibrado en soluciones buffer (Figura 3.11). Las mediciones se hicieron en el laboratorio de Fertilidad de Suelos Del Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El muestreo se realizó antes del trasplante y después del trasplante cada 15 días (Cuadro 3.7). Se tomó una muestra compuesta de las 4 repeticiones de cada tratamiento.

El método utilizando es conocido como determinación en relación 2:1 donde consistía tomar 50 mililitros de sustrato depositados en un contenedor previamente identificado y se le agregaron 100 mililitros de agua destilada para posteriormente llevarlo al agitador mecánico marca THERMO SCIENTIFIC, modelo 4310 por 30 minutos después de este tiempo se prosiguió a registrar la lectura (Figura 3.13).



Figura 3.13. Muestra preparada del sustrato en el agitador mecánico.

3.13. Variables evaluadas en la planta

3.13.1. Volumen de la raíz (VR)

El volumen de la raíz se obtuvo a los 92 días después de la cosecha. Se analizó las 20 unidades del experimento, con la ayuda de un vaso precipitado graduado con una capacidad de 1000 mililitros (Figura 3.14). La técnica consistió en llenar el vaso precipitado con un volumen inicial conocido de agua. Se prosiguió a sumergir la raíz previamente lavada y cuando estaba completamente sumergida se tomaba la lectura del volumen final de agua obtenido; y posteriormente se realizaba una resta del volumen final obtenido menos el volumen inicial, el resultado fue en milímetros.



Figura 3.14. Medición de volumen de raíz.

3.13.2. Peso fresco de raíz (PFR)

Peso fresco de raíz se obtuvo a los 92 días después de cosechar y limpiar previamente la raíz se registró el peso de las 20 unidades con una balanza electrónica marca SARTORIUS modelo 1216 MP con una capacidad de 1200 g; reportando en gramos.

3.13.3. Peso seco de la raíz (PSR)

Este dato se obtuvo de las 20 unidades del experimento. Para ello se dejó secar a temperatura ambiente la raíz previamente lavada, durante 48 horas, después de lo cual se tomó el peso con una balanza electrónica marca SARTORIUS modelo 1216 MP con una capacidad de 1200 g, en el laboratorio de Fertilidad de Suelos del Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Figura 3.15); reportando en gramos.



Figura 3.15. Medición de peso de raíz.

3.13.4. Altura final de la planta (AP)

Esta variable se registró a los 90 DDT. Para ello se empleó una cinta métrica tomando la distancia en centímetros desde la superficie del sustrato hasta el ápice de la planta.

3.13.5. Diámetro final de tallo (DT)

Esta variable se obtuvo a los 90 DDT con la ayuda de un vernier electrónico TRUPPER, dos centímetros por arriba de la superficie del sustrato reportando en centímetros.

3.13.6. Número de hojas (NH)

Se contabilizó el número de hojas total de cada unidad experimental a los 90 DDT, reportando en cantidad.

3.13.7. Número de racimos (NR)

Esta variable se contabilizó a los 90 DDT contando el total de racimos que se tenía en cada planta, reportando en cantidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANVA de variables evaluadas del fruto

Se presentan los cuadrados medios y significancias correspondientes a las variables de calidad de fruto analizadas en el experimento hasta el seguimiento a punto de cosecha de los primeros tres racimos de tomate cherry silvestre (Cuadros 4.1, 4.2 y 4.3).

Para el análisis de varianza (ANVA) del racimo 1 (Cuadro 4.1) se puede observar que hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) para las variables NF y PT entre tratamientos. Para el análisis no presentó diferencias significativas para las variables PF, DE, DP, F y BX, entre tratamientos correspondientes.

Cuadro 4.1. Cuadros medios y prueba de F de los análisis de varianza del racimo 1 para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino

FV	GL	PF	DE	DP	F	BX	NF	PT
T	4	0.05	0.90	0.70	0.61	1.68	2.67	11.67
		NS	NS	NS	NS	NS	*	*
EE	15	0.16	2.19	1.99	1.87	1.27	0.68	5.51
CV		27.26	10.89	11.22	54.73	10.89	18.57	32.14

FV= Fuente variación, T= Tratamientos, EE=Error experimental, CV= Coeficiente de variación, GL=Grados de libertad, PF=Peso de fruto, DE=Diámetro ecuatorial, DP=Diámetro polar, F= Firmeza, BX= °Brix, NF=Número de frutos por racimo, PT=Peso total de frutos, NS= No significativo, *Significancia 0.05.

Para los racimos 2 y 3 los cuadrados medios del ANVA (Cuadro 4.2 y 4.3) no presentaron diferencia estadística en las variables evaluadas de fruto en comparación al T1, pero sí se presenta una diferencia numérica entre los tratamientos que tienden a superar T1.

Cuadro 4.2. Cuadrados medios y prueba de F de los análisis de varianza del racimo 2 para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino

FV	GL	PF	DE	DP	F	BX	NF	PT
T	4	0.05	0.30	0.78	0.39	0.45	1.13	3.61
		NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
EE	15	0.18	1.77	1.31	0.87	0.25	2.70	12.49
CV		23.41	8.93	8.27	46.24	5.53	36.51	44.39

FV= Fuente variación, T= Tratamientos, EE=Error experimental, CV= Coeficiente de variación, GL=Grados de libertad, PF=Peso de fruto, DE=Diámetro ecuatorial, DP=Diámetro polar, F= Firmeza, BX= °Brix, NF=Número de frutos por racimo, PT=Peso total de frutos, NS= No significativo, *Significancia 0.05.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios y prueba de F de los análisis de varianza del racimo 3 para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino

FV	GL	PF	DE	DP	F	Bx	NF	PT
T	4	0.26	8.95	5.75	2.28	2.17	3.70	22.12
		NS	*	NS	NS	NS	NS	*
EE	15	0.32	7.30	6.28	2.23	2.61	3.32	12.61
CV		36.47	20.23	20.22	60.72	17.38	57.81	69.55

FV= Fuente variación, T= Tratamientos, EE=Error experimental, CV= Coeficiente de variación, GL=Grados de libertad, PF=Peso de fruto, DE=Diámetro ecuatorial, DP=Diámetro polar, F= Firmeza, BX= °Brix, NF=Número de frutos por racimo, PT=Peso total de frutos, NS= No significativo, *Significancia 0.05.

Adicionalmente, se puede observar que el coeficiente de variación se comportó con valores bastantes altos al 20 % (Cuadro 4.1, 4.2, y 4.3), lo que Steel y Torrie (1986) consideran para un manejo de la investigación bajo las condiciones de un invernadero no es aceptable. Cabe mencionar que el desarrolló del presente trabajo fue en un macrotúnel rústico donde se carecía de ambientes controlados lo cual puede ser la explicación para la presencia de estos altos coeficientes de variación.

4.2. Análisis de medias para variables evaluadas del fruto

Para el siguiente cuadro de medias (Cuadro 4.4) para el racimo 1 entre tratamientos presentó diferencia significativa estadística para el T5 respecto al T1 en las variables NF con un crecimiento del 50 % y en PT presentó 74.60 %.

Respecto a las demás variables de calidad de fruto evaluadas en el racimo 1 no presentaron diferencias estadísticas pero si diferencia numérica donde sobresalieron otros tratamientos en comparación al T1 en algunas variables.

- En PF el T3 tuvo un crecimiento del 7.89 %.
- Para DE el T3 presentó un crecimiento de 5.82 %.
- En DP el T3 resulto con un crecimiento de 5.66 %.
- Para la F el T3 presentó un 44.33 % de diferencia.
- En BX con 5.61 % fue mayor el T1 en comparación al T2.

El siguiente cuadro de medias (Cuadro 4.4) para el racimo 2 entre tratamientos no presentó diferencia significativa estadísticamente pero si un crecimiento numérico donde se obtuvieron resultados mayores al T1 en tan solo algunas variables de calidad.

- El T5 presentó un crecimiento de 3.74 % en la variable PF, con 4.29 % en DE, en cuanto DP presenta 5.82 % superior al T1.
- En cuanto a la variable de F el T4 tiene 26.86 % mayor al T1.
- En las variables de BX con 0.96 %, en NF con el crecimiento de 10.52 % y 21.34 % en PT fue mayor el T1 en comparación del T2.

Cuadro 4.4. Prueba de rango múltiple de DMS (0.05) realizadas de cada variable evaluada de los parámetros de calidad para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino

Racimos	Trat	PF	DE	DP	F	BX	NF	PT
1	T1	1.52 a	13.39 a	12.35 a	2.03 a	11.20 a	3.50 b	5.67 b
	T2	1.35 a	13.18 a	12.27 a	2.78 a	10.68 a	3.75 b	5.85 b
	T3	1.64 a	14.17 a	13.05 a	2.93 a	9.53 a	4.50 ab	7.70 ab
	T4	1.42 a	13.20 a	12.16 a	2.59 a	10.44 a	5.25 a	7.40 ab
	T5	1.57 a	14.04 a	12.98 a	2.15 a	9.94 a	5.25 a	9.90 a
2	T1	1.87 a	14.67 a	13.56 a	2.01 a	9.45 a	5.25 a	9.55 a
	T2	1.82 a	14.87 a	14.10 a	1.81 a	9.36 ab	4.75 a	7.87 a
	T3	1.82 a	14.96 a	13.83 a	1.88 a	8.92 ab	4.00 a	7.62 a
	T4	1.63 a	14.62 a	13.23 a	2.55 a	9.00 ab	4.50 a	7.00 a
	T5	1.94 a	15.30 a	14.35 a	1.80 a	8.64 b	4.00 a	7.75 a
3	T1	1.94 a	15.16 a	13.82 a	1.93 a	9.69 a	4.50 a	9.12 a
	T2	1.55 a	13.75 ab	12.90 a	2.67 a	9.18 a	2.00 a	3.35 b
	T3	1.40 a	13.60 ab	12.59 a	3.53 a	9.44 a	3.50 a	5.22 ab
	T4	1.26 a	13.24 ab	12.09 a	2.58 a	10.05 a	3.25 a	4.02 ab
	T5	1.55 a	11.02 ab	10.57 a	1.56 a	8.11 a	2.50 a	3.80 ab

Racimos (1,2,3), Trat= Tratamientos, PF= Peso de fruto, DE= Diámetro ecuatorial, DP=Diámetro polar, F=Firmeza, BX=°Brix, NF=Número de frutos por racimo, PT=Peso total de frutos.

El cuadro de medias (Cuadro 4.4) para el racimo 3 entre tratamientos no presentó diferencia significativa estadística, más sin embargo una diferencia numérica que se obtuvieron los resultados mayores al T1 en la variable de BX y F.

- El T4 presentó un crecimiento del 3.71 % en BX en comparación al T1.
- Para la variable F el T3 obtuvo un 82.90 % mayor firmeza de fruto con respecto al T1.
- En las variables de PF con un 25.16 %, en el DE con un 10.25 %, en DP 7.13 % de crecimiento sobresale el T1 con respecto T2.
- Con un 28.57 % en la variable de NF y con 74.71 % en PT fue mayor T1 en comparación del T3.

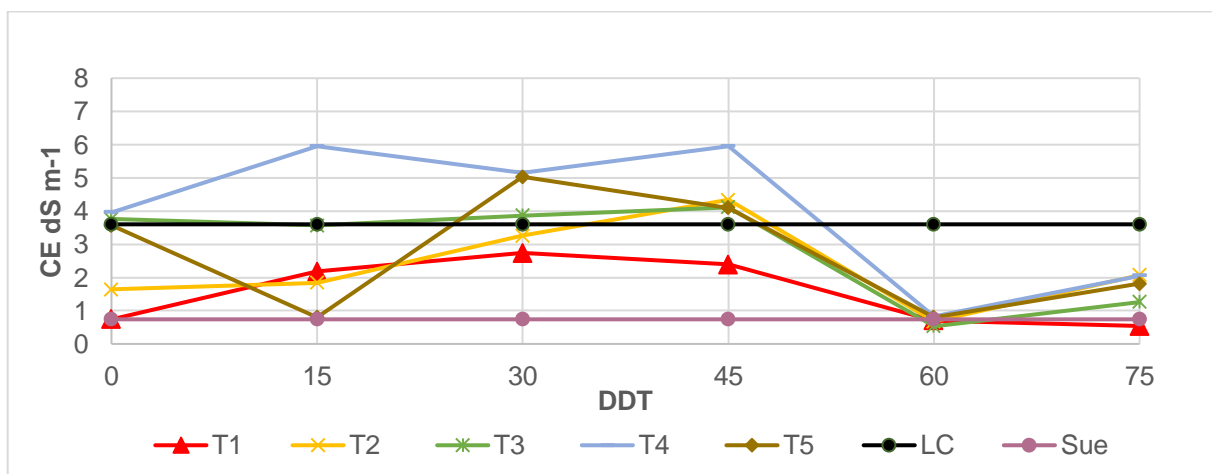
4.3. Medición de la conductividad eléctrica (CE) en el sustrato

La LC pura presentó una CE de 3.6 dS m^{-1} y el suelo natural fue de 0.74 dS m^{-1} . En cuanto a los tratamientos combinados con los anteriores materiales T1, T2 y T3 sus valores de CE fluctuaron entre los valores mostrados por los materiales naturales; comportándose en forma diferente los T4 y T5, los cuales superaron los valores mostrados por la LC pura (Gráfico 4.1).

Acorde con Mondragón (2005) para un adecuado comportamiento productivo del tomate se requiere una CE de 3 dS m^{-1} . En este caso esta propiedad fue de 4 dS m^{-1} , lo que este autor considera que se espera una reducción productiva del 10 %.

Aunque la CE de la solución nutritiva en la primera semana de aplicación fue de 1.0 dS m^{-1} y posteriormente de 2.68 dS m^{-1} , con el fin de abatir la CE de los sustratos, lo que se observó, en cambio, fue que no se logró cambiar los valores de esta propiedad en los referidos sustratos durante el tiempo de esta investigación sin duda motivado por la capacidad tampón de tales materiales.

Para el caso del T4 y T5 se identifican cambios donde pudo influir el manejo de riegos pesados donde se tenía mayor capacidad de infiltración y lo cual también pueden influir otras propiedades químicas de los materiales.



T1=Testigo, T= Tratamientos con diferentes niveles de los materiales, LC= Lombricomposta, Sue= Suelo.

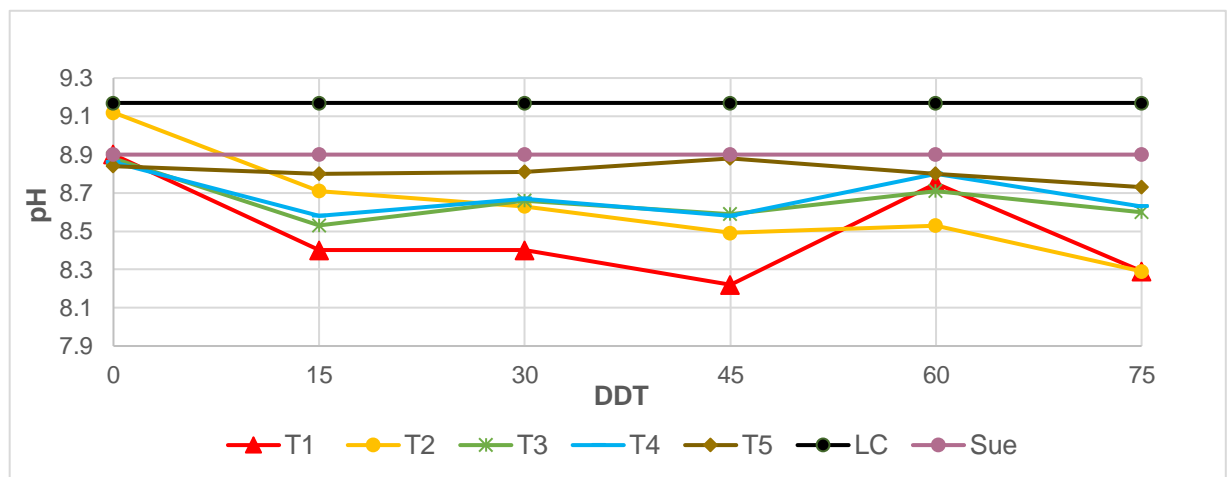
Gráfico 4.1. Monitoreo de la conductividad eléctrica del sustrato en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino.

En cuanto a las lecturas de CE en donde se registraron datos por encima de los rangos que la literatura menciona como apropiados para el cultivo, lo que se hizo fue implementar riegos pesados donde el agua de riego, con pH entre 5.5 y 5.8, se esperaba abatiera tales valores.

4.4. Medición del potencial de hidrogeno (pH) en el sustrato

Se registraron las lecturas de pH que se tomaron durante el tiempo del experimento (Gráfico 4.2) teniendo en cuenta el pH del suelo (Sue) con 8.9 y un 9.1 se presentó en la LC. Se analiza que los tratamientos presentaron datos por debajo de estos rangos.

Mondragón (2005) describe que el pH del tomate en el que mejor se desarrolla este cultivo es de 6.7; sin embargo, tolera pHs relativamente elevados de hasta 8.5 o por debajo de 5.8. Para este trabajo los tratamientos T2, T3 y T4 tuvieron un pH aparentemente estable que fluctuó en el rango 8.5 y 8.8 lo cual pudo repercutir en un menor rendimiento del cultivo según manifiesta este autor anterior. Para el caso del T1, aunque alcanzó a los 45 DDT un valor menor de 8.2, de cualquier manera está por encima del valor deseable para este cultivo.



*T1= Testigo, T=tratamientos, LC=Lombricomposta, Sue=Suelo.

Gráfico 4.2. Monitoreo del potencial de hidrogeno del sustrato en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino.

Un caso particular del tratamiento T5 su comportamiento tiende a hacer un pH de 8.8 el cual se mantuvo en ese valor los primeros 45 DDT y en seguida de esas lecturas tiende a bajar de ese valor con una caída lenta.

Aunque la aplicación de la solución nutritiva fue con pH entre 5.5 y 6.0 a fin de esperar contrarrestar la alcalinidad de los sustratos, lo que se observó fue que no se logró cambiar los valores de esta propiedad durante el tiempo de esta investigación sin duda motivado por la capacidad tampón de tales materiales.

Menciona Intagri (2018), que el pH es un parámetro que permite conocer que tan ácida o alcalina es la solución del suelo, dicho que la solución del suelo es donde las raíces de las plantas toman los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo. El pH dentro de un rango específico permite que la mayoría de los nutrientes mantengan su máxima disponibilidad. En el caso de este trabajo considerando los rangos de pH los cuales se encuentran por arriba del rango donde se tiene la máxima disponibilidad, esto provocaría problemas de deficiencias de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre o magnesio.

4.5. ANVA de las variables evaluadas en la planta y pruebas de medias

Para las variables VR, PFR y PSR el ANVA no mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) en comparación al T1 (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Cuadrados medios y prueba de F de los análisis de varianza de la raíz para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino

FV	GL	VR	PFR	PSR
T	4	9062.50	10120.00	893.11
		*	NS	NS
EE	15	5083.33	6726.04	863.66
CV		40.74	46.77	61.71

FV= Fuente variación, T= Tratamientos, EE=Error experimental, CV= Coeficiente de variación, GL=Grados de libertad, VR=Volumen de raíz, PFR= Peso fresco de raíz, PSR= Peso seco de raíz, NS= No significativo, *Significancia 0.05.

Las variables evaluadas en la planta presentaron un crecimiento numérico de un 11.76 % en las variable de VR, un 3.60 % en PFR y para PSR un 8.47 %, el cual fue mayor en el T1 a comparación del T5 (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. Prueba de rango múltiple de DMS (0.05) para las variables evaluadas de la raíz del tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino

Trat	VR	PFR	PSR
T1	237.50 a	229.82 a	64.40 a
T2	150.00 ab	150.92 a	35.67 a
T3	150.00 ab	164.17 a	49.15 a
T4	125.00 b	110.03 a	29.50 a
T5	212.50 a	221.82 a	59.37 a

Trat=Tratamientos, VR=Volumen de raíz, PFR= Peso fresco de raíz, PSR= Peso seco de raíz.

El ANVA no mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) para las variables RC, DT, NH y ALT con respecto al T1 (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7. Cuadrados medios y prueba de F de los análisis de varianza de parámetros de crecimiento para tomate cherry establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino

FV	GL	RC	DT	NH	ALT
T	4	0.35	0.27	1.23	12.22
		*	NS	NS	*
EE	15	0.08	0.36	0.90	3.93
CV		7.55	7.52	6.02	4.55

FV= Fuente variación, T= Tratamientos, EE=Error experimental, CV= Coeficiente de variación, GL=Grados de libertad, RC= Racimos, DT= Diámetro de tallo, NH= Número de hojas, ALT= Altura, NS= No significativo, *Significancia 0.05.

En el Cuadro 4.8 se presentan la diferencia numérica de las variables RC, DT, NH y ALT.

- El T1 superó en crecimiento con un 12.72 % en la variable RC en comparación al T3.
- Con un crecimiento de 0.61% en DT el tratamiento T3 sobresale del T1.
- Para las variables NH y ALT obtuvo un crecimiento del 1.53 % y 4.45 % respectivamente en que testigo T1 sobresalió con respecto al T2.

Cuadro 4.8. Cuadro 4.4. Prueba de rango múltiple de DMS (0.05) para cada variable evaluada de planta de los parámetros de crecimiento para tomate cherry silvestre establecido en distintos niveles de lombricomposta y suelo alcalino

Trat	RC	DT	NH	ALT
T1	4.43 a	8.16 a	16.50 a	46.17 a
T2	3.87 b	8.21 a	16.25 a	44.20 ab
T3	3.93 b	8.21 a	15.30 a	43.22 ab
T4	3.75 b	7.86 a	15.30 a	41.57 b
T5	3.68 b	7.62 a	15.60 a	42.60 b

Trat= Tratamientos, RC= Número de racimos, DT= Diámetro de tallo, NH= Número de hojas, ALT= Altura.

Cita Carrillo, (2012) que la composición y calidad de la lombricomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Un manejo adecuado de los desechos, una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de excelente calidad. Cabe mencionar que para llevar la alimentación de la lombriz se utilizó el estiércol vacuno; informan Díaz *et al* (1983) que los abonos orgánicos al ser aplicados al suelo influyen sobre estas propiedades; y mencionan que la adición de purín de vacuno a un suelo ácido eleva el pH en la capa superficial pudiendo llegar hasta un valor de 8.6. Esto justifica los rangos de pHs elevados en la investigación.

En el caso de todas las variables se ve como la nula cantidad de LC en la mezcla presentó las cantidades superiores de cada variable y así a mayor incremento del porcentaje de LC en la mezcla del sustrato, menos valores en las variables; lo cual contradice las apreciaciones de muchas investigaciones como por ejemplo Noh-Medina *et al.* (2010) y González *et al.* (2013).

V. CONCLUSIÓN

Se puede apreciar que bajo las condiciones de esta investigación el empleo de la lombricomposta sólida en mezcla con suelo natural como sustrato de crecimiento fue contraproducente en el comportamiento productivo del tomate experimental.

VI. RECOMENDACIONES

Las características de alto pH y CE de esta LC experimental la sugieren como material para ser aplicado en suelos ácidos, con la aplicación de riegos pesados, de ser necesario.

Agregar un material el cual con sus características nos ayude a obtener más espacio poroso para mayor infiltración de los riegos y mejor aireación.

En cuanto al material vegetal extender su tiempo de producción en ambientes más favorables para poder tener más datos de su comportamiento.

VII. LITERATURA CITADA

- Alarcón, Z. A.** 2013 Calidad de pos cosecha del tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) cultivado en sistemas ecológicos de fertilización. Escuela Técnica Superior De Ingenieros Agrónomos Departamento de Ingeniería Rural Madrid España. P 177.
- Argerich, C.T. L., Rodríguez, F. M., Izquierdo, J., Strassera, M. E., Balcaza, L., Dal, Santo. S., Miranda, O., Rivero, M. I., González, C. G., Iribarren M. j.** 2010. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la cadena de tomate, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 1ra edición Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina. P 264.
- Astier, M y J. Hollands.** 2005. La evaluación de la sustentabilidad de experiencias agroecológicas en Latinoamérica. Ediciones Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica. GIRA A.C. Mundiprensa. D. F. México. P 262.
- Cadenas, T. F., González, V. J., Hernández, J. M.** 2003. Técnicas De Producción En Cultivos Protegidos Tema 15 El Cultivo Protegido De Tomate, Tomo 2 De 2, Ediciones Agrotécnicas, S.L. diciembre España. P 776.
- Capistran, F., Aranda, E., Romero, J. C.** 2001. Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Instituto de ecología. Xalapa, Veracruz, México. Pp 79-137.
- Carrillo, R. D.** 2012. Comportamiento productivo de cebolla (*allium cepa l*) a cielo abierto en cuatro niveles de lombricomposta y suelo. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Casierra, P.F., Aguilar, A., Óscar, E.** 2008. Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) cosechados en diferentes estados de madurez. Agronomía Colombiana, vol. 26, num. 2. universidad de Colombia, Colombia, Pp. 300-307.
- Castellanos, J. Z.** 2004. Manual De Producción Hortícola En Invernadero 2da Edición Intagri, s c Editorial Impresos Profesionales Del Norte, Celaya, Gto. México. P 469.

- Compagnoni, L. y Putzolu, G.** 1990. Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus. Edit. Vecchi. España. Pp. 60-82.
- Cuevas, T.** 1995. Tratamientos de los desechos sólidos orgánicos mediante la lombricultura. Instituto de Suelos. Cuba.
- Deffis, C.A.**1991. La Basura es la Solución .Editorial Concepto. México. D.F. P 27.
- Díaz, F., Cabaneiro, A., Carballas, M., Leiros, M., Carballas, T., Gil, F.** 1983. Modifications of the soil properties produced by treatment with cattle scurry. Studies about humus II. Pp- 299-302.
- Domene, R. M. A. y Segura, R. M.** 2014. Para metros de calidad interna de hortalizas frutas en la industria. Fichas de transferencia. Cajamar. No 5, septiembre, P18.
- Friedrich, N., kart.,** 2001. **Lombricultura**, Centro de Estudio Agropecuarios. Grupo Ed. Iberoamérica. México D.F. Pp. 8, 14 y 17.
- García, R.** 1996. Vermicomposta e inoculación micorrízica en maíz y cebolla cultivadas en tepetates. Tesis de licenciatura. Depto. de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Garza, A.M., Molina, V. M.,** 2008 manual para la producción de tomate en invernadero en el estado de nuevo león, SAGARPA, Pp. 183.
- González, S.K.D., Rodríguez, M. Ma. De las N., Trejo, T.L.I., García C.J. L., Sánchez E.J.,** 2013. Efluente y té de vermicompost en la producción de hortalizas de hoja en sistema NFT. Vol. 38 N° 12. Pp. 863-869.
- Infoagro.** 1999. El cultivo del tomate. Internet, <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate>.
- INIA.** (2008) Innovaciones tecnológicas y mercados diferenciados para productores de papa nativa" Huancayo-Perú.
- INTAGRI. 2018.** Disponibilidad de Nutrimientos y el pH del Suelo. Serie Nutrición Vegetal. Núm. 113. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. P 4.

- Irisson, N. S.** 1995. Calidad del abono y de la lombriz de tierra, resultante del lombricompostaje de la pulpa de café. Tesis. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. Pp. 1 y 80.
- Jaramillo, N. J. E., Sánchez, L. G. L., Rodríguez, V. P., Aguilar, A. P. A., Gil, V. L. F., Hío, J. C., Pinzón, P. L. M., García, M. M. C., Quevedo, G.D., Zapata, C. M. A., Restrepo, J. F., Guzmán, A.M.,** 2012. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA Bogotá, P 482.
- Jaramillo, N. J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M., Rengifo, T.,** 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas. FAO, Gobernación de Antioquia, MANA, CORPOICA, Centro de Investigación “La Selva”. Primera edición, P 333.
- Jaramillo, N. J., Rodríguez, V.P., Guzmán M. A., Zapata M. A.** 2006. El Cultivo de Tomate Bajo Invernadero (*Lycopersicon Esculentum*. Mill) Boletín Técnico 21 (C O R P O I C A) Centro De Investigación La Selva Rionegro, Antioquia, Colombia, P 48.
- Jaramillo, N., J., E., y Atehortua, L.** 2002. El poder de los vegetales. “Propiedades y usos populares de las hortalizas de clima frio moderado” compendio 2, Editorial Produmedios. Fondo Nacional de fomento Hortofrutícola. Asociación Hortifruticola de Colombia. Centro de investigación la selva región Antioquia Colombia, P 60.
- Jasso, C.C., Martínez, G. M. A., Alpuche, S.Á. G., Garza, U.E.,** 2011. Guía para cultivar jitomate en condiciones hidropónicas de invernadero en San Luis Potosí, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental San Luis San Luis Potosí, S.L.P., Diciembre de 2011. Folleto Técnico No. 41. P 44.
- Jeavons, J.**1994. Cultivo biointensivo de alimento más o menos espacio ecology action of the mid-peninsula editor en español. Impreso en U.S.A.
- Larco, E.** 2004. Manejo integrado de plagas y Agroecología: Preparación de lixiviados de compost y lombricompost. Costa Rica No 73.

- Luna, G. M. L. y Delgado, A. A.** 2014. Importancia, contribución y estabilidad de antioxidantes en frutos y productos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Avances en Investigación Agropecuaria Revista de investigación y difusión científica agropecuaria, Enero-Abril, Pp.51-66.
- Martínez, C.** 1995. Evaluación de la composición química y microbiológica de la lombricomposta procedente de distintos sustratos. Lombricultura Técnica Mexicana. Texcoco México.
- Martínez, C.C.** 1996. Potencial de la Lombricultura. Primera Ed. México, P 59.
- Mendoza, M. I.** 2010. Evaluación de extractos orgánicos y proteína en plántula de tomate (*lycopersicon esculentum* mill.) UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Mendoza, G.L.** 2008. Manual de lombricultura. Obtenida de: <http://www.cecytech.edu.mx/pdf/manuallombricultura/pdf> (Consultada el 01 de febrero del 2018)
- Mondragón, S. L.** 2005. Producción de jitomate en invernadero. Programa de difusión. Secretaria de desarrollo agropecuario (SEDAGRO). Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX) primera edición, Metepec, Estado de México, P 39.
- Nieves, G. F., Luna E. A. S. G.** 2013. Técnicas sustentables para el manejo de la producción del chile habanero. *Revista Bio Ciencias*. 2(3): 98-101. *Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura. Revista Bio Ciencias* Junio 2013 ISSN 2007-3380 2(3): Pp. 98-101.
- Noh M J., Borges G L., Soria F M.** 2010. Composición nutrimental de biomasa y tejidos conductores en chile habanero (*Capsicum chinense* jacq.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, ; 12(2): Pp. 219-228.
- Nuez, F.** 1995. El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa Libros Gandhi. ISBN: 84-7114-549-9. México D.F. P 797.
- Nuez, F.** 1999. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Quinta edición. Madrid, España. P 793.

- Padrón, P.C. A., Padrón, L. G. M., Montes, H. A. I., Oropeza González, R. A.** 2012. Determinación Del Color En Epicarpio De Tomates (*Lycopersicum Esculentum* Mill) Con Sistema De Visión Computarizada Durante La Maduración. *Agronomía Costarricense*, Vol. 36, Núm.1, Universidad De Costa Rica San José, Costa Rica, Pp. 97-111.
- Paredes, Z. A.** 2009. Manual del Cultivo del tomate en invernadero. Departamento de Cundinamarca – Colombia Corpoica primera edición, junio, P 56.
- Pérez, M. y Castro, B.** 1999. Guía Para La Producción Intensiva De Jitomate En Invernadero. Boletín De Divulgación 3. Departamento De Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México, P 56.
- Resh, H. M.** 2001. Cultivos Hidropónicos, Revisión Y Ampliación, Por Carlos De Juan 5ta Edición Ediciones Mundi-Prensa, P 558.
- Rodríguez, F.H., Muños, L.S., Alcorta, G.E.,** 2006. El Tomate Rojo Sistema Hidropónico. Primera Edición, Editorial Trillas S. A. de C-V., P 82.
- Rodríguez, P. F. G., Velázquez, C. Chamorro y N. Martínez,** 1992. Adaptación Tecnológica de la Lombricultura en la zona cafetalera de Alban Cundinamarca. *Acta Biologica Colombiana* 7-8: Pp. 91-109.
- Sañudo, T.R.R.** 2013. El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y el potencial endofítico de diferentes aislados de *Beauveria bassiana*. Tesis de posgrado. Universidad autónoma indígena de México, Mochis Sinaloa.
- Steel, R.G.D. y J.A. Torrie.** 1986. Bioestadística: principios y procedimientos. 2 ed. McGraw-Hill de México. México, D.F. Pp.132-187.
- Suquilanda,** (1995). Manuel de Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica*, Chile. P 54.

Trevor, V., Suslow., Marita., Cantwell 2002. Tomate: (Jitomate) Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha, Postharvest Technology Center - UC Davis Department of Plant Sciences, University of California, Davis Traducido por Clara Pelayo Depto. Biotecnología. CBS. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, P 4.

Valdez, L.A. 1998. Producción de hortalizas. Editorial Limusa S.A. de C.V. México, D.F.

Vázquez, V.P.E. 2013. Uso en la agricultura de las sustancias húmicas. Especialización en Química Aplicada. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coahuila. P 38.