

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**DESARROLLO DEL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) CON
VERMICOMPOSTA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**Por
Lino García Gutiérrez**

T E S I S
**Presentada como requisito parcial
para obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México, Diciembre del 2004

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**DESARROLLO DEL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) CON
VERMICOMPOSTA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**P O R
LINO GARCÍA GUTIÉRREZ**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO
EN HORTICULTURA**

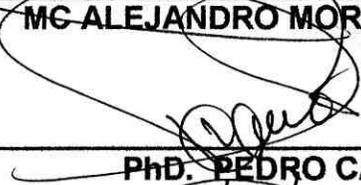
REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

**ASESOR
PRINCIPAL:**



MC ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

ASESOR :



PhD. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR :



ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR



MC CANDIDO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ



MC JOSÉ JAIME DOZANO GARCÍA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México, Diciembre del 2004

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**TESIS DEL C. LINO GARCÍA GUTIÉRREZ QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

ESPECIALIDAD EN HORTICULTURA

APROBADA POR

PRESIDENTE:



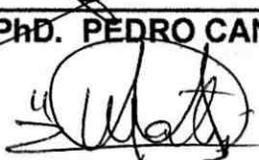
MC ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL:



PhD. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL:



ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL:



MC CÁNDIDO MÁRQUEZ HERNÁNDEZ

**MC JOSE JAIME LOZANO GARCÍA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México, Diciembre del 2004

DEDICATORIA

A Dios.

Para ti Señor, por darme vida y salud, pues me guiaste, fortaleciste y proveíste de sabiduría en este camino. Me sostuviste cuando estuve apunto de desistir y por permitir realizarme profesionalmente.

A Mis Padres.

Sra. Eloisa Gutiérrez Suárez
Sr. José Luis García Carvajal

Con mucho cariño, amor, respeto y admiración para Ustedes, el cimiento de mi vida, la razón por la que luche para alcanzar este objetivo, pues sin su apoyo, cariño y comprensión nada de esto sería posible. Siempre recuerdo sus palabras y enseñanza, además de los valores que me inculcaron desde niño; ahora se ve el fruto de su sacrificio.

A Mis Hermanos.

Norma Hortensia
José Luis
María del Pilar
Martín
Gabriela

Con mucho cariño y amor, por ser mis hermanos, por todo lo que hemos vivido juntos en las buenas y en la malas y por seguir superándonos día a día y lograr cumplir nuestros sueños.

Su apoyo es un motor en mi vida pues a pesar de la distancia nunca sentí la ausencia de nuestra unión, fueron un ejemplar para lograr alcanzar esta meta.

A mis seres queridos

A mis abuelitos, tíos, primos, amigos por su apoyo hacia mi persona, por los consejos que me brindaron en su momento y que de alguna manera me sirvió para mi formación como profesionista, Gracias.

AGRADECIMIENTO

A **Dios** eternamente Gracias porque en mi ausencia cuidaste mi familia permitiéndome volverlos a ver con bien. Por darme carácter para vencer obstáculos que me impedían realizarme en este camino y llegar a la meta.

A mi **“Alma Mater”** por abrirme las puertas, darme momentos felices y por regalarme tantos recuerdos.

Al MC. Alejandro Moreno Resendéz, quien fue el Asesor de esta tesis y por compartirme su conocimiento y experiencia.

Al MC. Alejandro Moreno Resendéz, Dr. Pedro Cano, Ing. Víctor Martínez Cueto y M.C. Cándido Márquez Hernández les agradezco todo el apoyo brindado durante y después de la realización de mi tesis, por todos sus consejos, dedicación, sabiduría y su gran amistad y sobre todo por su paciencia otorgada durante la realización de este proyecto y por esa gran disposición de ayuda hacia mi persona.

A mis profesores Ing. Francisco Suárez, Dr. Fávella Chávez, Ing. Jaime Lozano, Juan De Dios Ruiz e Ing. Francisca Sánchez pues de ellos aprendí tantas cosas académicas, personales y sobre todo gracias por la amistad brindada.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haber proporcionado el financiamiento para la realización de la presente investigación, que forma parte del proyecto

A mis compañeros de carrera, Diego, David, Dandrich, Homero, Refugio, Dionisio, Jaime, Heliodoro, Esteban, Noe, Marco Antonio, Lorena, Carmen y Cahuich, pues tuvimos muchas alegrías, convivencias, parrandas, etc. Pero lo mejor fue el apoyo que siempre nos mostramos.

Hoy comparto al igual que ustedes esta victoria, solo nos resta poner en alto el nombre de nuestra institución.

A mis compañeros de cuarto Armando, Oscar, Esteban y Aniceto. Por haber compartido y convivido y haberme demostrado que podía contar con ustedes.

CONTENIDO

RESUMEN	2
I. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Objetivo.....	5
1.2. Hipótesis	6
II. REVISION DE LITERATURA	7
2.1. Generalidades del melón y origen	7
2.1.1. Clasificación taxonómica.....	7
2.1.2. Morfología	8
2.2. Generalidades de la producción agrícola en invernadero.....	9
2.3. Relación de suelos agrícolas y vermicomposta	10
2.4. Medio ambiente	12
2.4.1. Impacto ecológico de la producción	13
2.5. Lombricultura	15
2.5.1. La lombriz de tierra (<i>Eisenia foetida</i>).....	16
2.5.2. Taxonomía de la lombriz	18
2.5.3. Parámetro de producción de la lombriz.....	18
2.5.4. Parámetro de fecundidad de la lombriz.....	20
2.5.5. Parámetros de alimentación de la lombriz	21
2.5.6. Factores para el desarrollo de la lombriz <i>Eisenia foetida</i>	22
2.5.7. Patologías de las lombriz de tierra <i>Eisenia foetida</i>	23
2.5.8. Enemigos de las lombrices de tierra	23
2.6. Definición de vermicomposta.....	24
2.6.1. Características de la vermicomposta	24
2.6.2. Propiedades de la vermicomposta	25
2.6.3. Composición y calidad de la vermicomposta	25
2.6.4. Usos de la vermicomposta	26
2.6.5. Valores fitohormonales de la vermicomposta.....	27
2.6.6. Vida útil de la vermicomposta	27
2.7. Diferencias con la competencia de la vermicomposta	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1. Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera	29
3.2. Localización del experimento.....	29
3.3. Condiciones del invernadero	29
3.4. Preparación de vermicomposta de lombriz.....	30
3.5. Material inerte	30
3.6. Preparación de macetas	31
3.7. Material vegetal	31
3.8. Siembra	31
3.9. Diseño experimental	32
3.10. Unidad experimental.....	32
3.11. Riego	32
3.12. Poda	33

3.13. Prácticas culturales.....	34
3.14. Polinización.....	35
3.15. Plagas y enfermedades	35
3.16. Cosecha.....	36
3.17. Variables evaluadas.....	36
3.17.1. Altura de planta	36
3.17.2. Peso de los frutos.....	36
3.17.3. Diámetro ecuatorial	37
3.17.4. Tamaño	37
3.17.5. Diámetro polar.....	37
3.17.6. Sólidos solubles	37
3.17.7. Espesor de pulpa	37
3.17.8. Color de pulpa.....	38
3.17.9. Cavidad de placenta.....	38
3.17.10. Rendimiento	38
3.17.11. Análisis de Resultados	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. Rendimiento.....	39
4.2. Altura de planta.....	41
4.3. Calidad del fruto.....	42
4.3.1. Peso del fruto	43
4.3.2. Diámetro Ecuatorial.....	44
4.3.3. Diámetro Polar	44
4.3.4. Sólidos solubles	45
4.3.5. Espesor de Pulpa.....	45
4.3.6. Cavidad de la placenta.....	47
4.3.7. Días después de la siembra.....	47
4.3.8. Color de pulpa.....	48
4.3.9. Tamaño del fruto	48
4.3.10. Floración del melón.....	49
V. CONCLUSIONES	51
VI. LITERATURA CITADA.....	52
APÉNDICE	56

RESUMEN

La producción de hortalizas en invernadero ha tomado una gran importancia por la facilidad del manejo de las condiciones ambientales. Sin embargo, los cultivos desarrollados en invernaderos utilizan fertilizantes sintéticos aplicados en algunas ocasiones a través de un riego por goteo o por aplicaciones directos a la planta. Esta utilización provoca perjuicios a largo plazo como es el agotamiento de recursos naturales no renovables, daño ambiental y las consecuencias para la salud, son tales que es necesario desarrollar e implementar estrategias ecológicamente sanas para mantener e incrementar los índices de productividad y prevenir el desarrollo de plagas y enfermedades.

Ante la necesidad de buscar alternativas de fertilización y con el propósito de evaluar el efecto de la vermicomposta sobre el desarrollo del melón Cv. Cruisier se aplicaron cuatro tipos de vermicomposta generada a partir de (estiércol de: caballo, caprino, conejo y bovino), cada tratamiento con cuatro niveles (25, 30, 35 y 40 %), el porcentaje restante para llenar la maceta se completó con arena de río y se comparó su efecto entre los porcentajes de vermicomposta. Los resultados obtenidos de la variable rendimiento fue no significativa en los tipos de vermicomposta, mientras que, la diferencia fue altamente significativa en la relación del porcentaje-vermicomposta, al utilizar un nivel más alto se obtuvieron mejores rendimientos.

El tratamiento de vermicomposta de estiércol de caballo con el nivel 40% fue el que resultó con mayor rendimiento con 104.61 ton/ha y en forma general los tratamientos con el 25% fueron los del menor rendimiento con 60.26 ton/ha. Lo cual, pudiera representar algunas ventajas ya que la aplicación de vermicomposta pudiera reducir los costos por la compra de fertilizantes de origen inorgánico, requeridos para la preparación de las

soluciones nutritivas y además tener un consumo de agua menor que las laminas recomendadas y lo más importante se obtiene un mejor cuidado con el medio ambiente.

I. INTRODUCCIÓN

El melón (*Cucumis melo* L.) cuya parte comestible es el fruto, ocupa dentro de las familias de las cucurbitáceas el tercer lugar por la superficie sembrada en la Comarca Lagunera, además el cultivo cobra importancia por la mano de obra que genera.

Desde el comienzo de la historia humana hasta los años 1940's, una gran parte de la agricultura era orgánica. Por lo anterior el alimento se desarrollaba sin la utilización de los productos químicos; sin embargo a fines de este periodo se introdujo la agricultura química en gran escala y se hizo creer que el uso de químicos daría como resultado mejores cultivos, aumento en el rendimiento y costos de insumo más bajos. También se aseguró que los fertilizantes químicos eran seguros. Posteriormente, se detectó que los fertilizantes químicos provocan destrucción, tanto en el medio ambiente como en las tierras agrícolas, que trastornaron el balance natural de los suelos y destruyen los microorganismos naturales de la tierra necesarios para el crecimiento saludable de las especies vegetales.

Por su parte, los fertilizantes orgánicos naturales contienen microorganismos benéficos y un contenido significativo de macro y micro elementos, aminoácidos, enzimas, proteínas, vitaminas y minerales, que fácilmente puede sustituir a los fertilizantes químicos.

En la actualidad, los problemas que enfrentan los productores son la escasez de tierra, falta de agua, precio en el mercado, presencia de plagas y enfermedades, pérdidas por factores climáticos (granizo, vientos fuertes, abundante lluvia, heladas), etc., esta situación los ha obligado a buscar alternativas para producir hortalizas en menor superficie y bajo condiciones controladas, como en un invernadero. La técnica de producción de cultivos bajo invernaderos, modifica total o parcialmente, las variables ambientales haciendo que los cultivos se desarrollen con cierta independencia de las

estaciones del año, una de las debilidades para la utilización de esta alternativa es un alto costo para el establecimiento de un invernadero y además que requiere personal capacitado.

La vermicomposta, fertilizante orgánico por excelencia, se genera en el tubo digestor de las lombrices de tierra. Cuando se habla de abonado y fertilización, se hace referencia a la incorporación de materia orgánica y/o elementos nutritivos minerales. La síntesis de ambos se encuentra en la vermicomposta; además incorpora al suelo microelemento (cobre, manganeso, zinc, magnesio, hierro, boro, etc.) que son muy necesarios para la actividad y desarrollo vegetativo de las plantas.

Cabe señalar que con la utilización de fertilizantes químicos sintéticos generan perjuicios a largo plazo asociados con el agotamiento de los recursos naturales no renovables, daño ambiental y las consecuencias para la salud son tales que se requiere desarrollar e implementar estrategias ecológicamente sanas para establecer y mantener los suelos productivos y prevenir el desarrollo de plagas y enfermedades. Con el uso de la vermicomposta se pretende reducir los costos de producción y por ende mejorar la calidad de los frutos para de esta forma proteger al medio ambiente, mientras que el invernadero, aumentará los rendimientos.

Considerando los fundamentos establecidos en el presente trabajo se pretende cubrir el siguiente objetivo:

1.1. Objetivo

Evaluar el efecto en melón reticulado de mezclas de vermicompostas y arena, a diferentes niveles y de diferente fuente animal, utilizadas como medios de crecimiento, bajo condiciones de invernadero.

1.2. Hipótesis

Los substratos a base de vermicomposta satisfacen la demanda nutritiva del cultivo del melón e incrementan el rendimiento y la calidad de fruto.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades del melón y origen

El origen de esta especie de gran polimorfismo no ha sido ubicado y se estima que tampoco será resuelto con claridad. Se sabe que hay más de 40 especies de *Cucumis* nativas en los trópicos y sub-trópicos de África. Además, se consideran centros de origen secundarios de gran desarrollo la India, Persia, China y Rusia Meridional. Entre los numerosos países que cultivan esta especie los principales productores mundiales son China, Irán y España (Infoagro, 2002).

El melón por su origen es de clima templado, calido y luminoso: suele presentar en condiciones normales de cultivo, una vegetación exuberante con tallos pocos consistentes y tiernos que adquieren su mayor desarrollo en las estaciones secas y calurosas. Este cultivos se ubica dentro de las familias de las cucurbitáceas y es una planta herbácea, anual y rastrera. La planta desarrolla raíces abundantes con un crecimiento rápido entre los 30 y 40 cm de profundidad del suelo, la raíz principal alcanza hasta un metro de profundidad, siendo las raíces secundarias, más largas que la principal y muy ramificadas. La región de explotación y absorción de éstas se encuentra entre los 40 y 45 cm de profundidad (Zapata *et al.*, 1989; Valadez, 1994).

2.1.1. Clasificación taxonómica

Según Fuller y Ritchie (1967), el melón (*Cucumis melo* L.) está comprendido dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Vegetal
Phyllum: Tracheophyta
Clase: Angiosperma
Orden: Campanulales
Familia: cucurbitáceas
Género: *Cucumis*
Especie: *melo*
Nombre común: melón

2.1.2. Morfología

Las características morfológicas del melón de acuerdo con Valadez (1994), se describen de manera general, en los siguientes puntos:

- **Planta:** el melón ($2n = 24$ cromosomas) es una anual herbácea, de porte rastroso o trepador.
- **Sistema radicular:** abundante, muy ramificado y de rápido desarrollo. con una raíz pivotante y numerosas raíces laterales que se concentran en los primeros 60 cm del suelo.
- **Tallo principal:** están recubiertos de formaciones pilosas, y presentan nudos en los que se desarrolla hojas, zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas.
- **Hoja:** de limbo orbicular aovado, reniforme o pentagonal, dividida en 3 a 7 lóbulos con los márgenes dentados. Las hojas también son vellosas por el envés, son grandes (10 a 15 cm), simples, alternas, palmadas
- **Flor:** las flores son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. Las masculinas suelen aparecer en primer lugar sobre los entrenudos más bajos, mientras que las femeninas y hermafroditas aparecen más tarde en las ramificaciones de segunda y tercera generación, aunque siempre junto a las masculinas. El nivel de elementos fertilizantes influye en gran medida sobre el número de flores masculinas, femeninas y hermafroditas así como sobre el momento de su aparición. Las flores son más grandes y atractivas que en sandía, con pétalos amarillo intenso. Las flores pistiladas son polinizadas por insectos, principalmente abejas, para dar origen al fruto característico, un pepo, que después de su normal crecimiento y desarrollo constituye el producto de interés para el hombre.
- **Fruto:** su forma es variable (esférica, elíptica, aovada); la corteza presenta tonalidades de color verde, amarillo, anaranjado, blanco: puede ser lisa, reticulada o estriada. La pulpa puede ser blanca, amarilla, cremosa, anaranjada, asalmonada o verdosa. La placenta contiene las semillas y puede ser seca, gelatinosa o acuosa, en función de su consistencia. Resulta importante que sea pequeña la placenta para que no reste pulpa al fruto y que las semillas estén bien situadas en la misma para que no se muevan durante el transporte. El crecimiento de las plantas se ve fuertemente influenciado por las condiciones de pH del suelo. Moderadamente tolerante (pH 6.8 - 6.0) (Valadez, 1994).

Dada a la importancia de esta especie para la alimentación, en el Cuadro 2.1 se presenta la composición nutritiva de los frutos de melón de acuerdo con Valadez (1994).

Cuadro 2.1. Composición nutritiva de 100 gramos de la parte comestible de frutos de melón. Valadez (1994).

Componente	Contenido de Reticulado	Contenido de Inodoro	Unidad
Agua	90,00	90,00	%
Carbohidratos	8,20	9,30	g
Proteína	0,75	0,75	g
Lípidos	Tr	Tr	g
Calcio	10,70	6,20	mg
Fósforo	16,65	10,00	mg
Fierro	0,22	0,08	mg
Potasio	305,00	270,00	mg
Sodio	8,90	10,00	mg
Vitamina A (valor)	3186,00	39,00	ui
Tiamina	0,40	0,08	mg
Riboflavina	0,02	0,02	mg
Niacina	0,55	0,60	mg
Ácido ascórbico	41,80	24,60	mg
Valor energético	35,60	35,60	cal

2.2. Generalidades de la producción agrícola en invernadero

Se denomina invernadero a toda construcción cerrada cubierta con materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener condiciones de microclima artificial y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas (Sade, 1998).

Dentro de las fortalezas y debilidades que se pueden señalar cuando se utiliza un invernadero se destacan, de acuerdo con Bretones (1995).

Fortalezas:

- Precocidad en los cultivos.
- Aumento de calidad y rendimiento.
- Producción fuera de época desarrollo de los cultivos en cualquier época del año.
- Ahorro de agua y fertilizantes.
- Mejor control de insectos y enfermedades.
- Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo.

Debilidades:

- Alta inversión inicial.

- Alto costo de operación.
- Requiere de personal capacitado de alto nivel, de experiencia práctica y conocimiento teórico.

La técnica especializada en la producción agrícola durante los últimos 15 años, ha sido a través del uso de invernaderos. Con esta técnica se permite incrementar la producción y/o rendimiento de los cultivos hasta en un 300 % en relación con el método tradicional de producción del cultivo; además, se señala que al utilizar riego por goteo, en el invernadero el ahorro de agua puede ser del orden del 40 % con relación al método de riego por superficie (Burgueño, 2001).

2.3. Relación de suelos agrícolas y vermicomposta

Los suelos al estar sometidos a cualquier tipo de cultivos se encuentran en una dinámica en la que pierde minerales y materia orgánica más a prisa de lo que puede remplazarlos. El objetivo final de la agricultura es lograr una cosecha constante en buena cantidad y calidad, por lo que se han desarrollado diferentes tipos de técnicas para tratar de recuperar los diferentes compuestos que son extraídos a través de los vegetales utilizados para los diversos fines que el hombre requiere como la agricultura, ganadería, industria, alimentación (Ruiz, 1995).

Sin embargo algunas de esas técnicas han provocado alteraciones perjudiciales no solo en el suelo, sino que en todo el ambiente, como es la acumulación de sales al usar fertilizantes inorgánicos, compactación en el uso de maquinaria, contaminación por pesticidas químicos. En contra parte existen técnicas tan antiguas, que son la base de la agricultura orgánica o sostenible que por entendimiento de los procesos naturales que se llevan a cabo en los suelos, tratan de favorecer su dinámica pero guardando precaución de provocar la menor alteración posible al medio (Ruiz, 1995).

Los suelos fértiles constan de cuatro componentes: materia mineral, materia orgánica, aire y agua; todos ligados íntimamente entre sí y originando un medio ideal para el crecimiento de las plantas. De éstos la materia orgánica representa el menor porcentaje tanto en peso como en volumen. Su importancia es muy grande ya que aparte de mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo interviene en el desarrollo de las plantas. El producto de la descomposición de los residuos orgánicos es el *humus*, el cual representa el 85 al 90 % del total de la materia orgánica que se incorpora al suelo (Thompson, 1978).

La factibilidad de hacer un programa de lombricultura utilizando la lombriz *Eisenia foetida* para la producción de humus, es algo más que realidad, sobre todo si se toma como base el número de cabezas de ganado en explotación en diversas regiones del mundo, lo que permitiría economizar gran cantidad de dinero en el abonamiento de forrajes, pastizales y cultivos en general. Este programa aporta una interesante iniciativa a regenerar y abonar las tierras en forma natural y económica. Es decir, restablecer en los cimientos mismos de la vida del hombre un proceso que desde tiempos inmemorables era tarea de la lombriz: airear y abonar nuestra tierra. En primer lugar las lombrices transformarán los desechos orgánicos de los animales domésticos que se encuentran acumulados y que directa o indirectamente generan problemas, el producto de la transformación es un fertilizante orgánico por excelencia denominado vermicomposta o humus de lombriz (Perione, 1999).

Un papel principal de las lombrices dentro de los agroecosistemas es el incrementar la velocidad del ciclo de los elementos nutritivos en la naturaleza. Las lombrices consumen grandes cantidades de materia orgánica del suelo y afectan el suministro de elementos nutritivos para las plantas dentro del suelo al incrementar la velocidad de mineralización de los residuos

de cultivo y facilitar la mineralización adicional por los microorganismos (Aslam *et al.*, 1999).

Por lo tanto, los cambios de los elementos nutritivos microbianos y la actividad de la lombriz puede generar marcados cambios en la condición de la fertilidad del suelo, lo cual con frecuencia se refleja en el desarrollo de los cultivos. La materia orgánica del suelo es de gran importancia debido a su influencia sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y crea un medio favorable para las reacciones biológicas y el soporte de la vida en el medio ambiente del suelo. Consecuentemente, la pérdida de la materia orgánica durante el desarrollo de los cultivos, y especialmente la pérdida del componente microbiano del suelo, puede afectar adversamente la condición física, biológica y de los elementos nutritivos de los suelos (Aslam *et al.*, 1999).

2.4. Medio ambiente

Se habla y se escribe intensamente de la necesidad de conservar el medio ambiente. El hombre aparentemente no se ha dado, o no quiere darse cuenta que el camino que está siguiendo lo lleva a la total destrucción del medio que lo rodea, que los recursos energéticos no renovables de los que dispone se van agotando y que su forma de vida destruye el planeta. Los seres humanos estamos ineludiblemente vinculados al medio ambiente, a la naturaleza. Dentro de la naturaleza hemos encontrado la respuesta a muchos problemas de contaminación orgánica y es justamente allí donde nace la lombricultura como una respuesta simple, racional y económica a este problema. Paralelamente, como alternativa rentable solamente su desconocimiento ha permitido pasar por alto una gran fuente de riqueza que convierte los desperdicios orgánicos en un sustrato biológico muy rico en microorganismos no patógenos (Emison, 2003).

Los elementos factibles de transformar por medio de la lombriz, son todo tipo de estiércoles (vacunos, caprinos, equinos, conejos, gallinas, etc.), materia vegetal (hojas, césped, rastrojos), papel, cartón, residuos orgánicos familiares, (restos de frutas, verduras, hierba), algunos residuos industriales (aserrín, sueros, gelatinas), el lodo de las plantas tratadoras de agua, y, en general, todos los residuos orgánicos que, con poco costo y trabajo, se pueden transformar totalmente, obteniendo un nivel de higiene (Emison, 2003).

Si se habla de reducir el impacto ambiental de las actividades del hombre, sin lugar a duda, la lombriz roja californiana, *Eisenia foetida*, es el aliado más importante del ser humano; la razón es muy simple: consume residuos y excreta vermicomposta (humus), o sea que transforma los residuos en un material de gran importancia para la fertilidad del suelo. Precisamente a la inversa nuestra, que consumimos elementos cuya producción genera degradación del suelo y al mismo tiempo nuestros residuos contaminan el medio ambiente (Legall y Valenzuela, 1999).

2.4.1. Impacto ecológico de la producción

Los fertilizantes químicos y el monocultivo trajeron un desequilibrio ecológico que transformó en plagas a poblaciones de insectos, hierbas, hongos y microorganismos que anteriormente estaban equilibrados. Para controlarlos los científicos crearon pesticidas químicos sintéticos. Sin embargo, no previeron que esta intervención favorecería el surgimiento de nuevas generaciones de plagas genéticamente resistentes, pues se inicia un círculo vicioso en el que se necesitan ahora productos cada vez más potentes que contaminan la tierra, el aire y el agua (Primavesi, 1982).

Los abonos químicos industriales como el nitrógeno, sodio y potasio, desequilibran el suelo desde el punto de vista mineral, ionizándolo de una manera exagerada. Estos iones penetran por ósmosis por su alta solubilidad;

la planta los absorbe en mayor proporción de la que necesita y se desequilibra. Un ejemplo típico es que al no utilizar fertilizantes nitrogenados en espinaca; la proporción de nitratos se encuentra en un nivel de 23 ppm y con la utilización de 30 kg de nitrógeno por hectárea, se han encontrado niveles de 420 ppm de nitratos en las hojas de espinaca. Este compuesto es un medio reductor que en la cocción se convierten en nitritos peligrosos para la hemoglobina de la sangre.

Este estudio, en busca de alternativas ecológicas, plantea el uso de la vermicomposta como una solución para la producción de fertilizantes biológicamente puros, altamente rentables y la colaboración a una solución a corto plazo de un problema agobiante la contaminación ambiental. El producto resultante de la deyección de la lombriz *Eisenia foetida*, es un abono orgánico con características muy propias, que lo hacen prácticamente insuperable, que puede incrementar hasta en un 300% la producción de frutas, hortalizas y otros productos. La vermicomposta competirá de manera limitada con todos aquellos fertilizantes químicos y las compostas convencionales. Si bien es cierto, los fertilizantes no son los causantes directos de la contaminación agrícola, más bien es el uso indiscriminado y negligente de estos productos, que ya está llegando a su límite de tolerancia afectando a la biodiversidad. En función de lo anterior la utilización de las lombrices contribuye enormemente a reducir el impacto producido por estos productos, y ayuda a conservar el medio natural, donde el hombre también es un ser vivo y tarde o temprano podría sufrir las consecuencias por destruirlo (Magnano y Gómez, 1999).

La vermicomposta representa una alternativa ecológica para la transformación biológica de prácticamente todos los residuos, desechos y basuras orgánicas, que en la mayoría de los casos representan materiales de gran riesgo para la salud humana (Bastida -Tapia, 2001).

2.5. Lombricultura

La lombricultura, como su nombre lo indica, significa cultivo de lombrices, aunque en la última década se habla de lombricultura como una biotecnología y se le define como el proceso en el cual se utilizan las lombrices de tierra como la herramienta de trabajo para la transformación de desechos orgánicos. En los últimos años se ha presentado un mejoramiento en los métodos disponibles para el manejo de desechos orgánicos e industriales. La lombricultura puede ser considerado como una propuesta realista y viable para el reciclaje de los residuos orgánicos, sobre todo, considerando las condiciones económicas de nuestro país, esto no conlleva la utilización de tecnologías costosas o que implican el uso de equipo sofisticado y complejo, puede ser realizado a diferentes escalas sin que exista un tamaño mínimo de operación, su aplicación no contamina ni deja residuos sin utilizar y sobre todo, genera un producto que tiene una amplia aplicación tanto a nivel urbano como a nivel agrícola, como mejorador de los suelos a través de la biofertilización y como sustrato para el crecimiento de plantas con alto valor agregado. Su alto beneficio ecológico es en definitiva indudable, además de poder reducir y en algunos casos hasta eliminar por completo el desperdicio y los problemas colaterales de la basura orgánica (García, 1996).

Muchas localidades tienen un problema importante con las explotaciones ganaderas, que producen gran cantidad de estiércoles. La lombricultura es, en este caso, una solución excelente que es un completo método de transformación. Cuando pensamos en un negocio anexo a otra actividad, con el objetivo principal de la higiene o el reciclaje, no es indispensable estudiar en detalle el mercado, ya que el beneficio principal es otro y el posible ingreso por ventas es secundario (Hernández y González, 1997).

2.5.1. La lombriz de tierra (*Eisenia foetida*)

El mayor trabajo en la lombricultura es desarrollado por la lombriz, un organismo biológicamente simple, una humilde e incansable obrera. La lombriz está clasificada en el reino animal como anélido terrestre de la clase de los *Oligoquetos*, vive en ambientes húmedos, rehuye la luz y se nutre de restos orgánicos vegetales y animales en descomposición, siendo un excelente recuperador de suelos. La lombriz es hermafrodita insuficiente (tiene ambos sexos, pero necesita aparearse para reproducirse). Está dotada de 5 corazones y 6 pares de riñones. En cautiverio vive un promedio de 15 años; la lombriz de estiércoles como es llamada también la roja californiana que es el único animal en el mundo que no transmite ni padece enfermedades. La lombriz era conocida ya en la antigüedad como "arado" o "intestino de la tierra" (Aristóteles), porque cava en el terreno galerías, volviéndolo poroso y facilitando la oxigenación y permeabilidad al suelo. Es también un eficiente "fertilizador" porque el humus que produce, aumenta la disponibilidad de nutrientes aprovechables por las plantas (Bravo - Varas 1996).

Desde el punto de vista ecológico las lombrices de tierra se clasifican en (Bravo - Varas 1996):

- EPIGEAS, viven sobre la superficie del suelo, se alimentan de materia orgánica y producen HUMUS, como *Eisenia foetida*.
- ENDOGEAS, son las más conocidas, viven dentro del suelo cavan galerías horizontales, comen y defecan tierra.
- ANECICAS, 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, ha sido necesario para poder desarrollar la *Lombricultura*, que su hábito sea modificado y es

así como luego de más de 14 años de proceso, su hábito migratorio fue modificado para llegar al día de hoy en que su hábito sedentario permitiera mantenerla en cautiverio y poder realizar un proceso industrial en el que no solamente se la pueda mantener en un criadero sin que se fugue, sino que adicionalmente ya tiene la capacidad de vivir en altas densidades (40,000 a 50,000 lombrices por metro cuadrado) sin que se alteren sus efectos conductuales. De las más de 3000 especies conocidas de lombrices, solamente 2500 han sido clasificadas y solamente tres de ellas han podido ser domesticadas, siendo *Eisenia Foetida* la más conocida y es la utilizada en más del 80% de los criaderos del mundo (Salazar y Rojas, 1992).

A nivel mundial se hicieron muchos ensayos con lombrices comunes, pero se encontraron que el rendimiento en cuanto a producción de humus era muy bajo, logrando aproximadamente de 130 a 150 kg por unidad al año. Años de investigación llevaron al descubrimiento de la lombriz *Red Hybrid*, en California en el año 1954, de un color rojo oscuro, muy prolífica y con una longevidad cuatro veces superior a la de la lombriz común, como puede apreciarse en la Figura 2.1.



Figura 2.1 Lombriz *Eisenia foetida* principal herramienta para la elaboración de vermicomposta.

Su capacidad de fácil adaptación a todo tipo de clima, y el hecho que sea eurifaga la ha hecho la favorita de los criadores y de los pescadores quienes la prefieren por su color y actividad (Legall y Valenzuela, 1999). Sus principales ventajas son:

- Se ha experimentado con ella en todos los países, en distintas condiciones de clima y altitud, y vive en cautiverio sin fugarse de su lecho.

- Es extraordinariamente prolifera; madura sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Deposita cada 7 a 10 días una cápsula o huevo con un contenido que fluctúa de 2 a 20 embriones que a su vez después de 14 a 21 días de incubación, eclosiona, originando lombrices en condiciones de moverse y nutrirse de inmediato.
- Come con mucha voracidad, todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, rastrojos de cultivos, residuos de hortalizas y frutas, malezas, etc.). También puede utilizar desechos orgánicos de la industria, la ciudad, rastros y otros.
- La digestión de los productos mencionados anteriormente produce enormes cantidades de *humus*, que es la base de la fertilidad del suelo.

La lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) se ha encontrado en estado salvaje en innumerables países, sin embargo en este estado no sirve para la crianza en cautiverio por cuanto predomina su instinto migratorio. Esta especie puede vivir en sustratos con alto contenido orgánico y la falta de éste ocasiona que la lombriz emigre en busca de alimento, pero solo cuando las camas no tiene protección. La lombriz *Eisenia foetida* come de 4 a 7 veces diarias, de ahí las necesidades de mantener altos contenidos de materia orgánica en las camas de reproducción, característica que la ubica como una especie de alta capacidad de trabajo, lo que permite transformar los desechos en un tiempo sumamente corto (Legall y Valenzuela, 1999).

2.5.2. Taxonomía de la lombriz

Para la obtención de la vermicomposta se requiere de la actividad biológica de la lombriz *Eisenia foetida*, cuya clasificación taxonómica y características generales se presenta en los Cuadros 2.2 y 2.3 respectivamente (Peñaranda, 1998; Raspeño, 1996).

2.5.3. Parámetro de producción de la lombriz

La extraordinaria capacidad productiva de la *Eisenia foetida*, permite al criador amortizar rápidamente su capital invertido, y encontrarse en un

tiempo breve con una actividad altamente productiva. Dicha productividad va ha estar dada del conocimiento técnico que el lombricultor posea y de las condiciones que cada mercado tenga. Un criadero de lombrices en fase de expansión se duplica cada tres meses, es decir, 16 veces en un año, 256 veces en dos años y 4,096 veces en tres años, así sucesivamente, (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.2 Clasificación Taxonómica de la lombriz *Eisenia foetida*.

Reino	Animal
Subreino	Animal
Phylum	Metazoos
Grupo	Protostomia
Orden	Annelida
Familia	Oligochaeta
Género	Lumbricidae
Especie	Eisenia
Variedad	<i>Foetida</i>

(Peñaranda, 1998).

En promedio, una lombriz produce aproximadamente 0.3 g de humus diariamente, lo que demuestra que en pequeñas superficies se pueden obtener grandes cantidades de humus. A manera de ejemplo se demuestra en el caso de 1 m² con unas 50,000 lombrices de las cuales unas 20,000 a 25,000 son adultas y consumen aproximadamente 0.5 g diarios de alimentos del cual expulsan 0.3 g en forma de humus, el cual a su vez es procesado por las lombrices medianamente adultas, las pequeñas y las recién nacidas. Tomando las 25,000 adultas solamente por 0.3 g se tendrán 7,500 g diarios de humus, lo que extrapolado a 1,000 m² se producirían 7,500,000 g o 7,500 Kg diarios de humus. Estas cifras resultan muy alentadoras en la búsqueda de alternativas ecológicas para la producción de fertilizantes biológicamente puros, altamente rentables y que solucionan a corto plazo un problema agobiante para la contaminación (Bravo – Varas, 1996).

Cuadro 2.3. Características físicas y reproductivas de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*.

Concepto	Característica
Color	Rojo-rosa
Tamaño	7-12 cm
Peso	1 –2.5 g
Madurez sexual	10-12 semanas
Eclosión de cocón	Entre 15 y 20 días
Copulación	Cada 7 días
Adulto	6 meses
Temperatura óptima	25 ° C
Deposición de cocón	Cada 10 días
Longevidad	15 a 16 años

(Raspeño, et al., 1996).

Cuadro 2.4 Producción de lombrices esperada en cuatro años en kilogramos.

	1er. Año	2do. Año	3er. Año	4º. Año
Inicio	1	16	256	4,096
3 meses	2	32	512	8,192
6 meses	4.	64	1,024	16,384
9 meses	8	128	2,048	32,768
12 meses	16	256	4,096	65,536

(Vilchis, 1995).

Duran (1995), en su trabajo de tesis menciona que una lombriz consume su propio peso y excreta el 60% (0.6 g) en forma de vermicomposta. Por su parte, Ferruzzi (1987) en su manual de Lombricultura menciona que una lombriz *Eisenia foetida* adulta pesa de 0.8 a 1 g, consume su propio peso y excreta el 60% en material transformado que comúnmente se le llama vermicomposta.

2.5.4. Parámetro de fecundidad de la lombriz

La lombriz de tierra vive alrededor de 4 años, mientras que la *Eisenia foetida* 16 años. La fecundación de la lombriz terrestre es cada 45 días mientras que la *Eisenia foetida* es cada 7 días. Por otro lado hay más

nacimiento en las lombrices *Eisenia foetida* (3 a 12 por capullo), contra 1 a 4 lombrices de las terrestres. Las lombrices son inmunes a las enfermedades y tienen una enorme capacidad de regeneración. La longevidad de estas especies se estima alrededor de 15 a 16 años. De esta forma cuando las crías se realizan con todos los cuidados se obtienen los mejores resultados (Legall y Valenzuela, 1999).

2.5.5. Parámetros de alimentación de la lombriz

En este caso se describe las características de los materiales, de diferentes especies animales, que comúnmente se pueden utilizar como alimento para las lombrices los cuales tienen un manejo semejante (Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5 Tipos de estiércoles utilizados como alimento de las lombrices

-
- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Estiércol de equino: es óptimo por su alto contenido de celulosa.• Estiércol de vaca: puede usarse como sustrato inicial, alimento durante la producción.• Estiércol de ternero: es análogo al de vaca, pero se recomienda más el anterior. | <ul style="list-style-type: none">• Estiércol de ovino: es bastante bueno, aunque difícil de encontrar.• Estiércol de porcino: no es aconsejable para el comienzo.• Estiércol de conejo: constituye un alimento óptimo. Si se usa en estado original debe ser oxigenado antes de utilizarlo. |
|--|---|
-

(De Zanso y Ravera., 2000).

En el estiércol bovino hay que saber diferenciar la edad del estiércol que es un factor muy importante dentro del manejo de las lombrices. El sustrato bovino se puede encontrar en tres situaciones según Fuentes (1989).

- **Estiércol fresco:** el estiércol que está acabado de producir por el bovino, tiene una consistencia pastosa, de color verde encendido, de olor insoportable debido a que su pH es altamente alcalino, lo cual no es recomendable para la lombriz.

- **Estiércol maduro:** este estiércol tiene más o menos de 10 a 18 días de haber sido producido por el animal, su consistencia es semipastosa de color verde oscuro o pardo, su olor es soportable, el pH se encuentra estabilizado, calculado de 7 a 8. Este es el sustrato adecuado puesto que presenta las condiciones óptimas para la crianza de lombrices, aunque a veces le tenemos que agregar agua para estabilizar su humedad y por ende su temperatura. Lo que se recomienda que éste es el mejor sustrato que acepta la lombriz.
- **Estiércol viejo:** como la palabra lo dice, es un estiércol que tiene más de 20 días de haber sido producido, es de consistencia pastosa y dura, desmoronándose al apartarse con la mano. Este no es un sustrato que puede ser utilizado para la crianza de lombrices, puesto que su pH es altamente ácido y pueden entrar las lombrices en un periodo de letargo y ocurrir en desarrollo de una plaga llamada planaria.

2.5.6. Factores para el desarrollo de la lombriz *Eisenia foetida*

Los principales factores que afectan a las lombrices *Eisenia foetida*, de acuerdo con Espinoza (1999), se describen en los siguientes párrafos:

- **Temperatura:** Es un factor que influye en la reproducción, producción y fecundidad de las cápsulas. Una temperatura entre 20 a 25 °C es considerada óptima, ya que conlleva al máximo rendimiento de las lombrices. Cuando la temperatura desciende de 20 hasta 15 °C las lombrices entran en un período de latencia, dejando de reproducirse, crecer y producir, además se alarga el ciclo evolutivo, puesto que los cocones (huevos) no eclosionan y pasan más tiempo encerrados los embriones, hasta que se presentan las condiciones del medio favorable, sucediendo lo mismo con la lombriz joven, pasa más tiempo en este período, puesto que ahí soporta más tiempo las adversidades.
- **pH:** El pH mide lo alcalino o ácido del sustrato. El pH es un factor que depende de la humedad y temperatura, si estos dos últimos factores son manejados adecuadamente, se podrá controlar el pH siempre. La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8.4, a valores diferentes de esta escala, la lombriz entra en una etapa de dormancia. Con pH ácido en el sustrato, se desarrolla una plaga conocida en el mundo de la lombricultura como planaria. Además el volteo facilita que escapen gases que hacen que éste se encuentre alcalino, el trabajo se hace hasta que el sustrato esté maduro. Todo lo anterior para que el alimento se estabilice en un pH de 7.5 a 8.
- **Humedad:** Es un factor de mucha importancia que influye en la reproducción y fecundidad de las cápsulas o capullos, una humedad superior al 85 % es muy dañino para las lombrices, haciendo que entren en un período de dormancia en donde se afecta la producción de vermicomposta y la reproducción de biomasa (lombrices). Las

condiciones favorables para que la lombriz produzca el 60 % de su consumo y se reproduzca; se presentan a una humedad del 70 %. Por otro lado, niveles de humedad abajo de 55 % son mortales para las lombrices.

2.5.7. Patologías de las lombriz de tierra *Eisenia foetida*

Legall y Valenzuela (1999) mencionan que es muy raro que ocurran enfermedades en criaderos de lombrices, en cambio es común encontrar daños ocasionados por las condiciones de la cuna. Puede ocurrir que el hábitat sea alterado por la acción de bacterias, aire, calor o frío, así como también escasez o abundancia de agua. Por otra parte las lesiones e infecciones producidas por insectos o parásitos, la presencia de moscas y mosquitos, ciempiés, bichos bolita u hormigas y si la lombriz es herida cerca del clitelo puede infectarse y morir. La muerte del animal provoca una pequeña fermentación que causa daño a otras lombrices que resultaría una baja fundamental en la densidad de población.

2.5.8. Enemigos de las lombrices de tierra

El hombre se encuentra entre los principales enemigos de la lombriz, en estado silvestre, los daños son causados por antiparasitarios, insecticidas y abonos químicos. Entre los depredadores directos se encuentran las ratas, ratones, serpientes, sapos, pájaros, topes, ciempiés, milpiés, y algunos otros, que pueden causar serios daños en el criadero si no se colocan defensas apropiadas para el depredador. Los pájaros las encuentran con facilidad, excavando el sustrato con sus patas y pico, por lo que se debe cubrir el sustrato con ramas o redes. De este modo se obtendrán dos beneficios: se protege a la lombriz del ataque de los pájaros y se evita la excesiva evaporación manteniendo regulada la humedad (Legall y Valenzuela, 1999).

2.6. Definición de vermicomposta

La vermicomposta (Figura 2.2), es el fertilizante orgánico por excelencia, y es el producto que sale del tubo digestor de la lombriz, es un material de color oscuro, con un agradable olor, es limpio y suave al tacto.



Figura 2.2 Vermicomposta generada por la lombriz *Eisenia foetida*.

La vermicomposta contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los elementos nutritivos haciendo que éstos puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo; lo cual permite de la disponibilidad de los nutrientes cuando la planta lo requiera, tiene un peso específico menor de 1 (pesa menos que el suelo v/v). Puede encontrarse una carga de microorganismos 10 veces más que en la tierra común (De Sanzo y Ravera, 1999).

2.6.1. Características de la vermicomposta

El color de la vermicomposta varía entre negro, café oscuro y gris, dependiendo del desecho reciclado, no tiene olor y es granulado. La característica más importante de la vermicomposta es su alta carga microbiana, la cual le hace ubicarse como un material regenerador del suelo. Con un pH prácticamente neutro, con valores que oscilan entre 6.8 y 7.2, características que le permiten ser aplicadas, aún en contacto directo con las semillas (Martínez, 1999).

2.6.2. Propiedades de la vermicomposta

Reines (1998) determinó que la vermicomposta corrige y mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, influyendo de la siguiente manera:

Propiedades químicas (Cuadro 2.6.):

- Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre.
- Aumenta la eficiencia de la fertilización de macro y micro elementos.
- Estabiliza la reacción del suelo.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas en el suelo; gracias a las enzimas secretadas.

Propiedades físicas:

- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos, y uniendo las partículas en suelos arenosos, por consiguiente mejora su porosidad.
- Mejora la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del suelo.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.

Propiedades biológicas:

- Es fuente de energía, la cual incentiva a la actividad microbiana.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y temperatura, se incrementa y diversifica la flora microbiana.
- Su alta composición microbiana benéfica crea un medio antagónico para algunos patógenos existentes en el suelo. Neutralizan sustancias tóxicas por pesticidas y dan origen a reacciones bioquímicas solubilizando elementos nutritivos aprovechables por la planta.

2.6.3. Composición y calidad de la vermicomposta

La composición y calidad de la vermicomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Los valores nutritivos que la vermicomposta contiene se muestran en el (Cuadro 2.6.).

Cuadro 2.6. Valores analíticos nutritivos de la vermicomposta (Bastida-Tapia, 2001).

Elemento	Kg ton ⁻¹
Nitrógeno	16-38
Fósforo	13-20
Potasio	10-13
Calcio	42-46
Magnesio	3.65
Manganeso	0.50
Carbono	0.17
Zinc	0.16
Cobre	0.85
Ph	6.8-7.2
C/N	10-13
CIC	75-85 meq 100g ⁻¹
Humedad	30-60%

La comparación en el rendimiento de algunos cultivos fertilizados con vermicomposta y con abonos químicos se presentan en el Cuadro 2.7.

Cuadro 2.7 Producción en Kg ha⁻¹ conseguidos con la fertilización de vermicomposta y de productos químicos.

Especie vegetal	Vermicomposta	Químicos
Trigo	116	40
Maíz	210	70
Zanahoria	520	20
Berenjenas	600	200
Tomates	820	400
Papas	350	100
Soja	52	28

(De Sanzo y Ravera, 1999).

2.6.4. Usos de la vermicomposta

La vermicomposta como todo abono orgánico, se puede usar en todos los cultivos. Se extiende sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo. Si se aplica en el momento de la plantación favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más suelta la tierra disminuye la frecuencia de riego. La cantidad que debe aplicarse varía según el tipo de planta y su tamaño; puede usarse en una amplia gama de plantas cultivadas; ya sean anuales o perennes, considerándolas desde el semillero, viveros, en el

transplante, plantas ya establecidas o por establecer la dosis recomendada para algunos cultivos.

2.6.5. Valores fitohormonales de la vermicomposta

Según Peñaranda (1998) la vermicomposta es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos "agentes reguladores del crecimiento" son:

- La **Auxina**, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos.
- La **Giberelina**, favorece el desarrollo de las flores, la germinación de las semillas y aumenta la dimensión de los frutos.
- La **Citoquinina**, retarda el envejecimiento de los tejidos, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos.

2.6.6. Vida útil de la vermicomposta

Una vez separadas las lombrices del substrato, se procede a retirar la vermicomposta con carretillas o maquinaria según sea la capacidad productiva, cuando no se usa al instante puede almacenarse en sacos de 40 a 50 kg que tengan aireación y bajo sombra; puesto a que hay una gran actividad microbiana que es la que le da la calidad al producto, como uno de los mejores fertilizantes orgánicos. La vermicomposta puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad, la óptima es de 40% (Raspeño, 1996).

2.7. Diferencias con la competencia de la vermicomposta

Se puede afirmar que el vermicomposta no tiene fecha de caducidad para ser utilizada; cosa que ocurre con los fertilizantes químicos, sin embargo la vermicomposta no tiene problema en caso de usar dosis excesivas, ésta

tendría disponibles sus elementos nutritivos en el momento y tiempo que la planta lo necesite. Se han realizado pruebas comparativas de productividad en terrenos tratados con abono químico durante seis años; soportando un solo cultivo, y otros con vermicomposta. Los resultados fueron los siguientes: el primer año el incremento logrado con vermicomposta fue de 250 % el segundo 150%, el tercero 100%, el cuarto de 70%. Esta ventaja además del rendimiento obtenido se descarta efectos negativos por químicos al suelo y el ahorro de costos de operaciones de fertilizaciones convencionales cada año. Así, por ejemplo experiencias indican que se ha logrado precocidad en hortalizas; la colecta de berenjenas en solo 65 días, tomates en 55 días (Ferruzzi, 1987).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México y tiene una extensión territorial de 500,000 ha (Ramírez - Canales, 1974). Se encuentra ubicada entre los meridianos 102° 51' y 103° 40' de longitud Oeste, y los paralelos 25° 25' y 25° 30' de latitud Norte del meridiano de Greenwich (Schmidt, 1989). Con una Altura de 1123 msnm. El clima de verano va desde semi-cálido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992). La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas.

3.2. Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en el invernadero del Departamento de Horticultura, ubicado dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, la cual se localiza sobre el Km. 1.5 del periférico Torreón - Gómez - Lerdo y Carretera a Santa Fé , Torreón, Coahuila México.

3.3. Condiciones del invernadero

El experimento se realizó en un invernadero semicilíndrico (Figura 3.1), éste está orientado de Norte a Sur, tiene una cubierta de polietileno y una estructura metálica, con fibra de vidrio en los extremos y dos extractores (parte sur del invernadero), los cuales fueron controlados y encendidos automáticamente por un termostato, el aire que ingresa hacia el interior del invernadero fue enfriado mediante una pared húmeda (Celdek), la cual se encontraba en la parte norte del invernadero, también cuenta con un sistema de riego por goteo automatizado, controlado por una microcomputadora,

también cuenta con un termómetro de máximas y mínimas y con un piso de grava suelta; sus dimensiones son de 8 x 23 m y 4.5 m de alto. A los costados del invernadero cuenta con dos ventanas laterales con una altura de 1.20 m, que se cubren con el mismo polietileno, el cual se puede enrollar para cuando se necesite una ventilación en el interior del invernadero. Estas ventanas están protegidas permanentemente con malla antiáfidos. Además, la cubierta de polietileno se protege con malla sombra al 40 % durante las estaciones del año más calurosas.



Figura 3.1. Condiciones del invernadero donde se llevo a cabo el presente trabajo. UAAAN - UL, 2003.

3.4. Preparación de vermicomposta de lombriz

Se utilizaron cuatro tipos de vermicomposta (VC), generadas a partir de estiércol de Bovino (EB), Caprino (EC), Conejo (ECo) y Caballo (ECa), los cuales se compostearon con lombrices *Eisenia foetida*, durante un periodo aproximado de 90 días (Castillo *et al.*, 2000). Durante el vermicomposteo, los residuos orgánicos son descompuestos por la acción microbiana, de la microflora y las enzimas del intestino de las lombrices, así como la microflora presente en los residuos orgánicos que se han incorporado al suelo (Bansal y Kapoor, 2000). Los cuatro tipos de vermicomposta fueron mezclados con arena a diferentes niveles, para originar los 16 tratamientos en estudio (Cuadro 3.1).

3.5. Material inerte

Como material inerte se utilizó arena (A) de río, la cual fue esterilizada por insolación durante setenta y dos horas y se empleó para hacer las mezclas con VC de lombriz.

3.6. Preparación de macetas

Para las macetas se utilizaron bolsas de plástico negro de calibre 600 tipo vivero de 20 kg, los materiales se mezclaron en los niveles que se muestran en el Cuadro 3.1. Las bolsas fueron llenadas hasta el 95% de su capacidad, de acuerdo al porcentaje del tratamiento.

Cuadro 3.1. Descripción de los porcentajes utilizados en los tratamientos evaluados en melón bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2003.

Bloque	Vermicomposta (%)	Arena (%)
1	25	75
2	30	70
3	35	65
4	40	60

De cada tratamiento hubo cuatro repeticiones quedando 16 macetas experimentales por bloque con un total de 64 macetas bajo estudio. UAAAN - UL, 2003.

3.7. Material vegetal

El material genético que se utilizó para este trabajo, fue un híbrido de melón Contaloupe (*Cucumis melo* L.) de nombre comercial *Cruisier*, procedente de la casa comercial Harris Moran.

3.8. Siembra

La siembra fue directa, se realizó el día 14 de abril del 2003, se colocaron dos semillas por maceta para asegurar una planta vigorosa por maceta, el aclareo se llevo a cabo a los quince dds y el 15 de abril se hicieron etiquetas para cada maceta, que contenía los siguientes datos: el número de bloque, el porcentaje de VC, número de tratamiento, tipo de VC, fecha de siembra. Las macetas se colocaron en el invernadero.

3.9. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar; en total se utilizaron 4 bloques para los porcentajes de 25, 30, 35 y 40 % de vermicomposta, Cuadro 3.1, en cada bloque se encontraron cuatro tratamientos de diferente vermicomposta, dando un total de 16 tratamientos y cada tratamiento con cuatro repeticiones.

3.10. Unidad experimental

Dentro del invernadero las macetas se colocaron a una fila a doble hilera, con un arreglo topológico de tresbolillo, separadas en cuatro bloques agrupándose según el porcentaje de VC:A con una válvula tipo bola en cada bloque para llevar a cabo el riego en cada uno de los bloques.

3.11. Riego

Se estableció un sistema de riego por goteo tipo espaguete, cada maceta contó con un gotero individual, el agua que se utilizó fue potable de llave. Antes de sembrar se aplicó un riego pesado y posteriormente se regó en general tres veces al día en diferente horario en la mañana, tarde y noche aplicando 1.2 litros por día hasta que aparecieron las dos primeras hojas verdaderas, después los riegos fueron distribuidos según el porcentaje de vermicomposta: a los del 25% el riego fue diario, a los del 30% un día si y uno no, a los del 35% un día si y dos no y a los del 40% un día si y tres no, el tiempo de cada riego fue de 4 minutos hasta los 52 dds con un gasto aproximado de 400 mL por cada riego, por lo tanto el gasto de agua fue de 1.2 litros al día por maceta, desde este momento hasta el termino de cosecha de cada planta se aplicaron 7 minutos por riego con un gasto de 700 mL por riego con un gasto total de 2.1 litros de agua al día por maceta. Para controlar la frecuencia de los riegos se utilizaron válvulas de paso tipo bola,

las cuales se abrían y se cerraban manualmente de acuerdo a la frecuencia de riegos señalada.

Cuadro 3.2. Distribución de los tratamientos dentro del invernadero, los niveles y repeticiones de los substratos de VC. UAAAN-UL, 2003.

B	Tratamiento, repetición y VC							
1	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₁	T ₁₂
	VCECa	VCECa	VCEC	VCEC	VCECo	VCECo	VCEB	VCEB
2	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₃	T ₁₄
	VCECa	VCECa	VCEC	VCEC	VCECo	VCECo	VCEB	VCEB
3	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₁	T ₂₂
	VCECa	VCECa	VCEC	VCEC	VCECo	VCECo	VCEB	VCEB
4	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₃	T ₂₄
	VCECa	VCECa	VCEC	VCEC	VCECo	VCECo	VCEB	VCEB
5	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₁	T ₃₂
	VCECa	VCECa	VCEC	VCEC	VCECo	VCECo	VCEB	VCEB
6	T ₃₃	T ₃₄	T ₃₃	T ₃₄	T ₃₃	T ₃₄	T ₃₃	T ₃₄
	VCECa	VCECa	VCEC	VCEC	VCECo	VCECo	VCEB	VCEB
7	T ₄₁	T ₄₂	T ₄₁	T ₄₂	T ₄₁	T ₄₂	T ₄₁	T ₄₂
	VCECa	VCECa	VCEC	VCEC	VCECo	VCECo	VCEB	VCEB
8	T ₄₃	T ₄₄	T ₄₃	T ₄₄	T ₄₃	T ₄₄	T ₄₃	T ₄₄
	VCECa	VCECa	VCEC	VCEC	VCECo	VCECo	VCEB	VCEB

B = Bloque B1 = 25%:75% VC:A; B2 = 30%:70% VC:A; B3 = 35%:65% VC:A; B4 = 40%:60% VC:A; T = Tratamiento; ECa = Estiércol de Caballo; EC = Estiércol de Caprino; ECo = Estiércol de Conejo; EB = Estiércol de Bovino.

3.12. Poda

Se llevaron a cabo varias podas en función del desarrollo fenológico de la planta. Esta operación se realizó con el fin de: mantener a la planta en una sola guía (un solo tallo), favorecer la precocidad y el cuajado de las flores, controlar el número y tamaño de los frutos, acelerar la madurez y facilitar la ventilación y la aplicación de tratamientos fitosanitarios (Tiscornia 1989). Se dejaron en las guías secundarias hasta el segundo nudo, eliminando el resto. Cuando unos plantas sobrepasaron la línea de sostén se tomó la decisión de trozar hasta medio metro arriba (2.70 metros aproximadamente), esto con el fin de tener un buen manejo y sanidad del cultivo.

3.13. Prácticas culturales

El tutorado se realizó con el fin de guiar un solo tallo principal hacia arriba, para aprovechar el espacio y disponer lo máximo de la luz en el cultivo y no dejar que el fruto tenga contacto directo con el suelo. En esta actividad, se utilizó un alambre galvanizado que sirvió como de soporte estirado a una altura de 2.10 m sobre las macetas y cuando la planta llegó a medir de 25 a 30 cm fue amarrada de la base del tallo con rafia y se fue enredando entre las hojas sin perder el tallo principal hasta llegar al ápice y por último se amarró en el alambre el cual sostenía toda la carga de la planta.

Otra práctica fue la de poner una malla en cada fruto para su sostén cuando el fruto presentó un tamaño de pelota de béisbol con el fin de no desgarrar la planta o se pudiera desprender del pedúnculo por el peso del fruto Figura 3.2.

También se le dio aireación a las raíces con una pequeña pala con puntas de alambre a las orillas de la maceta, esto fue realizado con el fin de evitar la compactación del sustrato y darle aireación a las raíces debido al riego intercalado y muy separado de algunos tratamientos.



Figura 3.2. Sostenimiento del fruto con la malla, al tener un diámetro de 8-10 cm para evitar que se desgarre la planta o que se desprenda el fruto del pedúnculo por su propio peso.

3.14. Polinización

Desde la primera aparición de flores hermafroditas (34 dds) hasta los 65 dds se estuvo polinizando con cepillos dentales eléctricos arrancando de 4 a 5 flores masculinas para ser vibradas con el cepillo por encima de la flor hermafrodita esto con el fin de asegurar el amarre y desarrollo normal del fruto. Polinizar de esta forma era muy tardado, por lo que se tomó la decisión de introducir una colmena con abejas (*Aphis mellifera*) dentro del invernadero (Gamayo, 2003), ya que estas son el medio universalmente utilizado y con excelentes resultados para este fin Figura 3.3.



Figura 3.3. Polinización de la flor hermafrodita en el cultivo del melón con abejas (*Apis mellifera*) y el fruto desarrollado. UAAAN-UL, 2003.

3.15. Plagas y enfermedades

Durante el ciclo fenológico del cultivo se realizaron monitoreos en los cuales se detectaron las siguientes plagas: a los 18 dds Trips (*Franfliniella occidentales*), mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y pulgón (*Aphis gossypii*). Se aplicó Diazinon considerando las dos primeras hojas verdaderas se aplicó el 50% de la dosis comercial mínima que es un litro por cada 200 litros de agua, por lo tanto en una aspersora de 20 litros se le agregaron 50 mL del producto. A los 38 dds se aplicó endosulfan C.E. 35% con una dosis de 60 mL en 18 litros de agua, para el control de pulgón (*Aphis gossypii*) y el gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*). También se presentó la enfermedad de la cenicilla a los 64 dds y para evitar su propagación se aplicaron 3 g de Amistar con 18 mL de Inex A en 18 litros de agua. A los cinco días después se realizó una segunda aplicación y posteriormente a los 12 y 19 días para tener un mejor control.

3.16. Cosecha

La cosecha de los frutos se realizó cuando éstos se desprendieron de la planta, el primer corte se efectuó a los 83 dds y el último a los 107 dds.

3.17. Variables evaluadas

Para determinar las diferencias generadas en el cultivo del melón por el efecto de los tratamientos aplicados se evaluaron las siguientes variables: rendimiento, peso del fruto, sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), grosor de pulpa, diámetro de la cavidad del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, altura de planta, dinámica de floración, días a cosecha y color de pulpa.

Para realizar las evaluaciones de altura de planta, dinámica de floración y días a cosecha se tomaron en cuenta solo dos repeticiones por tratamiento, para la calidad se evaluó un fruto por tratamiento. El equipo y los materiales utilizados para hacer las determinaciones correspondientes fue: báscula de precisión, Vernier (Pie de Rey), regla milimétrica, escuadra, Tabla de colores de la Real Academia de Horticultura de Londres y refractómetro (Pérez-Zamora y Cigales-Rivero, 2001).

3.17.1. Altura de planta

El crecimiento de las plantas se determinó durante el ciclo del cultivo, el cual consistió en medir la altura de cada planta con una cinta métrica, de la base de la planta a la parte más alta (superior) de la misma y se registraron los datos obtenidos.

3.17.2. Peso de los frutos

Los frutos fueron pesados en una báscula electrónica con el fin de ser lo más exacto posible.

3.17.3. Diámetro ecuatorial

El diámetro ecuatorial fue medido con una regla de 30 cm y dos escuadras de 30 cm.

3.17.4. Tamaño del fruto

El tamaño se clasificó por melones por caja y se utilizó una tabla con orificios representativos de acuerdo al tamaño del fruto.

3.17.5. Diámetro polar

El diámetro polar fue medido con una regla de 30 cm y dos escuadras de 30 cm.

3.17.6. Sólidos solubles

Para esta variable se utilizó un refractómetro de campo, (Pérez-Zamora y Cigales-Rivero, 2001), lo cual consistió en partir el melón por la mitad y de la pulpa raspar por encima y extraer dos o tres gotas de jugo y ponerlas en el cristal del refractómetro tapanlo y así poder leer la lectura para registrarla, en cada toma de datos el cristal del refractómetro era lavado y secado.

3.17.7. Espesor de pulpa

El melón fue partido por la mitad y el espesor de pulpa fue medido con un Bernier (pie de Rey).

3.17.8. Color de pulpa

El color de pulpa se registro de acuerdo a la escala colorométrica, de la Real Academia de Horticultura de Londres, al tener partido el melón se comparó con la escala y con la que coincidiera más era el dato correspondiente ese fruto.

3.17.9. Cavidad de placenta

El grosor de la placenta se realizó al partir un melón por la mitad y con el Bernier (pie de Rey), se obtuvo el dato al medir de extremo a extremo.

3.17.10. Rendimiento

Para esta variable se tomó en cuenta el peso de los frutos de dos plantas por tratamiento y el peso de cada uno registrado con una balanza analítica. Posteriormente, considerando la distribución de las macetas y su diámetro, se realizó la extrapolación para obtener el rendimiento por hectárea.

3.17.11. Análisis de Resultados

Para el análisis de resultados se utilizó el programa: Statyistical Analysis System (SAS) for Windows, V 6.12 Institute Inc., desarrollado por Barr y Goodnight en 1998, en la Universidad Estatal de Carolina del Norte.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento

El análisis de varianza para la variable rendimiento, indicó que no hubo diferencia estadística significativa entre las vermicompostas evaluadas, presentando una media general de 74.38 ton ha⁻¹ con un coeficiente de variación de 25.91%. La diferencia estadística se presentó los niveles de vermicomposta, a mayor porcentaje mayor el rendimiento. El tratamiento de vermicomposta de caballo con el nivel de 40% registró la mejor producción con 104.61 ton ha⁻¹. De manera general el nivel con menor rendimiento fue el del 25% de vermicomposta con 60.26 ton ha⁻¹ (Cuadro 4.2.). Para el caso de la interacción no hubo diferencia significativa.

Estos resultados se relacionan con los obtenidos por (García *et al.*, 1999) quienes reportaron un rendimiento de melón en invernadero de 70.2 ton ha⁻¹. Este comportamiento quizá obedeció a que las condiciones del invernadero cuentan con un sistema de riego controlado con una microcomputadora y también con una pared humedad y dos extractores lo cual permite tener controladas las condiciones ambientales ideales para el cultivo.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y significancia estadística de vermicomposta por fuentes de variación de los ANVA realizados, para la variable rendimiento en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2003.

FV	gl	Rendimiento
Composta	3	194.46 ns
Porcentaje	3	4075.40**
C x P	9	143.13 ns

C x P = Interacción vermicomposta por porcentaje

Cuadro 4.2. Valores promedio de rendimiento ha^{-1} por porcentaje UAAAN-UL, 2003.

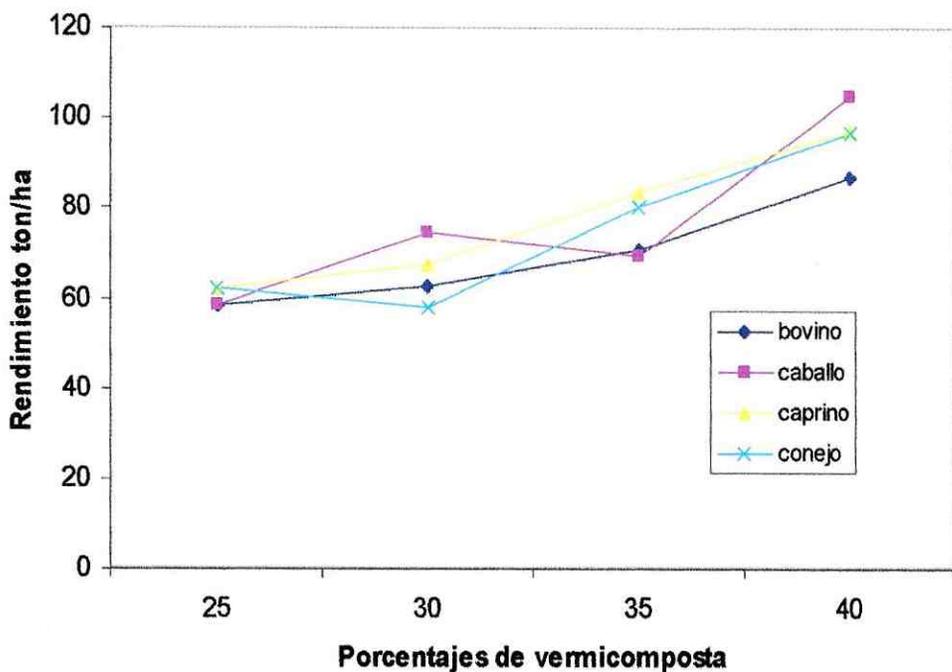
Porcentaje	Rendimiento	Significancia
40	96.38	a
35	75.41	b
30	65.52	b c
25	60.26	c

Cuadro 4.3. Datos registrados en ton ha^{-1} , de acuerdo a la vermicomposta y al porcentaje aplicados en los tratamientos. UAAAN – UL, 2003.

Vermicomposta	25%	30%	35%	40%
Bovino	58.52	62.52	70.81	86.69
Caballo	58.14	74.63	69.25	104.61
Conejo	62.29	57.77	80.27	96.88
Caprino	62.07	67.16	83.29	97.34

De acuerdo con los datos obtenidos bajo condiciones de invernadero en el cual se alcanzó arriba de las 70 toneladas, este valor tríplica el rendimiento regional de 24.8 ton ha^{-1} en campo abierto SAGARPA (2003) y por lo tanto se pueden obtener cosechas en la época de escasez tanto para consumo nacional como para la exportación ya que Estados Unidos es el principal comprador; en México las exportaciones importantes para el melón inician en el mes de noviembre a mayo y puede llegar hasta el mes de junio Muñoz (2003) con altos precios en el mercado por su alta demanda. Por otro lado, los presentes resultados superan a los obtenidos por Luna (2004) que utilizó el genotipo Cruiser registrando un rendimiento de $49.33 \text{ ton ha}^{-1}$.

Relación rendimiento-porcentaje



Grafica 4.1. De acuerdo con los resultados obtenidos, se presentan los rendimientos en base al nivel y al origen de la vermicomposta, sobresaliendo el nivel del 40% de vermicomposta de estiércol de caballo con $104.61 \text{ ton ha}^{-1}$, con respecto a la de menor rendimiento con $57.77 \text{ ton ha}^{-1}$ al 30% de conejo. UAAAN - UL, 2003.

4.2. Altura de planta

Para analizar el comportamiento de esta variable se utilizaron ecuaciones de regresión para cada uno de los 16 tratamientos, las cuales se muestran en el Cuadro 4.4. Posteriormente, se estimó la altura con las ecuaciones obtenidas para conocer la altura a los 20 y 45 dds (Cuadro 4.4.), en donde la mayor altura se presentó a los 20 dds. El tratamiento con vermicomposta de estiércol caprino al 40% registró una altura promedio de 137.17 cm, mientras que la de menor altura, a los mismos días, fue con el tratamiento VCEB al 25 % con 37.15 cm. Por otro lado, los resultados a los 45 dds, mostraron que la menor y mayor altura se presentó con la VCEB al

25 y 40 % con valores de 87.84 y 320.58 cm respectivamente. La diferencia de crecimiento de las plantas con vermicomposta contra las de solución nutritiva resulto fácilmente apreciada como se muestra en la Figura 4.1.

Cuadro 4.4. Ecuaciones de regresión para los tratamientos evaluados en melón para la altura. UAAAN – UL, 2003.

VCE	%	ER	20 (dds)	45 (dds)
Caprino	25	$Y = -53.06 + 31.64 x$	57.97	137.07
Caprino	30	$Y = -78.30 + 58.94 x$	110.04	257.39
Caprino	35	$Y = -92.13 + 71.06 x$	132.91	310.57
Caprino	40	$Y = -95.53 + 73.36 x$	137.17	320.58
Caballo	25	$Y = -46.35 + 29.77 x$	54.90	129.33
Caballo	30	$Y = -73.07 + 52.95 x$	98.60	230.99
Caballo	35	$Y = -94.10 + 73.30 x$	137.16	320.44
Caballo	40	$Y = -86.52 + 72.32 x$	135.99	316.81
Conejo	25	$Y = -38.93 + 22.48 x$	41.07	97.28
Conejo	30	$Y = -85.06 + 59.73 x$	110.96	260.30
Conejo	35	$Y = -88.49 + 67.26 x$	125.67	293.82
Conejo	40	$Y = -83.25 + 71.93 x$	135.54	315.38
Bovino	25	$Y = -33.96 + 20.27 x$	37.15	87.84
Bovino	30	$Y = -78.43 + 52.95 x$	98.06	230.45
Bovino	35	$Y = -76.05 + 63.65 x$	119.69	278.82
Bovino	40	$Y = -80.45 + 70.95 x$	133.85	311.23

VCE = Vermicomposta de estiércol; ER = Ecuación de Regresión lineal.



Figura 4.1. Comparación de crecimiento de las plantas en los tratamientos de vermicomposta al 40%, contra las plantas desarrolladas en arena y con solución nutritiva. UAAAN-UL, 2003.

4.3. Calidad del fruto

Para determinar la calidad del fruto se tomaron en cuenta las siguientes variables: peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial,

grados brix, espesor de pulpa, cavidad de placenta, diámetro de cáscara, diámetro transversal y días después de siembra.

4.3.1. Peso del fruto

Para esta variable el análisis de varianza no presentó diferencias significativas para los tipos de vermicompostas, pero si para los porcentajes aplicados y la interacción (Cuadro 4.5). Las vermicompostas presentaron un valor promedio de 1,334.92 g. En el caso de los porcentajes se encontró que a mayor porcentaje mayor peso de fruto. Los frutos de mejor peso se obtuvieron con el nivel de 40% de VCEC con 1,777 g, mientras que los frutos de menor peso se obtuvieron en el nivel de 30% con 932 g. Los resultados aquí obtenidos concuerdan con los citados por Rodríguez (1990), quien evaluando genotipos de melón bajo condiciones de invernadero no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, y obtuvo una media de 1400 g fruto⁻¹. Mientras los resultados obtenidos por Luna (2004), fue una media de 1,117 g por fruto siendo superados por los presentes resultados.

Cuadro 4.5. Cuadrados medios y significancia estadística de vermicomposta por fuentes de variación de los ANVA realizados, para las variables peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial y grados Brix del melón en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL. 2003.

FV	gl	PF	DP	DE	°Brix
VC	3	43835.45 ns	2.12 ns	0.33 ns	1.27 ns
Porcentaje	3	995404**	31.28**	14.49**	0.44 ns
C x P	9	83791.88**	1.76 ns	1.56 ns	1.34 ns

FV = Fuentes de variación; gl = grados de libertad; CxP = Interacción vermicomposta por porcentaje; PF = Peso del fruto; DP = Diámetro polar; DE = Diámetro ecuatorial; ** = Significancia al 1%; ns = no significativo.

Cuadro 4.6. Valores promedio de los pesos del fruto de melón por porcentaje de vermicomposta aplicado. UAAAN-UL, 2003.

Porcentaje	Peso	Significancia
40	1687.59	a
35	1334.07	b
30	1145.75	c
25	1172.25	c

4.3.2. Diámetro Ecuatorial

Para esta variable el análisis de varianza no detectó diferencia significativa en los tipos de vermicomposta ni para la interacción vermicomposta x porcentaje, mientras que para el efecto de porcentaje si se presentó diferencia significativa. Las fuentes de variación presentaron una media de 13.28 cm con un coeficiente de variación de 7.09 y 13.28 %. Los niveles del 40 % de vermicomposta presentaron el mejor diámetro, mientras que en el nivel de 25 % de vermicomposta se obtuvieron los frutos con el menor diámetro (Cuadro 4.7.). Los resultados obtenidos para esta variable corresponden con los citados por (Godoy *et al.*, 1999), quienes reportaron un tamaño de fruto con medidas ecuatoriales de 12.85 a 15.35 cm. Por su parte los datos reportados por Luna (2004), con una media de 14.04 cm son superiores a los resultados obtenidos.

Cuadro 4.7. Valores promedio de la variable diámetro ecuatorial por porcentaje por vermicomposta aplicada. UAAAN-UL, 2003.

Porcentaje	Diámetro	significancia
40	14.54	a
35	13.48	b
30	12.73	c
25	12.39	c

4.3.3. Diámetro Polar

De acuerdo al análisis de varianza no se detectó diferencias significativas entre las diferentes vermicompostas ni para la interacción

vermicomposta x porcentaje, donde si se encontró fue en los porcentajes de vermicomposta (Cuadro 4.5.). La media general fue de 14.79 cm y un coeficiente de variación de 6.91, en el caso del porcentaje se encontró que a un nivel más alto el diámetro polar de los frutos fue mayor (Cuadro 4.8). Estos resultados no superan a los obtenidos por Guerrero (2003), quien evaluando genotipos de melón con acolchado plástico y riego por goteo reporta una media de 17.17 cm. Por su parte, Godoy *et al.* (1999), encontraron un diámetro longitudinal de 15.35 cm lo cual corresponden con los resultados obtenidos. Los resultados del presente trabajo concuerdan con los obtenidos por Luna (2004) que encontró un diámetro polar promedio de 15.12 cm.

Cuadro 4.8. Valores promedios de la variable diámetro polar por porcentaje. UAAAN – UL, 2003.

Porcentaje	Diámetro	Significancia
40	16.72	a
35	14.84	b
25	14.05	c
30	13.53	c

4.3.4. Sólidos solubles

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencias significativas entre los porcentajes y en los diferentes tipos de vermicompostas evaluados, encontrando un valor promedio de 8.3 °Brix (Cuadro 4.5.). Este valor resultó semejante a los obtenidos por Ochoa (2002) quien encontró valores de 6.2 a 9.7 °Brix. Por otra parte, los resultados obtenidos por Luna (2004) son superiores, con una media de 9.74 °Brix.

4.3.5. Espesor de Pulpa

El análisis de varianza presentó diferencias significativas para esta variable entre los porcentajes de vermicomposta (Cuadro 4.9.), mientras que

en la interacción vermicomposta x porcentaje no existió diferencia significativa, la cual muestra una media de 3.41 cm y un coeficiente de variación de 11.81 cm; tampoco hubo diferencia significativa para los tipos de vermicompostas. En relación con el grosor de pulpa que es lo más importante del fruto, debido a que se trata de la parte comestible, y que entre mayor sea la medida de la pulpa más peso y mayor consistencia tendrá el fruto.

Para el caso de los porcentaje (Cuadro 4.10) los niveles de 35 y 40 % de vermicomposta fueron superiores. Los resultados son similares a los obtenidos por Ochoa (2002), quien encontró un valor promedio de espesor de pulpa de 3.5 cm. Sin embargo, no superaron a los valores reportados por Godoy *et al.* (1999), quienes determinaron un valor promedio de 3.8 cm de espesor de pulpa con valores máximo de 4.3 cm y un mínimo de 3.4 cm; por otro lado los resultados obtenidos concuerdan con los encontrados por Luna (2004), con una media de 3.94 cm.

Cuadro 4.9. Cuadrados medios y significancia estadística de vermicomposta por fuentes de variación de los ANVA realizados, para las variables espesor de pulpa, cavidad de placenta y días después de la siembra, en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL. 2003.

FV	Gl	EP	CP	DDS
Composta	3	0.03 ns	0.01 ns	5.86 ns
Porcentaje	3	1.55**	1.96**	546.56**
C x P	9	0.20 ns	0.09 ns	4.25 ns

FV = Fuentes de variación; gl = grados de libertad; EP = Espesor de pulpa; CP = Capacidad de placenta.

Cuadro 4.10. Valores promedio de la variable espesor de pulpa por porcentaje. UAAAN – UL, 2003.

Porcentaje	Espesor	significancia
40	3.76	a
35	3.60	a
25	3.17	b
30	3.13	b

4.3.6. Cavidad de la placenta

Para esta variable el análisis de varianza no mostró diferencia significativa entre los tipos de vermicomposta ni en la interacción, pero en los porcentajes de las vermicompostas si se presentó diferencia significativa; se registró un valor promedio para esta variable de 5.11 cm y un coeficiente de variación de 10.72 (Cuadro 4.9). En el Cuadro 4.11. se presentan la significancia para los porcentajes evaluados, sobresaliendo el nivel de 40% de vermicomposta con un valor promedio de 5.61 cm. Los resultados obtenidos superaron a los datos reportados por Luna (2004), quién encontró un valor promedio de 6.1 cm.

Cuadro 4.11. Valores promedio de la variable cavidad de placenta por porcentaje. UAAAN - UL, 2003.

Porcentaje	Cavidad	significancia
40	5.61	a
25	5.06	b
30	4.93	b
35	4.82	b

4.3.7. Días después de la siembra

Para esta variable el análisis de varianza no mostró diferencia significativa tanto en los tipos de vermicomposta, como en la interacción vermicomposta x porcentaje, pero si se encontró diferencia significativa en los niveles de vermicomposta aplicados (Cuadro 4.12.). Se registró una media de 94.60 días y un coeficiente de variación de 2.86. El rango fluctuó entre 88 y 104 días. Resultando más precoces las plantas que se desarrollaron en los niveles de 40% de VCECo con 88 días y los de 25% de VCEB a los 104 días.

Cuadro 4.12. Valores promedio de la variable días después de la siembra por porcentaje. UAAAN – UL, 2003.

Porcentaje	DDS	Significancia
40	89.68	a
35	91.73	b
30	93.81	c
25	103	d

4.3.8. Color de pulpa

El color de los frutos, de acuerdo a la tabla de colores de la Real Academia de Horticultura de Londres, presentaron variaciones en los tratamientos evaluados, el rango fue desde 25C hasta 24B. Para cada uno de los tratamientos de acuerdo al nivel de vermicomposta aplicado se presentan los valores correspondientes en el Cuadro 4.13.

Cuadro 4.13. Valores de la escala colorimétrica de la Real Academia de Horticultura de Londres, por nivel de vermicomposta aplicada. UAAAN – UL, 2003.

VCE	40%	35%	30%	25%
Caballo	24C y 25C	24C y 25C	24B	25B y 25C
Caprino	25D	25C	25D	25C y 25D
Conejo	24C	25C	24C	25C
Bovino	25C	24C	25B y 25C	25C

VCE = Vermicomposta de estiércol.

4.3.9. Tamaño del fruto

El tamaño del fruto se clasificó considerando el número de frutos por caja. El tamaño de fruto que más destacó fue el de 12 frutos por caja y el menor frutos fue con 18 frutos por caja. En el Cuadro 4.14. se presenta el número de frutos por caja de acuerdo al tipo y al porcentaje de vermicomposta aplicado.

Cuadro 4.14. Valores de número de frutos por caja por nivel aplicado. UAAAN – UL 2003.

VCE	40%	35%	30%	25%
Caballo	12	12	18	18
Caprino	15	18	18	12
Conejo	15	12	18	12
Bovino	12	12 y 18	18	12

VCE = Vermicomposta de estiércol.

4.3.10. Floración del melón

Las primeras flores masculinas aparecieron en las plantas en los niveles de 40 y 35% de todos los tipos de vermicomposta, a los 34 dds y posteriormente en las mismas se formaron las flores hermafroditas a los 37 dds, las plantas del 30% formaron las flores masculinas a los 36 dds y las hermafroditas a los 42 dds. En las plantas con el nivel de 25% de vermicomposta, independientemente de su origen, se encontró que la aparición de las flores masculinas y hermafroditas se presentó a los 46 y 54 dds respectivamente. El retraso en la aparición de las flores masculinas y hermafroditas en el nivel de 25 % de vermicomposta, probablemente se reflejó en el rendimiento obtenido siendo el más bajo en este nivel. La relación de las flores masculinas y hermafroditas se representan en el apéndice de este trabajo.

Cuadro 4.15. El análisis de floración se realizó mediante técnicas de regresión, se determinaron las ecuaciones correspondientes para cada nivel y origen de la vermicomposta. UAAAN – UL, 2003.

VCE	NIVEL	ECUACIÓN REGRESIÓN	R ²
Caballo	25	$y = 2263.9 - 129.83x + 2.3542x^2 - 0.0131x^3$	0.9959
Caprino	25	$y = 24.28.1 - 137.24x + 2.4659x^2 - 0.0137x^3$	0.995
Conejo	25	$y = 3059.2 - 166.21x + 2.8809x^2 - 0.0156x^3$	0.9964
Bovino	25	$y = 3180.2 - 171.31x + 2.9483x^2 - 0.0159x^3$	0.9943
Caballo	30	$y = 304.89 + 3.9104x - 0.1933x^2 - 0.002x^3$	0.9848
Caprino	30	$y = 850.31 + 32.314x - 0.2601x^2 + 0.0003x^3$	0.9702
Conejo	30	$y = 130.33 - 20.186x + 0.6043x^2 - 0.0042x^3$	0.987
Bovino	30	$y = 542.9 - 42.485x + 0.9771x^2 - 0.0062x^3$	0.9922
Caballo	35	$y = 982.41 - 82.238x + 2.087x^2 - 0.0155x^3$	0.9927
Caprino	35	$y = 1015.1 - 81.257x + 2.0009x^2 - 0.0146x^3$	0.9904
Conejo	35	$y = 1442.9 - 108.6x + 2.5661x^2 - 0.0183x^3$	0.9947
Bovino	35	$y = 620.39 - 63.125x + 1.7929x^2 - 0.0141x^3$	0.993
Caballo	40	$y = 657.66 + 22.954x - 0.0811x^2 + 0.0009x^3$	0.9924
Caprino	40	$y = 537.58 + 16.639x - 0.0092x^2 - 0.0014x^3$	0.9837
Conejo	40	$y = 674.95 + 22.784x - 0.0574x^2 + 0.0012x^3$	0.982
Bovino	40	$y = 1033.1 + 44.73x - 0.4814x^2 + 0.0014x^3$	0.9887

VCE = Vermicomposta de estiércol.

V. CONCLUSIONES

La vermicomposta de acuerdo con su origen de estiércol (caballo, caprino, conejo y bovino), en las variables evaluadas no presentaron diferencias significativas, por lo tanto para el establecimiento del cultivo de melón no es importante elegir un estiércol en específico para procesar la vermicomposta.

En el caso de los porcentajes a utilizar si es de suma importancia, ya que en los resultados de las variables a evaluar dominaron las del 40% de vermicomposta.

Se cumplió con el objetivo del presente trabajo, ya que la vermicomposta si satisface las necesidades nutricionales del cultivo de malón.

El rendimiento de melón bajo en condiciones de invernadero con vermicomposta como factor nutricional, superó las 74.38 toneladas por hectárea, lo cual triplica ampliamente el rendimiento regional obtenido en campo abierto con 24.8 ton ha⁻¹.

Durante décadas se han utilizado productos químicos para aprovechar al máximo el rendimiento de los cultivos, sin tomar en cuenta el daño que se hace al medio ambiente, al suelo principalmente y de ahí afectando al ser humano el cual consume estos productos. La utilización de vermicomposta tiene una gran ventaja sobre los antes mencionados pues esta produce hortalizas libres de productos químicos dañinos para el organismo.

Al emplear vermicomposta se busca que los frutos se encuentren dentro de los parámetros de aceptación del consumidor, es decir, que su olor, sabor y color superen a los producidos con soluciones nutritivas, además de que conozcan todas las ventajas antes mencionadas.

VI. LITERATURA CITADA

- Aslam, T., Choudhary, M.A. and Saggarr, S., 1999. Tillage impacts on soil microbial biomass C, N and P, earthworms and agronomy after two years of cropping following permanent pasture in New Zealand. *Soil Till. Res.*, 51: 103-111.
- Bansal, S. and Kapoor, K.K., 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology*, 73: 95-98.
- Bastida-Tapia, A., 2001. El medio de cultivo de las plantas. Sustratos para la agricultura moderna. Serie de Publicaciones AGRIBOT No. 4. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, 96 pp.
- Burgueño, C. H. 2001. técnicas de producción de solanáceas en invernadero, diapositivas 102 – 104 En: memorias del 1^{er} simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, papa y otras solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Bravo - Varas 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. 6 p.
<http://www.geocities.com/RainForest/Canopy/8317/eisenia.html>.
- Bretones, C. F. 1995. Producción Hortícola Bajo Invernadero. Simposium Internacional sobre tecnologías Agrícolas con plásticos. Guanajuato, Méx. pp. 9- 23.
- Castillo, A.E., Quarín, S.H. and Iglesias, M.C., 2000. Caracterización química y física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados. *Agric. Téc. (Chile)*. 60(1): 74-79.
- De Sanzo, C., A., y Ravera, A., R. 1999. ¿Cómo criar lombrices Rojas Californianas?. Programa de Autosuficiencia Regional. Buenos Aires, Argentina. 29 p.
- De Sanzo, C., A., y A. Ravera, R. 2000. Cómo criar lombrices Rojas Californianas. Programa de Autosuficiencia Regional. Buenos Aires, Argentina.
- Duran, G. B. 1995. Efecto de la incorporación de lombriz de tierra (*Eisenia foetida* Sav.) y estiércol de bovino en el suelo sobre la producción de materia seca de espinaca (*Spinacea oleracea* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Emison, 2003. La fuerza de un hombre: compostaje domestica. Editada por Universidad Autónoma de México. México, D. F. Disponible en:
<http://www.emison.com/115.htm>
- Espinoza, L. F. 1999. Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales. Escuela de Agricultura y Ganadería, Estelí, Nicaragua.

- Ferruzzi, C. 1987. Manual de lombricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 120 p.
- Fuentes, Y. J. L. 1989. La crianza de la lombriz roja. Servicio de Extensión Agraria. Madrid, España.
- Fuller, H., J. y D. D. Ritchie, 1967. General Botany, 5th Edition Barnes y Noble. New York, U.S.A.
- García, P. R. 1996. "La lombricultura y el Vermicompuesto en México". Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el Agro Mexicano. La Agricultura del siglo XXI. V. A. Chapingo, México.
- García, V., Iriarte, A., Carabajal, D., Tomalino, L., Saravia, L. 1999. Invernadero - Secador: resultados experimentales con pimiento y melón. ASADE. Vol. I. N° 1. Pag. 1-4.
- Godoy, A. C., I. López M. Torres C. E. 1999. Modulo demostrativo sobre producción de melón con acolchado plástico y riego por cinta. INIFAP-CELALA. Matamoros, Coah.
- Gamayo, D., J. De D. 1999. El cultivo de melón bajo invernadero. Servicio de desarrollo tecnológico agropecuario estación experimental Agraria. Elche (Alicante) Vida Rural n° 97 15 de noviembre 1999. edita Eumedia S.A Madrid.
- Guerrero, L. R. 2003. Evaluación de híbridos de melón (*Cucumis melo* L.) bajo condiciones de fertorriego y acolchado plástico en la Comarca Lagunera. Tesis Licenciatura, UAAAN-UL. Torreón Coah. Méx.
- Hernández, C. y González, S. 1997. Reducción y reciclaje de los residuos sólidos. Editada por Universidad Autónoma de México. México, D. F.
- Infoagro. 2002. El cultivo de melón. Disponible en:
http://www.nortecastilla.es/canalagro/datos/frutas/frutas_tradicionales/melon7.htm.
- Legall, M. J. R. y Valenzuela, C. I. Z., 1999. Manual de lombricultura. Editada por la Universidad de Agricultura de Nicaragua. 16 p. Disponible en:
<http://www.lombricultura.net/Tlalombriz.jpg>.
- Luna, G. 2004. Evaluación de 5 híbridos de melón bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, Mexico.
- Marco, M. H., 1969. El melón. Economía, producción y comercialización. Editorial Acriba. España. PP 42-45, 49-52, 53-64.
- Magnano, J. C. y Gómez, O., 1999. Curso de lombricultura. Vita-Fertil. Argentina. Disponible en:
<http://www.wormsargentina.com/lombricultura.html>
- Martínez, C. C., 1999. Potencial de la lombricultura. Lombricultura técnica mexicana. México D.F.

- Ochoa, M. E., 2002. Nuevos híbridos de melón (*Cucumis melo* L.) para la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Torreón, Coahuila.
- Peñaranda, C. G., 1998. Curso Teórico-Practico de lombricultura. Academia de Ciencia de Ucrania, Kiev, Ucrania.
- Pérez-Zamora, O. and Cigales-Rivero, M., 2001. Soil moisture tension and nitrogen fertilization on Cantaloupe melon. *Agrociencia*, 35(5): 479-488.
- Perione, F., 1999. Recuperación de los suelos con lombriz roja californiana. Respuesta enviado a Fernando Perione. México.
- Primavesi, A., 1982. Manejo ecológico del suelo. Buenos Aires, Argentina.
- Ramírez-Canales, J., 1974. Características generales de las series de suelo en la región Lagunera Coahuila y Durango. Secretaria de Recursos Hidráulicos. Distrito de riego. No. 17.62 p.
- Ravera, R. A., 1999. Como criar lombrices Rojas Californianas. Programa de Autosuficiencia Regional. Argentina.
- Raspeño, N., 1996. Lombricultura-Compost. Revista procampo, No. 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. Pp.7 – 54.
- Ruiz, F. J. F., 1995. La agricultura orgánica: ecología o mitología. Coordinación del Patronato de investigadores de Agricultura Orgánica de la Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México.
- Sade, A., 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- SAGARPA. 2003. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. pp. 32. Torreón, Coahuila.
- Santibáñez, E. 1992. La comarca Lagunera, ensayo monográfico. Primera edición. Tipográfica Reza. S. A. Torreón, Coahuila, México. P. 14.
- Salazar, E. Y Rojas, C., 1992. Curso fundamental de lombricultura, aspectos generales-teoría. Editada por Asociación Colombiana de lombricultores. Asolombriz. Colombia.
- SAS. 1998. el paquete estadístico Statical Análisis System (SAS) versión 6.12. Edition Cary N: C. united States of America.
- Schmidt, R. H., Jr., 1989. The arid zones of México: climatic extremes and ceptualization of the Sonoran Desert. *Journal of Arid Environments*, 16:241.256
- Thompson, M. L., 1978. El suelo y su fertilidad. 3ª ed. Editorial Reverte S. A. Barcelona, España. pp. 75-76.

- Tiscornia, R. J. 1989. Hortalizas de Fruto. Ed. Albatros. Pp.109-111. Buenos Aires, República Argentina.
- Valadez, L. A., 1994. Producción de Hortalizas. Ed. Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. 2ª reimpresión. pp. 250-258. México D.F.
- 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.
- Zapata, M. P., Cabrera, S. Bañon y P. Rooth. 1989. El melón. Ediciones Mundi Prensa. Madrid España.

APÉNDICE

Cuadro 1A. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANVA realizados, para la variable rendimiento del melón en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL. 2003.

FV	Gl	Rendimiento
Tratamiento	15	937**
Error	47	371.62
Total	62	
Media		74.38
Cv (%)		25.91

FV= Fuentes de variación; gl= grados de libertad; gl= grados de libertad.

Cuadro 2A. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANVA realizados, para las variables peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial y grados Brix del melón en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL. 2003.

FV	Gl	PF	DP	DE	°Brix
Tratamiento	15	258460.84**	7.76**	3.91**	1.18 ns
Error	47	48151.38	1.04	0.88	1.14
Total	62				
Media		1334.92	14.79	13.28	8.07
Cv (%)		16.43	6.91	7.09	13.27

FV= Fuentes de variación; gl= grados de libertad; PF= Peso de fruto; DP= Diámetro polar; DE= Diámetro ecuatorial; **= significancia al 1%; ns= no significativo.

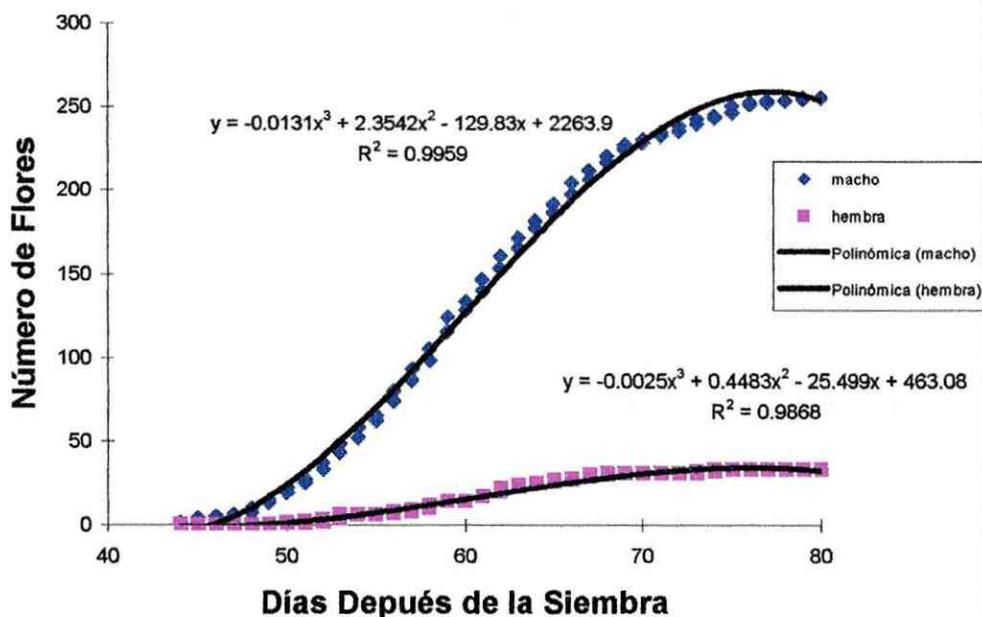
Cuadro 3A. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANVA realizados, para las variables espesor de pulpa, cavidad de placenta, y días después de la siembra del melón en los tratamientos evaluados bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL. 2003.

FV	Gl	EP	CP	DDS
Tratamiento	15	0.44**	0.45 ns	113.58**
Error	47	0.16	0.30	7.34
Total	62			
Media		3.41	5.11	94.60
Cv (%)		11.81	10.72	2.86

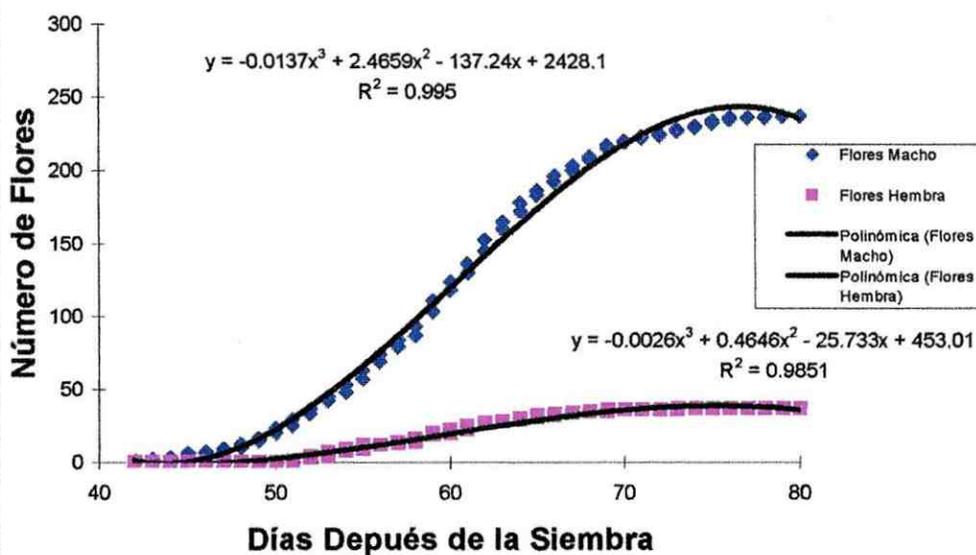
FV= Fuentes de variación; gl= grados de libertad; EP= Espesor de pulpa; CP= Cavidad de placenta; DDS= Días después de la siembra; **= Significancia al 1%; ns= no significativo.

GRAFICAS 1-16 REPRESENTATIVAS DE LA FLORACIÓN EN EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo* L.)

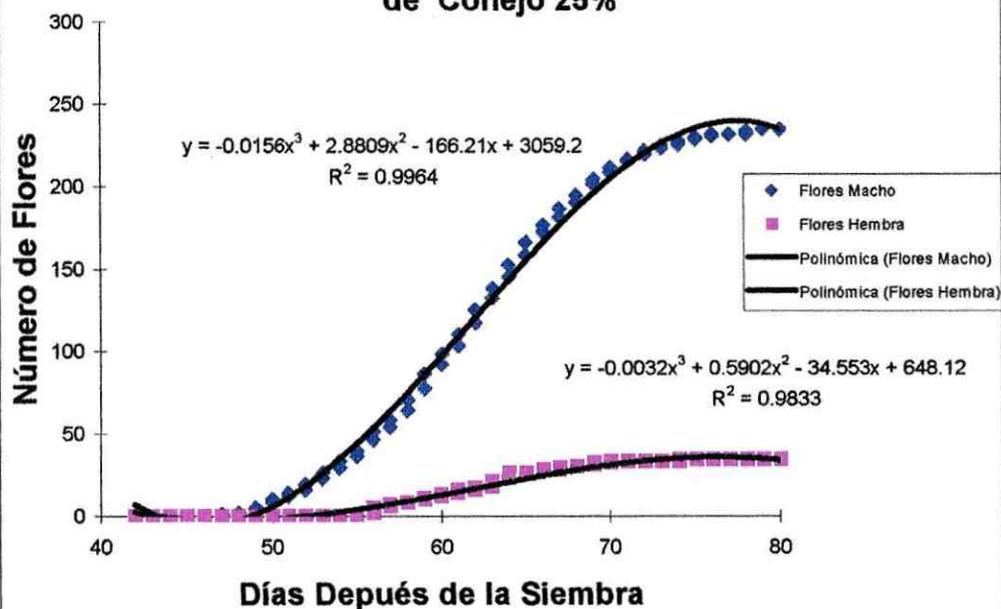
Floración del Melón con Vermicomposta de Caballo 25%



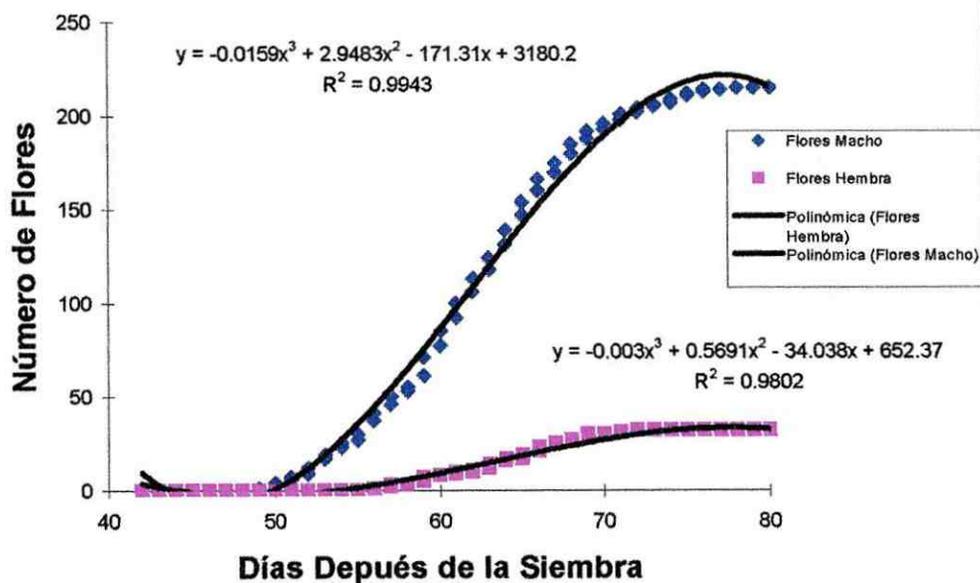
Floración del Melón con Vermicomposta de Caprino 25%



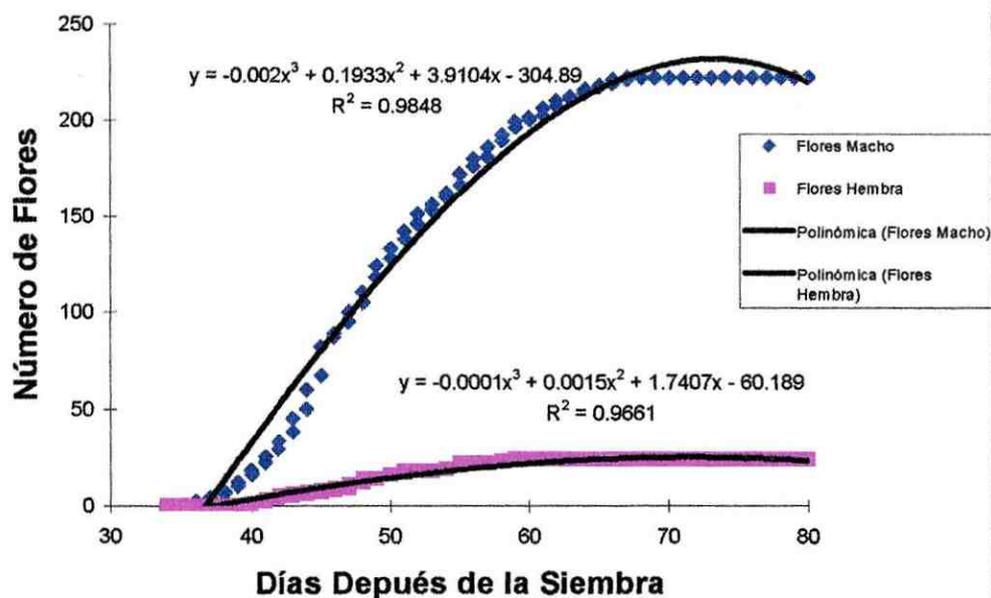
Floración de Melón con Vermicomposta de Conejo 25%



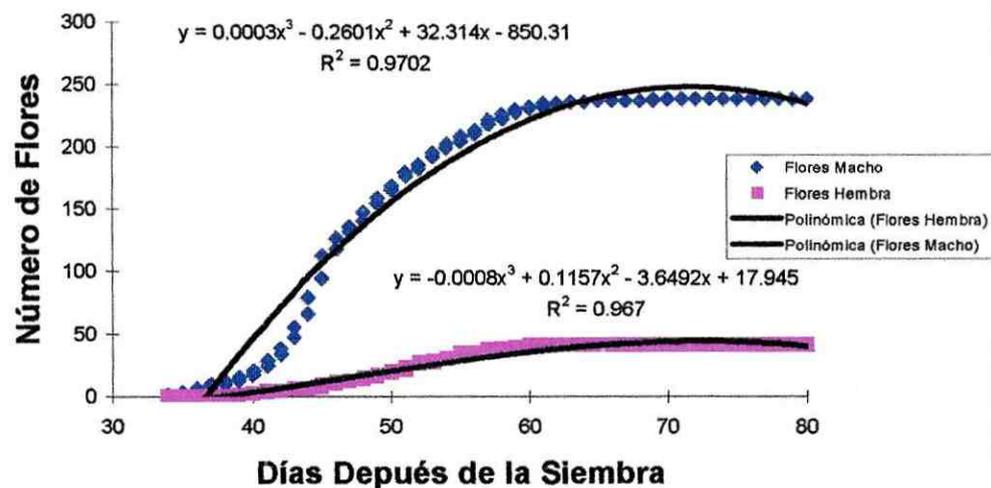
Floración del Melón con Vermicomposta de Bovino 25%



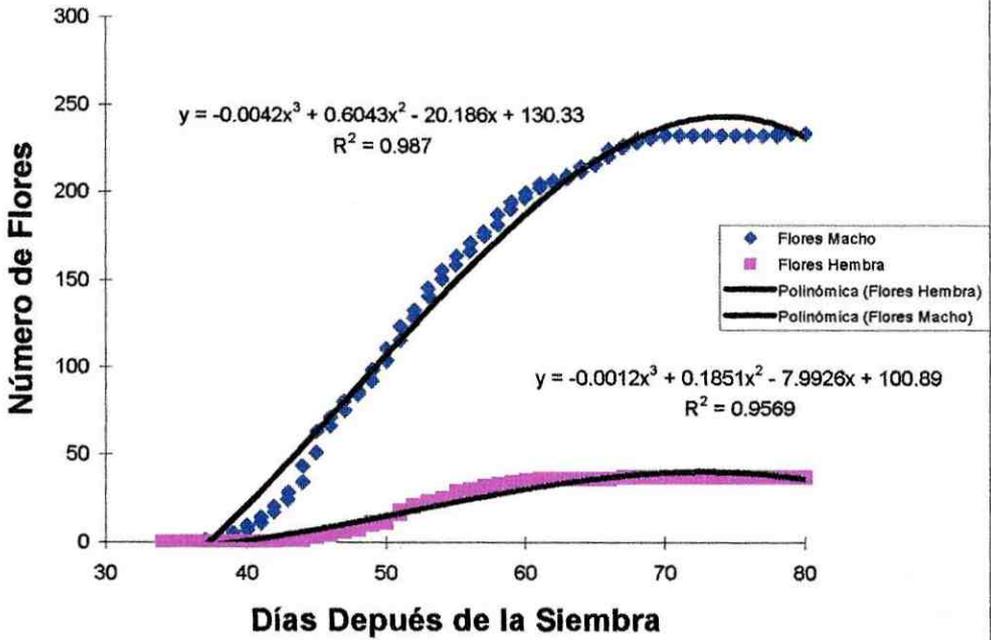
Floración del Melón con Vermicomposta de Caballo 30%



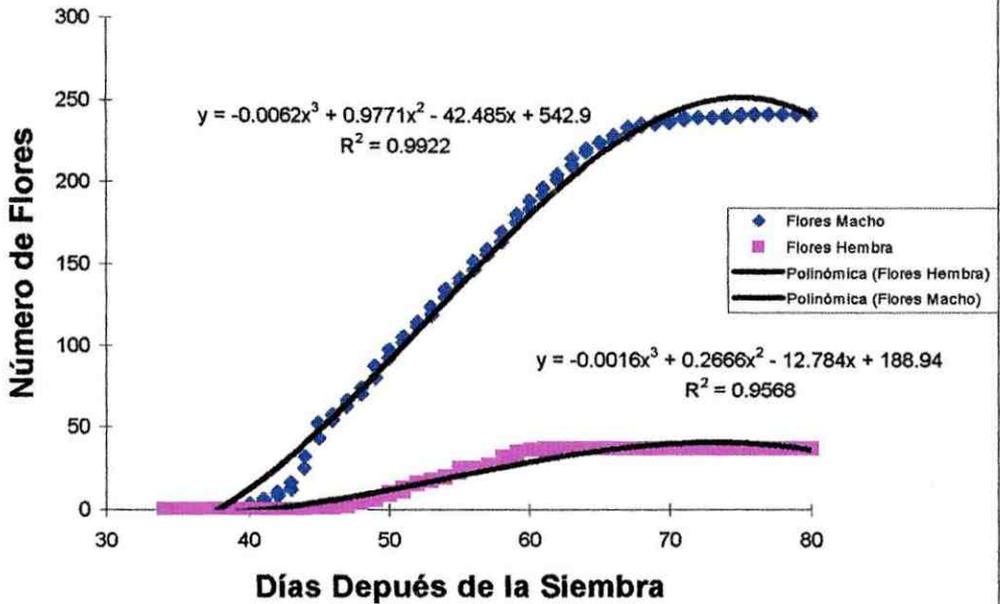
Floración del Melón con Vermicomposta de Caprino 30%



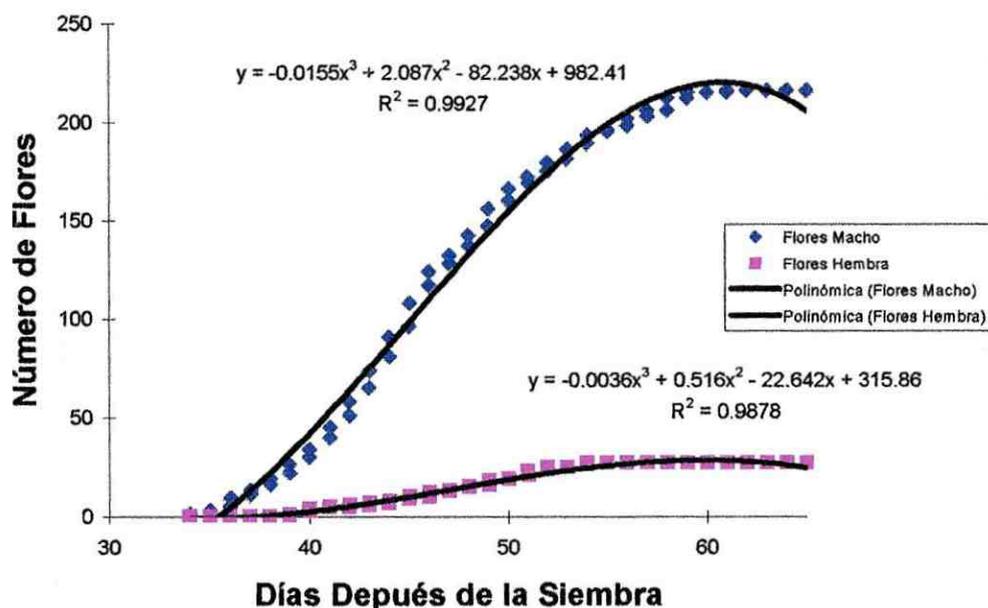
Floración del Melón con Vermicomposta de Conejo 30%



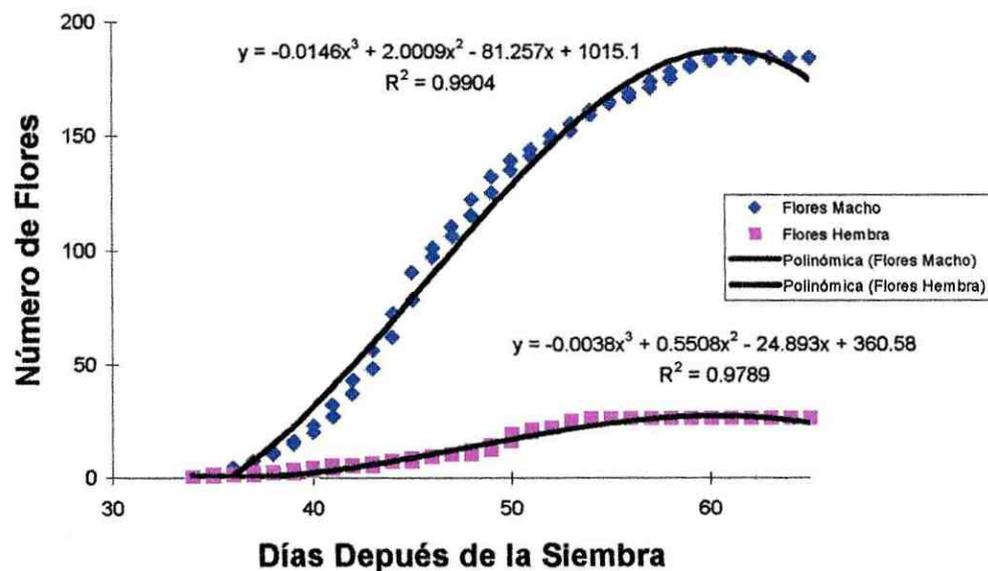
Floración del Melón con Vermicomposta de Bovino 30%



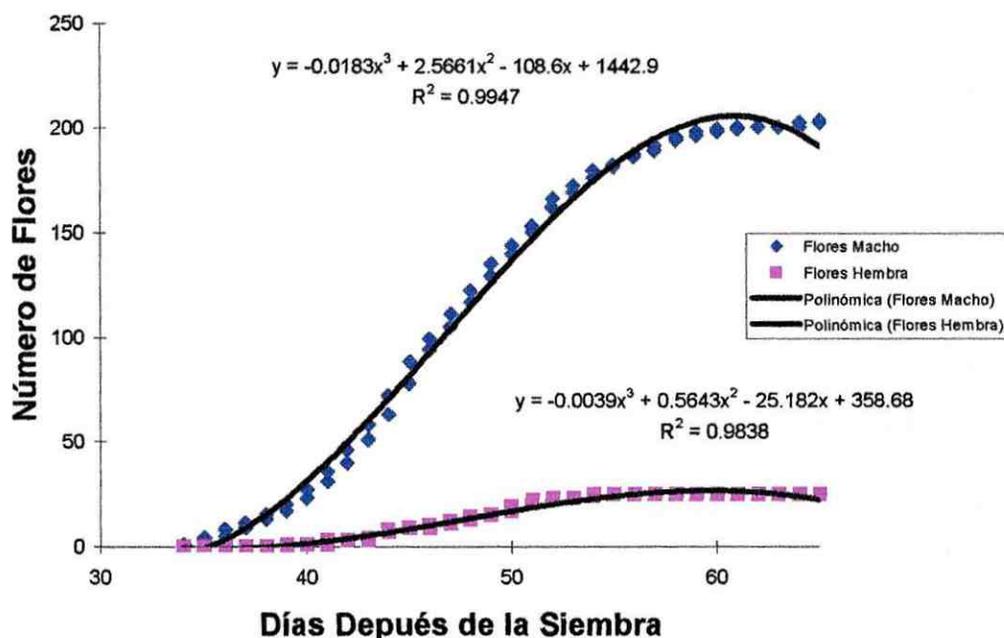
Floración del Melón con Vermicomposta de Caballo 35%



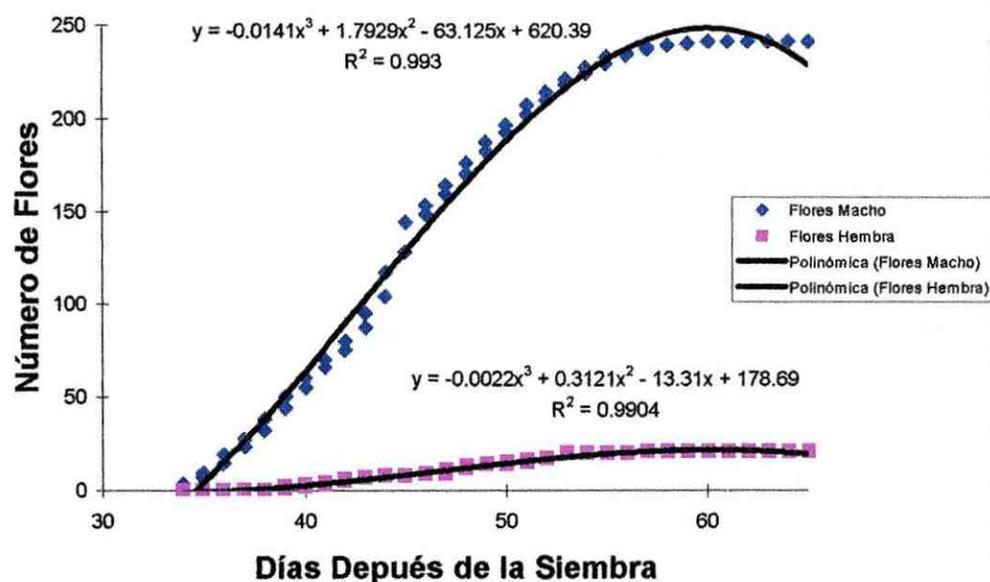
Floración del Melón con Vermicomposta de Caprino 35%



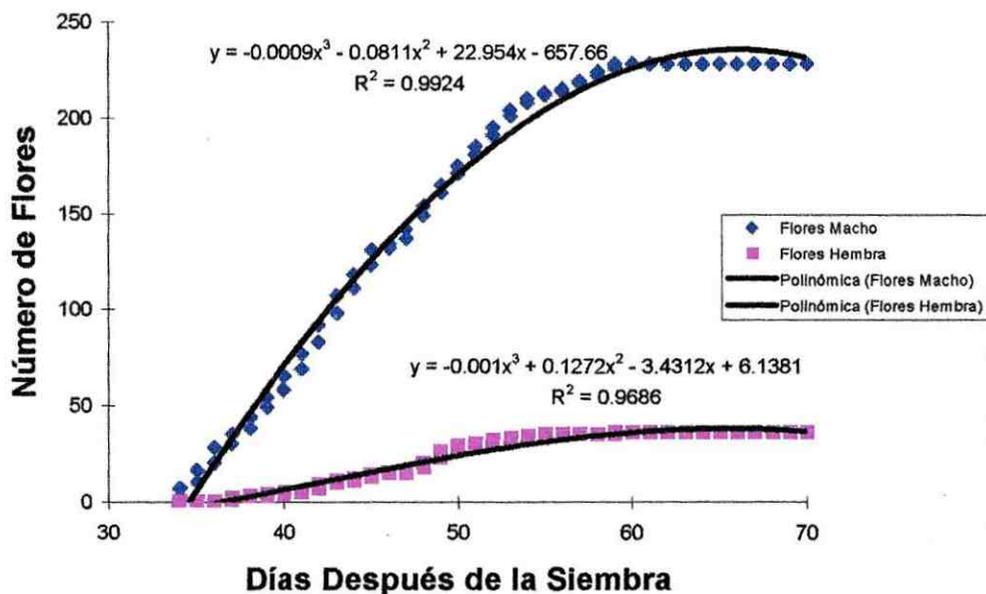
Floración del Melón con Vermicomposta de Conejo 35%



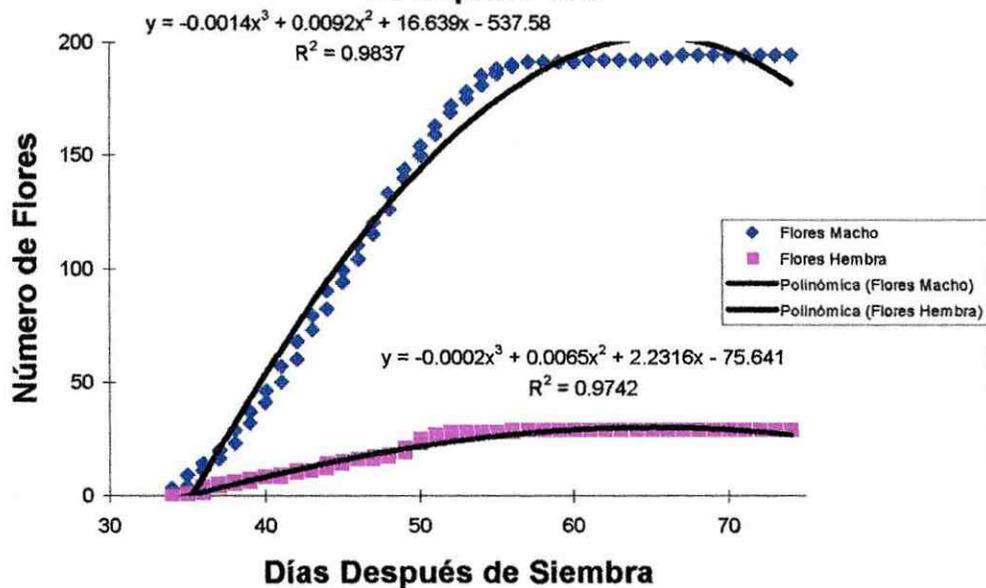
Floración del Melón con Vermicomposta de Bovino 35%



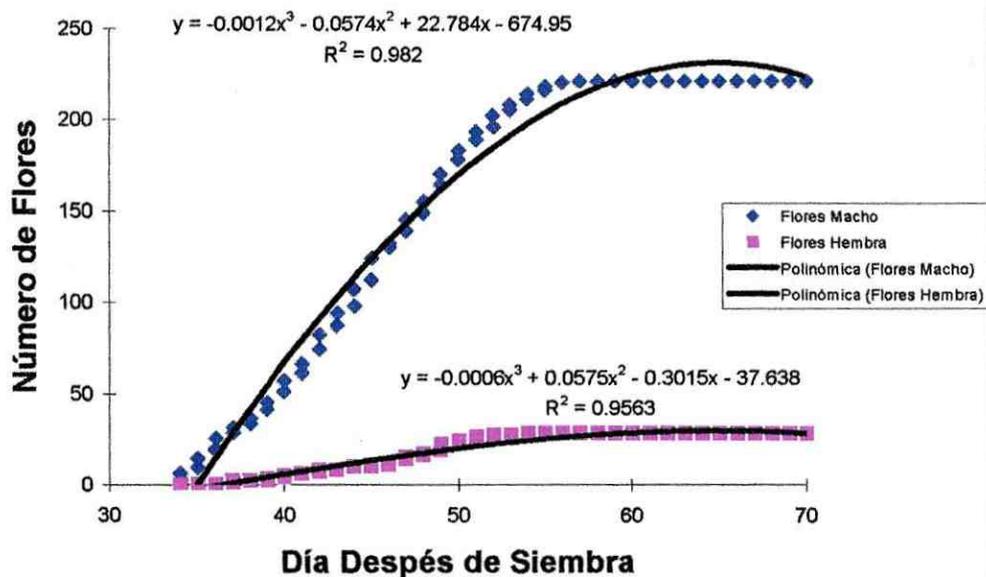
Floración del Melón con Vermicomposta de Caballo 40%



Floración del Melón con Vermicomposta de Caprino 40%



Floración de Melón con Vermicomposta de Conejo 40%



Floración de Melón con Vermicomposta de Bovino 40%

