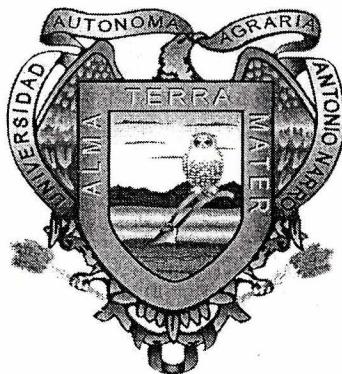


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE HORTALIZAS CON  
VERMICOMPOSTA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN  
LA COMARCA LAGUNERA**

**TESIS  
QUE PRESENTA**

**BUONFILIO ACOSTA BAUTISTA**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

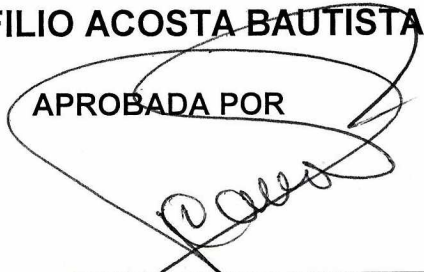
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE HORTALIZAS CON  
VERMICOMPOSTA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN  
LA COMARCA LAGUNERA

POR

BUONFILIO ACOSTA BAUTISTA

APROBADA POR



ASESOR PRINCIPAL

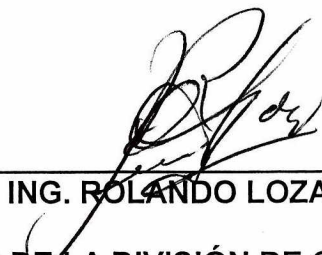
DR. PEDRO CANO RÍOS

COASESOR

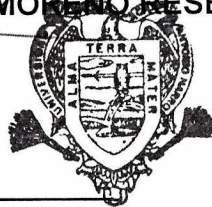
DR. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ

COASESOR

MC. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ



ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
VIAJAN UL

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


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

## INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

COMITÉ PARTICULAR

  
DR. PEDRO CANO RÍOS  
PRESIDENTE

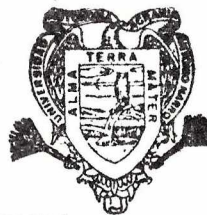
  
DR. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ  
VOCAL

  
MC. ALEJANDRO MORENO RESENDEZ  
VOCAL

  
ING. VICTOR MARTINEZ CUETO  
VOCAL SUPLENTE

  
ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



## AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme estar en este momento en el lugar donde conocí a la gente que supo conducirme por el lugar por el cual estoy ahora.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna** por darme la oportunidad de prepararme en una etapa mas de la vida.

A la Fundación Produce Coahuila, Fundación Produce Durango y al Patronato para la Investigación y Fomento de Sanidad Vegetal de la Comarca Lagunera por haber proporcionado el financiamiento para la realización de la presente investigación.

De manera particular: Al Ph.D. Pedro Cano Ríos, por aportar y transmitir sus conocimientos, consejos y apoyo brindado, así como la paciencia tenida por la revisión y para llevar y llegar a la conclusión de esta investigación, en este nuevo ramo de la agricultura futura: agricultura orgánica. Gracias.

Al Ph.D. Florencio Jiménez Díaz por la confianza y enseñanza en mi carrera profesional. Gracias.

Al Ing. M. C. Norma Rodríguez Dimas y al Ing. M. C. Manuel Ramírez Delgado por el apoyo brindado en la revisión de este trabajo de tesis y la confianza hacia mi persona. Gracias

Al Ph.D. Urbano Nava Camberos por la atención y apoyo prestado a mi persona.

Al Dpto. de Parasitología, profesores que transmitieron sus conocimientos en esta etapa de mi carrera profesional

Al Ing. Alejandro Moreno Resendez y al Ing. Victor Martínez Cueto por su colaboración en este proyecto.

A la M.C. Sonia López Galindo, MC. Clara M. Ramírez, Dr. Alfredo Aguilar Valdez, Dr. Agustín Cabral, M.C. Armando Luevano G., Ing. José Villarreal Reyes y catedráticos que han confiado en mí, gracias por su amistad y confianza.

A la Biol. Patricia Guzmán Zedillo, que por su materia nace la iniciativa de investigar y aprender el uso de la Lombricultura en el área agrícola. Gracias

A los compañeros y amigos: Elizabeth Soto, Noel Enrique Velásquez, Iber Ulises Figueroa, Luis Gerardo Torres y Samuel Bejarano; por el equipo que fuimos en nuestra etapa de universitarios, por su amistad y confianza que siempre tuvimos.

A los compañeros y amigos Víctor Hugo Gonzáles, José Juan Sánchez, por apoyarme en el trabajo de campo de mi tesis. Gracias

Al Ing. Manuel Luna, por la colaboración y asesoría en los invernaderos.

A los señores: Gerardo Palacios Vásquez y J. Dolores Monsivais H. Gracias por su amistad y apoyo brindado.

A un amigo Silvano Hernández y todos los amigos del gabacho que supieron extenderme la mano en Houston, Estados Unidos, la amistad y cobije que supieron darme, gracias. Estoy en deuda con ustedes.

A todos los compañeros y amigos de la universidad que de alguna manera me ayudaron. Gracias por lo bonitos y malos momentos que pasamos juntos.

## DEDICATORIA

A mi padre y abuelo

**BUONFILIO ACOSTA ESPINOZA (+)**

**JESÚS ACOSTA VARGAS <sup>(1)</sup> (+)**

IN MEMORIAN

(1) Compositor Hidalguense, de Molango Hgo. reconocido por sus composiciones, a mi Padre y todos mis ausentes, porque también en el recuerdo se acompaña.

A mi Madre Maria Bautista Hernández por guiarme todos los momentos, por tus consejos de seguir adelante, la educación que me diste y poder ser ahora una persona preparada, te estaré siempre agradecido en esta vida, te quiero mucho madre, gracias.

A mi padre Buonfilio Acosta Espinoza por que el poco tiempo que estuvo conmigo supo orientarme por un buen camino, no te he defraudado, siempre te recuerdo como el gran padre que fuiste. Gracias.

A mis hermanas Jovanka de Jesús, Jesusita A., Laura Mirna y Celina por las palabras de aliento, el cariño incondicional, la unión y la fortaleza a seguir adelante en este tiempo corto de vida y a mis sobrinos, Juan José y Miguel. Gracias.

A mis ausentes: tía Adelina Acosta Espinoza, abuela Isidora, abuelo, Maximino bautista que supo ser una persona admirable, campesino de corazón al cual admiro y recordare siempre por el apoyo y consejos gracias en dondequiera que estés.

A Elizabeth soto por los bonitos momentos que pasamos, el apoyo para mi persona, entenderme y escucharme en momentos difíciles. Gracias

A nuestra gente, campesinos e indígenas de la Sierra y Huasteca del Edo. de Hidalgo, mi gente con esa magia y ese corazón por la tierra, que se refleja en su rostro y el cultivar de su alma. Esto que se ha realizado es con un agradecimiento especial por ustedes por el enseñar a cultivar ese pedazo de tierra, por sembrar esperanzas y cosechar grandezas y esa tierra que me vio nacer Molango.

A los productores de café de la sierra norte de Puebla, Xicotepec de Juárez, gracias por permitirme colaborar con ustedes y extenderme la mano en mi etapa de universitario.

## RESUMEN

Las especies hortícolas juegan un papel importante en la dieta diaria de la población y en la economía de México. Estos cultivos requieren de condiciones edáficas apropiadas para desarrollarse adecuadamente, sin embargo muchos suelos que actualmente se utilizan, tienen deficiencias de materia orgánica y microorganismos benéficos.

Una alternativa de solución es el uso de las compostas como medio para proporcionar materia orgánica al suelo y mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. El proceso denominado vermicomposta, ocurre en el intestino de la lombriz (*Eisenia foetida*), del que se obtiene una mezcla de elementos minerales, microorganismos y fermentos, cuyo valor nutritivo depende de la calidad del alimento consumido por la lombriz, sin embargo, en México hay pocas investigaciones donde se haya evaluado su efecto en especies hortícolas.

En la agricultura orgánica se evita el uso de plaguicidas en la agricultura, ya que es un factor clave en el problema por residuos en verduras y frutas, y niveles excesivos de hormonas en animales.

Con base en estos antecedentes, este estudio se realizó con el fin de evaluar dosis de vermicomposta sobre el rendimiento y calidad en los cultivos de chile jalapeño, tomate y chile morrón, bajo condiciones de invernadero, en la comarca lagunera, durante el verano del 2002. El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental La Laguna, bajo un diseño completamente al azar con 18 repeticiones por tratamiento en chile jalapeño y tomate y seis en chile morrón. Las variables analizadas fueron: rendimiento y calidad de fruto.

Los principales resultados obtenidos indican que:

En chile jalapeño híbrido Tula, la vermicomposta al 25% y 37.5% superaron al testigo en las variables de peso promedio de frutos, diámetro polar y pungencia. En los demás parámetros, el testigo fue mejor que los diferentes niveles de vermicomposta.

En el cultivo de tomate variedad Max, la vermicomposta al 25% y 37.5% tuvo una respuesta igual al testigo, en las variables: número de frutos y diámetro ecuatorial. En los otros parámetros, al igual que en chile jalapeño, el testigo superó a los tratamientos con vermicomposta.



En la variedad Red night de chile morrón, solamente en las variables de rendimiento y diámetro polar, hubo una respuesta similar al testigo, en los tratamientos con 37.5% y 25% de vermicomposta.

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Tema	Pagina
2.1.	Componentes del fruto del chile jalapeño.....	20
2.2.	Principales componentes del fruto de tomate. Chamarro(1999).....	25
2.3.	Rangos de temperatura del chile morrón.....	28
2.4.	Superficie de la agricultura orgánica por producto en México, durante el periodo de 1998 a 2001 ( hectáreas).....	34
2.5.	Superficie sembrada de agricultura orgánica en los ciclos 96-97 y 97-98 (hectáreas) por productores orgánicos de los Cabos, B.C.S.....	35
2.6.	Exportación de productos orgánicos. ciclos 1995-1996 (toneladas) por Los productores orgánicos de los Cabos, B.C.S.....	36
2.7.	Precio por caja (10 libras o 4.5 kg) de productos orgánicos pagado a Los productores orgánicos de los Cabos. Diciembre de 1996, B.C.S.....	36
2.8.	Perspectiva e importancia de la agricultura orgánica en México. 1996- 2002.....	37
2.9.	Áreas de producción orgánica en transición.1998-2002.....	38
2.10.	Categorización y ordenamiento de países latinoamericanos de acuerdo a superficie agropecuaria orgánica certificada en transición o ambas de 1998 a 2001.....	39
2.11.	Área orgánica certificada o en conversión en algunos países y regiones del mundo en 1985 a 1996.....	40
2.12.	Evolución de la superficie orgánica (ha) en el mundo de 1990 al 2001.....	42
2.13.	Distribución porcentual estimada para el año 2001 del área de manejo orgánico certificada, de actividades agropecuarias a nivel mundial.....	43
2.14.	Productos y países de origen de los productos orgánicos latinoamericanos producidos en mayores cantidades en el año 2000.....	44
2.15.	México: destino de la producción orgánica por producto seleccionado.2001.....	45
2.16.	Estimación de las ventas en los años 1997-2000, incremento porcentual entre dos años, crecimiento anual esperado del mercado orgánico y gasto per cápita por concepto de compra de productos orgánicos en los principales mercados en el año 2000.....	46
2.17.	Sobrepuestos que pagan los consumidores de siete países europeos por algunos productos orgánicos (%)......	47
3.1.	Soluciones nutritivas empleadas en los cultivos y etapa de aplicación. 2002. CELALA 2003.....	50
3.2.	Clasificación de grados.....	53
3.3.	Análisis de microflora bacteriana presente en la vermicomposta. CELALA-INIFAP 2002-2003.....	56
4.1.	Cuadrados medios y significancia estadística para las variables evaluadas en chile jalapeño en los diferentes tratamientos, bajo condiciones de invernadero. CELALA-INIFAP 2003.....	57
4.2.	Rendimiento (ton/ha) en los tratamientos evaluados con dosis de vermicomposta en el cultivo de chile jalapeño bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	57

4.3.	Número de frutos en chile jalapeño evaluados con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002.CELALA-INIFAP 2003.....	58
4.4.	Peso del fruto en chile jalapeño con diferentes dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	60
4.5.	Pungencia en el cultivo de chile jalapeño con dosis de vermicomposta, bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	60
4.6.	Número de lóculos en chile jalapeño con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en el ciclo primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	61
4.7.	Diámetro polar en chile jalapeño en tratamientos con vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	61
4.8.	Diámetro ecuatorial en tratamientos evaluados en chile jalapeño con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	62
4.9.	Cuadros medios y significancia estadística para las variables evaluadas en tomate en invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	63
4.10.	Rendimiento en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	63
4.11.	Número de frutos en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002.CELALA-INIFAP 2003.....	65
4.12.	Peso promedio de frutos en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	66
4.13.	Grados brix en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	67
4.14.	Número de lóculos en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	68
4.15.	Diámetro polar en el cultivos de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	69
4.16.	Diámetro ecuatorial en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	69
4.17.	Grosor de pulpa en el cultivo del tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	70
4.18.	Análisis de Varianza para las diferentes variables evaluadas en chile morrón con dosis de vermicomposta, bajo condiciones de invernadero en primavera – verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	71
4.19.	Rendimiento en el cultivo de chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-	

	INIFAP 2003.....	72
4.20.	Peso promedio de frutos en chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera – verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	73
4.21.	Número de lóculos para el chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en Primavera- verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	74
4.22.	Diámetro ecuatorial en chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en Primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	74
4.23.	Diámetro polar en el cultivo de chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.....	75
4.24.	Grosor de pulpa en chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002.CELALA-INIFAP 2003.....	75

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Tema	Pagina
2.1.	Vermicomposta de lombriz. CELALA. 2003.....	6
2.2.	Lombriz de tierra. CELALA. 2003.....	9
2.3.	Manejo de la vermicomposta en campo abierto.....	12
2.4.	Lombriz roja de california.....	14
2.5.	Distribución de la superficie orgánica a nivel mundial 2002.....	41
4.1.	chile jalapeño en invernadero con 37.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.....	59
4.2.	Tomate en invernadero al T2 25% y T3 37.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.....	64
4.3.	Frutos de tomate en invernadero con 37.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.....	65
4.4.	Frutos de tomate del testigo T0 en invernadero. CELALA. 2003.....	67
4.5.	Frutos de chile morrón al 37.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.....	72
4.6.	Frutos de chile morrón al 25% de vermicomposta en invernadero. CELALA. 2003.....	73

## INDICE DEL APÉNDICE

Figura	Líneas de regresión simple	Pagina
1A	Altura de plantas en chile jalapeño a través del tiempo en el testigo (T0). CELALA. 2003.....	87
2A	Altura de plantas en chile jalapeño a través del tiempo en el tratamiento 12.5 % de vermicomposta. CELALA. 2003.....	87
3A	Altura de plantas en chile jalapeño a través del tiempo en el tratamiento 25 % de vermicomposta. CELALA. 2003.....	88
4A	Altura de planta en chile jalapeño a través del tiempo en el tratamiento 37.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.....	88
5A	Altura de plantas en tomate a través del tiempo en el testigo (T0). CELALA. 2003.....	89
6A	Altura de plantas en tomate a través del tiempo en el tratamiento 12.5 % de vermicomposta. CELALA. 2003.....	89
7A	Altura de plantas en tomate a través del tiempo en el tratamiento 25 % de vermicomposta. CELALA. 2003.....	90
8A	Altura de plantas en tomate a través del tiempo en el tratamiento 37.5 % de vermicomposta. CELALA. 2003.....	90
9A	Altura de plantas en chile morrón a través del tiempo en el testigo (T0). CELALA. 2003.....	91
10A	Altura de plantas en chile morrón a través del tiempo en el Tratamiento 12.5 % vermicomposta. CELALA. 2003.....	91
11A	Altura de plantas en chile morrón a través del tiempo en el tratamiento 25 % de vermicomposta. CELALA. 2003.....	92
12A	Altura de plantas en chile morrón a través del tiempo en el tratamiento 37.5 % de vermicomposta. CELALA. 2003.....	92

## INDICE GENERAL

	Pagina
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIAS.....	vi
RESUMEN.....	viii
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
INDICE DE APÉNDICE.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 HIPÓTESIS.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades de los substratos para las especies vegetales.....	3
2.1.1. Características de los substratos.....	3
2.1.2. Clasificación de los substratos.....	4
2.1.3. Substratos orgánicos.....	4
2.2. Vermicomposta o humus de lombriz.....	5
2.2.1. Beneficios de la vermicomposta.....	6
2.2.2. Importancia económica y agrícola de la vermicomposta.....	10
2.3. Propiedades físicas y químicas de la vermicomposta.....	10
2.3.1. Propiedades físicas.....	11
2.3.2. Propiedades químicas.....	11
2.4. Aspectos técnicos y científicos de la lombriz roja de california <i>Eisenia foetida</i> var. Red hibrid.....	12
2.4.1. Clasificación taxonómica.....	13
2.4.2. La lombriz roja de california, <i>Eisenia foetida</i> .....	14
2.4.3. Generalidades sobre <i>Eisenia foetida</i> .....	14
2.5. Especies comunes utilizadas para la cría masiva de lombrices.....	15
2.6. Importancia de la lombricultura en México.....	17
2.7. El chile jalapeño <i>Capsicum annum</i> L.....	18
2.7.1. Origen.....	18
2.7.2. Clasificación taxonómica.....	19
2.7.3. Descripción botánica.....	19
2.7.4. Valores nutritivos.....	20
2.7.5. Requerimientos climáticos.....	21
2.8. El tomate <i>Lycopersicom esculentun</i> Mill.....	21
2.8.1. Origen.....	22
2.8.2. Clasificación taxonómica.....	23
2.8.3. Descripción botánica.....	23
2.8.4. Valores nutritivos.....	25
2.8.5. Requerimientos climáticos.....	25
2.9. El chile morrón <i>Capsicum annum</i> . L.....	25
2.9.1. Origen.....	26
2.9.2. Clasificación taxonómica.....	26
2.9.3. Descripción botánica.....	27
2.9.4. Requerimientos climáticos.....	28
2.10. Generalidades de un invernadero.....	29
2.10.1. Ventajas y desventajas.....	29
2.10.2. Temperatura.....	30

2.10.3. Luz.....	30
2.10.4. Humedad relativa.....	30
2.10.5. Contenido de bióxido de carbono.....	31
2.11. Contaminación por el estiércol vacuno en la Comarca Lagunera.....	31
2.12. Producción de hortalizas orgánicas en México.....	32
2.13. Importancia de la agricultura orgánica en México.....	32
2.14. Producción nacional de productos orgánicos en México.....	33
2.15. Situación actual de los países productores de orgánicos en Latinoamérica.....	38
2.16. Evolución mundial de la superficie orgánica.....	40
2.17. Oferta y demanda de los productos orgánicos a nivel mundial.....	43
2.17.1. Demanda.....	44
2.18. Los mercados mundiales de los productos orgánicos.....	45
III. MATERIALES Y METODOS.....	48
3.1. Localización del experimento.....	48
3.2. Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera.....	48
3.3. Condiciones de invernadero.....	48
3.4. Medio de crecimiento para las plantas con vermicomposta de lombriz.....	48
3.5. Materiales vegetales.....	49
3.6. Diseño experimental.....	49
3.7. Solución nutritiva.....	49
3.8. Transplante.....	50
3.9. Riegos.....	51
3.10. Poda en tomate.....	51
3.11. Practicas Culturales.....	51
3.12. Plagas y Enfermedades.....	52
3.13. Cosecha.....	52
3.14. Variables evaluadas en chile jalapeño.....	52
3.15. Variables evaluadas para tomate.....	54
3.16. Variables evaluadas para chile Morrón.....	54
3.17. Flora bacteriana de la vermicomposta.....	55
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	79
VII. APENDICE.....	87
ANEXOS.....	93
Análisis de suelo de la vermicomposta.....	93



## INTRODUCCIÓN

Las tendencias globales en los mercados de alimentos, están caracterizadas por un gran dinamismo, complejidad y fragmentación. La agricultura orgánica está creciendo de manera continua, a nivel mundial, al igual que productores y consumidores que demandan productos inocuos.

Según la FAO (2002) el requerimiento de inocuidad de los alimentos ha aumentado en los últimos cinco años, ya que por ejemplo, aproximadamente el 70% de alrededor de 1,500 millones de casos anuales de diarrea en el mundo, se deben a la contaminación biológica de los alimentos.

En México, el deterioro ecológico causado por la agricultura intensiva tiene diversas causas, entre las que se pueden mencionar: manejo inadecuado de los recursos naturales y uso intenso de agroquímicos, lo cual ocasiona una alta residualidad de los mismos en los alimentos; por eso, la necesidad de implementar técnicas de producción agrícola enfocadas al uso eficiente de los recursos que tiende hacia una agricultura sostenible y no contaminante (Ruiz, 1999a).

La agricultura orgánica viene a cambiar de manera total el enfoque de la agricultura convencional, generando de manera directa un producto con la calidad e inocuidad que demanda el consumidor, mejora y aumenta la fertilidad de los suelos a largo plazo, logrando una cadena de producción completamente orgánica, en este sentido, la aplicación de abonos orgánicos es una alternativa que debe emplearse en la producción agrícola, dentro de éstos, el uso de la vermicomposta en producción de hortalizas orgánicas tiene buenas perspectivas.

Las hortalizas orgánicas son altamente demandadas por países como Japón, Estados Unidos, Alemania, Francia y Holanda. El cultivo orgánico de hortalizas en México es relativamente reciente, distinguiéndose por su avance los estados de Baja California Sur en los Cabos, Sinaloa en el Valle del Fuerte y el Bajío en Guanajuato (Ruiz, 1999c).

La vermicomposta es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar por el intestino de las lombrices de tierra, la utilización de vermicomposta como abono, además de mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, es un medio apropiado para el desarrollo de sus microorganismos. Asimismo, puede poseer propágulos de microorganismos fijadores de nitrógeno que coadyuvan al aprovechamiento de este elemento nutritivo, originando incrementos de micorrización en los cultivos, teniendo un mejor aprovechamiento de

elementos por la planta. Para la preparación de la vermicomposta se cuenta con la lombriz roja californiana, la cual es una especie muy voraz capaz de reciclar todo tipo de residuos de material orgánico.

La utilización y reciclaje de materia orgánica para producción de vermicomposta, tiene gran futuro, ya que por ejemplo, en la ciudad de México y municipios conurbanos se generan alrededor de 8,600 toneladas de desechos de comida y en la central de abastos se producen diariamente 700 toneladas de desperdicios y 900 de basura, las cuales mediante la lombricultura o vermicomposteo, podrían ser transformados en un abono rico en elementos, asimilables para las plantas (Ferrera-Cerrato *et al.*, 1997).

Los problemas socioeconómicos y de recursos naturales crean la necesidad de planteamientos agrícolas sostenibles. El composteo, contribuye a ello y también al saneamiento planetario y a un futuro digno de las generaciones venideras, por lo tanto se planteo el siguiente objetivo.

## **OBJETIVO**

Evaluar rendimiento y calidad en los cultivos de chile jalapeño, tomate y chile morrón, bajo condiciones de invernadero con diferentes niveles de vermicomposta de estiércol de bovino en la Comarca Lagunera.

## **HIPOTESIS**

La vermicomposta de estiércol de bovino cubre las necesidades nutrimentales para los cultivos hortícolas bajo estudio.

Existe diferencias en cuanto a rendimiento y calidad de fruto en los cultivos bajo estudio en los diferentes niveles de vermicomposta.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades sobre los sustratos para las especies vegetales.

El término sustrato, se aplica a todos los materiales sólidos, distintos de los suelos naturales, minerales u orgánicos que se utilizan para promover el desarrollo de especies vegetales, comúnmente bajo condiciones de invernadero. Los sustratos provienen de materiales químicamente inertes o activos, que pueden o no aportar elementos nutritivos al proceso de nutrición de las plantas (Zaidan, 1997).

Actualmente los aspectos relacionados con la conservación del medio ambiente, han quedado enmarcados en los conceptos de sustrato. Los ecologistas han hecho hincapié en este tema, ya que muchos sustratos provienen de yacimientos naturales, afectando el número de mantos protegidos como reservas naturales, por lo que se están tomando medidas para regular el uso de estos sustratos. Aspectos como este han sido motivado para buscar alternativas rentables sin dañar al medio ambiente, siendo una de ellas, la utilización de lombrices como material biológico para producir vermicomposta (Zárate, 2002).

#### 2.1.1. Características de los sustratos

De acuerdo a Bastida (2001) algunos puntos importantes a considerar en la composición de sustratos, son los siguientes:

##### A). Características físicas.

- Composición y estructura.
- Isotropía e isometría
- Granulometría y distribución
- Porosidad
- Densidad y peso

##### B). Propiedades químicas.

- Capacidad de intercambio catiónico
- pH
- Capacidad buffer
- Concentración de elementos Tóxicos

##### C). Propiedades biológicas.

- Contenido de materia orgánica
- Relación Carbón-Nitrógeno

### **2.1.2. Clasificación de los sustratos**

Los sustratos se clasifican de acuerdo a su origen y éstos pueden ser: orgánicos, inorgánicos y mezclas. El sustrato adecuado para el desarrollo de los cultivos, es aquel capaz de retener suficiente agua, aire y elementos nutritivos en forma disponible para la planta (García, 1996; Buras, 1997).

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

### **2.1.3. Sustratos orgánicos**

La alta producción y el elevado consumo de fertilizantes de origen químico, en los sistemas de agricultura intensiva han creado la alternativa de usar sustratos orgánicos, ya que con esto se elimina el riesgo de contaminación por uso racional. El sustrato orgánico a base de estiércol bovino, es una materia prima que en la Comarca Lagunera existe en grandes cantidades; Figueroa y Cueto, (2002) mencionan que se generan aproximadamente 45,773 toneladas mensuales de estiércol sobre la base de materia seca, provenientes de 239,099 cabezas de ganado vacuno.

La característica principal de los abonos orgánicos: es su alto contenido de materia orgánica, la cual contiene una serie de microorganismos benéficos para la planta, además de una cantidad elevada de elementos nutritivos como: N, P, K, Ca, etc. Los sustratos orgánicos provenientes de composteo están libres de patógenos, son inodoros y diferente material original y se obtienen por procesos aerobios y anaerobios. El proceso aerobio requiere oxígeno, lo cual se proporciona por aireación y/o mezclado ya que los microorganismos presentes de este tipo de procesos son aerobios o anaerobios facultativos; mientras que en el proceso anaeróbico, sus poblaciones son anaerobias o anaerobias facultativas (Melgarejo y Ballesteros, 1997).

El uso de abonos orgánicos en terrenos cultivados se remonta casi al nacimiento mismo de la agricultura y presentan las siguientes ventajas:

- Aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo: a través de su estructura granular, la porosidad y la densidad aparente.

- Formación de complejos orgánicos, con elementos nutritivos que se mantienen en forma aprovechable para las plantas.

-Menor formación de costras y terrones en el suelo.

Los abonos orgánicos tienen por objeto nutrir indirectamente a las plantas a través de los seres vivos del suelo, particularmente de los microorganismos. Estos seres vivos son los que realizan la producción del humus y nutrición de las plantas. Los efectos benéficos generales de la adición de abonos orgánicos al suelo, se traducen en altos rendimientos, que muchas veces no se logra con los fertilizantes químicos (Toyes, 1992).

Los principales sustratos orgánicos utilizados en la agricultura orgánica son las compostas y la vermicomposta o humus de lombriz.

## **2.2. Vermicomposta o humus de lombriz**

La vermicomposta es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar por el intestino de las lombrices de tierra, es un producto de color oscuro, uniforme, inodoro, suelto y suave, que presenta propiedades físicas, químicas y biológicas completamente distintas a la materia prima original (Edwards y Burrows, 1985; Martínez, 1996).

La composición y calidad de la vermicomposta esta en función de los desechos que consume la lombriz (Matthew, 1990). La vermicomposta es un fertilizante orgánico por excelencia y contiene una carga elevada de enzimas y bacterias que aumentan la solubilización de los elementos nutritivos, volviéndolos fácilmente asimilables por las raíces, de la planta. Por otra parte, se impide que los elementos sean lavados por el agua de riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo, de una manera aprovechable, para cuando la planta lo requiera (Merlina, 1992).

La vermicomposta puede almacenarse por mucho tiempo, sin que se alteren sus propiedades, manteniendo una humedad optima de 40 % (Espinoza,1999). La vermicomposta (Fig 2.1.) es la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos, en consecuencia se encuentra químicamente estabilizada como coloide, lo cual le permite regular la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. Este proceso puede ocurrir en forma natural requiriendo varios días, o en un lapso de horas, según el tiempo que las lombrices necesitan para digerir lo que comen (De Zanso y Ravera, 2000).



Figura 2.1. Vermicomposta de lombriz. CELALA. 2003.

El alto porcentaje de los componentes químicos de la vermicomposta, no se debe al proceso digestivo de las lombrices, sino a la actividad microbiana que se lleva a cabo durante el estado de reposo que éste tiene dentro del lecho, a manera de ejemplo, el 50 % del total de ácidos húmicos que contiene la vermicomposta, son proporcionados durante el proceso digestivo y el 50 % restante, durante el periodo de reposo o maduración (Bravo, 1996). Las características de calidad, son las siguientes:

1. pH neutro en un rango de 6.7 – 7.3
2. Contenidos de materia orgánica superiores a 28 %
3. Nivel de nitrógeno superior a 2%
4. Relación C/N en un rango entre 9 y 13

La vermicomposta, como todo abono orgánico, se puede utilizar en primavera y otoño, para lo cual se extiende sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo; si se aplica al momento de la plantación, favorece el desarrollo radical, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra aumenta la capacidad de retención de humedad y en consecuencia se disminuye la frecuencia de riegos (Raspeño, 1996).

### 2.2.1. Beneficios de la vermicomposta

La vermicomposta es un material orgánico de alto peso molecular, el cual está constituido por un núcleo central, generalmente de compuestos aromáticos y cadenas laterales de carbohidratos, los cuales determinan su actividad. Una de las principales características de la vermicomposta es su alta carga microbiana, la cual la hace ubicarse como un material regenerador del suelo, que le permite ser aplicada, aún en contacto directo con las semillas y usarse en plantas delicadas (Martínez, 1996).

Corlay (1997) menciona que la vermicomposta : Incrementa el rendimiento de los cultivos.

Velasco *et al.* (2001) estimaron rendimientos de 7.9 y 11.9 ton / hectárea, con dosis de vermicomposta de 5 y 15 ton por hectárea y mencionan que hay efecto positivo en el desarrollo vegetativo y rendimiento de tomate de cáscara, debido a la adición de vermicomposta. En general, la adición de 10 toneladas por hectárea de vermicomposta ya sea sola o combinada con alguna micorriza, incrementa el contenido de materia seca y rendimiento del tomate de cáscara.

Subler (1998) y Riggle (1998) citados por Zarate (2002), mencionan que es posible implementar sistemas de producción en invernadero, donde se manejen mezclas de vermicomposta + arena, que favorezcan el desarrollo de diferentes especies, generando mayores rendimientos y frutos de mejor calidad.

La vermicomposta es considerada, como el mejor abono del mundo porque corrige y mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Legall y Valenzuela, 1999).

Manjarrez *et al.* (1999) mencionan que la adición de vermicomposta e inoculación de micorrizas incrementó el peso fresco del bulbo de cebolla y de follaje de lechuga, así como el número total de frutos de tomate de cáscara y de chile. Santos *et al.* (1993) citados por Ferrera-Cerrato *et al.* (1997) probaron diferentes compostas aplicadas en dosis de 10 ton/ha, en el cultivo de lechuga y obtuvieron resultados similares a los cultivos tratados con fertilizantes inorgánicos.

Santamaría-Romero y Ferrera-Cerrato (1996) mencionan en experimentos evaluando la germinación, con vermicompostas de diferentes desechos y un testigo convencional, que la vermicomposta a base de paja supera a su testigo, ya que favorece la longitud radicular en chile. La vermicomposta a base de estiércol inhibió, la germinación en un 34 % en semillas de chile y 50 % en semillas de cebolla, por lo que las vermicompostas de paja y de desechos agrícolas con paja, favorecen el desarrollo de las

plántulas, ya que las lombrices se desarrollan mejor en este tipo de desechos, De Zanso y Ravera (2000) mencionan que la vermicomposta influye en forma efectiva en la germinación de las semillas, favorece la formación de micorrizas, acelera los procesos fisiológicos de brotación, floración, maduración, sabor y color.

La vermicomposta no tiene fecha de caducidad para ser utilizada, cosa que ocurre con los fertilizantes químicos, aunque se utilicen o requieran dosis altas, ya que ésta tendría disponible sus elementos nutritivos en el momento y tiempo que la planta lo necesite (Ferruzzi, 1987).

La vermicomposta es un producto con altas posibilidades de comercialización, su calidad es un factor importante para obtener los mejores precios del mercado (Colín, 1997).

Atiyeh *et al.* (2000), en estudios realizados con vermicomposta al 20%, de sólidos de cerdo + compostas convencionales a base de hojas de árboles, aplicada en la producción de tomate y frambuesa en invernadero, observaron un mayor crecimiento en las plantas, que en aquellos suelos sin fertilizar. Sin embargo mencionan que la vermicomposta tiene el potencial para mejorar el crecimiento de las plantas, cuando es aplicada como medio de sustrato en invernadero, pero puede haber diferencias distintivas entre vermicompostas y compostas, en cuanto a contenido de elementos nutritivos y comunidades microbiales, sobre el crecimiento de la planta.

Espinoza (1999), señaló que otros beneficios de la vermicomposta son:

1. Aporta y contribuye al mantenimiento y desarrollo de la microflora y microfauna del suelo.
2. Regula el incremento y la actividad de los nitratos del suelo.
3. Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta.
4. Transmite hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras directamente del sustrato a la planta
5. Aporta nitrógeno, fósforo, azufre, boro, liberándolos gradualmente e interviene en la estructura física del suelo, porque aumenta la superficie activa.

Los gusanos de tierra (Fig 2.2) consumen residuos animales y vegetales en proceso de descomposición, es decir pre-digeridos por microorganismos especializados como: hongos, bacterias y otros. Los cuales degradan las proteínas y la celulosa,



transformándolas en sustancias más simples y de fácil asimilación (por ejemplo los aminoácidos, resultantes de la digestión aerobia de las proteínas) (Yague, 1987), también se nutren de diminutos hongos y por supuesto, los antibióticos que se encuentran en ellos, le sirven al animal para inmunizarse y crecer. Cuando la lombriz elimina, mediante la excreción las moléculas de estos antibióticos, dejará una masa bacteriana antibiotizada, compuestos bioestimulantes que estaban contenidos en el citoplasma de los hongos y microorganismos fúngicos en disminución. Se calcula la presencia de 2 billones de bacterias por gramo de vermicomposta, su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y patógenos como también la resistencia a las heladas (Perione, 1999 citado por Velásquez, 2002).

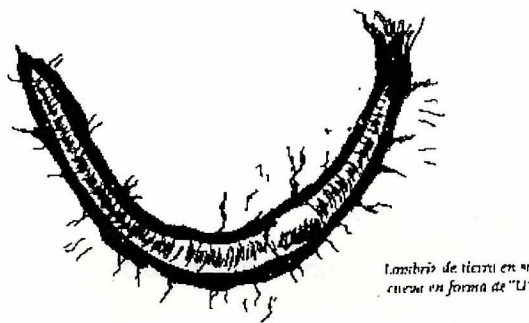


Figura 2.2. Lombriz de tierra. CELALA. 2003.

Saciragic y Dzelilovic (1986) reportaron que por cada 4 y 10 kg de vermicomposta aplicada a col y puerro, se obtienen rendimientos equivalentes a 95 y 140 g/m<sup>2</sup>, respectivamente. Asimismo, se reportan incrementos de *Brassica compensis* (Guerrero *et al.*, 1984) y la calidad en *Chrysanthemum morifolium* (Martínez-Silva y Gómez-Zambrano, 1995), lo cual pudiera atribuirse a los componentes similares a ácidos húmicos, cuyo comportamiento es análogo a los ácidos húmicos del suelo (Senesi *et al.*, 1992).

Mitchell y Alter (1993) mencionan que modifica el pH del suelo, al señalar que la aplicación de extracto de vermicomposta a suelos ácidos, incrementa su pH y disminuye la toxicidad debida al aluminio, ya que reduce hasta en un 100 % su contenido inicial de aluminio.

Se ha fundamentado su uso como, soporte para el desarrollo de plantas, al utilizarse en la formación de camas, para el crecimiento de flores como Cíclamen y Poinsettia (Tesi y Tallarico, 1985), *Begonia semperflorens* (Garibaldi *et al.*, 1990), Gerbera,

Dracaena y Codiaeum (Farina *et al.*, 1985), o como sustrato de viveros forestales (Donald y Visser, 1989), donde puede ser usada para controlar el contenido de sales.

También se ha observado que la vermicomposta, reduce la incidencia de hongos fitopatógenos como *Gibberella zeae*, *Helminthosporium sigmoideum* y *Glomorella cingulata* (Kai *et al.*, 1990); así como, *Fusarium oxysporum f. sp lycopersici* y *Phytophthora nicotianae var. nicotianae* (Szczech *et al.*, 1993).

Hadar y Gorodecki (1991) citados por Ferrera-Cerrato *et al* (1997) encontraron que las compostas inhibieron el desarrollo de los Esclerocios de *Sclerotium cepivorum* por la presencia de microorganismos antagónicos a este patógeno.

Montaño y Simoza (1998) realizaron trabajos con vermicomposta encontrando diferencias significativas en tratamientos a las dosis de 25, 50 y 75% de vermicomposta, en cuanto a rendimiento y numero de frutos en el cultivo de berenjena, destacando el uso de vermicomposta en producción hortícola.

Aguilera (2002) encontró diferencias significativas en el cultivo de chile chilaca con vermicomposta en invernadero, en tratamientos de 37.5 y 25%, recomendando esta dosis para producción de chile chilaca.

Manjarrez-Martínez y Ferrera-Cerrato (1999) observaron que la producción de frutos en chile serrano fue favorecida por la inoculación de micorrizas, mas la adición de 3.0, 4.0 y 6.0 g de vermicomposta en condiciones de invernadero.

### **2.2.2. Importancia económica y agrícola de la vermicomposta**

La utilización de la lombriz para producir sustratos de alta calidad, se debe a su bajo costo, además de que la población de la especie se duplica cada 3 meses, por lo que es posible recuperar el capital invertido, generando buenas utilidades en el área agrícola en la producción de frutas y verduras, ya que se ahorra en fertilizantes sintéticos, generando productos de calidad (Bravo, 1996; De Zanso y Ravera, 2000).

### **2.3. Propiedades físicas y químicas de la vermicomposta**

El efecto de la vermicomposta es favorable en la estructura del suelo, por la agrupación de partículas que contienen un gran porcentaje de elementos nutritivos disponibles para la planta (Primavesi, 1982).

### 2.3.1 Propiedades físicas

Según Reines (1998) presenta las siguientes propiedades:

- Incrementa la circulación del agua y el aire.
- Aumento de la permeabilidad del suelo.
- Favorece la retención de humedad en el suelo.
- No despiden mal olor.

### 2.3.2. Propiedades químicas

- Equilibra las funciones químicas del suelo debido a sus condiciones de humificación y mineralización de la materia orgánica.
- Favorece la formación de complejos potasio-húmicos que mantiene el potasio asimilable para las plantas.
- Neutraliza eventuales compuestos contaminantes (herbicidas, ésteres fosfóricos, etc).

Entre otras características de la vermicomposta se menciona, que es un abono rico en hormonas sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta estas hormonas reguladores de crecimiento son: (Bravo, 1996; Peñaranda, 1998),

- a) Auxinas, que provocan el alargamiento de las células de los brotes, incrementan la floración, la cantidad y dimensión de los frutos.
- b) Giberelinas, que favorecen el desarrollo de las flores, la germinación de las semillas y aumentan la dimensión de los frutos.
- c) Citoquininas, que retardan el envejecimiento de los tejidos, facilitan la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones de ellos

Jodice y Nappi (1987) mencionaron que la vermicomposta contiene y provee a la planta de elementos minerales poco móviles en el suelo, cuya absorción puede aumentar al asociar micorrizas más vermicomposta.

El uso de vermicomposta en hortalizas, es una práctica que se está realizando actualmente en una escala media, pero que está tomando mayor importancia en la producción de abonos orgánicos para varios cultivos, debido a la buena o excelente materia orgánica presente (Bendeck y Farias, 1999).



Figura 2.3. Manejo de la vermicomposta en campo abierto

#### 2.4. Aspecto técnico científicos de la lombriz roja de california *Eisenia foetida* var. Red hybrid

La lombriz es conocida desde la antigüedad como “arado” o “intestino de la tierra”, (Aristóteles) por que cava galerías en el terreno, volviéndolo poroso y facilitando la oxigenación y permeabilidad al agua (Peñaranda, 1998).

A nivel mundial se han realizado muchos ensayos con lombrices comunes, encontrando que el rendimiento o producción de humus de lombriz era muy bajo, el cual osciló de 130 a 150 kg por unidad al año (Ferruzi, 1987). El trabajo principal en la lombricultura es desarrollado por la lombriz, un organismo biológicamente simple (Compagnoni, 1999).

Años de investigación llevaron al descubrimiento de la lombriz Red hybrid, en California en el año de 1954, la cual produce humus, es una forma muy prolífica y tiene una longevidad cuatro veces superior a la de la lombriz común (Motalib y Rida, 1982).

La lombriz es también un eficiente “fertilizador,” ya que el humus que produce aumenta la disponibilidad de elementos nutritivos aprovechables por las plantas. Desde el punto de vista ecológico, según Bravo (1996) se les clasifica en:

1. Epigeas: viven sobre la superficie del suelo, se alimentan de materia orgánica y producen humus, ejemplo de este grupo es *Eisenia foetida*.
2. Endógeas: son las más conocidas, viven dentro del suelo, cavan galerías horizontales, comen y defecan tierra.

3. Anécicas: viven dentro del suelo, cavan galerías verticales y durante la noche suben a la superficie del suelo alimentándose de materia orgánica.

Los tres grupos de lombrices son sin duda el gran arado de la tierra y constituyen el elemento más importante en el rol de los edafosistemas, siendo las lombrices, animales migratorios por excelencia, tienen la capacidad de vivir en altas densidades (40, 000 a 50, 000 lombrices por metro cuadrado), sin que se alteren sus efectos conductuales (Toccalino *et al.*, 2000).

#### 2.4.1. Clasificación taxonómica

Los gusanos de tierra pertenecen al orden de los oligoquetos, del griego *oligo* (escaso) y *queto* (pelo), por alusión a las diminutas filas de cerdas que recorren su cuerpo en la parte ventral y lateral y que sirven como elementos de agarre durante el desplazamiento (Reines 1998, citado por Zarate-López, 2002).

De acuerdo a Peñaranda (1998), la lombriz roja de California (Fig 2.4) presenta la siguiente clasificación:

Reino.	Animal
Subreino.	Metazoos
Phylum.	Prostomia
Grupo	Annelida
Orden	Oligochaeta
Familia	Lumbricidae
Genero.	<i>Eisenia</i>
Especie.	<i>foetida</i>
Variedad.	Red hybrid o Roja de California.

Meinicke (1985) menciona que para cavar, la lombriz contrae los músculos longitudinales, el cuerpo se dilata agrandando la abertura de la galería, luego al contraer los músculos longitudinales se adelgaza y desliza, las lombrices de tierra son de una gran importancia económica, debido a que su actividad cavadora de tierra, que se considera es su estado natural, lo que la hace participe en la fertilización, aireación, y formación del

suelo, al mismo tiempo que no destruyen las raíces, debido a que su alimentación es micrófaga.

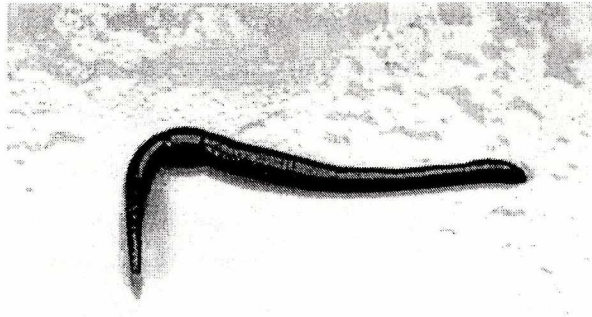


Figura 2.4. Lombriz roja de california

Salazar y Rojas (1992) mencionan que las lombrices de tierra están dentro del *Phylum Annelida*, las lombrices son hermafroditas: sin embargo esto no implica la existencia de autofecundación, ya que los individuos deben cruzarse para intercambiar sus gametos. Cuando alcanzan la madurez se aparean una vez por semana, para ello, ponen en contacto los segmentos 9 a 11 opuestos al clitelo de la otra (Matthew ,1990).

#### **2.4.2. La lombriz roja de california, *Eisenia foetida***

A nivel mundial se han hecho experimentos con lombrices comunes. De las 8,000 especies existentes, se han sido clasificadas 2,500 y solamente unas pocas han podido ser domesticadas, siendo *Eisenia foetida* la más conocida y utilizada en más del 80 % de los criaderos del mundo (Salazar y Rojas, 1992).

#### **2.4.3. Generalidades sobre *Eisenia foetida***

De acuerdo con Ferruzi (1987) y Yague (1987), la lombriz *Eisenia foetida* presenta las siguientes características:

- a) Es extraordinariamente prolifera; madura sexualmente a los 2 ó 3 meses de vida. Cada 7-10 días deposita un capullo o huevo con un contenido que fluctúa de 2 a 20 embriones, que a su vez eclosiona después de 14 a 21 días de incubación. Puede llegar a producir hasta 1, 500 lombrices por año.
- b) Come, con mucha voracidad, todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, rastros de cultivos, residuos de hortalizas y frutas, maleza, etc

- c) La digestión de los productos mencionados anteriormente, produce enormes cantidades de humus de lombriz o vermicomposta.
- d) En estado adulto, la longitud media de la lombriz roja es de 5 a 9 cm, con un diámetro de 3 a 5 mm, este tamaño lo alcanza a los 3 meses de edad; el peso de la lombriz es de aproximadamente 1 gramo.
- e) Una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su propio peso o la mitad, según las condiciones de vida, el 60 % que ingiere lo convierte en abono y el restante, lo utiliza para su metabolismo y generar tejidos corporales.
- f) La lombriz de tierra vive alrededor de 4 años, la roja 16 años, la fecundación de la terrestre es de 45 días mientras que la roja es cada 7 días.
- g) No se fuga del criadero, no cava galerías verticales, sino circulares y deja el humus (deyecciones) dentro de las galerías.

La lombriz común no es recomendable para la rápida transformación de los residuos orgánicos, ya que la misma cava galerías verticales, viven a mas de 100 cm de profundidad, es menos prolífica, se reproduce únicamente en el verano y de cada ooteca nace solamente una lombriz (Magnano y Gómez, 1999).

La lombriz *Eisenia foetida* se considera como una variedad útil en el procesamiento de la basura urbana orgánica, pero algunos frutos o desechos orgánicos al momento de descomponerse liberan una gran cantidad de líquidos con características indeseables para la lombriz, lo cual retarda el tiempo de estabilización de la composta (Velasco, 1999).

## 2.5. Especies comunes empleadas en la cría masiva de lombrices

Las lombrices intervienen de forma decisiva en la descomposición natural de residuos orgánicos, ya que con su actividad contribuyen a liberar los elementos esenciales y ponerlos a disposición de nuevo para las plantas (Hernández y González, 1997).

La lombricultura es una biotecnología que permite utilizar lombrices de tierra, con el propósito de reciclar desechos orgánicos, de los cuales se alimenta, generando productos tales como: Proteína para la alimentación de animales domésticos, enriquecimiento del suelo (Ferruzi, 1986 citado por Rodríguez y Rojas, 2000).

La explotación comercial de las lombrices nació y se desarrolló en América, específicamente en Estados Unidos donde Hugg Carter, diseñó la metodología para criarlas en cautiverio en 1947 (Primavesi, 1982).

Japón, Australia, Canadá e Inglaterra son los países en que se han realizado estudios de selección de las especies de lombrices más productivas, reproducidas en cautiverio y en diferentes climas, esa reproducción puede ser variable, dependiendo de la época del año, así como también del tipo de compostaje que se utiliza para alimentarlas (Fuentes, 1989).

Bravo (1996) a partir de los trabajos de Carter (1947), se interesó en estos organismos, y hoy encontramos universidades como la de California en Estados Unidos y otras instituciones en México dedicadas a la explotación de ciertas especies de lombrices, pero solo algunas son idóneas para el tratamiento de basuras.

Según (Martín *et al.*, 1998) cita que, las especies comúnmente utilizadas son:

- *Allobophora chlorótica* (Savigny)(Lumbricidae)
- *Allobophora molleri* (Trigo y Lavelle)
- *Amyntas corticis* (Kinberg, 1987)(Megascolecidae)
- *Aporrectodea trapezoides* (Duges)(Lumbricidae)
- *Aporrectodea tuberculata* (Eisen)(Lumbricidae)
- *Dendrodrilus rubidus*
- *Eisenia foetida* (Saavigny)(Lumbricidae) var. Red hibrid
- *Eudrilus eugeniae*
- *Hyperiodrilus africanus* (Hauser, 1993)
- *Lumbricus terrestris* L. (Lumbricidae)
- *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843 (Lumbricidae)
- *Microscolex dubius* (Fletcher)(Megascolecidae)
- *Pontoscolex corethrurus* (Baroi y Lavelle, 1985)

En México se encuentran criaderos con la especie; *Eisenia foetida*, que como se mencionó anteriormente es muy vivaz y apta para metabolizar cualquier tipo de materia orgánica, generando deyecciones de alta fertilidad que pueden ser aplicadas de inmediato. La lombriz roja californiana, está asociada a acumulaciones de materiales orgánicos como: troncos muertos, hojarasca, heces de ganado, etc. (Rodríguez y Rojas, 2000).



Las lombrices son probablemente los animales más importantes del suelo en términos de la productividad de las plantas, debido a la significativa influencia que ellas tienen sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (De Zanso y Ravera, 2000).

## 2.6. Importancia de la lombricultura en México

El término Lombricultura o Vermicultura, proviene del latín *Vermes*: gusano y *Cultura*: conocimiento, por lo que se define como la utilización de lombrices de tierra como agentes biológicos en el proceso de transformación de residuos orgánicos (Vilchis, 1995). En México y otros países la ausencia de un manejo integrado de los sistemas de producción, tanto urbanos como rurales, trae como consecuencia la generación de grandes volúmenes de subproductos orgánicos, que al ser acumulados sin tratamiento alguno, ocupan espacios útiles de suelo, considerándose como productos de poco o nulo valor, siendo además fuentes de contaminación. En este estado, la lombricultura permite aprovechar toda la materia orgánica de las basuras urbanas, estiércoles, residuos orgánicos industriales, lodos de plantas de tratamiento de residuos con materiales pesados, etc. El proceso de transformación se realiza en el tracto digestivo de la lombriz, produciendo la vermicomposta, abono orgánico, eficaz en cultivos hortícolas e industriales a nivel mundial (Velasco, 1999).

La importancia de la lombriz en este proceso se debe a que:

1. Ejerce un control efectivo y económico en los contaminantes.
2. Mezcla partículas minerales con la materia orgánica de la superficie, favoreciendo así la formación de complejos coloidales benéficos para la planta.

En México podemos aprovechar materias orgánicas de desecho. Un caso típico es el de la Ciudad de México y municipios conurbanos, en donde sus habitantes consumen diariamente alrededor de 30,000 toneladas de productos alimentarios, generando 19,000 toneladas de residuos orgánicos, de los cuales alrededor de 8,600 toneladas son desechos de comida. Solo la central de abastos produce diariamente 700 toneladas de desperdicios de frutas y verduras (Ferrera-Cerrato *et al.*, 1997).

El sector privado está involucrado en la lombricultura a nivel comercial en algunos estados de la república mexicana, como: Chiapas, Morelos, México, Hidalgo, Michoacán, Chihuahua, Guerrero, Jalisco, Sinaloa, y Veracruz. Chiapas (SAGARPA, 2002b).

Por lo anterior, una buena alternativa para México es la producción de vermicomposta, para aprovechar estos materiales orgánicos que ya no serán desechos, sino materia prima para la elaboración de un producto de mayor utilidad (Corlay, 1997).

## **2.7. El chile jalapeño *Capsicum annuum* L.**

El chile es originario de América Tropical donde ha sido cultivado y utilizada como planta alimenticia. Su importancia económica ha alcanzado el máximo incremento en la última década. Actualmente se estima que en México se cultivan anualmente 83,000 ha, destacando por su superficie e importancia los estados de Sinaloa, San Luis Potosí, sur de Tamaulipas, Veracruz, Aguascalientes, Nayarit e Hidalgo (Caballero, 1990).

El chile en México, por su alto consumo ocupa un lugar preponderante, ya que esta especie se consume entre 40 y 60 g per cápita diariamente. Se ha encontrado que el chile jalapeño se adapta satisfactoriamente a cualquier región (Valadéz, 1998).

En años recientes la superficie y producción de chile en el sector ejidal de la Comarca Lagunera, ha sido de 979 ha sembradas, con una media de producción de 20 ton por hectárea (SAGARPA, 2002).

### **2.7.1. Origen**

Jacques (1969) citado por Valadéz (1998) indica que el chile, es la única especie introducida al continente americano, sus lugares de origen son de las Antillas y América del sur.

Gordon (1979) citado también por Valadéz (1998) señala que es evidente que el chile, no se conocía en el mundo antiguo antes del descubrimiento de América por Cristóbal Colón a fines del siglo XV. El chile, a diferencia de otras plantas comestibles provenientes de América, que tardaron décadas en ser aceptadas por los europeos, presentó una rápida difusión mundial luego de su llegada a España. Las plantas de *Capsicum* americanas se conocieron en la península ibérica al retorno del primer viaje de Colón, en 1493. Long (1986) aseguró que el chile tiene una larga tradición cultural en México, ya que hay restos arqueológicos de este cultivo en el valle de Tehuacan, Puebla, fechados entre 7,000 y 5,000 años.

El chile se dio tan bien y el gusto de su fruto se aclimató también a los paladares autóctonos, que pronto se olvidó el origen americano de la planta. Sin embargo, el uso de chiles picantes perdura en los platillos de la cocina criolla, implantada por los inmigrantes franceses en Louisiana, en los siglos XVII y XVIII y donde continúa siendo muy popular o

como algunas especialidades culinarias en Texas, California y Nuevo México, sitios donde, además, la cocina de origen mexicano, devota del chile, tiene una rápida expansión (Cano, 1998).

### 2.7.2. Clasificación taxonómica

Laborde y Pozo (1982) mencionan que Linneo descubrió dos especies de *C. annuum* y *C. frutescens*, basándose en el carácter de división de su ciclo de vida, considerando a *C. annuum* como anual y *C. frutescens* como perenne.

Según Valadéz (1998) el chile tiene la siguiente clasificación:

División.....Angiosperma  
 Clase.....Dicotiledoneae  
 Subclase.....Metachlemydae  
 Orden.....Tubiflorae  
 Familia.....Solanaceae  
 Genero.....*Capsicum*.  
 Especie.....*annuum* L.

García (1983) citado por Valadéz (1998), indicó que dentro del género *Capsicum*, existen entre 20 y 30 especies, pero *C. annuum*, es la que da origen a la mayoría de las variedades. Heiser y Smith (1953) citados por Valadéz (1998) reconocieron cuatro especies de chiles cultivados que son: *C. frutescens*, *C. annuum*, *C. pendulum* y *C. pubescens*.

### 2.7.3. Descripción botánica

Maroto (1983) citado por Valadéz (1998) indica que el chile cuenta con un sistema radicular pivotante y profundo que puede llegar a medir de 70 a 120 cm, provisto de raíces adventicias elevadas. Caballero (1990) describió al *capsicum* con una raíz principal y un amplio sistema de raíces secundarias.

El tallo es de crecimiento ilimitado erecto con una parte que varia de 0.5 y 1.5 m. Cuando la planta adquiere cierta edad, los tallos se lignifican ligeramente, es cilíndrico y su parte inferior es leñosa, crece verticalmente y a cierta altura tiene 2-3 ramificaciones dependiendo de las variedades y las condiciones de cultivo (Laborde y Pozo, 1982).

La flor según Long (1986) menciona que la división *Capsicum* se basa en el color de la flor, es dos flores blancas y una flor morada. Las flores blancas están presentes en *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*. Flores pentámeras, las flores sencillas aparecen en las axilas de las hojas, 5-6 pétalos blancos o de color púrpura, 5 estambres y 1 solo pistilo súpero, hay auto polinización y cruzamiento o bien polinización cruzada. Las flores se forman en los nudos de las ramificaciones del tallo, se pueden presentar de 1-5 flores por nudo, las flores son hermafroditas, el estigma se encuentra a nivel de las anteras.

Valadéz (1998) menciona que las hojas son lampiñas, enteras, ovales o lanceoladas con un ápice muy pronunciado y un pedicelo largo o poco aparente.

Castaños (1999) estableció que el fruto es una baya semicartilaginosa y deprimida de color rojo o amarillo cuando está maduro de forma y tamaño muy variable. El fruto se compone del pericarpio y semillas, y en su interior presenta una cavidad hueca, la cual puede estar separada por divisiones longitudinales, formando lóculos.

#### 2.7.4. Valores nutritivos

Valadéz (1998) menciona el valor nutritivo del chile jalapeño con base en 100 g de parte comestible (Cuadro 2.1.).

Cuadro 2.1. Componentes nutritivos del chile jalapeño.

Componentes	Contenido
Aqua	88.80 %
Proteína	1.30 g
Carbohidratos	9.10 g
Calcio	10.00 mg
Fosforo	25.00 mg
Hierro	0.70 g
Ácido ascórbico	235.00 mg
Tiamina (B1)	0.09 mg
Riboflavina (B2)	0.02 mg
Vitamina A	770 U.I *

\*Una unidad Internacional ( U.I ) de Vitamina A es equivalente a 0.3 microgramos de vitamina A en alcohol.

### 2.7.5. Requerimientos climáticos:

Vilmorin (1987) señaló que *Capsicum* se produce mejor en un clima relativamente caluroso, en el que la etapa de crecimiento es larga y donde exista poco peligro de heladas. El chile aparentemente resiste mejor la sequía que el tomate, sin embargo, los mejores rendimientos están ligados a una abundante y bien distribuida cantidad de lluvia y a una temperatura media durante la formación de la flor entre 18° y 27 °, siendo la óptima para el desarrollo de la planta de 20°. Cuando menos se necesita de tres meses de calor para variedades precoces y de 1 a 5 meses para variedades tardías.

Casseres (1980) indicó que el chile se puede producir en suelos livianos o pesados, profundos, bien aireados y con buen drenaje y al igual que el tomate, el chile es tolerante a ciertas condiciones de acidez y alcalinidad.

### 2.8. El tomate *Lycopersicon esculentum* Mill.

El tomate es una de las hortalizas más importantes en muchos países y su popularidad aumenta constantemente, debido a su gran valor nutritivo e importancia económica (Esquinas y Nuez, 1995).

En México el jitomate o tomate está considerado como la segunda especie hortícola más importante, por la superficie sembrada que ocupa, y como la primera por su valor de producción. En lo que respecta a la superficie sembrada, existen más de 90,000 ha (SAGARPA, 2002a), de las que el 33% se sitúan en el estado de Sinaloa (Valadéz, 1998).

En la República Mexicana, la producción de hortalizas en invernadero se ha incrementado gradualmente, siendo el tomate el cultivo que ocupa la mayor superficie (Nelson, 1994). En la Comarca Lagunera, se siembran alrededor de 568 hectáreas de tomate bajo cielo abierto, con una media de rendimiento de 30 toneladas por hectárea y 5 hectáreas en invernadero, distinguiéndose los municipios de Lerdo y Gómez Palacio en Durango y Torreón, Matamoros y Viesca en Coahuila (SAGARPA, 2002a).

La producción de tomate en condiciones de invernadero, implica un completo o al menos parcial conocimiento de todos los componentes de producción. En este sistema de producción es crucial la capacidad homeostática, ya que cualquier variación en dichos componentes, representa una variación significativa en la producción y calidad del fruto.

El tomate es el principal producto hortícola de exportación en México, ya que representa el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, solo superado por el ganado vacuno.

México ocupa el décimo lugar a nivel mundial como productor de tomate, pero es el tercer comercializador del producto en el mundo. Los principales productores de tomate a nivel mundial son China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India, quienes han producido en los últimos 10 años el 70% de la producción mundial (SAGARPA 2002a).

La producción mexicana de tomate durante los últimos diez años, fue en un promedio de 19 millones de toneladas anuales, con un rendimiento promedio de 25 toneladas por hectárea en una superficie sembrada cercana a las 80 mil hectáreas, con un precio promedio durante el 2000 de 3,836 pesos por tonelada (SAGARPA, 2002a).

Por otra parte, gracias a los avances tecnológicos y a la ventaja que representa su cercanía con la frontera estadounidense, Sinaloa ocupa el primer lugar como productor de tomate en México, pues el 40% de la producción nacional se cultiva en ese estado, seguido de Baja California, San Luis Potosí y Michoacán, estados que conjuntamente participan con el 30% del total nacional, aproximadamente el 10% del producto se exporta y el resto es consumido por los mexicanos (SAGARPA, 2002a).

### **2.8.1. Origen.**

El jitomate es una planta nativa de América Central, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate (Valadéz, 1998).

La palabra tomate proviene del *náhuatl tomatl*, aplicado para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa. En 1554 fue llevado a Europa, empezando a comercializarse en Estados Unidos hacia el año de 1835 (Rodríguez, 2002).

### 2.8.2. Clasificación taxonómica

Hunziker (1979) citado por Esquinas y Nuez (1995), clasifica al tomate de la siguiente manera:

Clase.....Dicotiledóneas  
 Orden.....Solanales  
 Familia.....Solanace  
 Subfamilia.....Solanoideae  
 Tribu.....Solaneae  
 Genero.....*Lycopersicon*  
 Especie.....*esculentum*

### 2.8.3. Descripción botánica

Planta. perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (Indeterminadas). Las indeterminadas presentan tallos sucesivos, produciendo una inflorescencia cada tres hojas. El aspecto es de un tallo principal que crece en forma continua con inflorescencias internodales cada tres hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se definen como indeterminados. Las determinadas, tienen un crecimiento limitado, pueden extenderse dos metros, los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral, experimenta un crecimiento limitado, dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular (Chamarro, 1999).

La raíz principal es corta y débil en numerosas raíces secundarias y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia adentro se encuentra: la epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes; cortex y cilíndrico central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los elementos nutritivos)(Chamarro, 1999).

El tallo principal es un eje con un grosor que oscila entre 2 y 4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia adentro, consta de: epidermis, de la que

parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza 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 (Chamarro, 1999).

Las hojas son compuestas e imparipinadas, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubierta de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alterna sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Chamarro, 1999).

La flor es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de  $135^\circ$ , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G. 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 cada 2 ó 3 hojas en las axilas (Chamarro, 1999).

El 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 industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Chamarro, 1999).



#### 2.8.4. Valores nutritivos:

Los valores nutricionales del fruto de tomate, se presentan en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Principales componentes del fruto de tomate, Chamarro (1999).

Componentes	Peso fresco gr
Materia seca	6.50
Carbohidratos totales	4.70
Grasas	0.15
N. proteico	0.40
Azucares reductores	3.00
Sacarosa	0.10
Sólidos solubles (° Brix)	4.50
Ácido málico	0.10
Fibra	0.50
Vitamina C	0.02
Potasio	0.25

#### 2.8.5. Requerimientos climáticos

Sade (1998) citado por Rodríguez (2002) indica que el manejo racional de los factores del clima es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30° C durante el día y entre 13 y 16° C durante la noche, temperaturas superiores a los 30-35° C afectan la fructificación, debido a que hay un desarrollo anormal de óvulos y de la planta en general, así como en la floración y crecimiento.

#### 2.9. El chile morrón *Capsicum annum* L..

El cultivo del chile es de gran importancia en México, por ser uno de los cultivos de mayor consumo popular, ya que se encuentra en la mayoría de los platillos mexicanos y debido a lo anterior, la superficie sembrada de este cultivo se ha ido incrementando, de tal manera que para 1997 la superficie sembrada fue de 113,706 ha (Claridades Agropecuarias, 1998).

De las hortalizas que presentaron mayor estabilidad en la producción en México en el período 1990-1998, fueron la papa y el chile verde con una producción de 1,044 toneladas, respectivamente (Cano, 1998).

El chile se encuentra entre los principales productos que se exportan en fresco de México a Estados Unidos, de los cuales, el pimiento o morrón, generó divisas por exportación de 171.1 millones de dólares y las demás especies de chiles, 87.5 millones de dólares.

En el estado de Coahuila, la región chilera está ubicada al centro y sur del estado, destinándose la producción al mercado de abastos de Monterrey. Los principales chiles que se producen son: Serrano, Ancho y Jalapeño (Caballero, 1990).

La producción de pimiento puede ser muy importante ya que se consume actualmente en grandes cantidades en Canadá, EE.UU. y Europa, por lo que es importante producirlo de excelente calidad. El pimiento morrón es conocido también como chile dulce o tipo Bell y algunas de las variedades importantes que se cultivan, son: California, Júpiter, Wonder, Early, Giant Bell (De Santiago, 1996).

**2.9.1. Origen:** Según Valadéz (1998), el género *Capsicum* es originario de América del Sur (de los Andes y de la cuenca alta del amazonas en Perú, Bolivia, Argentina y Brasil). *C. annum* se aclimató en México, donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles.

### 2.9.2. Clasificación taxonómica

Según Janick (1965, citado por Valadez, 1998), la clasificación taxonómica del pimiento es:

Reino.....Vegetal  
 División.....Tracheophyta  
 Subdivisión.....Pteropsidae  
 Clase.....Angiosperma  
 Subclase.....Dicotyledoneae  
 Orden.....Solanaceales  
 Familia.....Solanaceae  
 Genero.....*Capsicum*  
 Especie.....*annuum*

### 2.9.3. Descripción botánica

El pimiento es una planta perenne que se cultiva en zonas templadas. Tiene tallos erectos, herbáceos y ramificados de color verde oscuro, el tallo es cilíndrico o prismático angular, se empieza a ramificar aproximadamente a los 20 cm de altura y se divide en 2 o 3 ramas las cuales se bifurcan cada 8-12 cm en forma sucesiva unas 4 o 5 veces (Valadéz, 1998).

El sistema radical de esta planta está formado con raíces adventicias, la mayor parte de estas raíces llega a profundidades de 70-120 cm y lateralmente hasta 1.20 m de diámetro alrededor de la planta (Guenkov, 1974).

Las flores se forman en los lugares donde se ramifica el tallo, son hermafroditas y frecuentemente se presentan con 6 sépalos, 6 pétalos y 6 estambres. El número de los órganos florales oscilan de 5 a 7. El ovario es súpero, frecuentemente diotrilocular y el estigma usualmente se encuentra a la altura de las anteras, lo cual facilita su auto polinización. El periodo de floración se inicia aproximadamente a los 50 días y continúa hasta que la planta muere (Valadéz, 1998).

Las hojas son de color verde oscuro brillante, de forma ovado-acuminada. En las ramas inferiores las hojas son de mayor tamaño; miden de 7 a 12 cm de longitud por 4 a 9 cm de ancho. La venación es prominente; los pecíolos miden de 5 a 8 cm de longitud y son acanalados (Laborde y Pozo, 1982).

El fruto de chile morrón mide de 8 a 15 cm, tiene forma cónica o de cono truncado; cuerpo cilíndrico o aplanado, con un hundimiento o "cajete" bien definido en la unión del pedúnculo o base; el ápice es puntiagudo o bien, un poco chato; tiene de dos a cuatro lóculos, la superficie es más o menos surcada y una pared gruesa antes de la madurez, el color es verde oscuro pero al madurar se torna rojo, el fruto se cosecha sin madurar o bien, maduro. El fruto sin madurar se consume en verde (Cano, 1998).

Vilmorín (1987) determinó que el fruto del pimiento se compone del pericarpio y endocarpio y las semillas. La forma de éste es cuadrada es un fruto colgante de carnosidad mediana. Los frutos maduros toman color rojo o amarillo, debido a los

pigmentos licopercisina, xantofila y caroteno. La picosidad (pungencia) es debida al pigmento capsicina.

#### 2.9.4. Requerimientos climáticos

Como toda hortaliza de fruto, el chile es de clima cálido, por lo cual no resiste heladas. Valadéz (1998) reportó algunos valores de temperaturas, que se presentan en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3. Rangos de temperatura para desarrollo del chile morrón

Rango de temperatura Germinación (°C)	Días Emergencia	Temperatura ambiente para el desarrollo (°C)	
		Día	Noche
23.8 – 29.5	8-10	18.3-26.6	15.5-18.3

A temperaturas bajas de 10° C, se puede presentar daño (aborto de flores), y a menos de 15° C comienza a detenerse el crecimiento. A temperaturas altas (32° a 35° C), en especies de frutos pequeños específicamente, el pistilo (estigma) crece mas largo que los estambres antes que hayan abierto las anteras (heterostilia), fenómeno que provoca la polinización cruzada (Castaños, 1999).

Guenkov (1974) señaló al pimiento como una planta que requiere más calor que el tomate. La temperatura óptima para un buen desarrollo fluctúa entre 18°, 32° y 35° C. Las altas temperaturas también afectan a la fotosíntesis y la polinización no es completa.

El pimiento es una planta que requiere buena iluminación y se le considera como una planta de día corto. A causa de la insuficiente intensidad de luz, el ciclo vegetativo se prolonga considerablemente (Cano, 1998).

El sistema de raíces situado a poca profundidad y su bajo poder de extracción, son las causas de las grandes exigencias de esta planta, con respecto al balance de humedad del suelo. El pimiento en comparación con el tomate resiste con mas facilidad la falta de humedad atmosférica. El exceso de humedad retrasa el contenido de sólidos (Valadéz, 1998).

El pimiento puede cultivarse exitosamente en distintas clases de suelo, no obstante, es exigente con respecto a la buena estructura y fertilidad de éstos, por lo que los rendimientos altos y de mayor calidad pueden obtenerse en los suelos más profundos y de buena calidad física, la textura del suelo más adecuada para el cultivo del pimiento es la areno-arcillosa (Valadéz, 1998).

Este cultivo tolera a la acidez del suelo teniendo límites en su pH de 5.5 a 7.0. Los suelos arenosos y ligeros ayudan a acelerar la producción y por consiguiente, son apropiados para la producción temprana. La planta del pimiento no se desarrolla bien en suelos muy pesados (Valadéz, 1998).

## **2.10. Generalidades de un Invernadero**

Romero (1988) citado por Rodríguez (2002), lo define como una construcción con el fin de producir cultivos fuera de época, dando buenos rendimientos y mejorando la calidad.

Burgueño (2001) menciona que una de las técnicas especializadas dentro de producción agrícola, han sido los invernaderos, ya que permite incrementar la producción y/o rendimiento de los cultivos en un 300%, además con riego por goteo hay un ahorro de agua del 40% en relación con riegos superficiales.

### **2.10.1 Ventajas y desventajas**

Dentro de las primeras, según Robledo (2002), se pueden enumerar las siguientes:

1. Precocidad del cultivo
2. Aumento en el rendimiento
3. Producción fuera de época
4. Ahorro de agua y fertilizantes
5. Control de plagas y enfermedades
6. Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año.

Con respecto a las desventajas, se destacan las siguientes:

1. Alta inversión inicial
2. Alto costo de operación
3. Requiere personal ejecutivo de alto nivel de experiencia práctica.

El cultivo en invernadero ha permitido obtener producciones con altos rendimientos, de calidad en cualquier época del año a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo (Infoagro, 2001).

### **2.10.2. Temperatura**

Quezada (1989) menciona que este factor influye de manera decisiva en procesos de la planta, como fotosíntesis, respiración, traslocación, transpiración. La temperatura óptima para la mayoría de los cultivos en invernadero oscila entre 20 y 30° C durante el día y entre 13 y 16° C durante la noche. Temperaturas inferiores a 12-15° C, originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores de 35° C, las plantas detienen su crecimiento y su floración. Originan problemas en el desarrollo, malformación de frutos, que se debe a bajas temperaturas, lo cual propicia un desarrollo desigual de lóculos (Sade, 1998 citado por Rodríguez, 2002).

### **2.10.3. Luz**

Quezada (1989) menciona que la luz solar es un factor primordial en la vida de las plantas, ya que sin ésta no se lleva a cabo la fotosíntesis. Por lo que el invernadero debe permitir la máxima transparencia posible para el buen desarrollo de cultivos. Valores reducidos pueden afectar procesos como floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta.

### **2.10.4. Humedad relativa**

Cualquier planta al realizar el proceso de transpiración va perdiendo cantidades de agua a través de las hojas, por lo que afecta la humedad relativa de la atmósfera, siendo importante mantener la humedad adecuada para cada especie cultivada, ya que las plantas con mas área foliar, requieren más cantidad de agua. En términos generales, la humedad relativa se debe mantener entre 70 y 80%. Una H.R. baja favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento de frutos y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado de frutos puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico (Infoagro, 2001).

Trigui y Barrington (1999) mencionan que el déficit de la presión de agua y aire es el primer factor que hay que controlar para facilitar el canal de salida del agua de la planta en invernaderos, ya que el canal de salida del agua de la planta afecta varios procesos fisiológicos como la polinización, crecimiento y rendimiento.

### 2.10.5. Contenido de bióxido de carbono

La concentración de ( $\text{CO}_2$ ) de la atmósfera es de 0.03%, aproximadamente 300 ppm, esta cantidad varia, existiendo mayor variación dentro de un invernadero. Se puede ver que en las primera horas de la mañana en un día despejado, la concentración de  $\text{CO}_2$  en invernadero es más alta que en la atmósfera, en cuanto aumenta la intensidad luminosa y, por lo tanto el proceso de fotosíntesis, hay un descenso rápido de  $\text{CO}_2$  que alcanza niveles menores de 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1991), Nelson (1994) citado por Santos (2002) menciona que el objetivo de la aplicación de  $\text{CO}_2$ , es incrementar la concentración del mismo para estimular el desarrollo de la planta, incremento en rendimiento, mejor calidad de cosecha, precocidad a floración y desarrollo de frutos.

### 2.11. Contaminación por el estiércol vacuno en la Comarca Lagunera.

En la Comarca Lagunera, se encuentra una de las cuencas lecheras más importantes de México, debido a esto, se genera gran cantidad de desechos orgánicos (heces fecales). El aprovechamiento de este recurso abundante, contribuye en forma importante en la disminución de la contaminación que genera el estiércol vacuno. En el 2000 había 196,833 cabezas en explotación (Velásquez, 2002) y para el 2001 aumentó a 239,099 cabezas, generando de esta manera un promedio de 45,773 toneladas de estiércol en materia seca mensualmente, actualmente existen 400, 000 cabezas, de las cuales 230, 000 están en producción; el estiércol generado anualmente es de 900, 000 ton (Figueroa y Cueto, 2002).

Si hablamos de reducir el impacto ambiental de nuestras actividades, sin lugar a dudas la lombriz roja californiana, *Eisenia foetida*, es el aliado más importante del hombre; la razón es muy simple, consume residuos y excreta vermicomposta, o sea, que transforma los residuos contaminantes en abonos orgánicos para el suelo.

Muchas localidades en la Comarca Lagunera tienen un problema importante con las explotaciones ganaderas, ya que producen grandes cantidades de estiércol vacuno trayendo consigo la liberación de grandes cantidades de gases tóxicos al ambiente y al ser humano, además de las bacterias presentes. Es por eso que la lombriz roja es una alternativa, ya que involucra un completo método de transformación (Legall y Valenzuela, 1999).

## 2.12. Producción de hortalizas orgánicas en México

México, es un gran productor y exportador de productos hortícolas, así como de flores y plantas de ornato. Cualquiera que sea el producto obtenido por vía orgánica, deberá estar sujeto a una normativa de producción, quedando excluido el uso de insumos, como productos de síntesis química como son los fertilizantes, herbicidas e insecticidas durante todo el proceso de producción y durante el período de conversión estipulado por el organismo de certificación (Rindermann *et al.*, 2002).

Las hortalizas orgánicas son demandadas por países como Japón, Estados Unidos, Alemania, Francia y Holanda, entre otros. El cultivo orgánico de hortalizas en México es relativamente reciente, distinguiéndose las regiones de los cabos en Baja California Sur donde se produce albahaca, tomate, berenjena, calabacita y el valle del fuerte en Sinaloa donde se produce: tomate, pepino y melón y el bajo en Guanajuato donde se produce berenjena y coliflor (Ruiz, 1999b).

En México la producción orgánica representa ya un rubro importante, gracias a que cubre más de 102,802 hectáreas certificadas bajo un esquema de producción sustentable y genera más de 47 millones de dólares en divisas, propiciando la revalorización de la agricultura tradicional, la generación de empleos (3.7 millones de jornales anuales) y mayores ingresos, principalmente para los pequeños productores. En el país existen 127 zonas de producción orgánica distribuidas en 25 estados, destacándose: Chiapas, Oaxaca, Jalisco y Guerrero (Gómez *et al.*, 1999a).

Hasta el 2001 se cultivaron más de 30 productos orgánicos diferentes, las hortalizas, plantas olorosas, hierbas y plantas medicinales (tomate, chile, bell pepper, calabaza, pepino, ajo, chícharo, berenjena, melón, albahaca, menta y jengibre, entre otras) con una superficie de 4,391 ha; existen además manzana con 2,285 ha, ajonjolí con 1,810 ha, frijol y garbanzo con 2,141 ha, maíz azul con 970 ha. También se produce miel, sal, leche, miel de agave, algunos cárnicos (Agrored, 2002).

## 2.13. Importancia de la agricultura orgánica en México

México es hasta el momento, el principal productor y exportador de café orgánico en el mundo. (Ruiz, 1999a).

En México la organización más importante a nivel nacional, por su experiencia en la producción de hortalizas y hierbas orgánicas es *Productores Orgánicos del Cabo*, de ahí; que haya sido reconocido su esfuerzo a través del Premio Nacional de Exportación en 1996 (Toyes, 1992).



Los cultivos orgánicos certificados que se siembran en México, ocupan 622 ha destacando; tomate (bola, saladette rojo, roma, y cherries; sungold, rojo y amarillo; pera rojo y amarillo), chile jalapeño, chiles dulces, bell pepper o chile morrón, berenjena, pepino, melón, la sandía, calabaza (kabocha e italiana), frutas (mango, papaya y litchi), especias y hierbas (albahaca, orégano, hierbabuena, mejorana, estragón, tomillo y menta (Gomez *et al.*, 1999a.).

La demanda mundial de alimentos orgánicos aún no está satisfecha, y la demanda de ciertos productos específicos aumenta año con año, como en el caso de ciertas frutas como la papaya, mango, melón, fresa, kiwi, etc. En 1996 la venta de productos orgánicos fue superior a los 3.5 billones de dólares en los mercados de la Unión Americana, incluyendo productos frescos y productos procesados (SAGARPA, 2002b).

La agricultura orgánica es sólo una pequeña rama de la actividad económica, pero está adquiriendo gran importancia en el sector agrícola de algunos países, independientemente de su estado de desarrollo. Por ejemplo, en varios países desarrollados, la agricultura orgánica ha llegado a representar una parte significativa del sistema alimentario (10% en Austria, 7.8% en Suiza) y en muchos otros se están registrando tasas de crecimiento anual superiores al 20% (EE.UU. Francia y Japón). Algunos países en desarrollo, tienen pequeños mercados orgánicos internos y unos cuantos han empezado a aprovechar las lucrativas oportunidades de exportación que ofrece la agricultura orgánica, por ejemplo, exportaciones de café de México y de algodón de Uganda (Gómez *et al.* , 1999 b).

Aunque se prevé que solo un pequeño porcentaje de agricultores llegarán a ser productores orgánicos, la demanda de consumo de alimentos y fibras producidos orgánicamente brinda nuevas oportunidades de mercado a los agricultores y a las actividades inherentes en todo el mundo (Líu, 2001).

#### **2.14. Producción nacional de productos orgánicos en México**

Los alimentos orgánicos y naturales ya han ganado un espacio importante en el mercado mundial de alimentos. Por ello, un gran número de países ha dado respuesta a esta demanda, a través del desarrollo de sistemas de producción de orgánicos y de nuevas formas de comercialización. En el mundo el mayor productor con superficie orgánica es Australia, ya que aporta el 50% del total, con una superficie de 7.6 millones de ha (Rindermann *et al.*, 2002).

La horticultura orgánica es la segunda rama en importancia en la producción orgánica en México, con el 20% de la superficie cultivada. Actualmente el consumo de dichas hortalizas es aun limitado. El producto orgánico más importante, con respecto a superficie orgánica cultivada en México, es el café (Cuadro 2.4) ya que ocupa el 69 % del total (70,838 ha), seguido de los maíces azul y blanco que en conjunto suman el 4.5% de la superficie total orgánica, equivalente a 4,670 ha (Ruiz, 1999c).

La producción orgánica en México surge en la década de los 80's, como motivación de algunas empresas privadas, organizaciones de productores, organizaciones no gubernamentales (ONG's) y algunas comercializadoras de otros países para surtir una nueva demanda de productos sanos en el exterior (Moore, 1999).

**Cuadro 2.4.** Superficie de la agricultura orgánica por producto en México durante el periodo de 1998 a 2001 (hectáreas).

Producto	1998	Orgánica 2000	En transición 2000	Total 2001
Café	32,161	49,512	21,326	70,838
Hortalizas y Hierbas	4,391	5,761	524	3,831
Manzana	2,285	743	701	
Ajonjolí	1,895	2,843	1,281	4,124
Frijol y Garbanzo	1,241	1,334	263	1,597
Maíz Azul	970	2,074	2,596	4,670
Cacahuete	740	N.d	N.d	N.d
Vainilla	1,203	63	268	331
Jamaica	589	N.d	N.d	N.d
Caña de Azúcar	540	N.d	N.d	N.d
Plátano	500	826		826
Aguacate	307	891	20	911
Cacao	252	20	636	656
Papaya	73	71	1,100	1,171
Piña	63	34	294	329
Litchi	16	N.d	N.d	N.d
Mango	284	875	1,200	2,075
Naranja	N.d	1,849		1,850
Soya	N.d	765	100	865
Maguey	N.d	3,047		3,047
Otros	3,504	787	997	5,679
Total	54,457	71,500	31,302	102,802

Actualmente en México, existen mas de 33,000 productores orgánicos distribuidos en dos grupos principales, el sector social de pequeños productores y el sector privado de grandes productores. El sector social en 1996, a través de organizaciones campesinas e indígenas (Sociedades de Solidaridad Social, Sociedades de Responsabilidad Limitada e Ilimitada, Sociedades de Producción Rural, Uniones de Productores, etc.), agrupaba al 97.5% del total de los productores orgánicos, quienes cultivaron el 89% de la superficie orgánica nacional y generaron el 78% del total de divisas de este sector. Estos datos muestran que algunos productores del sector social han encontrado una nueva alternativa de producción agrícola (Ruiz, 1995 b).

El papel que cumplen las organizaciones, como: *la Unión de Comunidades Indígenas de la Región del Istmo (UCIRI)*, *Indígenas de la Sierra Madre de Motozintla (ISMAM)*, *Unión de Indígenas de la Selva*, *Unión Majomut*, *Unión de Comunidades Indígenas Cien Años de Soledad*, *S. S. S. Apícola Chilán Kabo* y *Productores Orgánicos del Cabo*, es relevante, porque los pequeños productores pueden exportar su producción y pactar un mejor precio. Cabe destacar la presencia de los grupos más desprotegidos y pobres del sector rural del país, como los indígenas (mixtecos, cuicatecos, chatinos, chinantecos, zapotecos, tojolabales, tzotziles, etc), de los estados de Chiapas y Oaxaca, quienes han encontrado una opción acorde a su forma de trabajo en la producción de café, vainilla, jamaica y miel orgánica. Los productores indígenas conformaban para 1996 el 53% de los productores orgánicos del país, mientras que el 44% eran campesinos de escasos recursos (SAGARPA 2002b).

En el caso específico de los productores de Los Cabos, Baja California Sur, en el cuadro 2.5. se presenta información relevante de la superficie de los cultivos orgánicos sembrados.

**Cuadro 2.5.** Superficie sembrada de agricultura orgánica en los ciclos 96-97 y 97-98 (hectáreas) por productores orgánicos de los Cabos, B.C.S.

Ciclo	Albahaca	Tomate	Chiles	Calabaza	Hierbas	Berenjena	Pepino	Frutas	Abonos verdes
96-97	126	122	27	20	13.5	10	-	-	-
97-98	120	58	37.5	24	9.5	8	13	49	100

Citado por: Gomez *et al.* (1999).

Esta organización ha incrementado su producción año con año, con ventas de 648 ton en el ciclo de 1993-94; 904 ton en el de 1994-95; 1,012 ton para el de 1995-96; 3,000 ton en el 96-97; y se esperan casi 5,000 toneladas para el ciclo 97-98 (Ruiz 1999c).

El destino de la producción de esta organización es principalmente a los Estados Unidos (San Diego, los Angeles, San Francisco, Houston, Seattle, Portland, Denver, Phoenix, Chicago, Minneapolis, Kansas, San Luis, Nueva York, Boston, Philadelphia y Washington), así como otros países como: Canadá, Japón e Inglaterra, aunque en forma más limitada (Gómez *et al.*, 1999 b).

**Cuadro 2.6.** Exportación de productos orgánicos, ciclos 1993-1996 (toneladas) por productores orgánicos de los Cabos, B.C.S.

Producto	1993/94	1994/95	1995/96
Albahaca	450.0	630.0	531.0
Tomate gordo	67.5	72.0	63.0
Tomate miniatura	85.5	171.0	373.5
Berenjena	6.8	11.7	9.9
Calabacita	2.9	3.0	7.2
Chile	2.9	9.9	15.1
Hierbas	2.3	9.0	9.9
Otros	1.6	8.6	3.4

Citado por: Gomez *et al.* (1999).

El destino de ventas de esta organización es un 78% al mercado orgánico (con sobreprecios del 20%), el resto se vende a mercados exclusivos con precios de calidad mayores del 50% (aquí se distribuyen hortalizas exóticas y en miniatura) y al mercado convencional (Gómez *et al.*, 1999 a).

**Cuadro 2.7.** Precio por caja (10 libras o 4.5 kg) de productos orgánicos. Pagado a los productores orgánicos de los Cabos, B.C.S. Diciembre, 1996.

Producto	Precio U\$\$
Tomate	3.6
Chile	6 – 10
Albahaca	9.0

Citado por : Gómez *et al.* (1999).

En México, este estado (B.C.S.) es uno de los principales exportadores de hortalizas orgánicas, seguido de Chiapas con la exportación de café orgánico (CMC, 2001).

A continuación se muestra en el Cuadro 2.8. el impacto de la agricultura orgánica en la economía agrícola mexicana.

**Cuadro 2.8.** Perspectiva e importancia de la agricultura orgánica en México 1996- 2002.

	1996	1998	2000	2002 *
Superficie ( ha )	23,265	54,457	102,802	215,843
Número de productores	13,176	27,914	33,587	53,577
Empleo (1,000 jornales)	3,722	8,713	16,448	34,534
Divisas generadas ( US\$1,000)	34,293	72,000	139,404	280,698

Estimación. CIESTAAM. 2002. Citado por : Gómez *et al* (2002 a).

La agricultura orgánica es una alternativa real para el desarrollo integral del campo mexicano, ya que el 98.5% del total de agricultores, son pequeños productores, con dos hectáreas de cultivo en promedio. Este tipo de agricultura posibilita la producción y mejora el potencial productivo de los recursos naturales, por ejemplo, en cultivos tropicales como café, cacao y vainilla (Ruiz, 1995 b).

Con base en los datos del cuadro anterior, el cultivo de productos orgánicos es una de las grandes oportunidades para los productores mexicanos debido a que la tendencia de incremento es altamente significativa, además de su alta demanda y los beneficios al productor. México destaca como exportador de productos orgánicos, con un crecimiento anual del 42% para el año 2000, este tipo de agricultura generó 140 millones de dólares en divisas en ese año; en 2002 su cultivo rebasó las 200,000 hectáreas y generará aproximadamente 280 millones de dólares por concepto de exportaciones (Gómez *et al.*, 2002 a).

México juega un papel importante ubicándose como productor y todavía no como consumidor. Hasta el 2001 en México se sembraron 102,802 ha certificadas de producción orgánica, con un total de 33, 000 productores (SAGARPA, 2002b).

De acuerdo al ordenamiento de países latinoamericanos más importantes en producción orgánica, las áreas dedicadas a la producción certificada agropecuaria orgánica en transición de 1998-2002, es la siguiente: ver Cuadro 2.9.

**Cuadro 2.9.** Áreas de producción orgánica en transición 1998-2002

<b>ARGENTINA</b>	2' 800, 000 ha ( 71.36% )
<b>BRASIL</b>	803, 180 ha (20.46%)
<b>MÉXICO</b>	102, 802.38 ha ( 2.62%)

Citado por : Agrored (2002).

El continente americano registra la mayor superficie destinada a los cultivos orgánicos, con un total de 4.3 millones de hectáreas, de las cuales 3.2 millones de ha están en la zona sur del continente y 1.1 millones en Norteamérica (Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera, 2002).

### **2.15. Situación actual de los países productores de orgánicos en Latinoamérica**

Cuando fue introducida la agricultura orgánica a principios de 1900, los proponentes como Rudolph Steiner y otros, estaban preocupados por el rompimiento de conexiones ecológicas vitales que estaban siendo ignoradas por la entonces emergente agricultura industrial, la agricultura orgánica reconoce que la naturaleza es un ecosistema uniforme, sin embargo, consiste de muchas áreas ecológicas diferentes, cada una hecha de redes de especies de animales y plantas interdependientes, numerosas y locales. En la agricultura orgánica, el terreno se ve como un organismo, no como una fábrica. Muschler y Soto (2001).

La historia nos demuestra que los sistemas donde los terrenos agrícolas están diseñados para encajar en las inmediaciones ecológicas locales, son los mas sustentables y productivos (CIESTAAM-UACH, 1999). Al respecto es importante destacar los esfuerzos que están realizando últimamente países por mejorar su situación en cuanto a producción orgánica, como por ejemplo: Costa Rica, Uruguay y Guatemala (Cuadro 2.10).

La producción orgánica en el mundo continua creciendo a un ritmo acelerado y en este sentido los países latinoamericanos no son la excepción

**Cuadro 2.10.** Categorización y ordenamiento de países latinoamericanos de acuerdo a superficie agropecuaria orgánica certificada, en transición, o ambas de 1998 a 2001.

<b>CATEGORÍA 1 (&gt; 50, 000 ha)</b>	<b>Superficie ( ha )</b>	
Argentina	2' 800,000 (71,4%)*	
Brasil	803, 000 (20,5%)	
México	103, 000 (2,6%)	
Ecuador	60, 000 (1,5%)	
<b>Subtotal</b>		<b>3, 766, 000 ha (96.0%)</b>
<b>CATEGORÍA 2 (&gt; 10, 000 ha &lt; 50, 000 ha)</b>		
Colombia	30, 000 (0,78%)	
Perú	26, 000 (0,67%)	
Paraguay	19, 218 (0.5%)	
Rep. Dominicana	14, 963 (0.4%)	
Guatemala	14, 746 (0.4%)	
Bolivia	10, 528 (0.3%)	
<b>Subtotal</b>		<b>115, 455 ha (2,9%)</b>
<b>CATEGORÍA 3 (&gt; 5, 000 ha &lt; de 10, 000 ha)</b>		
Costa Rica	9, 004 (0,2%)	
Cuba	8, 495 (0,2%)	
Nicaragua	7, 000 (0,2)	
Panamá	5, 111 (0,1%)	
<b>Subtotal</b>		<b>29, 610 ha (0,7%)</b>
<b>CATEGORÍA 4 (&gt; 1, 000 ha &lt; 5, 000 ha)</b>		
El Salvador	4, 900 (0,1%)	
Chile	2, 700 (0,1%)	
Belice	1, 810 (0,1%)	
Honduras	1, 769 (0,04%)	
Uruguay	1, 300 (0,03%)	
<b>Subtotal</b>		<b>12, 479 ha (0,3%)</b>
<b>CATEGORÍA 5 (&lt; 1, 000 ha y sin información conocida)</b>		
Surinam	250 (0.01%)	
Otros		
<b>Subtotal</b>		<b>250 ha (&lt; 0,01%)</b>
<b>TOTAL</b>		<b>3' 923, 794 ha (100%)</b>

Citado por : García, 2001

La agricultura orgánica cada vez está socialmente más aceptada y los productos orgánicos ocupan un sitio importante en las tendencias de la alimentación del siglo XXI.

Sin embargo, para el caso de Latinoamérica, hay que destacar que un solo país, Argentina, en poco menos de una década, aumentó en 509 veces el área certificada como orgánica, al pasar de 5, 500 ha en 1992 a 2.8 millones de ha en el 2001 (García, 2001).

## 2.16. Evolución mundial de la superficie orgánica

La agricultura orgánica es una corriente que ha estado tomando auge en el ámbito mundial, aunque no es una manera de explotar la tierra, pues la mayoría de las etnias lo han practicado desde hace muchos años. En general hay mas conciencia entre los productores sobre lo que la agricultura orgánica es y lo que representa, ya que algunos grupos la practican como un modo de vida en armonía con la naturaleza (Guerrero, 1998).

A continuación podemos observar en el cuadro 2.11. como avanza el proceso de certificaciones de agricultura convencional a orgánica a nivel mundial en las ultimas décadas del siglo.

**Cuadro 2.11.** Área orgánica certificada o en conversión en algunos países y regiones del mundo en 1985-1996.

Países	1985 ha	1990 ha	1995 ha	1996 ha	% de superficie agrícola
EUA			456,275*		0.25
Unión Europea	111,580	256,974	1' 028,233	1' 248,843	0.9
Alemania	29,100	59,734	272,139	310,484	1.8
Austria	10,000	22,500	293,877	380,000	10.9
Dinamarca	4,340	11,581	28,000	40,000	1.5
Francia	45,000	65,000	85,000	85,000	0.3
Italia	5,000	11,000	154,028	200,000	1.2
Suecia	4,500	38,890	84,000	101,458	3.3
Suiza	280	2,000	5,768	7.817	0.8
Noruega	3,000	10,000	31,815	59,400	3.8
Europa Oriental	0	3,780	56,373	64,320	n.d.
<b>EUROPA TOTAL</b>	<b>114,860</b>	<b>272,754</b>	<b>1,122,189</b>	<b>1,380,380</b>	<b>n.d.</b>

FAS-USDA : Natural Foods Merchandiser, citado por García, 2001.

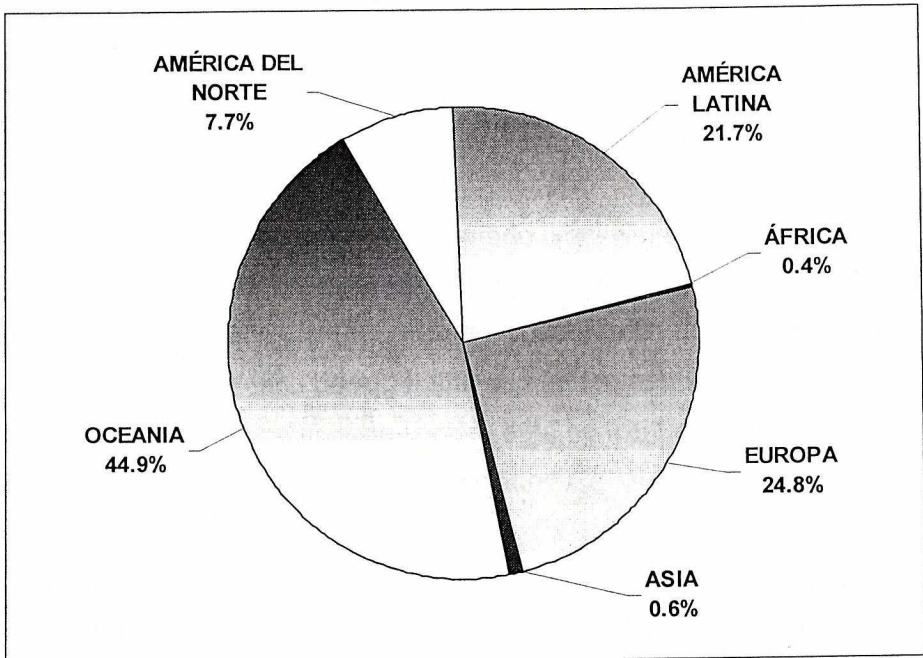
La preocupación de muchos países por tener una mejor calidad de vida y cuidar el medio ambiente, tiende hacia el consumo de productos orgánicos, ya que registra incrementos de ventas de más del 20 % anual, que es insuficiente para atender la demanda en Europa, Japón y América del Norte (Muschler y Soto, 2001).

Los países con mayor producción orgánica son Australia y Argentina, con 7.6 y 3 millones de hectáreas, respectivamente (Sistema de Información Estadística y



Agroalimentaria, 2002). La demanda de productos sanos a nivel mundial ha permitido incrementar la superficie orgánica (Fig 2.5.) de manera rápida y constante. La producción y el comercio de alimentos, obtenidos a partir de la agricultura orgánica han sido aceptados en todo el mundo, por las altas tasas de crecimiento en este tipo de actividades en los últimos diez años. México es uno de los países que demuestra tal dinamismo, debido a la demanda por este tipo de productos. El Reino Unido y Dinamarca cuentan con el 45% y 50% de tierras certificadas, Austria y Suiza 9 y 10% de su tierra certificada como orgánica (Líu, 2001).

Figura 2.5. Distribución de la superficie orgánica a nivel mundial 2002.



Rindermann *et al.* (2002).

El cuadro 2.12. muestra la evolución de superficie orgánica por país de 1990 al año 2001.

**Cuadro 2.12.** Evolución de la superficie orgánica (ha) en el Mundo de 1990 al 2001

PAÍS	1990	2001
Australia	-	7' 654, 924
Argentina	*5,500	2' 800, 000
Italia	13,000	1' 040, 377
Estados Unidos	370,000	900,000
Brasil	-	803,180
Alemania	100,000	546,023
Gran Bretaña	25,000	527,323
España	**8,500	380,838
Francia	75,000	371,000
Canadá	-	340,200
Austria	25,000	271,950

(Citado por Agrored, 2002)

Entre las naciones que han experimentado crecimientos en su superficie orgánica, superior al 25% anual, se encuentran: Argentina, Italia, España, México, Finlandia, Dinamarca, Francia, Australia y el Reino Unido (Rindermann *et al.*, 2002).

Al igual que para el caso de Argentina en Latinoamérica, en Oceanía el 98,6% del área registrada como orgánica en esta región, está concentrada en un solo país, que es Australia, el cual logró certificar grandes extensiones de áreas naturales (7' 654, 924 ha). La suma de las áreas bajo producción orgánica de estos dos países, alcanza casi las dos terceras partes del área total estimada a escala mundial (Agrored, 2002).

La distribución mundial de áreas de manejo orgánico a nivel mundial una suma aproximada de 17 millones de hectáreas en producción orgánica hasta el 2001 (Cuadro 2.13.).

**Cuadro 2.13.** Distribución porcentual estimada para el año 2001 del área de manejo orgánico certificada de actividades agropecuarias a nivel mundial.

REGIÓN	ÁREA BAJO PRODUCCIÓN ORGÁNICA (ha)	PORCENTAJE (%)
OCEANÍA	7' 654, 924*	44,9
EUROPA	4' 214, 300	24,8
LATINOAMÉRICA	3' 683, 900	21,7
NORTEAMÉRICA	1' 314, 100	7,7
ASIA	93, 500	0,6
ÁFRICA	59, 500	0,3
TOTAL	17' 000, 000	100

(IFOAM 2000 ; García, 2001)

Los consumidores prefieren consumir tres veces más las hortalizas orgánicas que las frutas orgánicas. En 1977, de los 2.1 millones de agricultores, solamente 11,000 eran productores orgánicos (0.52%). El 10% de la población americana es considerada como consumidora de productos orgánicos, lo cual se esperaría que aumentara hasta 22% si los precios fueran más bajos (SAGARPA, 2002).

### 2.17. Oferta y demanda de los productos orgánicos a nivel mundial

De acuerdo a la información de PMA, U.S. Organic Produce Industry de 1998: el 60% de la población americana está interesada en comprar productos orgánicos; el 80% de los consumidores de productos orgánicos los compran en los supermercados convencionales; los productos orgánicos se venden en un 50% más o menos del valor del mismo producto en el supermercado (Núñez, 2001).

La demanda mundial de alimentos orgánicos aún no está satisfecha, por el contrario, las demandas de ciertos productos específicos aumentan año con año, como en el caso de ciertas frutas como la papaya, mango, melón, fresa, kiwi, etc. En 1996 la venta de productos orgánicos fue superior a los 3.5 billones de dólares en los mercados de la Unión Americana, incluyendo productos frescos y productos procesados (Scialabba, 2001).

El consumidor de productos orgánicos está consciente y dispuesto a pagar un sobre precio que varía entre el 10 y el 70%, en comparación con productos del mismo tipo, pero producidos convencionalmente. Los consumidores más sensibles son los Europeos, principalmente los Alemanes, por eso, la demanda de los productos orgánicos en el mercado Alemán está insatisfecha porque para ellos el consumo de estos productos

representa salud y al mismo tiempo el cuidado del ambiente, por esa razón están dispuestos a comprar productos orgánicos en tanto que estos sean de buena calidad, fácilmente disponibles y pagables (García, 2001).

En el Cuadro 2.14. se citan los productos orgánicos que se ofrecen en los mayores volúmenes a los mercados externos, por parte de los diferentes países latinoamericanos. Cabe destacar que para la mayoría de estos productos, los países de la región aparecen en las estadísticas como los principales productores a nivel mundial.

**Cuadro 2.14.** Productos y países de origen de los productos orgánicos latinoamericanos producidos en mayores cantidades en el año 2000.

PRODUCTO	PAÍSES PRODUCTORES
AZÚCAR	Paraguay, Brasil, Ecuador y Argentina.
CACAO	México, Bolivia, República Dominicana, Costa Rica y Panamá
CAFÉ	México, Bolivia, Colombia, Perú y países de América Central
CARNES	Argentina: carne de res y de pollo
CEREALES Y GRANOS	Argentina y Brasil: maíz, trigo y frijol de soja. Paraguay: frijol de soja
FRUTAS FRESCAS	Argentina: manzanas, peras y cítricos Brasil: manzanas y uvas Chile: kiwi, frambuesas y fresas Colombia, Ecuador, México, los países centroamericanos y República Dominicana: bananos, piñas, mangos y otras frutas tropicales México: manzanas, aguacates y bananos
PROD. INDUSTRIAL	Argentina: aceite de oliva, puré de peras, jugos concentrados de uva y manzana, pasas de uva, vino
VEGETALES	Argentina, Brasil y Chile, y en menor escala algunos de los países centroamericanos: Vegetales frescos y secos

(García, 2001).

### 2.17.1. Demanda

La demanda principal de los productos orgánicos (Cuadro 2.15.) de origen latinoamericano, proviene de los mercados de los EE.UU., Canadá y varios de los países de la Unión Europea, cuyos consumidores están dispuestos a pagar un sobreprecio por éstos productos (Líu, 2001).

La demanda de productos orgánicos para México se muestra en la siguiente tabla:

**Cuadro 2.15.** México: Destino de la producción orgánica por producto seleccionado.2001

Producto	Destino
Café	Estados Unidos, Alemania, Holanda, Suiza, Japón, Italia, Dinamarca, España, Francia, Australia.
Mango	Estados Unidos, Japón, Canadá, Inglaterra, Australia y Chile.
Miel	Alemania, Inglaterra, Estados Unidos e Italia
Aguacate	Suiza, Inglaterra, Estados Unidos, Japón y Canadá
Hortalizas	Estados Unidos, Canadá, Japón e Inglaterra
Cacao	Alemania y Estados Unidos
Vainilla	Estados Unidos y Japón
Jamaica	Alemania y Estados Unidos
Ajonjolí	Estados Unidos
Plátano	Estados Unidos y Japón
Litchi	Estados Unidos

Rindermann *et al.*, 2002

En la Unión Europea, se ha registrado un crecimiento de ventas de productos orgánicos de aproximadamente 25% por año. Desde 1991, países como Dinamarca, determinan la tendencia hacia el futuro en cuanto a consumo y producción de orgánicos. En ese país, 22% de la harina consumida proviene de sistemas de producción orgánica; asimismo el 20% de leche, 13% de huevo, 12% de zanahoria y 7% de la papa. En la región de Munich en Alemania, el 30% del pan consumido es orgánico (CIESTAAM, 2002).

Las estimaciones para la expansión de la demanda futura de productos orgánicos, varían entre países, por ejemplo, 25-30% en Reino Unido, 20-25% en Suecia, 15-20% en Dinamarca y Suiza, 10-15% en Holanda y 15-20% en Francia (Rindermann *et al.*, 2002).

## 2.18. Los mercados mundiales de los productos orgánicos

Las perspectivas del mercado orgánico mundial continúan siendo alentadoras, tal y como lo demuestran los diferentes estudios realizados sobre esta materia desde años atrás, los cuales señalan que la oferta está aún muy lejos de satisfacer la demanda existente, la cual continúa aumentando a un ritmo acelerado. En algunos casos, como Gran Bretaña, Suiza, Dinamarca y Suecia, se espera un crecimiento anual en las ventas de hasta un 30-40%. En el año 2000, las ventas en 18 de los 139 países alrededor del

mundo, identificados con producción orgánica, se estimó que alcanzaron un valor cercano a los 20 millones de dólares (García 2001).

El incremento mundial de producción orgánica en estos años se ha visto en la demanda y el consumo por país (Cuadro 2.17).

**Cuadro 2.16.** Estimación de las ventas en los años 1997 y 2000, incremento porcentual entre estos dos años, crecimiento anual esperado del mercado orgánico y gasto per capita por concepto de compra de productos orgánicos en los principales mercados en el año 2000.

PAÍS	VENTAS (millones de dólares)		CRECIMIENTO ANUAL ESPERADO (%)	GASTO PER CÁPITA (dólares) EN EL 2000
	1997	2000 (IP)*		
EE. UU.	4200	8000 (90%)	15-20	28
Alemania	1800	2500 (39%)	10	30
Japón	1000	2500 (150%)	20**	20
Francia	720	1250 (74%)	20-25	21
Italia	750	1100 (47%)	20	19
Gran Bretaña	450	900 (100%)	25-30	15
Suiza	350	700 (100%)	20-30	95
Holanda	350	600 (71%)	15-20	38
Dinamarca	300	600(100%)	30-40	114
Austria	225	400 (78%)	15	49
Suecia	110	400 (264%)	30-40	45
Otros países europeos***	200	500 (150%)	---	---
<b>TOTAL</b>	<b>10 455</b>	<b>19 450 (86%)</b>		

\* IP = incremento porcentual con respecto a las ventas de 1997.  
 \*\* FAO, citada por Willer y Yussefi (2001).  
 \*\*\* Bélgica, Finlandia, Grecia, Irlanda, Portugal, España y Noruega.

García, 2001

Como puede observarse en el cuadro anterior, en el año 2000 el mayor volumen en las ventas de productos orgánicos se concentró en los EE.UU (41%), seguido por Alemania y Japón, con un 13% cada uno. Con excepción de Italia y Alemania, los incrementos porcentuales en las ventas, entre 1997 y el año 2000, fueron superiores al 50%, e inclusive iguales o superiores al 100% en cinco países. En este lapso, Suecia fue el mercado que presentó el mayor incremento en las ventas con un 264% (Líu, 2001; García, 2001).

Los países que se proyectan con las mayores tasas de crecimiento porcentual anual en sus ventas son Dinamarca y Suecia (30-40%), seguidos por Gran Bretaña (25-

30%) y Suiza (20-30%). En cuanto al gasto per capita por tipo de productos orgánicos, se destacan los consumidores de Dinamarca (US\$114) y Suiza (US\$95), seguidos por Austria (US\$49), Suecia (US\$45) y Holanda (US\$38) (Liu, 2001)

**Cuadro 2.17.** Sobrepuestos que pagan los consumidores de siete países europeos por algunos productos orgánicos (en %).

PAÍS	VEGETALES	CEREALES	LECHE	PAPA	FRUTAS
Suecia	30	10	15	30	100
Dinamarca	20	20	20	20	50
Finlandia	94	64	31	78	-
Austria	40	40	10	50	50
Suiza	-	20	25	50	-
Alemania	20	20	25	50	20
Italia	50	125	20	70	50

Núñez, 2001.

De mantenerse las tasas actuales de crecimiento en las ventas de productos orgánicos en los países de la Unión Europea y en los EE.UU, se calcula que el mercado de productos orgánicos será de más de 100 millones de dólares en el año 2006; de los cuales 58 son en la Unión Europea y 47 en los EE.UU (CIESTAAM, 2002).

Algo similar se percibe que está sucediendo con la demanda y la oferta en el mercado interno de los países latinoamericanos, solo que a un ritmo mucho más lento. Sin embargo, es evidente que los productos orgánicos, aparecen cada vez, con más frecuencia en los anaqueles de los supermercados, así como el hecho de que existe una demanda aún no satisfecha en éstos (OTA, 2001; citados por García 2001).

Para 1999 en México, las exportaciones de productos orgánicos se valoraron en 70 millones de dólares, dando 8,7 millones de jornales, aproximadamente (FAS-USDA, 2000). Un informe más reciente estima que las exportaciones alcanzan ya los US\$140 millones, ofreciendo 16 millones de jornales al año (CIESTAAM, citado por Agroenlinea, 2001). En el ciclo 1999/2000 el valor de las exportaciones mexicanas de café orgánico (9,497 ton), alcanzó la suma de 26' 095,140 de dólares. El volumen total de la producción orgánica en 1998, fue de 94,167 ton (Gómez *et al.*, 1999). En la actualidad, se estima que cerca del 85% de la producción total de los productos orgánicos se destina a la exportación (Coelho, 2001 citado por García 2001).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización del experimento

El experimento se estableció en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), ubicado en el km 17.5 de la carretera Torreón-Matamoros, en el municipio de Matamoros, Coahuila, dentro de la comarca Lagunera.

#### 3.2. Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra comprendida entre los paralelos 24° 10' y 26°45' de latitud norte y los meridianos 101°40' y 104°45' de longitud oeste de Greenwich, con una altura sobre el nivel medio del mar de 1,100 metros. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi-calido a calido-seco y en invierno desde semi-frio a frio, mientras que los mese de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992).

#### 3.3. Condiciones de invernadero

El experimento se llevó a cabo en dos invernaderos semicilíndricos, cubiertos por fibra de vidrio y una estructura totalmente metálica. Se utilizó un sistema para determinar los riegos por semana, con la ayuda de una microcomputadora; la ventilación también es automatizada, pero no hubo una instalación de aclimatación con los requerimientos especiales. El piso interior del invernadero es de grava suelta, el sistema de riego fue por goteo y tiene una dimensión aproximada de 4 m de ancho por 10 m de largo.

#### 3.4. Medios de crecimiento para las plantas con vermicomposta de lombriz

La vermicomposta se obtuvo, a partir de estiércol bovino, el cual se composteo, con lombrices rojas de california (*Eisenia foetida*), durante un periodo aproximado de dos meses. El estiércol provino de ganado vacuno que se encuentra en la UAAAN.UL, el cual está estabulado y recibe una dieta de forraje verde (alfalfa) y sal mineralizada para su metabolismo.



Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- T0:** arena lavada de río (18 l)
- T1:** vermicomposta de ganado vacuno al 12.5% (2.25 l)+ arena (87.5%)(15.75 l)
- T2:** vermicomposta de ganado vacuno al 25% (4.50 l)+ arena (75%)(13.5 l)
- T3:** vermicomposta de ganado vacuno al 37.5%(6.75 l) + arena (62.5%)(11.25 l)

Para el manipuleo de los diversos tratamientos, se utilizaron bolsas de 18 litros.

Un litro de vermicomposta, equivale a 620 g

El material inerte utilizado fue arena de río, la cual fue esterilizada previamente con bromuro de metilo, dejándola reposar aproximadamente 10 días, para luego removerla totalmente. Esta se mezcló con la vermicomposta de lombriz para los diferentes tratamientos. En el testigo con arena, se utilizó solución nutritiva para el suministro de elementos nutritivos (Cuadro 3.1.).

El cuadro de análisis de la vermicomposta, se encuentra en la página de Anexos al final del escrito.

### **3.5. Materiales vegetales**

Los materiales vegetales que se utilizaron fueron: el tomate de crecimiento indeterminado var. MAX; el chile Jalapeño var. Tula; y el chile morrón var. Red night o Bell pepper. El transplante se llevo a cabo en el ciclo Primavera-Verano del 2002.

### **3.6. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño Completamente al azar, con cuatro tratamientos; cada tratamiento con 8 repeticiones en tomate y chile jalapeño y 3 repeticiones para el cultivo de chile morrón.

La información capturada se analizo con el sistema estadístico SAS, análisis de varianza y la prueba DMS (Diferencia Media Significativa), para la comparación de medias por tratamientos.

### **3.7. Solución nutritiva**

Las soluciones nutritivas que se utilizaron para regar las macetas del testigo (**T0**) con arena al 100%, fue con las siguientes concentraciones de elementos nutritivos (ppm).

En el Cuadro 3.1. se presentan las dosis de estas soluciones nutritivas y la fase o etapa fenológica de los cultivos en que se aplicaron.

**Cuadro 3.1.** Soluciones nutritivas empleadas en los cultivos y etapa de aplicación. 2002.CELALA-INIFAP 2003.

Solución	1 Fase de plantación y establecimiento	2 Fase de floración y cuajado	3 Fase de inicio de maduración	4 Fase de cosecha
A)Ácido fosfórico	86 g	86 g	169 - 246 g	281 g
B)KNO <sub>3</sub> +	55 g	385 g	495 g	825 g
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> +	60-120 g	300 –420 g	405 – 540 g	675 g
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> +	20 g	140-216 g	216 g	360 g
Zn(EDDHA) +	4 g	14 g	9 g	15 g
Maxiquel multi +	2.7 g	14 g	18 g	30 g
Cu 150 ppm +	0.2 g	1.5 g	2.19 g	2.19 g
Mo 5 ppm	0.03 g	0.05 g	0.07 g	0.07 g

Cada solución se preparo en 10 l. de agua

Se aplicaron 8 gramos de los quelatos. Los cuales contienen los elementos esenciales para la planta. La cantidad de ácido fosfórico fue de 162 ml el cual se aplicó mediante el sistema de riego del invernadero en tiempos previamente determinados. La mezcla de ácido se preparaba en 10 l de agua. De igual forma se prepararon los de la solución por semana, si lo dividimos cada riego era de 1.4 l de solución por día que era por medio del venturi, se daba un riego diario de solución nutritiva y uno de ácido fosfórico. La cantidad de la solución nutritiva se aumento en un 15 % al mes y medio del trasplante, ya que algunas plantas de chile presentaron deficiencias de potasio, las de calabaza de magnesio, y las de tomate, nitrógeno y sales.

Posteriormente, las cantidades aumentaron según la etapa fenológica del cultivo desde el amarre del primer racimo hasta el último.

### 3.8. Transplante

El trasplante se llevó a cabo el 24 de abril del 2002, colocando una planta (tomate, chile jalapeño, chile morrón) por maceta. Previamente cada maceta se humedeció completamente y al día siguiente se transplantó, desde ese momento, se

programó el riego en tiempos diferentes para todos los tratamientos, cuando la planta tenía una altura aproximada de 10 cm.

### 3.9. Riegos

El riego para cada tratamiento fue variado dependiendo de la cantidad de vermicomposta presente, quedando como se explica a continuación:

**T0** : 5 riegos diarios + 1 de solución + 1 del ácido fosforico

4 minutos cada riego y 1 minuto para la solución nutritiva

**T1** : 4 riegos diarios de agua normal, el tiempo fue 4 minutos cada riego

**T2** : 4 riegos diarios de agua normal, el tiempo fue 4 minutos cada riego

**T3** : 4 riegos diarios de agua normal, el tiempo fue 3 minutos cada riego

La cantidad de agua para cada maceta de 18 l por día fue la siguiente:

**T0** : 5 riegos de 90 ml cada uno equivalente a 450 ml por 4 minutos c/riego : 1.80 l día

**T1** : 4 riegos de 90 ml cada uno equivalente a 360 ml por 4 minutos c/riego : 1.44 l día

**T2** : 4 riegos de 90 ml cada uno equivalente a 360 ml por 4 minutos c/riego : 1.44 l día

**T3** : 4 riegos de 90 ml cada uno equivalente a 360 ml por 3 minutos c/riego : 1.08 ml día

### 3.10. Podas en tomate

Se llevaron a cabo cuatro podas, con el fin de mantener la planta a un solo tallo, eliminando brotes laterales (axilares) y posteriormente se eliminaron las hojas basales, una vez que maduró todo el primer racimo, ya que no desempeña alguna función, permitiendo así aireación en todas las plantas.

### 3.1. Prácticas culturales

Las prácticas comunes en el invernadero, fueron la colocación de líneas de sostén en la parte superior del invernadero con alambre como soporte principal para los tutores de rafia, hasta el final del periodo de producción, así como acomodo de guías en los tutores.

### 3.12. Plagas y enfermedades

Durante los ciclos de los cultivos, se realizaron revisiones periódicas para el control de plagas y enfermedades. Como plaga principal, se presentó la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y como plagas secundarias: minador de la hoja (*Liriomyza munda*), gusano del fruto (*Heliothis zea*), araña roja (*Tetranychus urticae*). Para su control se hicieron dos aplicaciones, de thiodan ó endosulfan a una dosis de 5 ml del producto en 6 l de agua, contra mosquita blanca y dos aplicaciones de Decis 2.5 C.E o deltametrina, para control de minador de la hoja, araña roja y gusano del fruto. Este último se presentó a los 80 días, cuando finalizaba el experimento .

Durante el desarrollo del tomate, las enfermedades presentes fueron: cenicilla (*Leveillula taurica* Lev. Arn.), *Alternaria solani* y *Fusarium*; en chile, se presentó; *Rhizoctonia* enfermedad controlada con el funguicida orgánico Amistar, en dosis de 4 g / 5 l de agua, realizándose 4 aplicaciones a intervalos de 6 a 7 días; la primera aplicación fue a los 41 días después del trasplante. *Rhizoctonia* se detectó solo en una planta de chile, en tanto que en tomate *Fusarium* dañó a dos, a los 31 días después del trasplante (ddt).

Asimismo, a los 60 días después del trasplante se liberaron crisopas (*Crhrysoperla carnea*), insecto que en estado larvario es depredador de larvas y huevecillos de diferentes plagas, para el control de huevos de mosquita blanca, trips, etc. sin embargo, no hubo una respuesta efectiva, ya que el índice de población de insectos fue muy bajo y no hubo más reproducción, de este depredador.

### 3.13. Cosecha

La cosecha del tomate se realizó cuando el fruto presentó un color rosado promedio del 30%, pero no más del 60% de la superficie del mismo. Se realizaron 12 cortes en tomate; en el cultivo del chile jalapeño se realizaron 5 y 4 en el cultivo de chile morrón, teniendo una duración en el ciclo del cultivo de 98 días para los 3 cultivos.

### 3.14. Variables evaluadas en chile jalapeño

Las variables consideradas fueron: rendimiento, número de frutos, diámetro polar, diámetro ecuatorial, número de lóculos, pungencia y peso de frutos.

La determinación de rendimiento fue realizada sumando los pesos de los frutos en todos los cortes, para lo cual se colocaron en bolsas de plástico y se identificaron por

tratamiento y repetición. Para tomate, chile jalapeño y morrón se tomaron frutos de calidad, considerando el peso total de frutos obtenidos, en toneladas por hectárea.

La densidad de población de plantas fue extrapolada a 1 ha. Si la distancia entre surcos fue 75 cm y 30 cm entre plantas, la densidad fue de 44,400 plantas /ha.

El número total de frutos se basa en el número de frutos recolectados en las cosechas, obteniéndose una media para cada tratamiento.

El diámetro polar se estimó en cada fruto cosechado para calidad, en un total de 8 plantas seleccionadas por tratamiento, tomando en cuenta cada fruto. Con un vernier se midió fruto por fruto, se sumó la totalidad de frutos y se obtuvo una media con base en el número total de frutos.

El diámetro ecuatorial se determinó en la parte trasversal de cada fruto, en plantas seleccionadas para calidad, se midió el diámetro de base y de ápice del fruto, sacándose un promedio de ambos. Para el promedio total se tomaron en cuenta todos los frutos de las cosechas realizadas.

El número de lóculos fue por fruto seleccionado para calidad en 8 plantas por tratamiento y que consistió en partir cada fruto en la parte media y contar el número de lóculos.

La variable pungencia, fue determinada de acuerdo a lo pungente o picoso, probando cada chile y de acuerdo al grado de pungencia, clasificarlo tomando como base una escala de 1 a 5 , donde el más alto correspondió al más picoso ver (Cuadro 3.2.).

**Cuadro 3.2.** Clasificación de grados

<b>PUNGENCIA</b>				
1	2	3	4	5
Ligero	Moderado	Regular	Picoso	Picoso excesivo

El peso se determinó en los frutos de calidad, pesándolos en un báscula eléctrica, también se consideraron pesos de los frutos restantes, ya que el dato fue base para estimar rendimiento por cada tratamiento.

### **3.15. Variables evaluadas para tomate**

Las variables medidas fueron altura de planta, calidad del fruto y rendimiento en ton/ha. La calidad fue obtenida al medir el diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, grados Brix, espesor de pulpa y número de lóculos por fruto. Se utilizó vernier, refractómetro, báscula de precisión, regla milimétrica y tabla de colores. También se realizaron revisiones visuales de las plagas y enfermedades presentes.

El peso se evaluó en los frutos de calidad, pesándolos en una báscula eléctrica. Los frutos restantes también se registraron sus pesos ya que el dato fue base para estimar rendimiento por cada tratamiento.

Para determinar Grados Brix cada fruto se cortó en la parte ecuatorial, se exprimió y se dejó caer unas gotas en el refractómetro y de acuerdo al nivel indicado se tomó el dato para cada fruto.

El espesor de pulpa se determinó también en cada fruto partido, tomando la medida de la parte interna a la externa con una regla milimétrica en cada fruto cosechado.

Para el número de lóculos, los frutos se partieron para observar parte interna y se contó el número de estructuras o lóculos en todos los frutos cosechados.

El diámetro polar y ecuatorial de cada fruto fue medido con un vernier obteniendo el promedio por tratamiento.

### **3.16. Variables evaluadas para chile morrón**

Las variables medidas fueron altura de planta, calidad del fruto y rendimiento en ton/ha. La calidad fue obtenida al tomar peso promedio de frutos, número de lóculos, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grosor de pulpa. El equipo empleando para ello, fue: vernier, refractómetro, báscula de precisión, regla milimétrica y tabla de colores. También se realizaron revisiones visuales de las plagas y enfermedades presentes en la planta. Las variables evaluadas para este cultivo fueron determinadas de igual forma que para el chile jalapeño.

La variable altura de plantas fue determinada en cada planta, utilizando una cinta métrica. Se estimaron promedios por tratamiento para ver el comportamiento de la misma con los diferentes tratamientos durante el ciclo del cultivo.

En la variable altura de plantas, los datos se analizaron basándose en, fechas tomadas en días después del trasplante (ddt) y se hicieron graficas incorporando la ecuación de regresión lineal por cada tratamiento en chile jalapeño y chile morrón.

Para el caso de tomate se hicieron graficas incorporando la ecuación de regresión cuadrática para cada tratamiento, ya que los datos que se obtuvieron se acomodaron mejor a este tipo de línea (Ver graficas en apéndice).

### **3.17. Flora bacteriana de la vermicomposta**

En el vermicompostaje se realiza un proceso, por el cual los materiales orgánicos son degradados por lombrices. La actividad de las lombrices permite mejorar las características de una composta producida por métodos tradicionales. Según Odum (1972), la ecología microbiana estudia las relaciones entre los microorganismos y su interacción con el medio ambiente, en este caso el proceso de vermicomposteo puede considerarse un ecosistema.

En el presente estudio se analizó la vermicomposta al 100%, y para poder determinar la microflora bacteriana presente en este producto, el método fue el siguiente:

1. Se pesó un gramo de vermicomposta, colocándolo en un tubo de ensayo con 10 ml de agua destilada y se agitó manualmente.
2. En seis tubos más, se prepararon soluciones diferentes a partir del primer tubo. Cada tubo tenía un porcentaje de 1 ml de la primera solución, quedando de la siguiente manera :  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$  mas el tubo mencionado anteriormente, ya que de ahí se extrajeron los mililitro para cada uno.

Posteriormente en cajas petri se prepararon tres repeticiones en medios de cultivo para cada una de las concentraciones. El medio de cultivo fue PDA (papa-dextrosa-agar), el cual consistió en adicionar 1 ml a cada caja petri con el mechero encendido a lado de cada uno, se taparon y se sellaron con cinta para evitar contaminación por algún hongo. Este medio de cultivo es el mas utilizado para este tipo de estudios. Se llevo a cabo en el Laboratorio de Fitopatología del CELALA-INIFAP, el 6 de mayo de 2002.

En el Cuadro 3.3. se presentan los componentes bacteriológicos en las diferentes soluciones preparadas.

**Cuadro 3.3.** Análisis de microflora bacteriana presente en la vermicomposta. CELALA-INIFAP 2002-2003.

Solución	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Mucor</i>	H Bact.B0
10 <sup>-1</sup>	52	1	8	1	-	
2	38	1	6	-	1	
3	2	++++				
10 <sup>-2</sup>	23	-	3	3	2	
2	14	1	6	1	1	
3	20	-	9	4	1	
10 <sup>-3</sup>	4	-	5	1	-	
2	2	-	3	-	2	
3	2	-	3	-	1	
10 <sup>-4</sup>	4	-	2	2	-	2 2
2	1	-	2	-	-	2
3	3	-	2	-	-	1
10 <sup>-5</sup>	-	-	2	3	-	Part.
2	5	-	1	-	-	
3	-	-	-	-	-	2 2
10 <sup>-6</sup>	-	-	-	-	-	
2	-	-	2	-	-	1
3	-	-	2	-	1	

Realizado: Lab. de Fitopatología. CELALA-INIFAP.

La toma de datos es a los 3-4 días, a una temperatura de aproximadamente 26° C. Este tipo de análisis nos muestra la cantidad de colonias totales de bacterias y hongos presentes, los cuales no son considerados de importancia económica ya que la mayoría de ellos son saprofitos y no causan daño al cultivo.

Corlay (1997) encontró que las vermicompostas de paja y desechos hortofrutícolas, así como diferentes mezclas mostraron mayor cantidad de bacterias, actinomicetos y hongos, que las de estiércol y las mezclas en que este estuvo presente.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Chile jalapeño análisis de varianza

Para determinar el efecto de vermicomposta por tratamiento, se realizó análisis de varianza y se aplicó la prueba DMS para la comparación de medias por tratamientos

En el Cuadro 4.1. se puede observar en el análisis estadístico, que en seis de siete variables evaluadas para Chile jalapeño, se encontró diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ), excepto en la variable diámetro ecuatorial.

**Cuadro 4.1.** Cuadrados medios y significancia estadística para las variables evaluadas en Chile jalapeño en los diferentes tratamientos, bajo condiciones de invernadero. CELALA-INIFAP 2003.

Fuente de variación	g.l.	Rend (kg)	No. de Frutos	Peso (g)	Pung.	Lóculos (N°)	Diam. Polar cm	Diam. ecuat. cm
Trat.	3	627.5**	263.8**	90.95**	0.77**	0.77**	1.75**	0.12 ns
Error	63	22.5	21.24	13.13	0.103	0.108	0.143	0.05
Total	66							
C.V.		30.80	31.78	14.73	9.72	14.58	5.19	8.42

\*\* altamente significativo al 1%    ns= no significativo

#### 4.1.1. Rendimiento en Chile jalapeño

En la variable rendimiento, el análisis estadístico mostró diferencia altamente significativa, el promedio fue de 15.39 ton/ha. El tratamiento que presentó mayor rendimiento fue el testigo (T0) con 20.83 ton/ha, mientras que el tratamiento con menor rendimiento fue el tratamiento T1, que tiene la menor dosis de vermicomposta (12.5%) (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2.** Rendimiento (ton/ha) en los tratamientos evaluados con dosis de vermicomposta en el cultivo del Chile jalapeño bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP.2003

Tratamiento	Rendimiento ( ton/ha )*
T0: Testigo – Arena 100%	20.83                      a
T3: 37.5% de vermicomposta	17.42                      b
T2: 25% de vermicomposta	16.78                      b
T1: 12.5% de vermicomposta	7.03                        c

\*Medias con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

Aguilera (2002) encontró diferencias significativas en rendimiento en chile chilaca bajo condiciones de invernadero en los tratamientos con vermicomposta al 37.5 y 25%. Asimismo, Aranda (2003) no encontró diferencia significativa en rendimiento en los tratamientos evaluados (estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa), esta mezcla, en diferentes niveles es la que mejor funcionó y de todos el 12.5% presentó mejores resultados en lo que se refiere al rendimiento con una media de 27.92 toneladas por hectárea en el cultivo de chile chilaca en invernadero.

En el presente experimento el testigo (T0) superó en rendimiento a los tratamientos con vermicomposta, ya que este tipo de tratamiento presentó, una cantidad de elementos nutritivos disponibles para la planta, seguido del T3, mientras que Aguilera (2002) encontró rendimiento mayores en 37.5% y 25% de vermicomposta y Aranda (2003) aunque no encontró diferencias significativas, el mayor rendimiento lo presentó el 12.5% de vermicomposta.

#### 4.1.2. Número de frutos en chile jalapeño

En la variable número de frutos, el análisis de varianza presentó una diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados. El tratamiento testigo (T0) presentó el valor más alto con 21.6 frutos, en tanto que el tratamiento que presentó menor número de frutos, fue el tratamiento (T1) con 8 frutos por planta.

**Cuadro 4.3.** Número de frutos en chile jalapeño evaluados con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP.2003

Tratamiento	Número de frutos*	
TO: Testigo – Arena 100%	21.6	a
T3: 37.5% de vermicomposta	15.9	b
T2: 25% de vermicomposta	12.5	bc
T1: 12.5% de vermicomposta	8.0	c

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al5%).

Aguilera (2002) en resultados obtenidos en chile chilaca, obtuvo diferencias altamente significativas en su tratamiento de 37.5% de vermicomposta y su nivel más bajo lo encontró en la dosis de 12.5% de vermicomposta en esta variable.

Aranda (2003) encontró en la variable número de frutos de chile chilaca que el tratamiento 50% (vermicomposta de estiércol de caballo), obtuvo el número de frutos de

chile más alto con una media de 14.75 frutos, el tratamiento TA (arena) y el tratamiento 50% (vermicomposta de estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa) son iguales y el 12.5% (vermicomposta de estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa) fue el que presentó el menor número de frutos. En este experimento presenta resultados similares a los de Aranda (2003) y Aguilera (2002), ya que el mejor promedio de número de frutos lo presentó el T3 (37.5% de vermicomposta).

En la Figura 4.1. se muestran plantas de chile jalapeño, desarrollados con vermicomposta al 37.5%.



Figura 4.1. chile jalapeño en invernadero con 37.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.

#### 4.1.3. Peso del fruto en el cultivo chile jalapeño

El análisis de varianza para esta variable, mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos, con una media general de 24.6 g y con un coeficiente de variación de 14.7%. El tratamiento que presentó mayor peso fue el T2, con 28.3 g, mientras que el de menor peso fue el T1, con 20.7 g. Estadísticamente el T2 y T0 son estadísticamente iguales en esta variable.

**Cuadro 4.4.** Peso del fruto en chile jalapeño con diferentes dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP. 2003.

Tratamiento	Peso (g )*	
T2: 25% de vermicomposta	28.30	a
T0: Testigo- Arena 100%	26.36	ab
T3: 37. 5% de vermicomposta	22.96	bc
T1: 12. 5% de vermicomposta	20.77	c

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

#### 4.1.4 Pungencia en chile jalapeño

En esta variable el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento **T3** (37.5% vermicomposta) mostró el valor más alto y el tratamiento **T1** (12.5 % vermicomposta) el valor mas bajo con 2.91, mostrando una media general de pungencia de 3.3 y con un coeficiente de variación de 9.7. Presentándose los tratamientos **T3** y **T2** estadísticamente iguales.

**Cuadro 4.5.** Pungencia en el cultivo de chile jalapeño con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP. 2003

Tratamiento	Pungencia *	
T3: 37.5% de vermicomposta	3.58	a
T2: 25% de vermicomposta	3.52	ab
T0: Testigo – Arena 100%	3.21	bc
T1: 12.5% de vermicomposta	2.91	c

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

#### 4.1.5 Número de lóculos en chile jalapeño

Se detectó diferencia altamente significativa entre los tratamientos de vermicomposta (Cuadro 4.6), donde los tratamientos que presentaron mayor número de lóculos fueron el testigo (**T0**), con 2.60 y el tratamiento **T2** (25% vermicomposta) con 2.45 lóculos, respectivamente, presentando una media de 2.26 y un coeficiente de variación de 14.58.

**Cuadro 4.6.** Número de lóculos en chile jalapeño con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en el ciclo primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Número de lóculos*	
T0: Testigo - Arena 100%	2.60	a
T2: 25% de vermicomposta	2.45	a
T1: 12.5% de vermicomposta	2.02	b
T3: 37.5% de vermicomposta	1.97	b

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

#### 4.1.6. Diámetro polar en chile jalapeño

En esta variable se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos de vermicomposta. El diámetro polar promedio, fue de 7.3 cm, con un coeficiente de variación de 5.19 cm. Los tratamientos que presentaron mayor diámetro polar fueron el **T2** (25% vermicomposta) y el **T3** (37.5 % vermicomposta) con 7.82 cm y 7.6 cm respectivamente (Cuadro 4.7.)

**Cuadro 4.7.** Diámetro polar en chile jalapeño en tratamientos con vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP. 2003.

Tratamiento	Diámetro polar*	
T2: 25% de vermicomposta	7.82	a
T3: 37.5% de vermicomposta	7.56	a
T1: 12.5% de vermicomposta	6.91	b
T0: Testigo – Arena	6.90	b

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

Aranda (2003) encontró diferencia significativa entre tratamientos, para la variable largo del fruto o diámetro polar de chile chilaca, observando que el tratamiento de vermicomposta al 12.5% (VCC: estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa) superó a los demás tratamientos a base de estiércol de caballo (al 37.5% y 12.5%). En el presente experimento los tratamientos **T2** y **T3**, presentan resultados similares a los de Aranda(2003), por lo que el mejor nivel de vermicomposta para esta variable se encuentra entre el 12.5% y el 37.5%

#### 4.1.7. Diámetro ecuatorial en chile jalapeño

El análisis de varianza para esta variable no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Presentando un promedio de 2.64 cm de diámetro y un coeficiente de variación de 8.42

**Cuadro 4.8.** Diámetro ecuatorial en tratamientos evaluados en chile jalapeño con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP. 2003.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial*	
T1: 12.5% de vermicomposta	2.81	a
T2: 25% de vermicomposta	2.63	a
T0: Testigo - Arena 100%	2.56	a
T3: 37.5% de vermicomposta	2.55	a

NS no significativo

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Aguilera (2002), quien determino que el tratamiento de vermicomposta al 12.5% presenta el mayor valor en este experimento. Aunque no se encontró diferencias significativas, el tratamiento al 12.5% de vermicomposta, tuvo el mayor diámetro ecuatorial.

#### 4.1.8. Altura de plantas en chile jalapeño

En el tratamiento testigo altura de planta presentó una tendencia lineal con un incremento de 0.79 cm por día. Calculando a 10, 30 y 50 ddt, tenemos que existe una altura de 7.9, 23.7 y 39.5 cm respectivamente. El coeficiente de determinación fue de  $r^2=0.94$ , lo cual demuestra una relación significativa entre días después del transplante y altura de plantas (Fig 1A),.

Para el tratamiento de 12.5% de vermicomposta (Fig 2A), el incremento fue bajo ya que presentó un incremento de 0.42 cm por día y una  $r^2=0.85$ . La altura estimada a 10, 30 y 50 ddt, es de 4.2, 12.6 y 21 cm de altura, respectivamente.

Para el tratamiento de 25% de vermicomposta (Fig 3A), el incremento por día es superior al 12.5% ya que presenta 0.71 cm por día, con una  $r^2=0.90$ . La estimación a 10, 30 y 50 ddt sería de 7.1, 21.3 y 35.5 cm de altura, respectivamente.

Para el tratamiento de 37.5% (Fig 4A) el incremento fue de 0.77cm por día, con un valor de  $r^2$  aceptable de 0.87 y un cálculo a los 10, 30 y 50 ddt tenemos 7.7, 23.1 y 38.5 cm de altura. El presente tratamiento es similar al tratamiento testigo (T0).

## 4.2. Variables evaluadas en el cultivo de tomate

En el Cuadro 4.9. se presenta el análisis de varianza para las variables evaluadas en tomate. Se determinó que para las variables de rendimiento, número de frutos, peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial y grosor de pulpa existieron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos; mientras que las variables Grados Brix y número de lóculos, no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 4.9.** Cuadrados medios y significancia estadística para las variables evaluadas en tomate en invernadero en primavera-verano del 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Fuentes de Variación	g.l	Rend. kg	Nº. de fruto	Peso (g)	Grados brix	Lóc. Nº	Diam. polar (cm)	Diam. ecuat (cm)	Esp. pulpa. (mm)
Trat	3	3527.3**	46.58	2101**	0.009ns	0.53ns	0.567**	0.923**	0.024**
Error	58	147.42	**	298.8	0.048	0.106	0.129	0.129	0.015
Total	61		3.77						
C.V.		30.80	30.80	31.78	14.73	9.72	14.58	5.19	8.42

DMS (.05) \*\* altamente significativo NS no significativo

### 4.2.1. Rendimiento en tomate

En esta variable, el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas (Cuadro 4.10.), el rendimiento promedio fue de 33.6 ton/ha y el tratamiento con el promedio más alto fue el testigo, con 52.3 ton/ha, en tanto que el rendimiento menor se estimó en el tratamiento 12.5% con 18.3 ton/ha.

**Cuadro 4.10.** Rendimiento en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Rendimiento (ton/ha)*
T0: Testigo – Arena 100%	52.3 a
T3: 37.5% vermicomposta	41.4 b
T2: 25% vermicomposta	25.8 c
T1: 12.5% vermicomposta	18.3 c

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

En este experimento se encontraron promedios similares a los obtenidos por Zarate (2002), cuyo estudio fue realizado con tomate bajo condiciones de invernadero y evaluando dosis de vermicomposta. El rendimiento en el tratamiento con mayor

porcentaje de vermicomposta (T2:50%), no superó al testigo. Comparando estos resultados con el presente experimento, el testigo también tuvo el rendimiento más alto, seguido del tratamiento de 37.5%.

En la Figura 4.2. se muestra tomate en dosis al 25 y 37.5% de vermicomposta. Para el caso del testigo en este trabajo, los resultados encontrados no concuerdan con los obtenidos por Rodríguez (2002), en el cual evaluó genotipos de tomate en invernadero, obteniendo un rendimiento promedio de 100.1 ton/ha, cosechando al octavo racimo, a diferencia de este experimento en que solo se cosechó hasta el sexto racimo. Además, las condiciones del invernadero no fueron las adecuadas para un buen desarrollo, ya que las cubiertas del invernadero no permitían la luminosidad, que es un factor importante para la fotosíntesis y el desarrollo de las plantas.



Figura 4.2. Tomate en invernadero con los tratamientos 25% (T2) y 37.5% (T3) de vermicomposta. CELALA 2003.

Subler (1998) y Riggle (1998) citados por Zarate (2002) mencionan que es posible implementar sistemas de producción en invernadero donde se manejen mezclas de vermicomposta + arena que favorezcan el desarrollo de diferentes especies, generando rendimientos y frutos de calidad adecuados. Como así lo demostró Ávalos (2003), quien en estudio de mezclas de vermicomposta + arena obtuvo rendimientos de 170 y 131 ton/ha con 37.5 y 25% de vermicomposta, respectivamente, utilizando el híbrido de tomate indeterminado Andre.



#### 4.2.2. Número de frutos en tomate

Para la variable número de frutos, el análisis encontró diferencias altamente significativas, en el Cuadro 4.11. se observa que el **T3** (37.5% de vermicomposta) y el testigo **T0**, tuvieron el mayor número de frutos, con 11.32 y 10.37, respectivamente. El tratamiento que presentó menor número de frutos fue el **T1** con 5.75 presentando una media de 8.75 frutos por planta y un coeficiente de variación de 21.89.

**Cuadro 4.11.** Número de frutos en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Número de frutos*	
T3: 37.5% vermicomposta	11.12	a
T0: Testigo – Arena 100%	10.37	a
T2: 25% vermicomposta	8.25	b
T1: 12.5% vermicomposta	5.75	c

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%)

Zarate (2002) encontró que el número de frutos en el testigo superó a todos los tratamientos, seguido por el tratamiento **T2** (50% vermicomposta de estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa). En el presente experimento el tratamiento **T3** (37.5%) de vermicomposta fue estadísticamente igual al testigo, siendo los más sobresalientes, por lo que el **T3** fue el mejor tratamiento para esta variable.



Figura 4.3. Frutos de tomate en invernadero con 37.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.

### 4.2.3. Peso promedio de frutos de tomate

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas (Cuadro 4.12.), donde el mayor peso lo presentó el tratamiento T0 con 134.07 g, mientras que el tratamiento con menor peso fue el T1 con 95.44 g. En este análisis se encontró una media de 111.64 g y un coeficiente de variación de 15.47

**Cuadro 4.12.** Peso promedio de frutos en el cultivo de tomate con dosis vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Peso (g)	
T0: Testigo – Arena 100%	134.07	a
T2: 25% vermicomposta	109.69	b
T3: 37.5% vermicomposta	107.36	b
T1: 12.5% vermicomposta	95.44	b

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

Avalos (2003) evaluando tres cultivares de tomate con vermicomposta en invernadero, encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, obteniendo mayor efecto en los tratamientos de 37.5% y 25% en los genotipos de tomate, Andre con 224.7 g y Adela con 174.7 g al 37.5%, mientras que para el tratamiento 25%, Andre presentó 223.4 g y Adela 139.7 g. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos en este experimento, ya que el testigo presentó el mayor peso, mientras que el tratamiento al 37.5% quedó en la tercera posición y fue estadísticamente igual a los demás tratamientos de vermicomposta.



Figura 4.4. Frutos de tomate del testigo T0 en invernadero. CELALA. 2003.

#### 4.2.4. Grados brix en tomate

El análisis de varianza para esta variable no mostró diferencias significativas estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 4.13).

**Cuadro 4.13.** Grados Brix en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Grados brix	
T0: Testigo- Arena 100%	4.10	a
T2: 25% vermicomposta	4.06	a
T1: 12.5% vermicomposta	4.03	a
T3: 37.5% vermicomposta	4.03	a

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

Zarate (2002) evaluó tomate en invernadero con vermicomposta y encontró diferencias altamente significativas, el tratamiento con más grados brix fue el T4 (50% vermicomposta de estiércol de cabra con paja de alfalfa + zacate chino) con 5.6 grados Brix.

Avalos (2003) en un estudio realizado en tomate bajo condiciones de invernadero con vermicomposta en la variable grados Brix encontró diferencias significativas en los

tratamientos al 37.5% y 25% de vermicomposta, con los más altos valores con 6.2 y 5.88 respectivamente.

En este experimento no se encontraron diferencias significativas y los resultados obtenidos fueron inferiores a los mostrados por Zarate (2002) y Avalos (2003) por lo que el testigo superó a los niveles de vermicomposta. Los frutos obtenidos en el experimento promediaron 4.1 y 4.03 grados Brix y que de acuerdo con Osuna (1983) un valor mayor ó igual a 4.0 es considerado bueno, por lo tanto, entran en las normas de calidad.

#### 4.2.5. Número de lóculos en tomate

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en la variable número de lóculos, entre tratamientos, por lo que estadísticamente fueron iguales (Cuadro 4.14.)

**Cuadro 4.14.** Número de lóculos en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	No. de loculos	
T0: Testigo – Arena 100%	3.85	a
T3: 37.5% vermicomposta	3.77	a
T2: 25% vermicomposta	3.75	a
T1: 12.5% vermicomposta	3.65	a

NS no significativo

En esta variable, Avalos (2003) evaluando tomate en invernadero, encontró que los genotipos Adela y Andre mostraron el valor más alto en el tratamiento al 37.5 % de vermicomposta, con 5 y 4.8 lóculos por fruto, por lo que tuvo efectos satisfactorios. En este experimento los resultados presentaron un promedio de 3.85 en todos los tratamientos evaluados.

#### 4.2.6. Diámetro polar en el cultivo de tomate

Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias significativas esta variable (Cuadro 4.15.), por lo que el tratamiento T0 obtuvo el mayor valor con 5.40 cm, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T2 y T3 mientras, que el tratamiento con menor valor fue el T1 con 4.76 cm de diámetro. La media para esta variable fue de 5.12 cm, con un coeficiente de variación de 7.02 en los tratamientos evaluados.

**Cuadro 4.15.** Diámetro polar en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Diámetro polar cm	
T0: Testigo – Arena 100%	5.40	a
T2: 25% vermicomposta	5.16	a
T3: 37.5% vermicomposta	5.14	a
T1: 12.5% vermicomposta	4.76	b

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

Avalos (2003) encontró diferencias altamente significativas para esta variable, determinando que los tratamientos con mayores valores fueron el genotipo Andre al 37.5% y al 25% de vermicomposta, con 6.51 cm y 6.88 cm, respectivamente. En esta variable los resultados del presente experimento no concuerdan ya que el testigo obtiene el mejor resultado superando a los tratamientos de vermicomposta.

#### 4.2.7. Diámetro ecuatorial en tomate

El análisis estadístico mostró resultados altamente significativos para esta variable (Cuadro 4.16.). El tratamiento con el valor más alto fue el T0 (testigo) con 6.44 cm, seguido por el T3 (vermicomposta) con 6.37 cm, mientras que el tratamiento con menor diámetro fue el T1(vermicomposta) con 5.68 cm. Estos tratamientos mostraron una media de 6.19 cm y un coeficiente de variación de 5.80.

**Cuadro 4.16.** Diámetro ecuatorial en el cultivo de tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial cm	
T0: Testigo – Arena 100%	6.44	a
T3: 37.5% vermicomposta	6.37	a
T2: 25% vermicomposta	6.31	a
T1: 12.5% vermicomposta	5.68	b

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

Zarate (2002) en el cultivo de tomate en invernadero no detectó diferencias significativas en las variables diámetro polar y ecuatorial.

Avalos (2003) encontró diferencias altamente significativas en esta variable, los tratamientos mejores fueron para los genotipos Andre al 25% y al 37.5% de vermicomposta, con una media de 7.59 cm y 7.46 cm, respectivamente.

En el presente experimento se obtuvieron diferencias altamente significativos en las variables mencionadas, donde el tratamiento T0 es el que presentó los mejores promedios, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T2 y T3. En ambas variables el nivel más bajo lo presentó el tratamiento T1.

#### 4.2.8. Grosor de pulpa en tomate

El análisis estadístico mostró una diferencia altamente significativa en los tratamientos (Cuadro 4.17.), el testigo (T0) tuvo el mayor valor con 0.65 mm y el nivel más bajo lo presentó el tratamiento T2 (vermicomposta) con 0.53 mm de espesor. Se estimó una media de 0.57 mm de grosor y un coeficiente de variación de 6.90.

**Cuadro 4.17.** Grosor de pulpa en el cultivo del tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Grosor de pulpa (mm)	
T0: Testigo – Arena 100%	0.65	a
T1: 12.5% vermicomposta	0.58	b
T3: 37.5% vermicomposta	0.53	c
T2: 25% vermicomposta	0.53	c

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

#### 4.2.9. Altura de plantas de tomate

Para esta variable, de acuerdo a la línea de regresión cuadrática, el testigo (Fig 5A) a los 20 ddt presenta un incremento de 12.52 cm y un incremento de 103.77 cm, restando estos dos tenemos que el incremento es de 91.25 cm sumando 27.407 cm que tiene la planta se tiene que a los 85 ddt la planta presenta una altura de 131.177 cm. Presentando una  $r^2$  de 0.92 por lo que la relación altura y ddt fue buena.

Para el tratamiento 12.5% (Fig 6A), el incremento fue muy bajo, ya que el valor de la  $r^2$  fue de 0.74

Para el tratamiento del 25% (Fig 7A) de acuerdo a la grafica y a la línea de regresión cuadrática, a los 20 y 85 ddt se presenta que para los 20 ddt el incremento es de 10.8 cm y para los 85 ddt es de 88.11 restando este conjunto de datos tenemos que a

los 85 ddt el incremento es de 77.31 cm, sumando este resultado con la altura inicial tenemos que a los 85 ddt la planta tiene una altura de 117.9 cm presentando una  $r^2$  de 0.95

Para el tratamiento al 37.5% (Fig 8A), el valor de la  $r^2$  fue de 0.97%, superior al testigo que presentó 0.92%

### 4.3. Chile morrón

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza en los diferentes tratamientos con dosis de vermicomposta se presenta en el Cuadro 4.18. donde se detectaron diferencias significativas en las variables de rendimiento y grosor de pulpa.

**Cuadro 4.18.** Análisis de varianza para las diferentes variables evaluadas en chile morrón con dosis de vermicomposta, bajo condiciones de invernadero en primavera – verano 2002. CELALA-INIFAP. 2003.

Fuentes Variación	g.l.	Rend. kg	Peso (g)	Diam. polar	Diam. ecuat	Grosor de pulpa
Trat	3	148.704 *	509.32 ns	0.79 ns	0.540 ns	0.005 *
Error	20	37.314	127.67	0.314	0.89	0.001
Total	23					
C.V.		35.33	8.90	5.73	11.26	7.67
DMS		7.35	NS	NS	NS	0.063

\*Significativo al 5% y ns=no significativo.

#### 4.3.1. Rendimiento en chile morrón

De acuerdo al análisis estadístico, (Cuadro 4.19.), se encontraron diferencias significativas en rendimiento. El tratamiento T0 (testigo) y T3 obtuvieron el valor más alto para esta variable, con 22.67 ton/ha y 19.84 ton/ha, respectivamente, mientras que el tratamiento de menor rendimiento fue T1 con 11.4 ton/ha.

**Cuadro 4.19.** Rendimiento en el cultivo de chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Rendimiento (ton/ha)	
T0: Testigo – Arena 100%	22.67	a
T3 37.5% vermicomposta	19.84	ab
T2: 25% vermicomposta	15.24	bc
T1: 12.5% vermicomposta	11.40	c

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

En la Figura 4.5. se muestra una planta de chile morrón con vermicomposta al 37.5%.



Figura 4.5. Frutos de chile morrón al 37.5% de vermicomposta. CELALA. 2003

#### 4.3.2. Peso promedio de frutos de chile morrón

En esta variable (Cuadro 4.20.), el análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. La media fue de 126.95 g y un coeficiente de variación de 8.90, estadísticamente todos los tratamientos son iguales para esta variable.



**Cuadro 4.20.** Peso promedio de frutos en chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera – verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Peso (g )	
T0: Testigo – Arena 100%	140.33	a
T3 37.5% vermicomposta	131.61	a
T2: 25% vermicomposta	126.5	a
T1: 12.5% vermicomposta	109.39	a

ns no significativo



Figura 4.6 Frutos de chile morrón en 25% de vermicomposta en invernadero. CELALA. 2003.

#### 4.3.3. Número de lóculos en chile morrón

En la variable número de lóculos en chile morrón, no se encontraron diferencias significativas de acuerdo al análisis estadístico (Cuadro 4.21.), ya que en los cuatro tratamientos **T0, T1, T2, T3** presentaron el mismo número de lóculos, por lo que los niveles de vermicomposta junto con la solución nutritiva del testigo, son estadísticamente iguales.

**Cuadro 4.21.** Número de lóculos para el chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera- verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Número de lóculos
T0: Testigo – Arena 100%	4 a
T3 37.5% vermicomposta	4 a
T2: 25% vermicomposta	4 a
T1: 12.5% vermicomposta	4 a

ns no significativo.

#### 4.3.4. Diámetro ecuatorial en frutos de chile morrón

Según el análisis estadístico, los tratamientos evaluados no mostraron diferencias significativas (Cuadro 4.22.). Se encontró una media de 8.36 cm de diámetro y un coeficiente de variación de 11.26.

**Cuadro 4.22.** Diámetro ecuatorial en chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial
T0: Testigo – Arena 100%	8.90 a
T2 25% vermicomposta	8.42 a
T1: 12.5% vermicomposta	8.24 a
T3: 37.5% vermicomposta	7.88 a

ns no significativo

#### 4.3.5. Diámetro polar en frutos de chile morrón

En la variable diámetro polar no se presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza (Cuadro 4.23). Se presentó una media de 9.78 cm de diámetro con un coeficiente de variación de 5.72

**Cuadro 4.23.** Diámetro polar en chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA-INIFAP 2003.

Tratamiento	Diámetro polar	
T0: Testigo – Arena 100%	10.32	a
T2: 25% vermicomposta	10.0	a
T1: 12.5% vermicomposta	9.69	a
T3: 37.5% vermicomposta	9.11	a

ns no significativa

#### 4.3.6. Grosor de pulpa en frutos de chile morrón

En el análisis estadístico se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable. Los tratamientos que presentaron el mayor grosor fueron el testigo T0 y T1 con 0.48 cm y 0.47 cm, respectivamente, en tanto que los tratamientos con menor grosor, fueron T3 y T2, ambos con 0.40 cm, de grosor, se obtuvo una media de 0.44 cm y un coeficiente de variación de 7.67

**Cuadro 4.24.** Grosor de pulpa en chile morrón con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en primavera-verano 2002. CELALA.INIFAP 2003.

Tratamiento	Grosor de pulpa (cm)	
T0: Testigo – Arena 100%	0.48	a
T1: 12.5% vermicomposta	0.47	a
T3: 37.5% vermicomposta	0.40	b
T2: 25% vermicomposta	0.40	b

\*Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (DMS al 5%).

#### 4.3.7. Altura de plantas

Para esta variable, los datos del testigo (Fig 9A) se ajustaron a un modelo de regresión cuadrática. De acuerdo a la ecuación generada, a los 20 ddt la planta presenta un incremento de 3.84 cm y a los 85 ddt el incremento es de 29.70 al restar estos datos se tiene que el incremento total es de 25.86 cm entre este conjunto de datos, sumando la altura inicial se tiene que a los 85 ddt la planta presentó una altura de 49.35 cm con una  $r^2$  de 0.89

Para el tratamiento al 12.5% (Fig 10A) la línea de tendencia es lineal y de acuerdo a la ecuación se presentó un incremento por día de 0.37 cm. Se estima que a los 10, 30 y 50 ddt el incremento es de 3.7, 11.1 y 18.5 cm respectivamente, por lo que la planta presenta una altura promedio de 32.47 cm a los 50 ddt, presentando un valor de  $r^2$  0.89

Para el tratamiento de 25% (Fig 11A) tenemos que de acuerdo a la ecuación, de regresión lineal simple, el incremento diario es de 0.46 cm. Se estimo que si a los 10, 30 y 50 ddt, con el incremento diario el resultado es 4.6, 13.8 y 23 cm, respectivamente, por lo que la planta presenta una altura promedio de 32.91 cm a los 50 ddt con un valor de  $r^2$  de 0.97.

Para el tratamiento de 37.5% (Fig 12A) la ecuación del modelo de regresión lineal indica que el incremento promedio por día fue de 0.55 cm. Aplicando esta ecuación, se tiene a los 10, 30 y 50 ddt, el incremento de altura es de 5.5, 16.5 y 27.5 cm, por lo tanto la planta presenta una altura promedio de 37.46 cm a los 50 ddt con un valor de  $r^2$  presente de 0.81 .

## V. CONCLUSIONES

Este estudio comprendió la evaluación de dosis de vermicomposta (12.5%, 25.0% y 37.5%) + arena incluyendo un testigo con arena y solución nutritiva en los cultivos de chile jalapeño, tomate y chile morrón, sobre el rendimiento y calidad. Se concluyo lo siguiente:

1. En chile jalapeño variedad Tula hubo diferencia en el rendimiento, número de frutos, peso promedio del fruto, pungencia, número de lóculos y diámetro polar. Pero no en la variable diámetro ecuatorial.

a). El rendimiento, número de frutos y número de lóculos en el testigo, superó a los tratamientos con vermicomposta. Para las variables, peso promedio de frutos y diámetro polar, el mejor tratamiento fue a base del 25% de vermicomposta; mientras que para la variable pungencia, el mejor tratamiento fue al 37.5% y para la variable diámetro ecuatorial, no hubo diferencias entre tratamientos.

b). Los niveles de vermicomposta al 25 y 37.5% presentaron buenos resultados solo para algunas variables, por lo que se sugiere que para investigaciones futuras, se incrementen los porcentajes de vermicomposta en la producción orgánica de chile jalapeño. Además se deberán mejorar la condiciones de luminosidad.

2. En tomate variedad Max, hubo una respuesta favorable a la aplicación de vermicomposta, en las variables: rendimiento, número de frutos, peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial y grosor de pulpa, pero no en las variables grados Brix y número de lóculos.

a). Para las variables rendimiento, peso promedio de frutos, diámetro polar, diámetro ecuatorial y grosor de pulpa, el mejor tratamiento fue el testigo (T0) superando a los tratamientos con vermicomposta.

b). Para la variable número de frutos y diámetro ecuatorial, el tratamiento al 37.5% de vermicomposta, y el testigo presentaron los valores más altos para la variable diámetro ecuatorial.

c). Para la variable grados Brix y número de lóculos no se encontraron diferencias entre tratamientos sin embargo, cabe mencionar que los tratamientos con 25 y 37.5% de vermicomposta, se ubican en segundo lugar en estas variables.

3. En chile morrón variedad Red night, solo se detectaron diferencias en las variables rendimiento y grosor de pulpa. Para las variables peso, número de lóculos, diámetro polar, diámetro ecuatorial no existieron diferencias entre tratamientos.

a). En la variable rendimiento, el testigo y vermicomposta al 37.5% superaron al resto de los tratamientos, con un rendimiento promedio de 22.67 y 19.84 ton/ha, respectivamente. El menor rendimiento fue al 12.5% de vermicomposta.

b). Para la variable grosor de pulpa, los mejores tratamientos en cuanto a grosor de pulpa, el testigo y 12.5% de vermicomposta con un espesor de 0.48 y 0.47 cm, respectivamente.

c). Se observó que aunque no se encontraron diferencias en la mayoría de las variables evaluadas, el testigo superó a todas las variables a los tratamientos con vermicomposta.

d). Los tratamientos al 37.5% y al 25% fueron los que presentaron resultados similares al testigo, en diámetro polar y rendimiento.

Los tratamientos a base de vermicomposta generan resultados similares al testigo, en chile jalapeño, sin embargo en chile morrón y tomate no hubo una respuesta favorable con respecto al testigo.

La vermicomposta puede considerarse un buen medio de crecimiento vegetativo para producción orgánica de hortalizas en invernadero, ya que en ciertas hortalizas satisface necesidades nutrimentales que el cultivo requiere, además de reducir costos de producción en cuanto a manejo de fertilizantes aplicados al cultivo, ya que no se emplean fertilizantes para los cultivos, por ser un abono orgánico que cubre sus necesidades nutrimentales.

Finalmente, un posible aumento en vermicomposta, superaría o igualaría los resultados estimados en el testigo. Una desventaja del testigo es que se requirieron cantidades altas de fertilizantes, en cambio, en los tratamientos de vermicomposta al ser un material rico en materia orgánica y microorganismos benéficos al cultivo, le permite tener elementos disponibles para la planta, esta es una opción para producción orgánica, ya que se reducen costos de fertilizantes, obteniendo productos de calidad que generan un ingreso mayor al productor, debido a que son productos demandados en el exterior por ser hortalizas libres de pesticidas y con un valor agregado entre el 20 y 40%, por encima de cualquier hortaliza producida en forma convencional.

## VI BIBLIOGRAFÍA

- Agrored. 2002. Al servicio de la Agricultura. Agricultura orgánica; Perspectivas. Revista 29(3): 18-26 México.
- Aguilera G., S. 2002. Efecto de la vermicomposta en chile chilaca (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 63 p.
- Alpi A. y F. Tognoni. 1991. Cultivo en invernadero. Ed. Mundi-prensa. 3ª. Ed. Madrid, España. pp. 55-61, 211-215
- Ansorena, M., J. 1994. Sustratos: Propiedades y Caracterización. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. pp. 11-15
- Aranda S., J. M. 2003. Comportamiento fenológico del chile chilaca (*Capsicum annum* L.) en sustratos de vermicomposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 46 p.
- Atiyeh, R. M., S. Subler, C. A. Edwards, G. Bachman, J. D. Metzger y W. Shuster. 2000. Effects of vermicompost and compost on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedob.* 44: 579-590 .
- Avalos G., L. C. 2003. Rendimiento y Calidad de dos híbridos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), en vermicomposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 47 p.
- Bastida, T., A. 2001. El medio de cultivo de las plantas ( Sustratos para la Agricultura Moderna). Universidad Autónoma Chapingo. pp 15-19, 72-73.
- Bendeck M. y C. Farias. 1999. Variación de parámetros fisicoquímicos durante un proceso de compostaje. *Revista colombiana de química.* 28 (1) : 3-7
- Bravo V., A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida* Sav). Facultad de Humanidades; Tecnología, Sociedad y Ambiente. Universidad de Yacambu, Venezuela. 32 p.
- Buras, S. 1997. Sustratos. Ed. Agrotecnicas. Madrid, España. pp. 265-274.
- Burgueño C., H. 2001. Técnicas de producción de Solanáceas en Invernadero. *In: Memorias del 1<sup>er</sup>. Simposio Nacional de Técnicas Modernas en producción de Tomate, papa y otras solanaceas.* UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Caballero G., T. 1990. Efecto de 6 fertilizantes foliares sobre rendimiento y calidad del fruto en chile serrano (*Capsicum annum* L.) Var. Tampiqueño 74. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 71 p.

- Cano A., M. F. 1998. El cultivo del chile (*Capsicum annum* L.). El potencial exportable de chiles en fresco de una zona libre de plagas. Guatemala. (<http://www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles.shtml>)
- Casséres E. 1980. Producción de hortalizas. Ed. IICA. San José, Costa Rica.
- Castaños C., M. 1999. Horticultura; manejo simplificado. Dirección General del Patronato Universitario de la Universidad Autónoma Chapingo, Edo de México. pp. 123-228.
- Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) 1999. Universidad Autónoma Chapingo. <http://www.chapingo.mx/ciestaam/>
- Claridades agropecuarias. (C.A) 1998. De nuestra cosecha. El chile verde y su trascendencia cultural. Revista mensual. Órgano de difusión de apoyos a la comercialización agropecuaria (ACERCA) Ed. ABRIENDO SURCOS. México.
- Colin, G., H. 1997. La lombriz de tierra coadyuvante en la transformación de desechos. Planta industrial, Rincón de la bolsa. San José, Montevideo, Uruguay. pp. 2-6
- Compagnoni L. 1999. Cría moderna de las lombrices. El abono más económico, rentable y eficaz, Ed. De Vecchi, S. A Barcelona, España.
- Consejo Mexicano del Café A.C (CMC.). 2001. Exportación de café orgánico. México, D.F. (<http://www.Sagarpa.gob.mx/Cmc/cafe04sp7.htm>)
- Corlay, C., L. 1997. Cinética microbiana del proceso de producción de vermicomposta. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, México. pp. 20-61
- Chamarro L., J. 1999. Anatomía y Fisiología de la planta. El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa. México. pp. 43-87
- De Santiago J. 1996. Programa de siembra de chiles verdes. Revista de productores de hortalizas. México. pp. 8-9.
- De Zanso, C., A. y A. Ravera R. 2000. Como criar lombrices rojas californianas. Programa de Autosuficiencia Regional, Buenos Aires, Argentina.
- Donald, G. D. M. y B. Visser L. 1989. Vermicompost as a posible medium for the production of commercial forest nursely stock. Toegepaste plantwetenskep. pp. 110-113
- Edwards, C. A. y I. Burrows. 1985. The use of earthworms for composting farm wastes. University of California. pp. 229-242.
- El siglo de torreón. 2002. Resumen Agrícola de la región lagunera. p. 28.
- Espinoza, L., F. 1999. Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales. Escuela de Agricultura y Ganadería. Estela, Nicaragua. 19 p.



- Esquinas A., J. y J. Nuez F. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. Ed. Mundi-Prensa. México. pp. 13-23
- FAO 2002. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Foro mundial de autoridades de reglamentación sobre inocuidad de los alimentos. Marrakech, Marruecos. 249 p.
- Farina, E., M. Masci, C. Pasini y L. Volpi. 1985. Experimental results concerning the use of worm compost in floriculture. *Annali dell' Istituto Sperimentale per la Floriculture*. 16: 81-92.
- Ferrera-Cerrato, R., S. Santamaria R. y J. Velasco V. 1997. Vermicomposteo en la agricultura orgánica. Área de microbiología. C.P. Montecillo, Texcoco, México. pp. 20-32
- Ferruzi C. 1987. Manual de Lombricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 137 p.
- Figueroa, V., U. y J. A. Cueto W. 2002. Uso sustentable del suelo y abonos orgánicos. *In: Memoria del XXXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*. 15 Octubre. Torreón, Coahuila, México. pp. 2-20
- Foreign Agricultural Service-United States Department of Agriculture (FAS-USDA) 2000. Market brief-Product. México: the Mexican market for organic products. Foreign Agricultural Service.
- Fuentes Y., J. L. 1989. La crianza de la lombriz roja. Servicio de Extensión Agraria. Madrid, España.
- García G., E. J. 2001. Situación actual y perspectivas de la agricultura orgánica en y Para Latinoamérica. *In: Revista. Acta Académica de la Universidad de Centro América*. San José, Costa Rica. pp. 1-31
- García, C., R. 1996. Vermicomposta e inoculación micorrizica en maíz y cebolla cultivados en tepetate. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. Chapingo, México.
- Garibaldi, E. A., F. Deambrogio y E. Accati-Garibaldi. 1990. Use of alternative substrates in the cultivation of begonia semperflorens. *Informatore Agrario* 46: 69-71
- Gómez T., L., M. A. Gomez C. y R. Rindermann S. 1999a Desafíos de la agricultura orgánica en México. Comercialización y Certificación. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) UACH. Ed. Mundi-Prensa. México. pp. 25-40
- Gómez T., L., M. A. Gomez C. y R. Rindermann S. 1999b. La agricultura orgánica: una alternativa para los pequeños productores.  
<http://www.unam.mx/rer/Gomezcru.html>
- Guenkov G. 1974. Fundamentos de horticultura cubana. Instituto cubano del libro. La Habana, Cuba. 86 p.

- Guerrero P., M. V. 1998. Introducción a la agricultura orgánica. *In*: Simposium: sobre agricultura orgánica y de baja residualidad. pp. 1-2
- Guerrero, R. D., A. Guerrero L. y K. Cougado A. 1984. Studies on the culture of the earthworm *Eudrilus euginae* and for *Brassica compensis*. Transactions of the National Academy of Science and Technology. 6: 33-40.
- Hernández A., J. L., Rincón M. N. Jiménez R. 1997. Comportamiento de la lombriz roja bajo condiciones de clima cálido. Rev. Fac. Agron. Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela. 14: 387-392.
- Hernández C. y S. González. 1997. Reducción y reciclaje de los residuos sólidos. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 74 p.
- Infoagro. 2001. <http://www.Infoagro.com/hortalizas/tomate.ASP.200>
- IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) 2000. Organic Agriculture Statistics Worldwide.
- Jodice, F. y P. Nappi. 1987. Microbial aspects of compost application in relation to mycorrhizae and nitrogen fixing microorganisms. P.p 115-125 *In*: M. de Bertoldi, M.P Ferranti, P.L Hernimite y F. Zucconi (eds) compost: production, quality, and use Els. Appl. Sci. Italy.
- Kai, H., T. Ueda y M. Sakaguchi. 1990. Antimicrobial activity of bark-compost extracts. Soil Biol. Biochem. 22: 983-986.
- Laborde C., J. A. y O. Pozo C. 1982. Presente y pasado del chile en México. *In*: Boletín. N. 85. SARH. 80 p.
- Legall, M., J. R. y I. Z. Valenzuela, C. 1999. Manual de lombricultura. Editado por la Universidad de Agricultura de Nicaragua. Nicaragua. 16 p.
- Liu P. 2001. "Los Mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas". Dirección de productos básicos y comercio. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) Roma, Italia. pp. 20-53.
- Long S., V. 1986. *Capsicum* y cultura; la historia del chile. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. pp. 22-27.
- Magnano J., C. y Gómez, O. 1999. Curso de lombricultura. Vita-Fertil. Argentina.
- Manjares-Martínez, M. J. R. Ferrera-Cerrato y M. C. Gonzáles-Chávez. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en dos especies hortícolas. Área de Microbiología. Instituto de recursos naturales, Colegio de postgraduados. Montecillo, Edo. de México. pp. 169-177.
- Manjarrez-Martínez, M. J. y R. Ferrera-Cerrato. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética del chile serrano. Área de microbiología, C.P. Montecillo, Edo. De México. Terra 17(1): 9-15.

- Martín, J. P., J. Black H., and M. Hawthorne R. 1998. Earthworms biology. Cooperative extension Service. Institute of Food Agricultural Sciences. University of Florida. (<http://edis.ifas.edu/IN047>).
- Martínez C., C. 1996. Potencial de la lombricultura. Elementos básicos para su desarrollo. Lombricultura técnica mexicana. México D.F pp. 15-22
- Martínez-Silva, D. y J. Gómez-Zambrano. 1995. Uso de lombricompuestos en la producción comercial de Crisantemo *Chrysanthemum morifolium* Ramet. Acta Agronómica Colombia. 45: 79-84
- Matthew, R. W. 1990. Earthworm ecology and sustaining agriculture. Sustainable Agriculture. Research and education program. University of California. (4): 2-5.
- Meinicke E. 1985. Las lombrices. De agropecuaria. Hemisferio sur . S.R.L. Ecuador.
- Melgarejo, R., M. y I. Ballesteros M. 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales del humus de lombriz y compost. Derivados de diferentes sustratos. Universidad Nacional de Colombia. Revista Colombiana de Química. 26(2): 3-7
- Merlina G. 1992. Elaboración, evaluación química y microbiológica de un Vermicompost. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. pp. 14-22.
- Mitchell A. y D. Alter. 1993. Supresión of labile aluminum in acid soils by the use of vermicompost extract commun. Soil Sci. Plant Anal. 24: 1171-1181.
- Montaño, N. y J. Simoza. 1998. Evaluación de cinco combinaciones de humus de lombriz sobre el rendimiento en el cultivo de berenjena. Universidad de Oriente. Escuela Ingeniería Agronómica. Colombia.
- Moore J. 1999. Comercialización de orgánicos. Suplemento. Revista Productores de Hortalizas. (<http://www.Hortalizas.com>).
- Motalib, A. y A. Rida 1982. Los gusanos de tierra y el medio ambiente. Revista Mundo científico. Ecuador.
- Muschler R. y G. Soto. 2001. Agricultura orgánica: Génesis, fundamentos y situación actual de la agricultura orgánica. Revista: Manejo integrado de plagas. 62: 101-105. San Jose, Costa Rica.
- Nelson V., R. 1994. Identificación y conducción del cultivo del tomate *In*: 2º Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías Agrícolas. Nayarit, México. pp. 155-159
- Núñez M., J. 2001. Industria de productos orgánicos busca integración. Periódico la Republica, San José, Costa Rica. P. 8A
- Odum E., R. 1972. Ecología. 3ª. ed. Editorial Interamericana, S.A de C.V. México, D.F 118 p.

- Organic Trade Association 2001. Consumer facts and market information. <http://www.ota.com/consumerfacts.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 2001. Agricultura orgánica. <http://www.org/organic/frame3-S.htm>.
- Peñaranda C., G. 1998. Curso Teórico-Practico de lombricultura. Academia de Ciencias de Ucrania, Kiev. Ucrania. 35 p.
- Primavesi A. 1982. Manejo Ecológico del Suelo. Buenos Aires, Argentina.
- Quezada M., R. 1989. Producción de invernadero. *In*: 1<sup>er</sup> Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura. Centro de Investigación en Química Aplicada. CIQA. Saltillo, Coahuila, México.
- Raspeño, N. 1996. Lombricultura-Compost. Revista procampo. Número 27.
- Reines, A., M. 1998. Lombrices de tierra con valor comercial. Biología y Técnicas de Cultivo. Universidad de la Habana, Cuba. Departamento de Biología Animal y Humana. Cuba. pp. 7-54.
- Rindermann S. R., L. Gomez T., M .A. Gomez C. 2002. Crece demanda mundial de productos orgánicos. Revista Agro tierra. 36(3): 8-13.
- Robledo, T. 2002. Producción de Hortalizas en Invernadero con enfoque Orgánico. *In*: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. pp. 47-48
- Rodríguez D., N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill ) bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de maestría. UAAAN.UL. Torreón, Coahuila. 81 p.
- Rodríguez S., M. A. y A. Rojas, J. 2000. Aspectos técnicos básicos en la producción de compost. Texcoco, Edo. de México. 29 p.
- Ruiz, F., J. F. 1999a. La calidad de los productos generados bajo un sistema de producción orgánico. *In*: 1<sup>a</sup> Reunión regional sobre agricultura orgánica. Universidad de Guadalajara. pp. 4-9.
- Ruiz, F., J. F. 1995b. La agricultura orgánica: ecología o mitología. Coordinación del Patronato de investigadores de Agricultura Orgánica de la Universidad Autónoma Chapingo, Edo de México.
- Ruiz F., J. F. 1999c. La Horticultura Orgánica: Perspectivas para México. *In*: Memorias de la VIII Semana de Horticultura. UAAAN.
- Saciragic, B. y M. Dzelilovic. 1986. Effect of worm compost on soil fertility and yield of vegetable crops (cabbages, leeks) and fodder sorghum. Agrohemija No. 5-6:343-351.
- Sade A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p. 143.

- SAGARPA 2002a. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 2002 <http://www.cea.sagar.gob.mx/diagro/analisis/entomate.html-6kanalisis> agropecuario del tomate .
- SAGARPA 2002b. Secretaria de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación. 2002 <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/infoemr/analisis/orgánico.html> .
- SAGARPA 2000 Delegación Laguna. 2001. Resumen Agrícola de la Región Lagunera Torreón, Coahuila, México.
- Salazar, E. y C. Rojas. 1992. Curso fundamental de lombricultura, aspectos generales-teoría. Editada por Asociación Colombiana de lombricultores. Asolombriz. Colombia.
- Santamaría-Romero., S y R. Ferrera-Cerrato. 1996. Inoculación de la endomicorriza *Glomus* sp. Zac-19 y aplicación de vermicomposta en maíces criollos crecidos en epetate. *In: Tercer Simposium Internacional de Suelos Volcánicos endurecidos celebrado en Quito, Ecuador.*
- Santibáñez, E. 1992. La comarca Lagunera, ensayo monográfico. 1ª edición. Tipográfica Reza. S. A. Torreón, Coahuila, México. p.14.
- Santos C., J. 2002. Rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero con fertirrigación. Tesis de Licenciatura. UAAAN.UL. Torreón, Coahuila, México. 67 p.
- Scialabba N. 2001. Organic Agriculture perspectives. FAO. *In: Conference on supporting the diversification of exports in the latin American and caribbean region through the development of organic agriculture. Port of Spain, Trinidad-Tobago. 8-10 October. 14 p.*
- Senesi, N., C. Saiz-Jimenez y T. M. Miano. 1992. Spectroscopic characterization of metal-humic acid like complexes of eartworm-composted organic wastes. *Science of the Total Environment. 117/ 118: 111-120. In CAB ABSTRACTS 1992.*
- Servicio de Información Estadística y Agroalimentaria y Pesquera. Análisis Agropecuario. Productos Orgánicos 2002. octubre. SAGARPA.
- Szczech, M., W. Rondański, M. W. Brzeski, U. Smolińska y J. F. Kotowski. 1993. Suppressive effect of a comercial earthworm compost on some root infecting pathogens of cabbage and tomato. *Biological Agriculture and Horticulture 10: 47-52.*
- Tesi, R., R. Tallarico. 1985. The use of a worm compost for the cultivation of cyclamen and poinsettia in pots. *Colture Protette 14: 102-104.*
- Toccalino, P. A., P. Roux J., y C. Agüero M. 2000. Comportamiento reproductivo de la *Eisenia foetida* (lombriz roja de California) durante las cuatro estaciones del año y alimentadas con distintos compostajes. Facultad de Ciencias Veterinarias UNNE. Argentina. pp 1-4.

- Toyes, A., R. S. 1992. La agricultura orgánica: una alternativa de producción para pequeñas zonas agrícolas. Los cabos, Baja California Sur. México. Tesis Profesional. Universidad de Baja California Sur. 145 p.
- Trigui M. y F. Barrington S. 1999. Effects of humidity o tomato (*Lycopersicon sculentum* cv. Truss) water uptake, yield and dehumidification cost. *Can. Agric. Eng.* 41(3):135-140.
- Valadez L., A. 1998. Producción de hortalizas. Ed. Limusa. México, D.F. pp. 180-198.
- Velasco R., H. 1999. Evaluación de alternativas para el tratamiento y reutilización de desechos sólidos orgánicos domésticos en Selestún, Yucatán. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Mérida. Mérida, Yucatán. México. 79 p.
- Velasco, V., J., R. Ferrera C. y J. J. Almaraz S. 2001. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azopirillum brasilense* en Tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot) Instituto de Recursos Naturales. C.P. Montecillo, Edo de México. *Terra* 19(3): 241-248
- Velásquez, G., N. E. 2002. Estudio técnico económico para la producción y mercadeo de vermicompuesto usando lombriz roja de california (*Eisenia foetida*) Tesis de Licenciatura. UAAAN.UL. Torreón, Coahuila, México. p. 87.
- Vilchis B., C. A. 1995. Práctica para la cría de lombrices y la producción de abonos. Sistemas agroforestales. Editada por Unión Zapoteca-Chinanteca (UZACHI); Estudios Rurales y Asesoría (ERA). México.
- Vilmorín A., F. 1987. El cultivo del pimiento dulce tipo bell. Ed. Diana. México. pp. 22-28.
- Yague, J., L. 1987. La crianza de la lombriz roja. Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
- Zaidan, O. 1997. La producción del tomate. Ministerio de relaciones exteriores, Centro de Cooperación Internacional y Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, Centro Internacional para el Desarrollo Agrícola del estado de Israel.
- Zarate, L., T. 2002. Respuesta fisiológica del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en cuatro sustratos de vermicomposta en diferentes niveles. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 63 p.

## VII APÉNDICE

## TESTIGO-ARENA

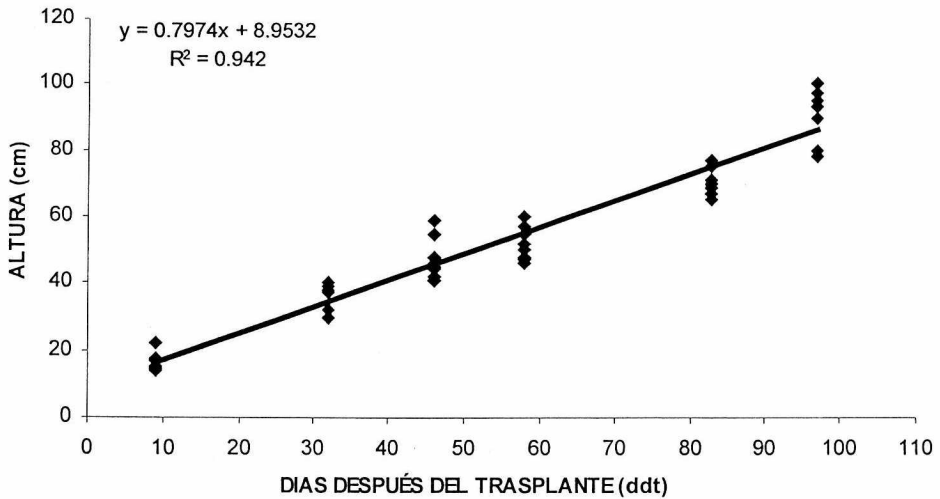


Figura 1A. Altura de planta en chile jalapeño a través del tiempo en el testigo (T0). CELALA. 2003.

## TRATAMIENTO 12.5 % VERMICOMPOSTA

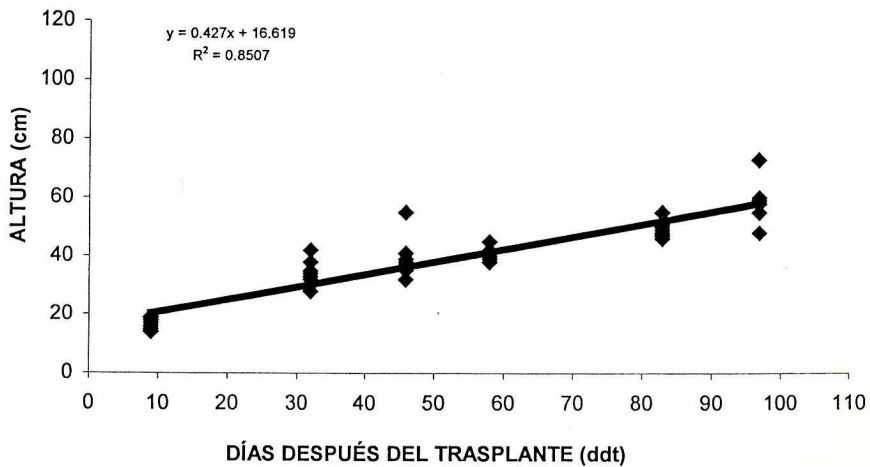


Figura 2A. Altura de planta en chile jalapeño a través del tiempo en el tratamiento 12.5% de vermicomposta. CELALA.2003.

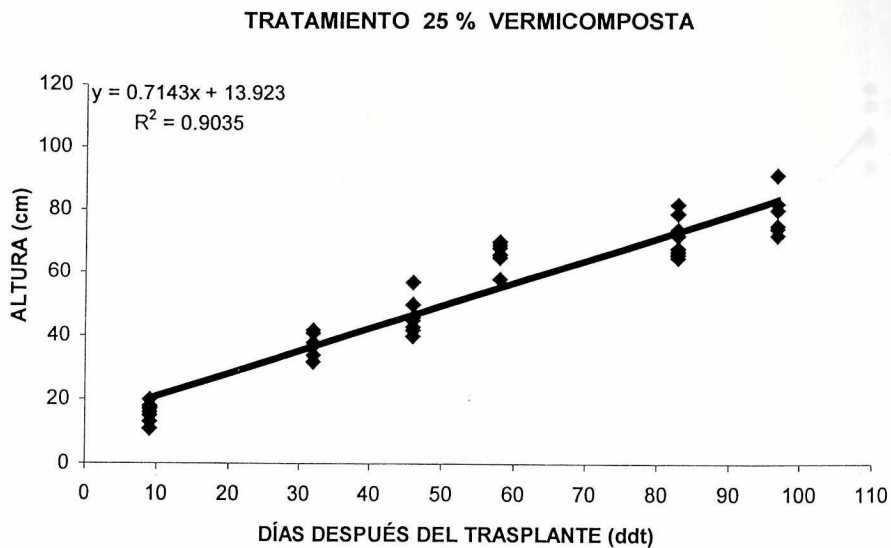


Figura 3A. Altura de plantas en chile jalapeño a través del tiempo en el tratamiento 25% de vermicomposta. CELALA. 2003.

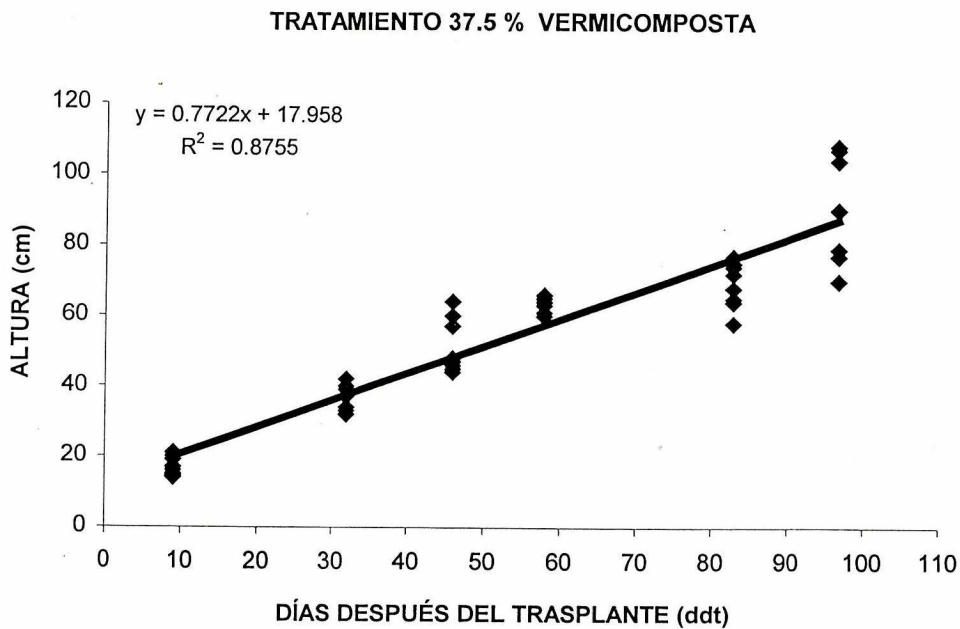


Figura 4A. Altura de plantas en chile jalapeño a través del tiempo en el tratamiento 37.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.



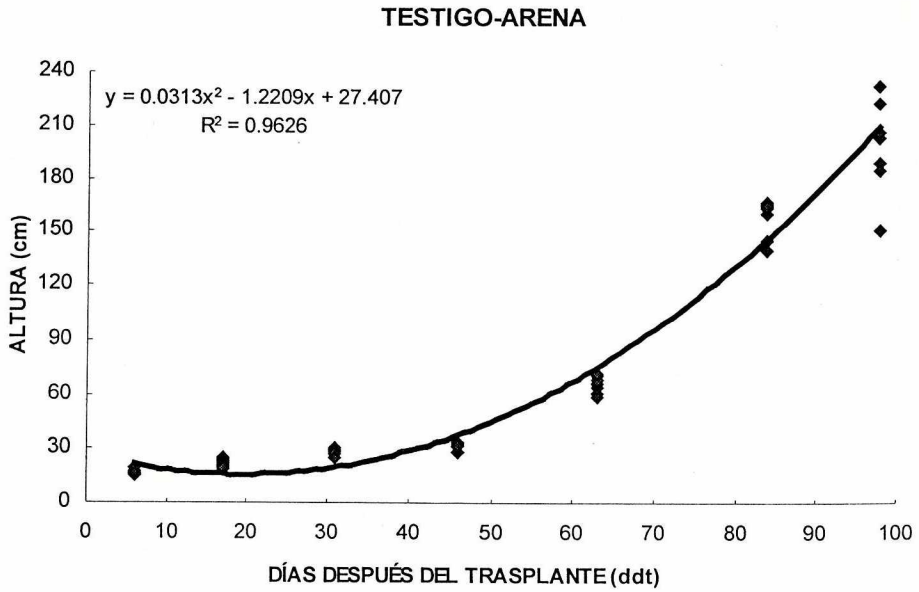


Figura 5A. Altura de plantas en tomate a través del tiempo en el testigo (T0) CELALA. 2003.

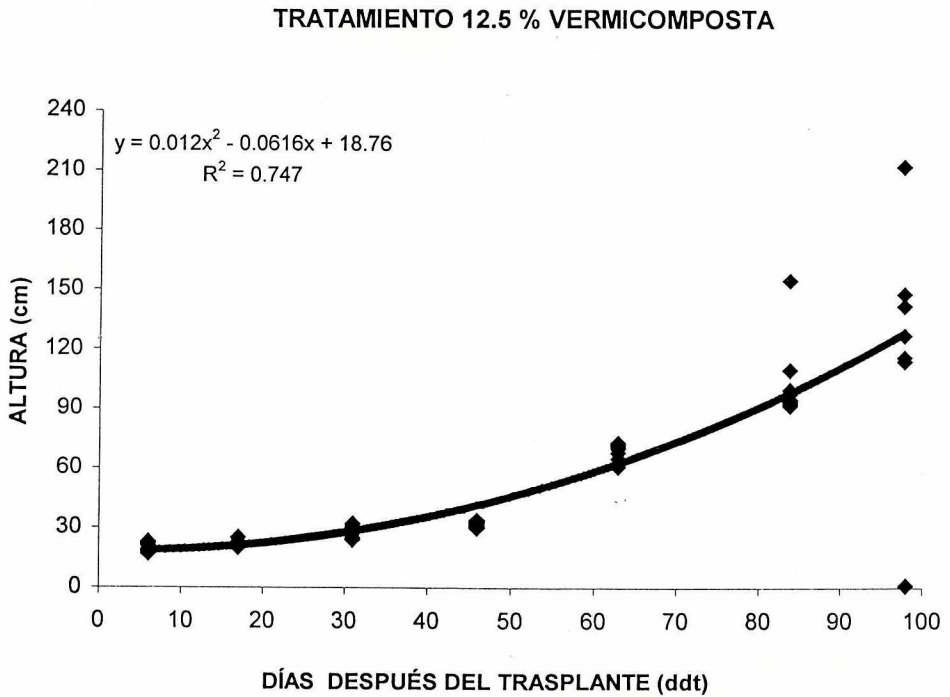


Figura 6A. Altura de plantas en tomate a través del tiempo en el tratamiento 12.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.

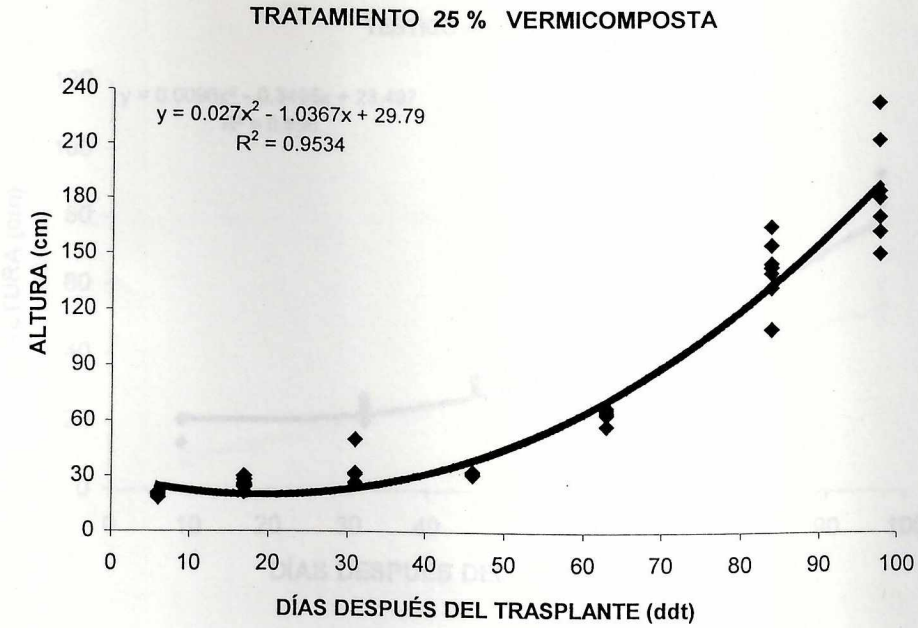


Figura 7A. Alturas de plantas en tomate a través del tiempo en el tratamiento 25% de vermicomposta. CELALA. 2003.

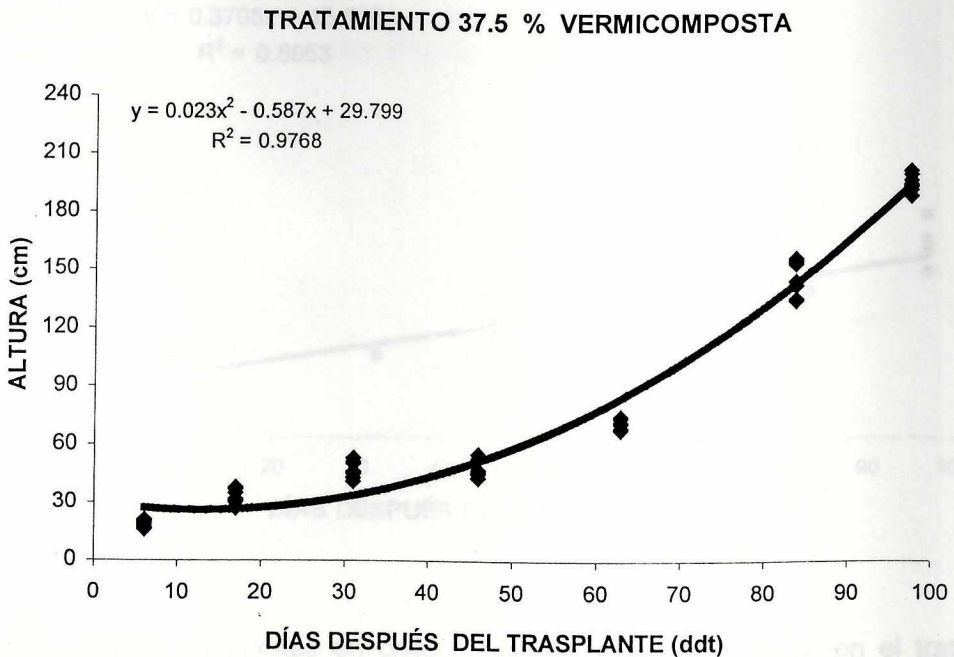


Figura 8A. Altura de plantas en tomate a través del tiempo en el tratamiento 37.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.

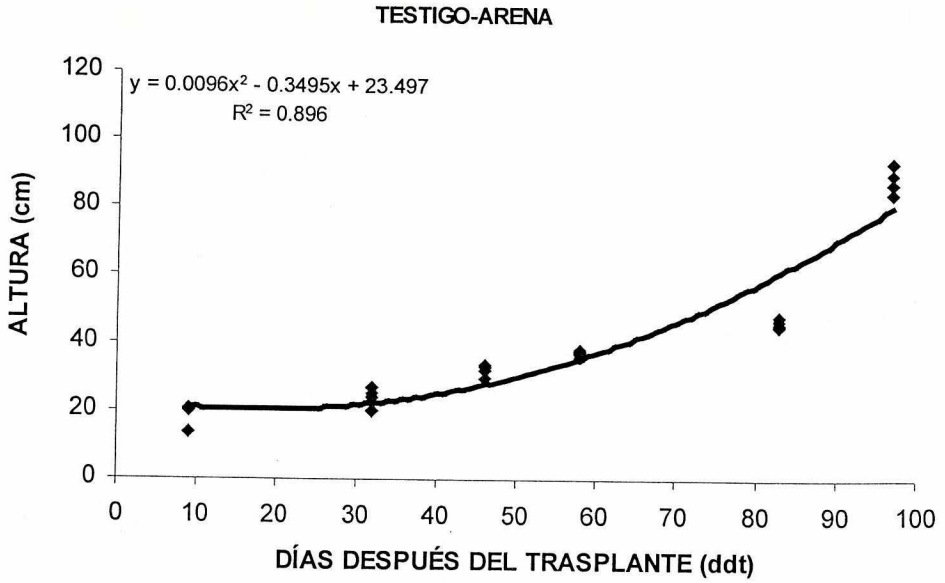


Figura 9A. Alturas de plantas en chile morrón a través del tiempo en el testigo (T0). CELALA. 2003.

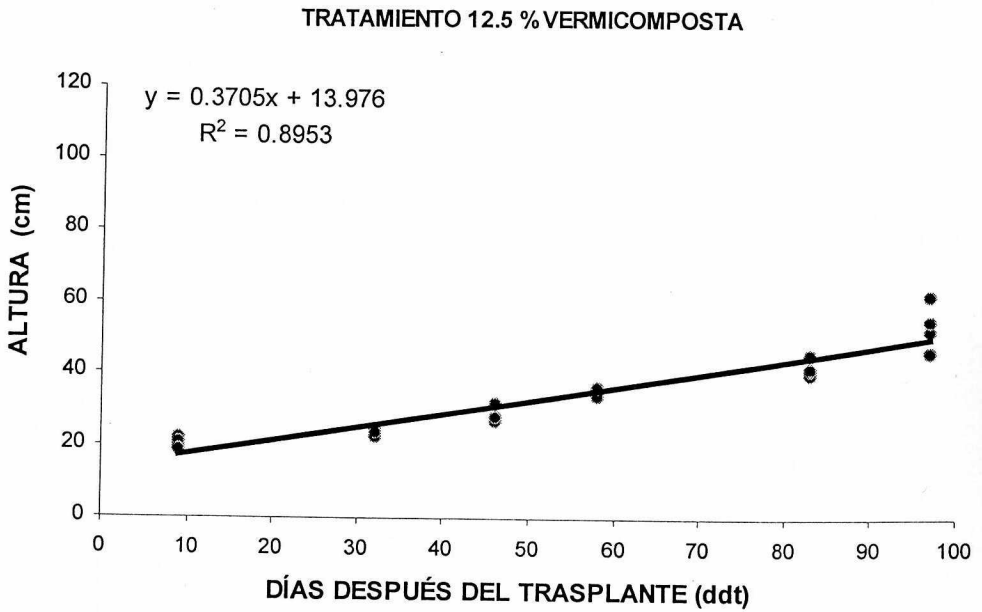


Figura 10A. Alturas de plantas en chile morrón a través del tiempo en el tratamiento 12.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.

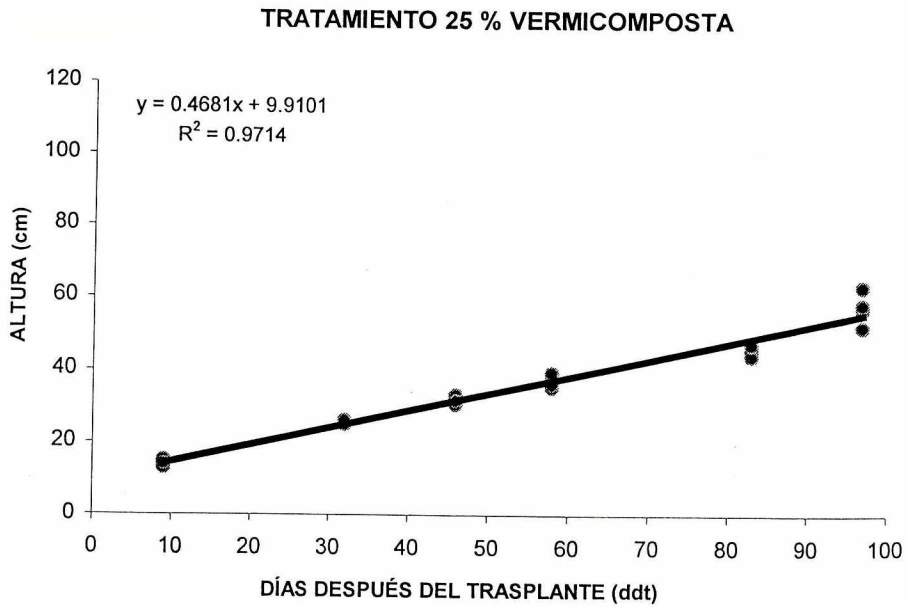


Figura 11A. Alturas de plantas en chile morrón a través del tiempo en el tratamiento 25% de vermicomposta. CELALA. 2003.

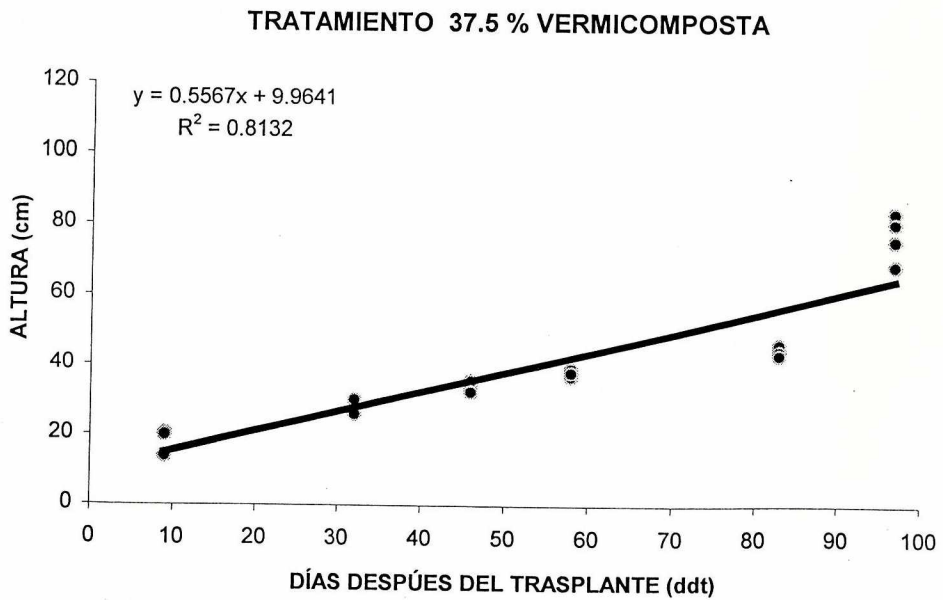


Figura 12A. Alturas de plantas en chile morrón a través del tiempo en el tratamiento 37.5% de vermicomposta. CELALA. 2003.

## **ANEXOS**

**Análisis de suelo para los diferentes niveles de vermicomposta**

## LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS FOLIARES Y AGUAS.

Catz. 16 de Septiembre y M. Jiménez No 1615.

Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, Méx.

Tel. (158) 2 00 95 y Fax (158) 2 20 60

### REPORTE DE RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELO

**NOMBRE:**

*Dr. Pedro Cano Rios*

**DIRECCION:**

*Campo Experimental La Laguna INIFAP*

**FECHA:**

*Julio 02 del 2002*

No. Mues.	Identificación	D.A.	D.R.	Sales C.E. mm/cm.		Nitratos NO 3 Kg/Ha.		Fosforo Olsen ppm		Materia Organica %		Carbonatos Calcio % CaCO 3		% Sat.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Nombre Textural
1238	VERMI COMPUESTA 100%			0.65	NS	2102.7	E	1463.06	E	10.501	A	0.0	L	39	44.86	33.28	21.86	Migajón fuertemente aren
1239	T-2 25 %	1.48	2.56	0.44	NS	132.4	MB	137.01	E	0.330	D	0.0	L	39	44.86	33.28	21.86	Migajón fuertemente aren
1240	T-3 37.5 %	1.35	2.54	0.49	NS	201.7	S	148.03	E	0.781	B	0.0	L	39	44.86	33.28	21.86	Migajón fuertemente aren
1241	T-1 12.5 %	1.45	2.43	0.39	NS	69.3	B	72.98	E	0.156	D	0.0	L	39	44.86	33.28	21.86	Migajón fuertemente aren
1242	TESTIGO	1.40	2.43	0.22	NS	17.8	D	14.60	MB	0.365	D	0.0	L	39	44.86	33.28	21.86	Migajón fuertemente aren

#### METODOS UTILIZADOS EN EL ANALISIS

C.E. mmos/cm. (en el extracto de saturación)

Nitratos (N-N<sub>o</sub>) (Método de la Brucina)

Fosforo (P) (Método Bray y Krtz modificado)

Materia Organica (Método Walkley y Black)

Carbonatos de Calcio (Ca<sub>o</sub>) (Reaccion HCl método visual)

Textura (Método de Bouyoucos)

*Atentamente: Ing Guillermo Mariscal*

# UNIFRUT

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS FOLIARES Y AGUAS

Catz. 16 de Septiembre y M. Jiménez No 1615.

Tel. (158) 2 00 95 y Fax (158) 2 20 60

REPORTE DE RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELO

Dr. Pedro Cano Rios

Campo Experimental La Laguna INIFAP

Julio 02 del 2002

NOMBRE:  
DIRECCION:  
FECHA:

No. Mues.	Identificación	Nitrogeno %	pH Pasta Sat.	pH 1:20 H <sub>2</sub> O	Calcio Ca PPM	Magnesio Mg PPM	Sodio Na PPM	Potasio K PPM	Fierro Fe PPM	Zinc Zn PPM	Manganeso Mn PPM	Cobre Cu PPM
1238	VERMI COMPUESTA 100%	1.277	8.03	8.16	18603.8 A	1311.8 E	1171.9	4290 E	27.44 S	25.04 A	18.04 MB	3.28 MB
1239	T-2 25 %	0.049	8.25	8.7	4925.3 S	156.8 S	145.83	325 A	5.98 MB	1.86 MB	2.66 D	0.18 D
1240	T-3 37.5 %	0.093	8.12	8.73	5835.5 MA	233.8 MA	187.5	475 A	6.22 MB	2.38 MB	2.82 D	0.32 D
1241	T-1 12.5 %	0.032	8.26	8.77	4853.8 S	101.8 S	119.79	230 MA	3.84 B	1.02 B	1.84 D	0.14 D
1242	TESTIGO	0.024	8.50	8.72	4851.0 S	57.8 MB	109.38	160 S	5.96 MB	0.1 D	1.42 D	0.02 D

% Calcio	% Magn.	% Potes.	% Sodic	CIC	m.e/100 gr de suelo
77.48	9.11	9.16	4.24	120.05	
89.88	4.77	3.04	2.31	27.40	
87.99	5.87	3.87	2.46	33.16	
92.53	3.23	2.25	1.99	26.23	
94.68	1.88	1.60	1.86	25.62	

## METODOS UTILIZADOS EN EL ANALISIS

pH. pasta saturada del suelo

pH relacion 1:2 (1:10)

Necesidades de Cal (Acetato de Calcio)

Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K) (Acetato de Amonio 1 N pH

Fierro (Fe), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn) (Extraccion con DTPA)