

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**“ANTONIO NARRO”**  
**UNIDAD REGIONAL LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



Determinación de nitratos, fosfatos y potasio en planta de tomate mediante análisis de extracto de pecíolo, fertilizado con lixiviado de vermicomposta.

**Por**

**JORGE GUTIÉRREZ MONTES**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE 2008**

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

## UNIDAD REGIONAL LAGUNA

### DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Determinación de de nitratos, fosfatos y potasio en planta de tomate mediante análisis de extracto de peciolo, fertilizado con lixiviado de vermicomposta.

POR:

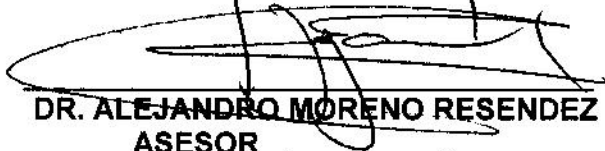
JORGE GUTIÉRREZ MONTES

APROBADA POR:


ASESOR PRINCIPAL


  
DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

ASESOR

  
DR. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ  
ASESOR

ASESOR

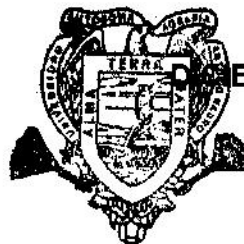
  
ING: JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA  
ASESOR

  
DR. JORGE ARNALDO OROZCO VIDAL  
ASESOR

  
M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO



SEPTIEMBRE 2008

Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**UNIDAD REGIONAL LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Determinación de de nitratos, fosfatos y potasio en planta de tomate mediante análisis de extracto de peciolo, fertilizado con lixiviado de vermicomposta.

**POR:**

**JORGE GUTIÉRREZ MONTES**

**APROBADA POR:**

**COMITÉ PARTICULAR:**

**PRESIDENTE**

  
**DR. JOSE LUIS PUENTE MARIQUEZ**

**VOCAL**

  
**DR. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ**

**VOCAL**

  
**ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA**

**VOCAL**

  
**DR. JORGE ARNALDO OROZCO VIDAL**

  
**M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE 2008**

## AGRADECIMIENTOS

**A la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro “alma terra mater”  
Unidad Regional laguna.**

por abrirme las puertas de la institución para realizar mi preparación como Ingeniero Agrónomo que es un reto muy grande , u obstáculos que nos pone la vida para poder aprobar la carrera, de Ingeniero Agrónomo que es muy bonita y gracias por los lugares que me llevaron a conocer y aprender día con día lo que ustedes como maestros nos enseñaron para salir y demostrar que podemos triunfar con los conocimientos que adquirimos en la Universidad.

**Gracias a Dios** : por darme la fortaleza y fuerza de salir adelante y por iluminarme con tu sabiduría y guiarme por buen camino , demostrarme las experiencias inolvidables las que vive uno como ser humano , que nunca se debe de olvidar y superarlas con muchas ganas y solo dios me ha hecho mi sueño realidad de ser un profesionista.

A mi estimado amigo **Jhonny Rusi Mejía López** muchas gracias por tu amistad, apoyo y confianza que me has demostrado por estar conmigo en los momentos muy difíciles que se me han presentado y por los momentos de felicidad que me has brindado en esos días fascinantes que vivimos juntos.

**A mis Asesores:** Dr. José Luís puente Manríquez; por ser mi asesor principal en mi trabajo de investigación, por brindarme su apoyo, confianza, consejos para llevarlos siempre presente y por la revisión de mi trabajo; Ing. Juan De Dios Ruiz De La Rosa; al Dr. Alejandro Moreno Resendez; por ser parte de este trabajo de investigación, y Al Dr. Jorge Arnaldo Orozco Vidal. Por brindarme su apoyo, como colaborador de esta investigación.

Al Dr. Alejandro Moreno Resendez. gracias por darme la oportunidad de trabajar con usted en el proyecto de vermicomposta y por brindarme su confianza y apoyarme cuando más lo necesitaba en cuanto a mi trabajo de tesis me ayudo a salir adelante con sus consejos y apoyarme con la alimentación para sobrevivir solo le puedo decir gracias Dr. Alejandro.

**A MIS Amigos:** ustedes que siempre me brindaron su apoyo confianza y con su amistad sincera y bonita que nunca voy a olvidar en especial a mis compañeros Cesar Pinales Borbolla, Rafael Pinales Borbolla Y Edgar Osviel Ruiz Gastelum, Juan Terrón Azures, El mi Noel Idahi Natael Ortiz Roblero García Velásquez, Matusalén Santiago López , Abdías Méndez Conde , Hugo Joaquín Ordóñez Meléndez , Luís Alberto Pobrete Gijón, Arturo Antonio Cruz y a mis ex compañeros del 8 semestre de la carrera de ingeniero agrónomo de la sección “B” Isidro Miguel Cruz , Julio Marín León , Johnny Rusi Mejía López , Ismael Murillo Gil , Leonel Bernal Monjaraz Mildon López Arcos

**A mis primos:** Federico Martínez Toledo, Alfredo Toledo Rincón, Lázaro Cruz Vidal y Ramiro Montes.

## DEDICATORIA

Para mi mejor amigo:

Javier Corzo Avendaño: que me dio consejos para que siguiera con mis estudios para que algún día sea alguien en la vida y poder tener todo lo que anhelo y solo así estudiando lo lograría gracias primo donde quiera que estés que dios te bendiga ya que solo eso te deseo de corazón.

Para mis hermanas y cuñado:

A mi cuñado Ervin De Aquino Ruiz que me apoyo con sus consejos y confianza más que nada por los momentos que compartimos juntos y a mi hermana, Verónica Gutiérrez Montes que me apoyo cuando mas lo necesitaba, a mi hermana Adriana Guadalupe Gutiérrez Montes por confiar en mi y que me enseñó a luchar por lo que más quiere tener uno.

A mi hermano Oscar Ulises Gutiérrez Montes que me apoyo con esfuerzo y confianza, y momentos felices que convivimos juntos.

A mis padres:

MI MADRE: **Cielo Montes Romero** por darme la vida y por sacarme adelante con mis estudios a pesar que tenia mas hermanos me supo brindar la mano para poder superarme en cuanto a mi preparación y demostrarme que me quiere mucho al momento de darme cariño ,consejos , amor y poner en mi su confianza.

MI PADRE. **Emiliano Gutiérrez García** Que me apoyo económicamente sabrá dios como le haría pero me supo responder como debería ser con esfuerzo y

mucho trabajo me saco adelante a pesar de los problemas que se presentaban el siempre me apoyo con lo poco que tenia y me dio consejos que nunca voy a olvidar.

Especialmente a mi hermosa novia le dedico con mucho trabajo y esfuerzo esta investigación donde termina mi formación de profesionista para salir a enfrentar los retos que nos pone la vida, a dios por su poder y no dejar que me rinda ante los problemas económicos y personales gracias dios, al igual a la dueña de mi amor (Eufemia Martínez Hernández) que pasamos momentos hermosos y alegres que nunca voy a olvidar las experiencias que viví a tu lado gracias mi amor por darme muchos ánimos y consejos y permitir que mi sueño se hiciera realidad.

## RESUMEN

Las especies hortícolas juegan un papel muy importante en la dieta diaria de la población y en la economía de nuestro país. El tomate es la más importante, tanto por su superficie de siembra, como por el valor de su producto. Este cultivo requiere de condiciones edáficas apropiadas para desarrollarse adecuadamente, sin embargo, actualmente muchos suelos tienen deficiencias en nutrientes, materia orgánica y microorganismos benéficos.

Además de los problemas de los suelos, actualmente los consumidores están más interesados que nunca en el origen de los productos, de cómo fueron cultivados o si son seguros para comerse, así como el contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con los agroquímicos, especialmente por los de consumo fresco. (Brentlinger., 2002)

Una alternativa en la comarca lagunera es producir compostas y vermicompostas a base de excremento de animales, lo cual se produce alrededor de 49 toneladas de materia seca cada año el lixiviado de vermicomposta es utilizado como fuente de fertilizante orgánico, el cual contiene una mayor cantidad de materia orgánica, el cual contiene una gran cantidad significativa de sustancias húmicas.(Chagchen y col 2003)

Con base a estos antecedentes, el presente trabajo experimental consistió en la evaluación de tres diferentes dosis de lixiviados: 1650, 2100, 2500 lt/ha vs. Fertilización inorgánica de una dosis de 150-100-200 y evaluar los contenidos de nitratos, fosfatos y potasio en el extracto celular del peciolo obteniendo: que la fertilización orgánica en las tres dosis de lixiviado de vermicomposta, los niveles de  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$  y K encontrados en el extracto de peciolo de tomate a los 45 días después del trasplante son suficientes solo en los nitratos y potasio. La fertilización orgánica en las tres dosis de lixiviado de vermicomposta, los niveles



de  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$  y K encontrados en el extracto de pecíolo de tomate a la primer cosecha son suficientes solo en los nitratos y potasio. Los rendimientos de tomate en la fertilización orgánica superan al tipo de fertilización inorgánica, sin embargo presenta altos porcentajes de rezaga, muy susceptible a daños biológicos y físicos.

**Palabras clave:** Determinación de nitratos, fosfatos, potasios, extracción del peciolo, lixiviado de vermicomposta.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INDICE .....	página
AGRADECIMIENTOS .....	I
DEDICATORIA .....	III
RESUMEN .....	V
INDICE DE CUADROS .....	IX
I.- INTRODUCCION .....	I
II. - REVISION DE LITERATURA.....	II
2.1. Generalidades del tomate .....	4
2.2. Origen del tomate.....	4
2.1.2 Clasificación taxonómica.....	4
2.2. Descripción morfológica .....	5
2.2.1. Semilla .....	5
2.2.2. Raíz.....	5
2.2.3. Tallo .....	5
2.2.4. Hoja.....	6
2.2.5. Flor.....	6
2.2.6. Inflorescencia .....	6
2.2.7. Fruto.....	6
2.2.8. Etapas fenológicas.....	7
2.2.9 periodo inicial .....	7
2.2.9. Periodo vegetativo .....	7
2.2.9. Periodo reproductivo .....	7
2.6. Recolección.....	7
2.7. Condiciones climáticas.....	8
2.7.1. Temperatura.....	8
2.7.2. Radiación .....	8
2.7.3. Suelos .....	8
2.8. Fertirrigación .....	9
2.9. Abonos orgánicos .....	9
2.10. Vermicomposta .....	10
2.11. Importancia económica de la vermicomposta .....	11
2.12. Acolchado plástico .....	12
2.12.1 Ventajas del acolchado plástico .....	12
2.12.2. Desventajas del acolchado plástico .....	13
2.12.3 Acción del acolchado sobre la temperatura del suelo .....	13
2.12.4. Acción del acolchado sobre la humedad del suelo .....	14
2.12.5. Acción del acolchado sobre la fertilización.....	14
2.12.6. Acción del acolchado sobre el control de malas hiervas.....	15
2.12.7. Acción del acolchado sobre la calidad y precocidad del fruto .....	15
2.12.8. Monitoreo del cultivo de tomate .....	15

2.12.9. Análisis de extracto celular de peciolo .....	16
2.12.10 Método De cardy y horiba .....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	III
3.1. Localización geográfica de la comarca lagunera .....	18
3.2. Localización del experimento .....	18
3.3. Características del suelo .....	18
3.4. Material genético .....	19
3.5. Diseño experimental .....	19
3.6. Prácticas culturales .....	20
3.7. Preparación del terreno.....	20
3.8. Trazo de las camas.....	20
3.9. Colocación del sistema de riego .....	20
3.10. Colocación del acolchado plástico .....	21
3.11. Siembra en charolas .....	21
3.12. Trasplante .....	21
3.13. Deshierbe.....	21
3.14. Riegos y fertilización .....	21
3.15. Control de plagas y enfermedades .....	22
3.16. Análisis de elementos nutritivos .....	23
3.17. Muestreo .....	23
3.18. Procedimiento de extracción de peciolo.....	24
3.19. Las variables de calidad a evaluar .....	25
3.20. Cosecha .....	25
3.21. Análisis estadísticos.....	25
4.1. Análisis de elementos nutritivos .....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	26
V. CONCLUSIONES .....	32
VI. LITERATURA CITADA .....	33

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Niveles de referencia en extracto celular en el peciolo en el cultivo de tomate en invernadero. (Leyva, 2005) .....	17
Cuadro N° 2 Rango de suficiencia para nitratos y potasio de savia del peciolo fresco en el crecimiento de tomate en invernadero. (Hochmuth, 1990).....	17
Cuadro No 3 Análisis de suelo del campo experimental de la U.A.A.A.N UL .....	19
Cuadro N° 4 Tratamientos de Fertilización orgánica e inorgánica con sus dosis utilizadas .....	20
Cuadro No 5 fertilizantes foliares aplicados durante el experimento .....	22
Cuadro No 6 productos aplicados para control de plagas y enfermedades .....	22
Cuadro No 7 Medias de niveles de NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> y K encontrados en savia de peciolo de tomate a los 45 DDT con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs inorgánica. 2007.....	26
Cuadro No.8 Niveles de NO <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> y K encontrados en peciolo de tomate la cosecha con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs inorgánica. 2007 .....	27
Cuadro No 9 Media de rendimientos de tomate con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs inorgánica. 2007.....	28
Cuadro No. 10 Medias de número de frutos comerciales, de rezaga, totales en unidades por hectárea de tomate con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs inorgánica. 2007.....	29
Cuadro No.11 Media de número de frutos/planta comerciales, rezaga y totales de tomate con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs inorgánica. 2007 .....	30
Cuadro No. 12 Media de los parámetros de calidad de tomate con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs inorgánica. 2007 .....	31

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, los consumidores están más interesados que nunca en el origen de los productos, de cómo fueron cultivados o si son seguros para comerse, así como del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente por los de consumo en fresco. Por lo anterior, es necesario encontrar sistemas de producción, apegados lo más cercano posible, a la no aplicación de agroquímicos, siendo uno de los caminos, la agricultura orgánica. En forma general, se define como un método agrícola de producción sin el uso de fertilizantes sintetizados químicamente y productos fitosanitarios conocidos también como agroquímicos o reguladores de crecimiento (Brentlinger, 2002).

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo, por su consumo en fresco y constituye la materia prima de importantes industrias alimenticias. (Ruano, 2000).

En México, la producción orgánica surge alrededor de los 80, promovida por empresas privadas, organizaciones no gubernamentales (ONG) y algunas comercializadoras de otros países para atender la creciente demanda en el exterior de productos sanos. La producción orgánica en México, representa una superficie de 216 mil hectáreas y genera 280 millones de dólares de divisas. La horticultura orgánica es la cuarta rama en importancia en producción orgánica de México con una superficie cultivada de 3 mil 831 ha y una generación de divisas que representa los 47 millones de dólares, donde la mayor producción se concentra en los estados de Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Oaxaca, Querétaro, Sinaloa, Tlaxcala y Yucatán, el cual el 85% de esta producción se destina al mercado de exportación (García, 1996).

La agricultura orgánica conocida como agricultura ecológica, consiste en la fertilización orgánica, las técnicas más apropiadas son: abonos orgánicos, abonos verdes, fijación natural de elementos nutritivos por medio de plantas, abonos foliares de origen natural, compuestos biodinámicos en general, incorporación de materia orgánica, rotación de cultivos, material de origen animal, como estiércol, gallinaza, orines y subproductos deben provenir de animales criados orgánicamente o bien el compostaje es obligatorio (García, 1996).

Es necesario encontrar fuentes de elementos nutritivos, apegados a las normas de producción orgánica, que satisfagan los requerimientos de los cultivos. Los fertilizantes inorgánicos actúan de la misma manera que los orgánicos en término de su asimilación por la planta, ya que ambos, tienen que ser descompuestos en formas iónicas y unirse a los coloides del suelo y luego ser liberados en el agua que rodea las raíces de las plantas, posteriormente, ocurre el intercambio iónico entre las raíces de la planta y la solución nutritiva, es decir, que fisiológicamente las plantas no difieren en el intercambio iónico entre la solución suelo o solución nutritiva (Resh, 1997).

Luévano y Velásquez (2001), mencionan que una alternativa para producción orgánica en la Comarca Lagunera es crear compost o vermicompost a base de estiércol y utilizar el lixiviado del mismo como fuente de fertilizante, el cual contiene una gran cantidad de materia orgánica y como consecuencia una cantidad significativa de sustancias húmicas (Chang–Chien *et al.*, 2003). Los ácidos húmicos son los que se encuentran en mayor abundancia, en los suelos sus características físico químicas les permiten tener una gran capacidad de retención de agua y una fuerte carga negativa, que mejora significativamente la capacidad de intercambio catiónico del suelo. Los ácidos húmicos pueden formar sustancias complejas con iones metálicos y son responsables de la formación de la estructura del suelo y de la disponibilidad y movilidad de determinados elementos nutritivos (Maturana' s/f).

## **OBJETIVO**

Evaluar el contenido de nitratos, fosfatos y potasio en el cultivo de tomate, fertilizado con lixiviado de vermicompost mediante fertirrigación, que minimice la polución y los costos de producción al evitar la fertilización inorgánica.

## **HIPOTESIS**

Ho= Existe suficiencia en el contenido de nitratos, fosfatos y potasio en la planta de tomate que ha sido fertilizado con lixiviado de vermicompost.

## **META**

Obtener la dosis adecuada de lixiviado de vermicompost para fertilización de tomate a campo abierto mediante fertirrigación, que garanticen rendimiento y calidad.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del tomate

### 2.2. Origen

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es una planta originaria de la planicie costera occidental de America del sur. Fue introducido por primera vez en Europa a mediados del siglo XVI; a principios del siglo XIX se comenzó a cultivar comercialmente, se inicio su industrialización y la diferenciación de la variedades para mesa y para industria (Nuez, 1995). En México empezó a domesticarse con fines ornamentales en el cual se daban frutos de distintos tipos y tamaño incluso rojo y amarillo (Ruano, 2000).

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica

Esquinas y Nuez (1999) mencionan la siguiente clasificación taxonómica del tomate:

Nombre Científico: *Lycopersicon esculentum* Mill

Nombre común: tomate o jitomate

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliopsida*

Clase: *Dicotiledóneas*

Subclase: *Asteridae*

Orden: *solanáceas (personatae)*

Familia: *solanácea*

Género: *Lycopersicon*

Especie: *esculentum*



## **2.2. Descripción morfológica**

### **2.2.1. Semillas**

La semilla del tomate tiene una forma lenticular con dimensiones aproximadas de 3x2x1 mm y está constituida por el embrión, endospermo y la testa cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, está constituido a la vez por yema apical, cotiledones, hipocotilo y radícula; el endospermo contiene elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión; la testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable (Nuez ,2001).

### **2.2.2. Raíz**

El sistema radicular tiene como funciones la absorción y el transporte de elementos nutritivos, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo. Este sistema es de tipo fibroso y robusto; consta de una raíz principal típica de origen seminal que es (corta y débil) y numerosas raíces secundarias (numerosas y potentes) y terciarias ;la raíz principal va desde 60 cm, aunque puede alcanzar hasta 1.8 m de profundidad , sin embargo, cuando la planta se propaga por trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales, principalmente se disuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo, tienden a tomar raíces adventicias (Valadez, 1990).

### **2.2.3. Tallo**

Tallo erecto al principio del desarrollo, se inclina luego por el peso de sus frutos. Llega a medir de 60 a 80 cm de altura en las plantas de crecimiento determinado. Eje con un grosor que oscila entre 2 a 4 cm en su base, sobre el que se va desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencia (Rodríguez, 2000).

#### **2.2.4. Hoja**

Es de tipo compuesta, imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y cubiertas de pelos glandulares o pubescencia, que al romperse se manchan las manos del operario, las hojas se ponen en forma alterna sobre el tallo. En las axilas de las hojas están las yemas que producen chupones o tallos laterales. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, consta de un nervio principal (Turihi, 1999).

#### **2.2.5. Flores**

Las flores nacen en racimos del tallo principal y en las ramas laterales. El número de racimos varía de 4 a 10 o más, dependiendo de la variedad, las flores individuales tienen un cáliz verde, una corola amarilla, estambres y un solo pistilo, en su mayor parte son auto polinizadas. La flor es perfecta, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo, de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. En algunas variedades la flor principal de cada inflorescencia suele dar una flor anormal que da lugar a un fruto defectuoso (Serrano, 1979).

#### **2.2.6. Inflorescencia**

La inflorescencia aparece con flores en racimos de color amarillo azufrado con el cáliz verde. Las flores pueden tener estambres y un sólo pistilo. Puede tener de 4 a 100 o más racimos por planta en todo un ciclo. (Edmond, 1981).

#### **2.2.7. Frutos**

El fruto del tomate pertenece a los frutos simples, carnosos e indehiscentes, su forma y tamaño son variables, su superficie es lisa y está formada por un epicarpio delgado pero algo resistente y brillante al exterior

antes de la maduración. Su olor es aromático y el sabor agridulce (Tiscornia, 1989).

### **2.2.8. Etapas fenológicas**

Durante su crecimiento, las plantas anuales pasan por estadios sucesivos durante los cuales sus exigencias en agua, calor, luz, espacio y sales minerales son sensiblemente diferentes. Habitualmente se distingue los siguientes periodos: (Diehl y Mateo, 1982):

a) Periodo inicial: comienza desde el momento de la siembra hasta la emergencia que transcurre entre 6 y 12 días. Se caracteriza por el desarrollo rápido de la plántula, la síntesis de nuevos tejidos de absorción y de la fotosíntesis.

b) Periodo vegetativo: se caracteriza por el desarrollo de los órganos de asimilación (raíces, tallos y hojas) esta etapa inicia a partir de los 21 días después de la germinación y requiere de mayores cantidades de elementos nutritivos para satisfacer las necesidades de los órganos en crecimiento y desarrollo.

c) Periodo reproductivo: Se caracteriza en que el crecimiento vegetativo se detiene, comprende los estadios de floración, fecundación y maduración de los frutos y las semillas.

## **2.6 Recolección**

El momento óptimo de recolección se da cuando la maduración alcanza el 85% de los frutos, consiguiendo además en este momento, que las pérdidas en transporte sean mínimas. A partir del 85-87% la maduración es muy rápida, aumentando las podredumbres de forma muy ostensible incluso en las mejores condiciones climáticas y de cultivo. La frecuencia de los cortes depende de la edad de la planta y en mayor medida de las temperaturas ambientales, los

cortes se hacen cada tercer día al inicio de la cosecha y diariamente cuando la producción de un lote se ha normalizado (León y Arosemena, 1980).

## **2.7. Requerimientos Climáticos y edáficos**

### **2.7.1 Temperatura**

El cultivo del tomate se adapta bien a una gran cantidad de temperaturas dependiendo de la etapa fenológica, las temperaturas de desarrollo, van desde 18 a 26 °C. Las temperaturas óptimas durante el día y la noche son de 22 a 16 °C respectivamente, las temperaturas altas (26-20°C) durante la fructificación provocan la caída de flores y evitan el cuajado del fruto (La temperatura influye en todas las funciones vitales de la planta, como son: transpiración, fotosíntesis, germinación, etc., teniendo en cada momento de su ciclo biológico una temperatura óptima de 30 °C. (Valadez 1998).

### **2.7.2. Radiación**

El tomate es un cultivo insensible a la duración del día, sin embargo requiere de una buena iluminación, la cual se modifica por la densidad de siembra, sistema de poda tutorado y prácticas culturales que optimizan la recepción de los ensayos solares especialmente en época lluviosa cuando la radiación es más limitada (Calver, 1973).

### **2.7.3. Suelos**

El tomate se desarrolla mejor en suelos profundos, aunque no es exigente siempre que estén bien drenados. Prefiere suelo de pH entre 5 a 7 (Nonnecke, 1989). En lo referente a salinidad se clasifica como medianamente tolerante teniendo valores de 6400 ppm. El tomate se desarrolla en suelos livianos (arenosos) y en suelos pesados (arcillosos) siendo los mejores los arenosos y limo-arenosos con buen drenaje (Valadez, 1990).

## **2.8. Fertirrigación**

Burt *et al.*, 1998 escriben que la fertirrigación o fertigación, son los términos para describir el proceso por el cual los fertilizantes son aplicados junto con el agua de riego. Este método es un componente de los modernos sistemas de riego a presión como; aspersión, micro aspersión, pivote central, goteo, exudación, etc. Con esta técnica, se puede controlar fácilmente la dosis, la concentración y la relación de fertilizantes. Esto permite aplicar exacta y uniforme el volumen húmedo en donde se concentra la actividad radicular, incrementando marcadamente la eficiencia en la aplicación del fertilizante, disminuyendo la cantidad a aplicar.

Actualmente en México la fertirrigación, a través de riego presurizado (goteo, microaspersión y micro jet) se aplica en cerca de 60 hectáreas principalmente dedicadas a cultivos hortícolas y frutícolas, entre los cuales destacan el tomate con una producción media anual de 1,600, 000 toneladas (Núñez, 1995).

## **2.9. Abonos orgánicos**

Navarro (2003), escribe que los abonos orgánicos son importantes en la agricultura orgánica por la fuente de elementos nutritivos que éstos contienen, materia orgánica, sustancias húmicas y otros compuestos de naturaleza enzimática y proteica.

Por otra parte Trinidad 2000. Menciona que los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo, como estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua. La aplicación de los abonos orgánicos mantiene y mejoran la disponibilidad de elementos nutritivos en el suelo obteniendo mejores rendimientos en las cosechas de los cultivos.

## **2.10. Vermicompost (humus de lombriz).**

La lombricultura es una biotecnología sentada en la crianza de lombriz con el objeto de reproducirlas, esa reproducción puede ser variable dependiendo de la época del año, así como del tipo de compostaje que se utiliza para alimentarlas (Vieira, 1997).

La vermicompost, es el material orgánico en proceso de descomposición por lombrices de tierra. La especie más utilizada para producir vermicompost o humus es la lombriz (*Eisenia fétida*) o roja californiana, es de gran actividad productiva y resiste a los cambios bruscos de su medio (Lizaola *et al.*, 2003).

Castillo *et al.*, 2000. Comentan que las lombrices rojas californianas tiene como fin de realizar actividades hortícolas en el uso de sustrato de lombriz "humus" mejoran los aspectos importantes de sanidad y rendimiento mediante las enzimas producidas por su dotación bacteriana los elementos presentes en el terreno.

El vermicompost contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento ya que contiene un alto contenido de ácidos húmicos, gran capacidad de retención de humedad y porosidad elevada que facilita la aireación y el drenaje del suelo y de los medios de crecimiento (Ndegwa *et al.*, 2000). Cuando la vermicompost se usa como abono para nutrición de las plantas provoca efectos dramáticos sobre diversas especies bajo condiciones de campo, como el tomate, pimiento maravilla, lechuga. Una tendencia consiste en el crecimiento de las plántulas, la mejor respuesta ocurre cuando el vermicompost constituye un 10 a 20% del volumen del sustrato (Atiyeh *et al.*, 2000).

La participación de las lombrices en la descomposición de los residuos orgánicos se debe a que la mayoría de ellos son de tipo heterótrofo y requieren de compuestos orgánicos para su crecimiento como parte de la macro fauna del suelo, las lombrices de tierra ingieren grandes cantidades de suelo, MO y residuos de hojas, en consecuencia también tienen un papel destacado sobre

la descomposición de la MO y la transformación de los elementos nutritivos (McInerney y Bolger, 2000).

Las lombrices actúan como batidoras mecánicas ya que éstas desintegran el material orgánico, incrementan el área superficial expuesta a los microorganismos y mueven los fragmentos y excrementos ricos en bacterias, en consecuencia homogenizan el material orgánico. También la diferencia del tradicional tratamiento microbiano de los residuos el vermicomposteo provoca la bioconversión de los desechos de dos productos de utilidad: la biomasa de la lombriz y la VC (Domínguez *et al.*, 2000).

Una forma de aprovechar la vermicompost es a través del Lixiviado, el cual es el material que se obtiene de dicha especie, jugo o extracto fluido orgánico formado en el tracto digestivo de la lombriz. Los extractos o lixiviados del humus de lombriz han sido considerados, tradicionalmente, como un fertilizante líquido orgánico recientemente, estos materiales están siendo utilizados para el control de plagas y enfermedades (Santiago-L 2004).

### **2.11. Importancia económica de la vermicomposta.**

La utilización de la lombriz para producir sustratos de calidad se debe a su bajo costo, además que la población de la especie se duplica cada tres meses, por lo que es posible recuperar lo invertido en cuanto a la producción de sustratos orgánicos generando buenas utilidades en el sector agrícola, siendo ésta una alternativa para entregar a la población frutos hortícolas (tomate) de calidad, asimismo se evita utilizar agroquímicos para no dañar a las plantas (Reik, 1992).

## **2.12. Acolchado Plástico**

El acolchado ha sido una técnica empleada desde hace mucho tiempo por los agricultores. En sus inicios, consistió en la colocación sobre el suelo de Residuos orgánicos en descomposición (paja, hojas secas, cañas, hierbas, etc.) disponibles en el campo. Con estos materiales se cubría el terreno alrededor de las plantas, especialmente en cultivos hortícolas y florícolas, para obstaculizar el desarrollo de malezas, la evaporación del agua del suelo, y principalmente para aumentar la fertilidad. Posteriormente, con el uso del plástico en la agricultura, el acolchado de suelos volvió a cobrar auge debido a sus efectos positivos, mayores que los que se obtenían con la utilización de materiales orgánicos. Los plásticos que se emplean para el acolchado de suelos son el polietileno y el polivinilcloruro (CIQA, 1997).

El acolchado plástico actúa como una barrera de separación entre el suelo y el ambiente atmosférico, el cual amortigua sensiblemente, según el tipo de plástico empleado, los efectos de la luz solar, impidiendo el desarrollo de las malas hierbas y durante las noches constituyen un medio de defensa para las plantas contra las bajas temperaturas nocturnas influyendo considerablemente en el aumento de producción y adelanto de cosecha (Robledo y Martín, 1988).

### **2.12.1. Ventajas del acolchado plástico**

Dentro de las ventajas del acolchado plástico se puede mencionar lo siguiente de acuerdo con. Reducción de la evaporación del agua en el suelo debido a que el material plástico es impermeable a los líquidos impide la evaporación, quedando el agua disponible solo para el cultivo. El plástico produce un efecto de invernadero al conservar el calor almacenado en el suelo durante el día, ya que durante la noche cuando el flujo de calor, el plástico retiene el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera en esto les proporciona a las plantas mayor energía y su medio de defensas contra las bajas temperaturas. (Robledo y Martín, 1981).



### **2.12.2. Desventajas del acolchado plástico**

Cuando la operación del acolchado se realiza en forma manual es bastante laborioso y requiere abundante la mano de obra, el costo del material de plástico que se utiliza para el acolchado es alto, lo que condiciona que solo pueda emplearse en aquellos cultivos que sean altamente remunerativos. Se tiene dificultad con la eliminación de desechos o residuos de plástico por tratarse de un material no desagradable, aumento de la temperatura en el suelo, al conservar el calor almacenado en todo el día, ya que también tiene un soporte en cuanto al control de las plantas no deseadas, mejoramiento de la estructura del suelo asegura para el cultivo una mayor absorción de agua sales minerales y nutrimentos, como consecuencia disponibilidad de nitrógeno para la planta (Martínez, 1991).

### **2.12.3. Acción del acolchado sobre la temperatura del suelo**

Durante el día, el plástico transmite al suelo la temperatura recibida del sol, haciendo el efecto de invernadero. Durante la noche, la película detiene, en cierto grado, el paso de la temperatura del suelo hacia la atmósfera, fenómeno que depende, en menor o mayor grado, según se utilice película de polietileno transparente, gris-humo, negro, metalizado, etc. o bien se trate de películas de PVC (Robledo y Martín, 1988).

El efecto del acolchado sobre la temperatura del suelo está fuertemente influenciado por el tipo de plástico que se utilice (ya sea por la composición química o por la coloración del mismo). El plástico transparente permite el paso de la radiación lumínica, que aumenta la temperatura del suelo. El polivinilcloruro obstaculiza más que el polietileno, la salida de radiación, provocando mayor calentamiento y mayor efecto en el campo del terreno, lo que adelanta la producción. El plástico negro absorbe la mayor parte de la radiación, impide el desarrollo de malezas pero obstaculiza hasta cierto grado el calentamiento del suelo (CIQA, 1997).

#### **2.12.4. Acción del acolchado sobre la humedad del suelo**

La cantidad de agua bajo el plástico es generalmente superior a la del suelo desnudo, salvo en el momento inmediatamente superior a una lluvia. Con el uso de cualquier tipo de plástico la mayor pérdida de agua es por percolación, ya que con el acolchado se impide la evaporación casi totalmente (CIQA, 1997).

El acolchado retiene gran parte la humedad del suelo, lo cual es indispensable para el desarrollo del cultivo y dadas las características de impermeabilidad reducen considerablemente la evaporación del agua del suelo. Al ser el plástico impermeable al vapor de agua y a los líquidos se impide la evaporación del agua del suelo, además de que el plástico no deja desarrollar las malezas; no consume agua, resultando un ahorro de la misma en beneficio del cultivo (Robledo y Martín, 1988).

La economía del agua con el acolchado es substancial; toda las reservas existentes son aprovechable y consecuentemente los nutrientes en, los cultivos son más regulares y constantes (Fernández, 1982).

#### **2.12.5. Acción del acolchado sobre la fertilización**

Los acolchados reducen la pérdida de fertilizante y elementos nutritivos por lixiviación a causa del lavado del suelo, como consecuencia de las lluvias. (Rick, 1997).Adicionalmente, los acolchados elevan la temperatura y la humedad del suelo, factores que favorecen la nitrificación, esto implica que las sales amonio se conservan en nitratos y nitritos ( $N-NO_3$ ) y como consecuencia el nitrógeno está disponible para la planta, lo que se considera importante en el incremento de las cosechas (Gavande, 1976).

### **2.12.6. Acción del acolchado sobre el control de malezas**

El crecimiento y desarrollo de la maleza que se origine debajo de estas láminas de plástico dependerá considerablemente del color de la misma, es decir, de la permeabilidad a la luz solar (Robledo y Martín, 1988). Así pues, el acolchado de suelos con polietileno negro ayuda a eliminar casi la totalidad de las malezas, excepto algunas como el “coquillo” (*Cyperus rotundus* L.). Este efecto herbicida del plástico negro se debe a su impermeabilidad a la luz, que impide la actividad fisiológica de las malezas. Así mismo, con esta práctica se evita el uso frecuente de herbicidas comunes, que permitan el crecimiento exuberante de malezas no selectivas a los mismos. La aplicación correcta del plástico transparente permite que la temperatura y humedad alta bajo el mismo, quemem las malezas germinadas en las primeras fases del desarrollo vegetativo. De este modo, el plástico transparente ofrece su efecto positivo sobre el terreno y sobre la planta (CIQA, 1997).

### **2.12.7. Acción del acolchado sobre la calidad y precocidad de los fruto**

La película de plástico, al actuar de barrera de separación entre el suelo y la parte foliar de la planta, evita que los frutos estén en contacto directo con la tierra, obteniéndose éstos con una calidad y presentación tal que los hace ser más comerciales. Es muy aconsejable esta técnica para aquellas plantas que producen frutos rastreros, tales como: fresas, tomates, melones, pepinos, etc., ya que el plástico evitará que se originen putrefacciones, ataques de insectos y, sobre todo, enfermedades criptogámicas (caso muy frecuente de ataque de *Botrytis*) (Robledo y Martín, 1988).

### **2.12.8 Monitoreo de la nutrición del cultivo de tomate.**

El análisis vegetal es actualmente la herramienta más integral para diagnosticar el estado nutrimental tanto de cultivos anuales como perennes existen dos estrategias para monitorear la nutrición del cultivo una es el extracto celular del peciolo y el otro es en la hoja más recientemente madura.(Dow y Roberts,19982).

### **2.12.9. Análisis de extracto celular de peciolo (EPC)**

Rosen *et al.*, 1996 dicen que el Nitrógeno, fósforo y potasio son tres elementos que pueden ser diagnosticados con mucha precisión en este órgano de muestreo, toda vez que se definan los niveles adecuados en función del estadio de desarrollo. El análisis de extracto celular de peciolo es un método relativamente nuevo para analizar el tejido vegetal. En este extracto del tomate se puede analizar el contenido de nitratos, potasio y fósforo, mediante el uso de técnicas rápidas. Los datos obtenidos mediante este método pueden utilizarse como herramientas en el manejo de la fertilidad del suelo y de la nutrición del cultivo.

### **2.12.10 Métodos de Cardy y Horiba**

La técnica de análisis de nitratos y potasio en extracto celular de peciolo mediante el uso de equipo portátil de electrodos específicos llamados Cardy, ha sido estudiada ampliamente y corroborada mediante el uso de equipo científico de laboratorio. La ventaja del electrodo de iones específicos que se usa en el equipo Cardy, es que no requiere de reactivos y esto hace el análisis más económico, pues solo se usa una solución estándar que sirve para establecer la linealidad de la lectura del aparato. Esta técnica no requiere de dilución en el caso de nitratos a ningún rango de concentración, pero en el caso de potasio, a niveles mayores a 5000 ppm de K es necesario hacer diluciones en sulfato de aluminio 0.07 M. Sin embargo es difícil encontrar estas concentraciones tan altas en la mayoría de los cultivos, por lo que la lectura directa de ambas determinaciones sin necesidad de hacer diluciones arroja resultados confiables. Esta técnica ofrece muchas posibilidades para conseguir un rápido y eficiente diagnóstico conjuntamente con la técnica de análisis foliar, de esta manera será posible tomar medidas correctivas en un tiempo muy breve sin afectar, el desarrollo del cultivo y conseguir los máximos rendimientos (Rosen *et al.*, 1996).

Leyva., et al., (2005), realizaron trabajos en contenido de nitratos celulares del peciolo y frutos de tomate en condiciones de campo, el análisis se realizó al inicio de la fructificación. y señala que la concentración en el peciolo de tomate cultivados con fertirriego y en la etapa ya antes mencionada los niveles se encontraron entre 500 y 800 mg L<sup>-1</sup> nitratos (Cuadro 1).

**Cuadro 1** Niveles de referencia en extracto celular en el peciolo en el cultivo de tomate en campo.

DDT	N-NO <sub>3</sub>	P	K
15	500-800	200-400	3000-4000
30	500-800	200-400	3000-4000
45	400-800	200-400	3000-4000
cosecha	400-800	200-400	3500-5000

(Leyva., 2005).

**Cuadro 2** Rango de suficiencia para nitratos y potasio de savia del peciolo fresco en el crecimiento de tomate en campo.

Cultivo	Estado de desarrollo del cultivo	Savia del Peciolo	
		Concentración (ppm)	
		NO <sub>3</sub> -N	K
Tomate	Trasplante al segundo racimo	1000-1200	4500-5000
	Segundo racimo al quinto racimo	800-1000	4000-5000
	Cosecha	700-900	3500-4000

Hochmuth (1990).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera**

La región lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos 101° 40´ y 104° 45´ de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05´ y 26° 54´ de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. la región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi-cálido a cálido-seco y en invierno desde semi-frió a frió, mientras que los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992)

#### **3.2 Localización del Experimento**

El experimento se realizó en periodo de primavera- verano del 2007 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN- UL) ubicado Periférico y Carr. Sta. Fe s/n, Torreón, Coahuila, México, dentro de la Comarca Lagunera, entre las coordenadas geográficas de 103° 25´57´´ de longitud oeste al meridiano de Greenwich 25° 31´11´´ de latitud norte con una altura de 1123 msnm (SIMAS, 2002)

#### **3.3 Características del Suelo**

El análisis del suelo se realizó el 12 de febrero de 2007, para lo cual se obtuvieron cinco muestras representativas del terreno, y a partir de ellas se integró una muestra compuesta, para determinar los niveles de fertilidad y de otras características de la parcela experimental.

**Cuadro 3.** Análisis de suelo del campo experimental de la UAAAN UL

Parámetros	
Textura	Migajón-.Arcilloso
% Arena	24.72
% Limo	30.92
% Arcilla	44.36
CIC (meq·100 g de suelo <sup>-1</sup> )	7
pH	8.01
Fósforo (ppm)	10.2
Potasio (meq·100 g)	0.21
Calcio (meq·L <sup>-1</sup> )	11.07
Magnesio (meq·L <sup>-1</sup> )	1.48
Azufre (meq·L <sup>-1</sup> )	7.88
Cobre (ppm)	0.88
Fierro (ppm)	1.7
Zinc (ppm)	1.98
Manganeso (ppm)	3.4

### 3.4 Material Genético

Se utilizó el híbrido de tomate: Híbrido Maya (Seminis seed): es de tipo saladette, de crecimiento determinado, los frutos son de excelente pared y firmeza, de color rojo muy atractivo. Resistente a N, F-1,2, ASC, ToMV y V. Las semillas se sembraron en charolas de 200 cavidades rellenas con sustrato Peat moss.

### 3.5 Diseño Experimental

El estudio se realizó en una parcela experimental de 405 m<sup>2</sup>. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos dosis de fertilización orgánica) y tres repeticiones, con 20 plantas por unidad experimental. Las dosis de lixiviado de vermicompost se inyectaron al sistema de fertirrigación mediante un venturi Las plántulas de tomate se establecieron, en camas meloneras de 1.60 m con acolchado plástico a una distancia entre planta y planta de 50 cm. Bajo un riego por goteo y una superficie de 1.6 x 10 metros por unidad experimental.

**Cuadro 4.** Tratamientos de fertilización orgánica e inorgánica con sus dosis utilizadas.

Tratamiento	Dosis (L·ha <sup>-1</sup> )
1 F. Orgánica	1650 lixiviado
2 F. Orgánica	2100 lixiviado
3 F. Orgánica	2500 lixiviado
4 F. Inorgánica	150-100-200

### **3.6. Prácticas Culturales.**

### **3.7. Preparación del terreno**

Consistió en hacer las siguientes labores, barbecho y rastra, que tuvo por objeto preparar el terreno ya que esta actividad nos proporcionan mejor desarrollo de las raíces de las plantas, que tengan mejor desarrollo en cuando se haga el trasplante esta técnica favorecerá al cultivo en cuanto a su crecimiento y producción.

### **3.8. Trazo de las camas**

Para este tipo de trabajo se utilizó un implemento bordeadora levantando las camas a una distancia de 1.6 m de ancho.

### **3.9. Colocación del sistema de riego**

El sistema que se utilizó en este experimento fue riego por goteo este sistema el agua se distribuye normal mente al suelo mediante goteros situados sobre tuberías flexibles de forma que el suelo quede cubierto en una pequeña superficie del punto de emisión.



### **3.10. Colocación del acolchado plástico**

Este trabajo se realizó manualmente. El acolchado plástico consistió en cubrir el suelo con el plástico ya que evita la pérdida de humedad o evaporación; además el fruto tiene mejor precocidad por la temperatura debido a la retención de calor en el suelo, también aprovecha más los elementos nutritivos y se controla sin problema las malas hierbas.

### **3.11. Siembra en charolas**

La siembra se realizó el 23 de febrero del 2007 en charolas de 200 cavidades, utilizando como sustrato Peat moss y la semilla fue de un híbrido maya tipo saladette, de crecimiento determinado

### **3.12 Trasplante**

El trasplante se llevó a cabo el día 2 de abril del 2007 a campo abierto en el campo experimental de la UAAAN UL, la distancia entre plantas fue 0.5 m y entre surcos fue de 1.6 m, con una densidad de población de 12,500 plantas por ha.

### **3.13 Deshierbe**

Se realizó el trabajo de deshierbe con el propósito de que las plantas no deseadas compitan con el cultivo en cuanto a elementos nutritivos, agua y espacio, cabe mencionar que los acolchados plásticos si son muy efectivos ya que existen otras especies competitivas y que pueden ser controladas con los acolchados plásticos para no afectar a las plantas en los días de su desarrollo.

### **3.14 Riegos y Fertilización**

La aplicación del riego se realizó dos veces por semana hasta dejarlo a capacidad de campo. Con respecto a la fertilización se aplicó una vez por semana; la fertilización orgánica con lixiviado de vermicompost en tres

diferentes tratamientos, la inorgánica con nitrato de calcio, nitrato de potasio y ácido fosfórico.

**Cuadro 5.** Fertilizantes foliares aplicados durante el experimento

<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>	<b>Frec. de Aplicación</b>	
Maxiquel	Micronutrientes	4 g·L <sup>-1</sup> de agua	Cada 2 semanas
Urea Foliar	Fertilizante Foliar	4 g·L <sup>-1</sup> de agua	Cada 2 semanas
Biozymed	Regulador	1 mL·L <sup>-1</sup> de agua	Cada semana
Poliquel de Calcio	Deficiencia de Calcio	3 mL·L <sup>-1</sup> de agua	Cada semana

### 3.15 Control de Plagas y Enfermedades

La plaga que mayor daño ocasionó fue el Trips (*Trips tabaci*) y la Mosquita Blanca (*Bemisa tabaci*), y de menor grado el minador de la hoja; las cuales se hizo aplicaciones como se menciona en el Cuadro 6.

**Cuadro 6** productos aplicados para control de plagas y enfermedades

<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>	<b>Control de:</b>	<b>Frec. de Aplicación</b>
Confidór	2 mL·L <sup>-1</sup> de agua	Mosca blanca	Cada 2 semanas
Cupertrón	20 mL·15 L <sup>-1</sup> de agua	Patógenos	Cada 2 semanas
Thiodán	3 mL·L <sup>-1</sup> de agua	Mosca blanca	Cada 2 semanas
Abamectina	3 mL·L <sup>-1</sup> de agua	Trips	Cada 2 semanas

### **3.16 Análisis de elementos nutritivos.**

Se hizo un análisis mediante el extracto celular del pecíolo, de la nutrición del cultivo en cada uno de los tratamientos, de N-NO<sub>3</sub> y K mediante un equipo CARDI, así mismo se realizó la determinación de P mediante un equipo HANNA, se obtuvo la hoja madura más reciente, de arriba hacia abajo y se eliminaron los folíolos, a los 45 días después del trasplante (ddt) y a la cosecha.

### **3.17 Muestreo**

Cuando se evalúa el tejido vegetal, la mayor parte de los errores provienen del muestreo. Estos errores generalmente surgen al realizar pruebas en muestras que no son representativas del cultivo a evaluar. Las hojas o las partes de las plantas seleccionadas deberán tener la misma edad y deberán encontrarse en posiciones similares en las plantas. Por lo general, las muestras de los pecíolos se toman de las hojas que hayan madurado más recientemente, pues se trata de la hoja que han terminado de crecer. Esta hoja se considera la más recientemente madura.

Los procedimientos de muestreo deben establecerse y cumplirse de manera específica para cada tipo de muestra y cultivo. El muestreo debe hacerse recolectando como mínimo 25 pecíolos (tallo de la hoja). Estos pecíolos se toman al azar del cultivo a diagnosticar, buscando la máxima representatividad del lote a muestrear. A cada una de estas hojas se les elimina los folíolos, cuando se trata de hojas compuestas (como tomate o papa) o bien se les elimina la lamina foliar cuando se trata de hojas simples, como el chile o el brócoli. Cuando se trata de pecíolos muy grandes o de una muestra en la que la totalidad de los pecíolos no caben en el cilindro que se usara como prensa, entonces se recomienda tomar una submuestra de esta muestra para realizar la extracción. Esto se hace tomando porciones o trozos de todos y cada uno de los pecíolos para que la muestra no pierda sus propiedades de representatividad. No se debe de incluir en la muestra que presenten signos obvios de deficiencia de elementos nutritivos, ni con plantas que hayan sido dañadas por enfermedades, insectos o por substancias químicas, a menos que sean el objeto

preciso de estudio. Las plantas que sido sometidas a algún tipo de estrés por cierto tiempo pueden dar una idea falsa de la condición nutricional del cultivo.

### **3. 18. Procedimientos de Extracción del peciolo**

Se utilizó una prensa cilíndrica acoplado a un tornillo de presión. Se cortaron los pecíolos en trozos cortos y se colocaron en la prensa, iniciando el proceso de presión, hasta que los orificios permitieron el flujo del extracto acuoso del tejido vegetal.

1. Se aplicó el extracto directamente sobre el sensor.
2. Se espero que se estabilice la lectura entre 30 y 45 segundos y se registró el valor.
3. se enjuagó el sensor con agua destilada y secó con una toalla de papel absorbente suave.
4. En caso de tener dudas de la lectura, puede repetir el procedimiento, tomando muestras del mismo material.

Medidor Cardy de Nitratos, Potasio o Sodio. Se trata de un medidor de iones compacto cuyo principio de análisis es el electrodo de iones específicos.

### **3.19 variables a evaluar de la Cosecha**

- a) Rendimiento: Esta variable se tomará por cada corte.
- b) Rendimiento comercial y número de frutos comercial: Es el rendimiento en  $t\cdot ha^{-1}$  y el número de frutos por hectárea en la clasificación comercial.
- c) Rendimiento y número de frutos de rezaga: Es el rendimiento en  $t\cdot ha^{-1}$  y el número de frutos por hectárea en la clasificación de rezaga.
- d) Calidad y número de frutos comercial: En esta variable la calidad se clasificó de acuerdo al peso en  $t\cdot ha^{-1}$  y número de frutos por hectárea en cada una de las categorías, extra chico, chico, mediano, grande y extra grande.
- e) Calidad y número de frutos de rezaga: Esta variable se clasificó de acuerdo al tipo de daño que presentan los frutos en: daño por insecto, enfermedad, mecánico, fisiológico.

### **3.19. Variables de calidad**

- a) Peso del fruto: Se registró el peso por cada fruto representativo de cada tratamiento a evaluar.
- b) Diámetro polar: Se evaluó la medida de polo a polo. Se obtuvo mediante el uso de un vernier.
- c) Diámetro Ecuatorial: Se registró por la parte media del fruto, se obtiene mediante el uso del vernier.
- d) Color Externo: Se prefieren los tratamientos que tengan una coloración uniforme y un rojo intenso. Se utilizó de acuerdo a una escala internacional la cual esta graduada en número y letra, y se toma el color de externo de cada fruto y se anota.
- e) Número de Lóculos: con el número de lóculos se determinó la resistencia al transporte, siendo mayor en aquellos que tienen menor número de lóculos. Al partir el fruto se obtiene estas características.
- f) Grados Brix ó Sólidos Solubles: Son los responsables de darle el sabor al fruto y dependiendo de su concentración es el uso al que se le destine. Esta característica es muy importante, ya que, con ella se determina si tiene buena calidad o no. Se registró con un refractómetro.

### **3.20 Cosecha**

La cosecha se realizó una vez por semana, cuando los frutos eran de un color rosado a rojo marrón. Se cosecha 8 plantas por unidad experimental tanto frutos comerciales y de rezaga.

### **3.21 Análisis Estadísticos**

Los análisis estadísticos considerando cada una de las características evaluadas se realizaron mediante el paquete estadístico cuando se encontraron diferencias significativas los análisis se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico statistical Analysis system (SAS) versión 6.12 (SAS 1997).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis de elementos nutritivos

En el Cuadro 7, se muestran las medias de tratamientos de los niveles de  $\text{NO}_3$ , encontrados en el extracto de pecíolo de tomate a los 45 DDT, en donde se observa que los tratamientos 1, 3, y 4 son iguales y diferentes estadísticamente al tratamiento 2. En los fosfatos los resultados muestran que los tratamientos 2 y 3 de fertilización orgánica son iguales estadísticamente y diferentes al tratamiento 1 y 4 en el k los tratamientos 1, 2 y 3 orgánicos son significativos y diferentes estadísticamente al tratamiento 4 orgánico.

**Tabla 7.** Medias de niveles de  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$  y K encontrados en savia de pecíolo de tomate a los 45 DDT con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs inorgánica. 2007

TRATAMIENTOS	N- $\text{NO}_3$		$\text{PO}_4$		K	
1	893.67	AB	141.67	A	3166.7	B
2	795.33	B	116.67	A B	3133.3	B
3	856.00	AB	116.67	A B	3233.3	B
4	984.67	A	75.00	B	4866.7	A
<b>C.V. (%)</b>	9.46		23.12		9.92	

Valores con letra diferentes son estadísticamente diferentes. 1)1650 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 2) 2100 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 3) 2500 L·ha<sup>-1</sup> de lixiviado, 4 Testigo) 150-100-200

Los valores en las tres dosis de lixiviado caen dentro de los niveles de referencia en extracto celular al compáralos con los datos reportados de (SAS 1997). Cuadro 1, en los nitratos y potasio, no así en fósforo, sin embargo al compararlos con los niveles de referencia de Hochmuth (1990) cuadro 2, los niveles de suficiencia  $\text{N-NO}_3$  y de K, en las etapas iniciales que van del trasplante a al segundo racimo floral indica que los tres tratamientos de fertilización orgánica están por debajo de los niveles de referencia.

Aun cuando estos niveles de referencia utilizados son para un desarrollo de tomate en invernadero sirven para indicar en qué posición se encuentra, esto dado a falta de literatura de niveles de referencia en campo abierto.

En el Cuadro 8 se observan los niveles de nitratos, fosfatos y potasio encontrados en el pecíolo del tomate a la cosecha, los tres tratamientos de dosis de lixiviado son estadísticamente iguales en las 3 dosis de lixiviado diferentes a la fertilización inorgánica excepto en fósforo.

**Cuadro.8** Niveles de NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> y K encontrados en pecíolo de tomate la cosecha con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs inorgánica. 2007

TRATAMIENTOS	NO <sub>3</sub>		PO <sub>4</sub>		K	
1	554.8	B	104.17	A	4050.0	B
2	577.7	B	83.37	A	4383.3	B
3	659.0	B	81.30	A	4133.3	B
TESTIGO	1369.4	A	85.47	A	6700.0	A
<b>C.V. (%)</b>	23.3		15.98		10.49	
<b>DMS (0.05)</b>	2.4		2.4		2.4	

Valores con letra diferentes son estadísticamente diferentes. 1)1650 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 2) 2100 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 3) 2500 L·ha<sup>-1</sup> de lixiviado, Testigo) 150-100-200

Los valores en las tres dosis de lixiviado caen dentro de los niveles de referencia, esto al compáralos con los datos reportados de Leyva (2005) cuadro 1, en extracto celular en los nitratos y potasio pero no en fósforo, sin embargo al compararlos con los niveles de referencia de la Universidad de Florida, considerando el reporte de Hochmuth (1990) cuadro 2 indican que los niveles de extracto del pecíolo en N-NO<sub>3</sub> en la cosecha de tomate están por debajo, aunque en el caso del potasio se encuentra dentro de los niveles de referencia.

Que son de 700-900 mg·L<sup>-1</sup> de N-NO<sub>3</sub> y 3500 a 4000 mg·L<sup>-1</sup> de K durante toda la etapa de cosecha del tomate.

Estos valores sugieren que las dosis de lixiviado utilizadas en esta investigación son adecuadas solo para el nivel de potasio.

## Rendimiento

En el cuadro 9 se muestran las medias de rendimiento comercial, rendimiento de rezaga y rendimiento total en ton ha<sup>-1</sup>, éstas se realizaron en cuatro cortes. Los tratamientos 1, 2 y 3 corresponden a la fertilización orgánica a base de lixiviado de vermicompost y el testigo con fertilización inorgánica. Se puede observar que el testigo, no hubo diferencias significativas en relación con los tratamientos orgánicos. No obstante, los resultados obtenidos superan el rendimiento medio regional que es de 25 ·ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 9** Media de rendimientos de tomate con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs inorgánica. 2007

TRATAMIENTOS	TONELADAS/HECTAREA					
	COMERCIAL		REZAGA		TOTALES	
1	29.104	A	17.990	A	47.094	A
2	28.308	A	16.995	A	45.302	A
3	31.500	A	16.333	A	47.833	A
<b>TESTIGO</b>	31.880	A	7.464	B	39.344	B
<b>C.V %</b>	14.5		17.8		10.6	
<b>DMS</b>	2.4		2.4		2.4	

Valores con letra diferentes son estadísticamente diferentes. 1)1650 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 2) 2100 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 3) 2500 L·ha<sup>-1</sup> de lixiviado, Testigo) 150-100-200

El rendimiento en rezaga fue mayor en los tres tratamientos con lixiviado, un resultado no adecuado ya que se busca que los frutos obtenidos no se clasifiquen en esta categoría, la fertilización inorgánica fue dos veces menor en cuanto a la fertilización, Resultado en cuanto a la fertilización orgánica. Los rendimientos totales orgánicos en comparación con el testigo (150-100-200 son estadísticamente diferentes. Estos resultados sugieren que



una fertilización orgánica ofrece resultados muy prometedores en producción de tomate.

En el Cuadro 10 se presentan las medias del número de frutos de tomate por hectárea, se observa que en la categoría comercial son estadísticamente iguales los tratamientos, por lo que una fertilización en las dosis de lixiviado utilizadas son las adecuadas, esto mismo se presentó en el cuadro 10 en el número de frutos por planta.

**Cuadro 10** Medias de número de frutos comerciales, de rezaga, totales en unidades por hectárea de tomate con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs inorgánica. 2007

TRATAMIENTOS	NUMERO DE FRUTOS POR HECTAREA		
	Comercial	Rezaga	Totales
1	322,917 A	335,417 A	658,334 A
2	316,146 A	322,396 A	638,542 A
3	335,417 A	322,396 A	657,813 A
<b>TESTIGO</b>	335,938 A	148,958 B	484,896 B
<b>CV %</b>	10.71	17.82	10.76
<b>DMS (0.05)</b>	2.4	2.4	2.4

Valores con letra diferentes son estadísticamente diferentes. 1)1650 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 2) 2100 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 3) 2500 L·ha<sup>-1</sup> de lixiviado, Testigo) 150-100-200

El número de frutos de tomate por hectárea. en la categoría de rezaga fue superior en la fertilización inorgánica, posiblemente por los niveles encontrados en el pecíolo en la cosecha de 6700 mg·L<sup>-1</sup> de K, comparado con la fertilización inorgánica que fue de un rango de 4050 a 4383.3 mg·L<sup>-1</sup> de K, este elemento proporciona una resistencia a diversas adversidades que en el caso de la fertilización inorgánica la dosis fue adecuada, evitando un alto número de frutos en rezaga, estos resultados sugieren aumentar la dosis de lixiviado a fin de que se incremente el nivel de suficiencia en lo referente a K durante la cosecha, esto mismo sucede en la comparación de medias en el número de frutos/planta comerciales, rezaga y totales

**Cuadro 11** Media de número de frutos/planta comerciales, rezaga y totales de tomate con fertilización orgánica (lixiviado de vermicompost) vs inorgánica. 2007.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA					
	Comercial		Rezaga		Totales	
<b>1</b>	26.00	A	27.00	A	53.00	A
<b>2</b>	25.33	A	26.00	A	51.33	A
<b>3</b>	27.00	A	25.66	A	52.66	A
<b>TESTIGO</b>	27.00	A	12.00	B	39.00	B
<b>CV %</b>	11.44		20.65		12.26	
<b>DMS (0.05)</b>	2.4		2.4		2.4	

Valores con letra diferentes son estadísticamente diferentes. 1)1650 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 2) 2100 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 3) 2500 L·ha<sup>-1</sup> de lixiviado, Testigo) 150-100-200

En el Cuadro 12 se muestran las variables que se evaluaron para la calidad, peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, número de lóculos y sólidos solubles en grados Brix. Se puede observar que en el peso de los frutos no hubo diferencias significativas, al igual que en los variables de diámetro polar y en número de lóculos, sin embargo, en el caso de diámetro ecuatorial mostraron superiores los de tratamiento orgánico con 4.0, 3.9, 3.8 y 3.3, en los T1, T2, T3 y testigo respectivamente.

**Cuadro 12** Media de los parámetros de calidad de tomate con fertilización orgánica (lixiviado de vermicomposta) vs inorgánica. 2007

Tratamientos	Peso Fruto (g)	Ø Polar (cm)	Ø Ecuatorial (cm)	No Lóculos	Sólidos solubles (°Brix)
<b>1</b>	87.33 A	5.0 A	4.0 A	3.4 A	4.73 A
<b>2</b>	78.33 A	4.9 A	3.9 A	3.3 A	4.76 A
<b>3</b>	80.66 A	4.9 A	3.8 A	3.3 A	5.03 A
<b>TESTIGO</b>	87.00 A	4.5 A	3.3 B	3.3 A	3.36 B
<b>CV (%)</b>	8.19	4.88	4.85	3.99	7.42
<b>DMS (0.05)</b>	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4

Valores con letra diferentes son estadísticamente diferentes. 1)1650 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 2) 2100 L·ha<sup>-1</sup> lixiviado, 3) 2500 L·ha<sup>-1</sup> de lixiviado, Testigo) 150-100-200

Al igual que en los sólidos solubles (° Brix) mostraron ser superiores los tratamientos orgánicos que el tratamiento testigo inorgánico con valores 4.73, 4.76, 5.03 y 3.36 en los T1, T2, T3 y testigo respectivamente

## V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio en plantas de tomate conducidas en dos tipos de fertilización orgánica e inorgánica en campo abierto se formulan las siguientes conclusiones:

1.- La fertilización orgánica con las tres dosis de lixiviado de vermicompost de 1650, 2100 y 2500 L·ha<sup>-1</sup> de lixiviado, los niveles de NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> y K encontrados en el extracto de pecíolo de tomate a los 45 después del trasplante son suficientes solo para los nitratos y el potasio.

2.- La fertilización orgánica en las tres dosis de lixiviado de vermicompost, los niveles de NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> y K encontrados en el extracto de pecíolo de tomate a la primer cosecha son suficientes solo en los nitratos y potasio.

3.- Los rendimientos de tomate totales en la fertilización orgánica superan al tipo de fertilización inorgánica con 150-100-200, sin embargo presenta altos porcentajes de rezaga, muy susceptible a daños biológicos y físicos.

4.- Es necesario corroborar dichos los datos obtenidos con otro año de experimentación para verificar los resultados.

## VI. LITERATURA CITADA

Atiyen, R.M., Dominguez J.S., and Edwards C.A. 2000. A changes in biochemical properties of crow manure during processing by earth worms eisenia and the effects on seedling growth pedobiologia, 44: 709-724.

Brentlinger D. 2002. Certified Organic Tomato Production.

Burt , C.,O.Connor and t Ruehr , 1998 Fertirrigation the Irrigation ,Training and research center, California polytechnie state university, San Luis Obispo CA.

Centro de Investigación en Química Aplicada CIQA. 1997. Curso nacional de plástico en la agricultura, UAAAN, Saltillo Coahuila.

Castillo, A.E., Quarin, S.H. e Iglesias, C.M. 2000. Caracterización química Y física de compost de lombrices elaboradas a partir de residuos orgánicos puros y combinados Agric Tec. (Chile).60 (1):74-79.

Calvert. A. 1973. Environmental responses the U.K Tomato Manual Grower Books, London: 23-24

Chang-Chien, S.W., Huang, C.C., and Wang, M.C. 2003. Analytical and Spectroscopic Characteristics of Refuse Compost-Derived Humic Substances.Int. J. Appl. Sci.Engineering. 1(1):62-71

Diehl R. y J.M. Mateo. 1982 "Fitotecnia General". Ediciones Prensa. Madrid España. Pp. 324-325

Dominguez, J., Edwards, C.A. and wesbster, M., 2000 vermicompost sewage.

Dow, A.J.y S. Roberts' 1982 proposal: critical nutrient ranges for crop diagnosis. A.J. 401\_403.

Esquinas, A.J. Seen y F.V. Nuez. 1999. Situación taxonómica domesticación y difusión del tomate, pp. 13\_ 23.

Edmond, J.B. 1981. Principios de horticultura séptima Edición, Editorial S.A C.V. sexta Reimpresión; México D.F.

Fernández, T.S. 1982. Plásticos (una opción para la agricultura) Ciencia y Desarrollo No 47 CONACYT. México.

Gavande S.A. 1976. Física de suelos. Editorial limusa, México.

Garcia, P.R.E. 1996 La Lombricultura y El Vermicompost en México in:agricultura orgânica uma opcion sustentable para El agro mexicano Editor Ruiz , F.J.F. Universidade Autônoma Chapingo.

Hochmuth G.J. 1990. Fertilizer Management for Greenhouse Vegetables Florida Greenhouse Vegetable Production Handbook, Vol 3. Web Site at <http://edis.ifas.ufl.edu>.

León, G. H.M. y Arosemena D. M. 1980. El Cultivo de Tomate para Consumo en Fresco. En el Valle de Culiacán. Sin SARH-INIA-CAEVACU 125p.

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

Leyva R.G.2005. Contenido de nitratos en extractos celulares de peciolo y frutos de tomate Rev. Fitotec.Mex. 28.145\_150.

Lizaola Quintero 2003,

McInerney, M. and Bolger, T. 2000. Decomposition of quercus petraea litter: influence of burial, communiton and earth worms. Soil Biol, Biochem. 32 1989-2000.

Maturana M.L. s/f. Cambios en la fertilidad del suelo asociado A cero labranza. Laboratorio de relaciones suelo-agua-planta. Facultad de ciencias agronómicas universidad de chile.

Martínez S., J. 1991. Uso de las películas de plástico en la producción Agrícola. Manejo de Agro sistemas con Arropado plástico. Pp. 117-140.

Ndegwa; P.M., Thompson S.A. and Das, K.G. 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids Biores Technol. 71:5-12.

Navarro R.A. 2003. Guía para hacer composta en forma aeróbica CESTA Amigos de la tierra pp. 23.

Nuez V. F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. In: ed.) F. Nuez. El Cultivo de tomate, editorial mundi \_ prensa, México.

Nonnecke, I.L 1989 Vegetable production Van Nostrand Reinhold New York.

Núñez E. 1995. Development and present status of fertirrigacion in México dahalia greindinger International Symposium of Fertigati3n-Israel Institute of Technology y Haifa, Israel.

Reik R, 1992. On \_fam composting hand book. Northeast regional Agricultural Engineering service, cooperative Extention. New yok, p.186.

Rick, M 1997 practicas de acolchado para maíz dulce productores de hortalizas Enero 1997 pp. 25\_26.

Rodríguez, L. 2000. Densidad de poblaci3n vegetal y producci3n de materia Seca. Revista COMALF I pp. 31\_38.

Ruano, B.S. 2000. Enciclopedia practica de la agricultura y la ganadería 2000 Edición océano Barcelona España ,2000; pp. 145\_183.

Resh M. H. 1997. Es la hidroponía orgánica o inorgánica Revista de Horticultura, 1998. Numero, 29, Vol. XVII. PP. 25-28

Robledo, F. Y Martin, L. 1988. Aplicación de los plásticos en la Agricultura. Madrid. Ediciones Mundi \_ prensa p. 573.

Rosen, C.J., M. Eerrehi, y wenshan Wang. 1996. Testig petiole sap for nitrate and potassium A comparison of several analytical procedures. Hortscience.

Santiago L. 2004. Desarrollo y evaluación de lixiviado de composta y Lumbricompost para el manejo de sigatoka negra *Mycosphaerella fijuensis* moretat), en plátano Turrialba, costa rica pp. 1\_89.

Serrano, C. Z. 1979. Cultivos de hortalizas en campo. Editorial Aedos Imprenta juvenil S.A. Barcelona España.

Simas, 2002. Folleto anual sobre el uso y conservación del suelo.

Simas 1997. Folleto anual sobre el uso y conservación del agua.

Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera Ensayo monográfico. 1er edición tipográfica Reza. S.A. Torreón, Coahuila, México, p. 14.

Turihi. A 1999. Guía práctica de horticultura Ediciones CECSA España Pág. 206.



Tiscornia, J.R. 1989 Hortalizas de fruto, tomate, pimiento pepino y otras albatros, buenos aires argentina. pp. 7\_9.

Trinidad, S.A. 2000. El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola, Sistemas de agro negocios agrícolas, instituto de recursos naturales, colegio de posgraduados, chapingo, México pp. 1\_6.

Valadez, L.A. 1990. Producción de hortalizas, editorial limusa, México, D.F. pp.198\_222.

Valadéz, L. A. 1998. Producción de Hortalizas. Editorial UTEHA. México D.F.

Vieira, M.I. 1997. Minhocas Dao lucros editora prata distribuidora Ltda. são Paulo Brasil

Zantelises, A. 2003. Enzimas que participan en el proceso de vermicompostaje. Terra, 21(1): 73-80.