

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Evaluación de diferentes niveles de vermicompost en el desarrollo de girasol ornamental en maceta (*Helianthus annuus* L.)

POR

ABEL CABRERA DE LOS SANTOS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de diferentes niveles de vermicompost en el desarrollo de girasol
ornamental en maceta (*Helianthus annuus* L.)

TESIS DEL C. ABEL CABRERA DE LOS SANTOS QUE SE SOMETE A
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL


DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ


ASESOR



MC FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

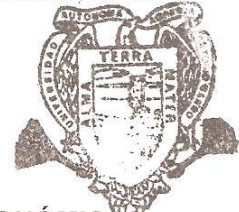
ASESOR


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas
DICIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de diferentes niveles de vermicompost en el desarrollo de girasol
ornamental en maceta (*Helianthus annuus* L.)

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


INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:



DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

PRESIDENTE



MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL
VOCAL



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA
VOCAL



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

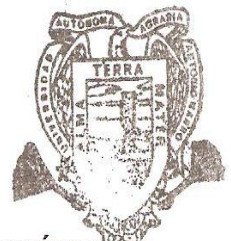
VOCAL SUPLENTE



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas
DICIEMBRE DE 2009

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Este trabajo está dedicado con mucho cariño y amor a mis padres Lidio Cabrera Rodríguez y Flaviana de los Santos Sosa por haber confiado en mí y por darme su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos de mi vida, por haberme enseñado a ser una persona de buenos principios y por enseñarme a luchar para alcanzar mis objetivos.

A MIS HERMANOS

Ana Cabrera y Manuel Cabrera que de alguna u otra manera siempre estuvieron presentes y ofrecieron su apoyo incondicional sin esperar nada a cambio. A mis hermanas María de los Ángeles Cabrera (+) y Estela Cabrera (+) que están en algún lugar cerca de Dios y que siempre estarán en mi mente y corazón.

A MI NOVIA

M.V.Z Norma Angélica Murcia Solís por estar siempre a mi lado, por apoyarme en todo momento en todos los aspectos de mi vida y por enseñarme que cuando uno lucha siempre se logran las metas propuestas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios por darme la vida y por permitirme lograr esta meta de mi vida.

A mi “Alma Terra Mater” por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y por estos cuatro años y medio que me brindó todas las bases para lograr mis objetivos.

De manera muy especial a mis padres Lidio Cabrera y Flaviana de los Santos por todos sus consejos, por hacer de mi una persona de valores, por ese apoyo infinito en la realización de este sueño.

A mi asesor principal, al Dr. Alejandro Moreno Reséndez por todo su apoyo, su valioso tiempo y sus conocimientos brindados para la realización del presente trabajo.

A mis asesores la MC. Francisca Sánchez Bernal, Dr. Armando Espinoza Banda y al ME. Víctor Martínez Cueto por todo el apoyo brindado y por el tiempo dedicado en la revisión del presente trabajo.

A mis amigos Enrique, Joel, Efrén, Alma, Celia, Arturo, Juan Diego, Moisés, Rosendo y Eudes, por todos los momentos inolvidables compartidos y a todos mis compañeros de salón por compartir estos cuatro años y medio llenos de alegrías, tristezas y de momentos difíciles.

RESUMEN

Hoy en día la producción de basura en las grandes ciudades se ha vuelto un tema preocupante debido a la gran contaminación que esto genera, aunado a la problemática que se crea en la producción agropecuaria al utilizar agroquímicos que contaminan el suelo, el aire y el agua. Es por eso, que la agricultura orgánica está tomando gran importancia al utilizar desechos orgánicos reciclados, por ejemplo a través del vermicomposteo; de esta manera se obtiene un producto de calidad y libre de elementos tóxicos, además de que se reduce la cantidad de desechos contaminantes.

Para la producción de girasol (*Helianthus annuus* L.), en maceta utilizando sustrato de arena y vermicompost en la Comarca Lagunera actualmente se cuenta con poca información ya que es un cultivo que aún no se produce o al menos no existen registros, y en los viveros comúnmente utilizan la mezcla de tierra con hoja en la producción de ornamentales en maceta.

En este trabajo se evaluó el efecto que tiene el vermicompost mezclado con arena de río en diferentes niveles, para la producción de girasol ornamental en maceta. Las macetas, se colocaron bajo una malla sombra al 60%, con un diseño experimental completamente al azar, que consistió en cinco tratamientos (T₀, T₁, T₂, T₃ y T₄) con trece repeticiones cada uno. El T₀ fue considerado como testigo con el 100% de arena, mientras que para los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄, se utilizó una mezcla de vermicompost/arena con una proporción de 10/90, 20/80, 30/70, 40/60 respectivamente. Para el experimento se utilizó la variedad de girasol ornamental Pacino la cual es una variedad enana especialmente para la siembra en maceta y las variables evaluadas fueron: la altura de la planta, número de hojas, diámetro de tallo, número de ramificaciones, diámetro de capítulo y duración de la floración.

Los resultados que se obtuvieron con el programa estadístico SAS, fueron los siguientes:

Para la variable altura de planta, se encontró diferencia significativa, el T₄ presentó el valor más alto con 42.79 cm, mientras que el valor más bajo lo presentó el T₀ con 33.17 cm. Para el número de hojas también se observó diferencia significativa y el valor más alto fue para los T₂ y T₃ ya que alcanzaron un promedio de 18 hojas mientras que el T₀ alcanzó un número más bajo que fue en promedio 14.4 hojas. En lo que respecta a diámetro de tallo, no presentó diferencia significativa entre los T₂, T₃ y T₄ ya que alcanzaron un promedio de 0.90 cm, el T₀ presentó el valor más bajo con 0.70 cm mientras que el T₂ mostró un resultado intermedio con 0.80 cm. El diámetro de capitulo no presentó diferencia significativa entre los tratamientos, aunque el valor mayor lo presentó el T₃ con 11.13 cm mientras que el T₂ alcanzó 9.80 cm. En lo que respecta a duración de la floración no se observó diferencia significativa, aunque el que obtuvo el valor mayor fue el T₃ con un promedio de 6.61 días mientras que para el T₂ fue de 6.15 días.

De manera general el mejor resultado para todas las variables lo obtuvo el T₃ en el cual se utilizó una mezcla de 30% vermicompost con 70% de arena.

Palabras clave: Vermicompost, arena, girasol, ornamental.

INDICE

Contenido

DEDICATORIAS	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xi
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
1.3 Metas	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Antecedentes históricos de la lombricultura	4
2.1.1 Vermicompost	5
2.1.2 Importancia de la lombricultura	6
2.1.3 Las lombrices y sus requerimientos	7
2.2 Materia orgánica	8
2.2.1 Beneficios de los abonos orgánicos	9
2.2.2 Inconvenientes de los abonos orgánicos	9
2.3 Tipos de sustratos en viveros	10
2.3.1 Sustratos para producción viverística	11
2.3.2 Sustratos para multiplicación	11
2.3.3 Sustratos para hidroponía	11
2.3.4 Características físicas y químicas de los sustratos	12
2.4 Girasol: origen e historia	12
2.5 Clasificación taxonómica	13
2.6 Descripción morfológica de la planta	14
2.6.1 Raíz	14
2.6.2 Tallo	15

2.6.3 Hojas	15
2.6.4 Inflorescencia	15
2.6.5 Semilla.....	16
2.7 Requerimientos edafoclimáticos	16
2.7.1 Suelo	16
2.7.2 Temperatura.....	16
2.7.3 Luz.....	17
2.7.4 Agua	17
2.7.5 Fertilización	18
2.8 Fisiología del girasol	18
2.8.1 Fotosíntesis	18
2.8.2 Fotoperiodo	19
2.8.3 Heliotropismo	20
2.9 Girasol en maceta.....	20
2.9.1 La variedad Pacino.....	20
2.9.2 Plagas y enfermedades.....	21
2.9.3 Importancia mundial	21
2.9.4 Importancia nacional	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 Localización de la Comarca Lagunera.....	22
3.2 Localización del experimento	23
3.4 Genotipo	23
3.5 Manejo del cultivo	23
3.5.1 Preparación de las mezclas	23
3.5.2 Llenado de macetas	24
3.5.3 Siembra	24
3.5.4 Riegos	24
3.5.5 Emergencia de plántulas	25
3.5.6 Toma de datos	25
3.6 Variables evaluadas	25
3.6.1 Altura de la planta	25

3.6.2 Número de hojas	26
3.6.3 Diámetro de tallo	26
3.6.4 Diámetro de capitulo.....	26
3.6.5 Duración de floración.....	26
3.7 Análisis estadísticos	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1.1 Altura de la planta	28
4.1.2 Número de hojas	30
4.1.3 Diámetro de tallo	31
4.1.4 Diámetro de capitulo.....	32
4.1.5 Duración de floración.....	34
CONCLUSIONES	35
RECOMENDACIONES	36
LITERATURA CITADA	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Proporción de vermicompost/arena de los tratamientos utilizados en la evaluación de diferentes niveles de vermicompost en el desarrollo de girasol ornamental en maceta.....	24
Cuadro 2. Análisis químico del vermicompost y de la arena.....	28
Cuadro 3. Altura de planta (cm) de girasol cultivada en maceta con diferentes niveles de vermicompost. UAAAN. 2009	29
Cuadro 4. Número de hojas totales producidas por plantas de girasol con diferentes niveles de vermicompost. UAAAN. 2009.....	30
Cuadro 5. Diámetro de tallo (cm) para plantas de girasol cultivado en maceta con diferentes niveles de vermicompost. UAAAN. 2009	32
Cuadro 6. Medias de diámetro de capitulo para cada planta de girasol cultivada en maceta con diferentes niveles de vermicompost. UAAAN. 2009	33
Cuadro 7. Duración de floración (días) para girasol cultivado en maceta con diferentes niveles de vermicompost. UAAAN. 2009.....	34

I. INTRODUCCIÓN

La producción diaria de basura en las grandes ciudades de México es en promedio de un 1.0 kg por habitante, de la cual el 40% pertenece a residuos sólidos orgánicos, que son foco de enfermedades, olores fétidos y contaminación de agua, suelo y atmósfera. Para evitar esto y procesar dichos residuos se puede emplear la lombriz *Eisenia fetida* con la cual se obtiene el vermicompost (VC), producto orgánico que aporta elementos nutritivos, como el N, P, K entre otros, favorece la retención y penetración de agua en el suelo y ayuda a aumentar el proceso de mineralización. El VC se emplea en la agricultura y su contenido de elementos mayores es más balanceado y eficiente comparado con los abonos verdes, estiércoles, lodos, residuos de cosecha y residuos agroindustriales (Aguirre *et al.*, 2007).

Debido a las características del VC, y gracias a que tiene un gran potencial como abono orgánico, este material mezclado con diferentes niveles de arena, se ha evaluado como medio de crecimiento para el desarrollo de hortalizas y ornamentales tanto en condiciones de invernadero como en condiciones de campo. Con estas prácticas se han obtenido resultados que comprueban la eficacia del VC, y se ha establecido, por un lado, que el rendimiento de los cultivos es superior o al menos similar al generado con la solución nutritiva, cuando se aplica entre 25 y 50% en volumen de VC por maceta (Aguilera, 2002; Moreno *et al.*, 2005).

La lombricultura o vermicultura es una biotecnología limpia, de bajo costo, fácil de desarrollar y al alcance de cualquier familia o productor del ámbito agro-industrial que desee valorizar su residuos orgánicos biodegradables (restos de cosecha, camas, estiércoles), para convertirlos en abono (Schuldt *et al.*, 2007).

Las plantas ornamentales han sido cultivadas por el hombre desde hace mucho tiempo, y esta práctica se ha vuelto una de las actividades más importantes para la obtención de ingresos económicos. Las flores han servido de inspiración a los artistas de todos los tiempos, desde los tradicionales versos “Las rosas son rosas, las violetas son azules”, hasta los girasoles de más alto costo del mundo (como los de Van Gogh) incluyendo también a los creadores de los perfumes, que al prepararlos emplean aromas de las flores. El regalo de flores de los enamorados, a las madres, a un ser querido o simplemente la decoración de casas con flores perfumadas y vistosas ha hecho de la floricultura una importante industria durante el siglo XX (Parody, 2008).

La utilización del girasol como ornamental no es nueva, cuando se introdujo en Europa procedente de América, de donde es originaria, su primer uso fue el de planta ornamental en los jardines de la época (Cormenzana, 2001).

En la actualidad, el girasol se cultiva principalmente como planta industrial para la obtención de aceite, si bien en los últimos años se ha observado un aumento de su uso como flor cortada, sobre todo en grandes composiciones para decoración de escenarios, escaparates, mesas, etc. Es paradójico el mayor uso de girasoles artificiales, en su mayoría de tela y plástico, y una menor presencia de la flor natural. También se cultiva como planta ornamental en maceta, aunque para ello se utilizan cultivares enanos (Cormenzana, 2001).

En el presente trabajo se evaluaron diferentes niveles de VC mezclado con arena para determinar si cumple con las necesidades nutricionales requeridas para el desarrollo de girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.).

1.1 Objetivos

Evaluar el efecto del vermicompost y arena como medio de crecimiento y fuente de elementos nutritivos para el desarrollo de las plantas de girasol.

Evaluar el efecto del vermicompost y arena sobre la calidad de las flores.

Evaluar el efecto del vermicompost y arena sobre la duración de floración.

1.2 Hipótesis

La aplicación de vermicompost puede mejorar la calidad de la planta de girasol.

1.3 Metas

Determinar la proporción adecuada de vermicompost-arena que satisfaga las necesidades nutrimentales de *Helianthus annuus* L.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes históricos de la lombricultura

El hombre, en su continua búsqueda, ha generado nuevos métodos en la producción de abonos orgánicos y es así como surge la Lombricultura. Los primeros estudios sobre el tema y las primeras nociones sobre el hábitat y el sistema de reproducción de las lombrices se remontan a 1837, en investigaciones dirigidas por el biólogo Darwin. La importancia que desempeñan las lombrices en el proceso de formación de humus en el suelo es conocida desde la antigüedad. Aristóteles (filósofo griego de la antigüedad) definió la lombriz como "el intestino de la tierra". En Egipto era conocido que la fertilidad del Valle del Nilo era debida a la abundancia de lombrices en dicha tierra, las que se alimentaban de restos orgánicos vegetales que el Nilo transportaba en grandes cantidades en sus crecidas periódicas. Dichos restos eran transformados en humus, enriqueciendo el terreno. Pero no fue hasta mediados del siglo XX cuando se comenzó a pensar en la posibilidad de utilizar la lombriz de tierra para la producción de abonos orgánicos y harina para la alimentación animal en gran escala, lo cual puede ser posible por el descubrimiento de un híbrido de lombriz que permite su explotación industrial (Peña, 2002).

El norteamericano Hugh Carter, es considerado por muchos como el primer gran criador de lombrices en la edad contemporánea. Hacia 1947 logró aplicar técnicas modernas de cultivo, que con ligeras variantes, siguen vigentes hoy en día (Girón, 2006).

2.1.1 Vermicompost

El vermicompost o lombricompost es resultado de la excreción de la lombriz, la composición y calidad de la misma está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz. Un manejo adecuado de los desechos, una mezcla bien balanceada, permite obtener un material de excelente calidad. Este es un producto inocuo, químicamente estable, que puede usarse como mejorador del suelo, porque incrementa su fertilidad y productividad, o también como sustrato para el crecimiento de plantas en invernadero (Quintero *et al.*, 2000). El vermicompost representa una alternativa como abono para el cuidado de las plantas y de los jardines (Ancona, 2006).

La característica más importante del vermicompost es su alta carga microbiana, esto lo ubica como un excelente material regenerador de suelos; lo cual ha sido demostrado con aplicaciones a suelos erosionados y con bajos contenidos de materia orgánica, consecuencia de la aplicación de agroquímicos (Martínez, 1996).

El vermicompost, en cuanto a elementos nutritivos, es rico y equilibrado en nitrógeno, fósforo, potasio, incluidos cobre, hierro y zinc, entre otros. También presenta riqueza en enzimas y microorganismos que estimulan el crecimiento de las plantas y restauran el equilibrio de la tierra y las plantas. Las ventajas del vermicompost son innumerables, algunas son: Acelera los procesos biológicos de las plantas, se puede usar indistintamente en cualquier tipo de cultivo, permite un mayor rendimiento y calidad de los cultivos, permite un ahorro importante de agua, no contamina, se fabrica a partir del reciclado de desechos orgánicos de tipo vegetal y animal (Vaca, 2003).

La cantidad de vermicompost por aplicar a un suelo en particular dependerá del análisis químico de éste. El vermicompost se incorpora con el último paso de

rastra, en forma conjunta con el fertilizante, con la semilla o al momento del deshierbe en cantidades de 2 a 4 ton/ha (Martínez, 2003).

2.1.2 Importancia de la lombricultura

La Lombricultura constituye un sector de importancia económica para muchos países, como Italia, Japón, Holanda, Estados Unidos de Norteamérica, Filipinas, Taiwan, Cuba, México y otros países latinoamericanos. Además de los grandes beneficios ecológicos que redundan en el bienestar del hombre, la lombricultura ofrece un buen ingreso económico para el criador (Torricella, 2006).

La Lombricultura o vermicultura se define como la técnica para la transformación de los residuos sólidos orgánicos por medio de la lombriz de tierra. Esta técnica permite aprovechar toda la materia orgánica basuras urbanas, estiércol animal, residuos orgánicos industriales y lodos de las plantas de tratamiento de residuales obteniéndose finalmente (Peña *et al.*, 2002):

- Abono orgánico conocido con el nombre de "Humus" o "Casting" de gran demanda en el mercado mundial.
- Proteína animal a partir de la lombriz de tierra para la alimentación animal y humana.
- Un control efectivo y económico de los contaminantes sólidos orgánicos.

Es necesario destacar que el cultivo de la lombriz de tierra precisa de muy bajo costo y que como resultado brinda productos de amplia demanda en el mercado mundial y de muy buen precio (Peña *et al.*, 2002). La vermicultura es considerada como una tecnología probada para incrementar la producción y productividad de diferentes cultivos (Singh *et al.*, 2008).

La lombricultura, reside en la alimentación de lombrices con materia orgánica semidescompuesta en el cual proceso de descomposición finaliza en el aparato digestivo de la lombriz. Una parte de la materia orgánica es utilizada por las

lombrices para su desarrollo, y la otra parte es excretada en donde se lleva a cabo el lombricompostaje (Cony, 2003).

2.1.3 Las lombrices y sus requerimientos

Las lombrices poseen el cuerpo alargado, segmentado y con simetría bilateral. Existe una porción más gruesa en el tercio anterior de 5 mm. de longitud llamada clitelium cuya función está relacionada con la reproducción (Mendoza, 2008). La lombriz *Eisenia fetida* es la lombriz roja más utilizada en lombricultivos. Es hermafrodita, copula entre 1 y 5 veces por semana, produciendo cada animal una puesta o cocón conteniendo 2 a 4 embriones con un máximo de 9 (Schuldt *et al.*, 2007).

La lombriz Roja californiana puede vivir hasta 16 años; su cuerpo pesa un gramo y puede alcanzar un tamaño de 8 a 10 cm. Tiene 5 corazones, 6 pares de riñones y 182 conductos excretores, respira por la piel. Se alimenta, con mucha voracidad, de todo tipo de residuos orgánicos en una cantidad equivalente a su peso cada día. El aparato digestivo es espectacular puede humificar en pocas horas lo que tarda muchos años a la naturaleza, generalmente expulsa el 60 % de la materia después de su digestión. Existen varios autores que sostienen que la tierra que ha pasado por la lombriz, comparada con la tierra vecina, es diferente ya que tiene aproximadamente, cinco veces más nitrógeno, siete veces más potasio, el doble de calcio y de magnesio (Peña *et al.*, 2002).

Para mantener en condiciones óptimas las lombrices y conseguir un buen vermicompost se sugieren las siguientes recomendaciones (GRAMA, 2008):

- Ausencia de luz: las lombrices viven debajo de la superficie del suelo, no toleran bien la luz, por lo que deben de estar en un lugar con poca luz.
- Humedad: la presencia de cutícula permeable hace que pierda agua fácilmente, no les conviene que baje drásticamente la humedad, porque no sólo paraliza la actividad sino que puede reducirse su población.
- Temperatura: la óptima debe permanecer cerca de los 20°C, aunque resisten temperaturas entre los 4-30°C. Así, cuando la temperatura es inferior a 7°C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad.
- pH: no soportan valores inferiores a 4.5, la acidez les resulta desagradable, aunque algo leve pueden tolerarla.
- Alimentación: Prefieren los restos vegetales algo descompuestos con una relación C/N relativamente baja, esto hace que presenten una fuerte selectividad con respecto a la vegetación que existe sobre el suelo. Los restos de verduras y frutas de cocina son de su agrado en cuanto a la relación C/N (GRAMA, 2008).

2.2 Materia orgánica

La materia orgánica del suelo es un componente clave en los ecosistemas terrestres, tanto en su concentración como en distribución, su contenido y calidad tienen un importante efecto en los procesos que ocurren dentro de los ecosistemas (Sá *et al.*, 2007).

La materia orgánica es un factor muy importante en la fertilidad del suelo, ya que actúa sobre las propiedades físicas (porosidad, capacidad de retención hídrica, estabilidad de agregados, etc.), sobre las químicas, aportando elementos nutritivos mediante el proceso de mineralización y a través de la capacidad de intercambio de cationes, que actúa como una reserva nutricional y sobre las propiedades biológicas, ya que mantiene la actividad microbiana del

suelo. Se define como el total de compuestos orgánicos que están presentes en el suelo, incluida la biomasa microbiana y vegetal, pero sin incluir a la macroflora y macrofauna. La materia orgánica del suelo se puede dividir en tres fracciones según sus componentes (Bernal, 2004):

- 1.- Fracción orgánica biodegradable
- 2.- Sustancias húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y humina)
- 3.- Biomasa microbiana.

La materia orgánica en los suelos agrícolas, participa en varios ciclos, que asociada al componente vivo del suelo, tiene gran importancia en el movimiento de elementos nutritivos, dado que en la composición de dicha materia se tienen reservas que son liberados en la mineralización, y por eso influye en la concentración, disponibilidad y asimilabilidad de los macro y microelementos (Noriega *et al.*, 2008).

2.2.1 Beneficios de los abonos orgánicos

La aplicación de materia orgánica humificada aporta elementos nutritivos y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas. Al incorporar los abonos orgánicos se ejercerán distintas reacciones en el suelo como son: la mejora de la estructura del suelo al formar agregados estables que mejoran la permeabilidad, aumenta la retención de humedad del suelo, estimula el desarrollo de las plantas, regula la velocidad de infiltración del agua reduciendo así la erosión del suelo, el humus aporta elementos minerales en bajas cantidades y es una fuente importante de carbono para los microorganismos del suelo (Félix *et al.*, 2008).

2.2.2 Inconvenientes de los abonos orgánicos

En el manejo orgánico del suelo (agrícola) se pueden presentar algunas situaciones que pudieran ser interpretadas como inconvenientes pero que a largo plazo resultarán en beneficios. El efecto de los abonos orgánicos es lento en comparación con la fertilización convencional por lo que es recomendable un sistema combinado (convencional y orgánico) para que el cambio sea gradual y ayudar al suelo a restablecer un equilibrio natural. Los resultados se esperan a largo plazo, como se mencionó anteriormente, el cambio debe ser gradual, ya que poco a poco el suelo restituirá los procesos de formación y degradación de la materia orgánica hasta llegar a un nivel donde solo requerirá una mínima cantidad de elementos nutritivos para mantener dicha actividad (Félix *et al.*, 2008).

Otras desventajas que se presentan en los abonos orgánicos es que, es difícil de obtener en grandes cantidades, su manejo es complicado, no tienen los mismos resultados todos los abonos y a veces resulta incosteable (Álvarez, 1988).

2.3 Tipos de sustratos en viveros

El término “sustrato”, que se aplica en la producción viverística, se refiere a todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en un contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de las raíces; el sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta (Pastor, 2000).

En el mercado de los viveros se pueden distinguir diferentes grupos de sustratos, según sus particularidades, para la producción viverística, para la multiplicación de plantas, para la hidroponía y para la jardinería.

2.3.1 Sustratos para producción viverística

Dentro de este grupo se diferencian los sustratos para planta de interior y de temporada y los sustratos para planta de exterior. En el primer caso la turba rubia es el componente mayoritario en la formulación de sustratos, junto con la fibra de coco. Para plantas de exterior, se usan también los productos composteados como la corteza de pino u orujo de uva. Los sustratos empleados en ambos casos dependen del tipo de cultivo, de su manejo y de las instalaciones (Llorens, 2005).

2.3.2 Sustratos para multiplicación

Éstos sustratos difieren poco según cultivos y técnicas empleadas. Es previsible que se empiecen a diferenciar diversas tipologías de sustratos: para semilleros, para enraizamiento de esquejes y para forestales. A medida que se desarrolla la planta, la evapotranspiración aumenta; por ello es necesario que el sustrato proporcione un suministro continuo de agua y elementos nutritivos, y de aireación suficiente al mismo tiempo. El principal aspecto restrictivo de estos sustratos es el tamaño del contenedor. Esto obliga a seleccionar sustratos de elevada retención de agua a bajas tensiones, a la vez que garantiza la óptima aireación de las raíces (Llorens, 2005).

2.3.3 Sustratos para hidroponía

En hidroponía, la capacidad de intercambio catiónico deja de ser importante ya que el sustrato no necesita tener reserva de elementos nutritivos. Por ese

motivo, los sustratos más introducidos son los casi inertes desde el punto de vista químico, como la perlita, la lana de roca o la de arena (Llorens, 2005).

2.3.4 Características físicas y químicas de los sustratos

Las características físicas están directamente asociadas a la capacidad que tienen los sustratos de proveer agua y aire al sistema radicular. Un sustrato está constituido por partículas sólidas y espacios libres que dejan entre sí, denominados poros que conforman el espacio poroso total. Para un crecimiento adecuado de las plantas en macetas, debería tener 15% de su volumen compuesto por material sólido y 85% de poros (Gallardo, 2008).

Probablemente las características físicas más importantes de los sustratos son la densidad aparente y la retención de agua. Aunque en el laboratorio se utilizan además otras medidas como: granulometría, densidad real, porosidad, curvas características de humedad, conductividad hidráulica o conductividad térmica, entre otras (Pastor, 2002).

Las propiedades químicas y físico-químicas se derivan de la composición elemental de los materiales que configuran el sustrato y su relación con el medio. La reactividad de un sustrato se plasma en un intercambio de materia entre el material sólido que forma el sustrato y el líquido que llena las aberturas (Pastor, 2002).

Entre las características químicas de los sustratos destacan: Capacidad de intercambio catiónico, pH, contenido de nutrientes y Relación C/N (Pastor, 2000).

2.4 Girasol: origen e historia

Una de las investigaciones más importantes sobre el origen del girasol fue realizado en el 2007 por el Dr. David Lentz de la Universidad de Cincinnati en la que señala que es un cultivo milenario de México cuya domesticación data de la época precolombina ya que se han encontrado semillas fósiles que datan de hace 4 mil años en el estado de Morelos (Cerero, 2008a). Sin embargo también existen datos de que el girasol es originario de Norte América que comprende el norte de México y la Costa Oeste de EUA (Whipker *et al.*, 1998).

Existen estudios arqueológicos que sitúan el cultivo de esta planta en los años 3.000 A.C. en lo que es Arizona y Nuevo México. Esta planta era muy utilizada por tribus indias norteamericanas, quienes molían la semilla y la utilizaban para hacer tortas en forma de pan. A veces mezclaban las semillas con habas, calabaza o maíz. Es posible que también fabricaran un aceite que utilizaran en la elaboración del pan (Schneiter, 1997).

Hacia el año 1500 esta flor exótica fue llevada a Europa Occidental donde su uso fue como elemento ornamental y en ocasiones como medicinal. El girasol llegó a ser un cultivo muy común en el siglo XVIII en Rusia, y la mayor parte de este esfuerzo se debió a Pedro el grande, Zar de Rusia, entre 1689 y 1725. En esta época el uso de la planta era ornamental y fue en 1769 según datos históricos, en que se utilizó para la producción de aceite de girasol. A finales del siglo XX las semillas de girasol de origen ruso regresan a Estados Unidos (Schneiter, 1997). Al poco tiempo en que se había introducido la planta, se cultivaban en los Reales Jardines Botánicos de Madrid (Cormenzana, 2001).

2.5 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del girasol presentada por el Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM, 2008), es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Helianthus*

Especie: *annuus*

2.6 Descripción morfológica de la planta

El girasol (*Helianthus annuus* L.), es una especie anual que presenta una gran variabilidad en sus formas cultivada y silvestre (Rodríguez *et al.*, 2004), y sus características morfológicas de presentan en los siguientes párrafos.

2.6.1 Raíz

Está formada por una raíz principal pivotante, que se extiende (dependiendo de las condiciones físicas y de humedad del suelo) hasta 4 metros de profundidad. Sobre esta raíz principal se desarrollan otras raíces de primer y segundo orden. Las de primer orden se caracterizan por extenderse superficialmente (paralelas al suelo), hasta una distancia de 10 a 40 cm, para luego hundirse. Así forma una red de raíces que exploran vertical y horizontalmente el suelo en busca de humedad y elementos nutritivos.

Las raíces tienden a profundizarse más en periodos de sequía que en condiciones de buena humedad. En este caso, el desarrollo es superficial y pueden formarse, desde el cuello de la planta, raíces adventicias (Calero, 1995).

2.6.2 Tallo

Es de consistencia semileñosa y maciza en su interior, siendo cilíndrico y con un diámetro de 2 a 6 cm y una altura hasta el capítulo de 0.4 a 2 m. La parte exterior del tallo es rugosa, asurcada y vellosa; excepto en su base. En la madurez el tallo se inclina en la parte terminal debido al peso del capítulo (Sánchez *et al.*, 2002).

2.6.3 Hojas

Son alternas, pecioladas, grandes, trinervadas, acuminadas, dentadas y de áspera vellosidad tanto en el haz como en el envés. El número de hojas varía entre 12 y 40, según las condiciones de cultivo y la variedad. Las hojas miden de 7 a 20 cm de largo por 4 a 20 cm de ancho, con el ápice acuminado y bordes aserrados (Sánchez *et al.*, 2002).

2.6.4 Inflorescencia

Es una cabezuela o capítulo rodeado de un grupo de brácteas de color verde. Flores de la periferia unisexuales pistiladas, corola ligulada de color amarillo o naranja que van de 3 a 6 cm de largo. Las flores del disco son bisexuales con corolas tubulares de 8 mm de largo y de color amarillo además presenta el cáliz modificado en una estructura bracteode que persiste en la semilla (Sánchez *et al.*, 2002).

La floración abarca desde, la apertura de la flor por completo hasta que los granos alcanzan su máximo peso seco. La duración de la floración en girasol es de 7 a 10 días, depende principalmente de la variedad y de la temperatura (Díaz, 2003).

2.6.5 Semilla

La semilla o fruto del girasol consiste en un aquenio, a menudo en la semilla se adhiere el pericarpio, usualmente llamado cáscara. A falta de fertilización, los aquenios estarán vacíos. Las semillas varían de 7 a 25 mm de largo y de 4 a 13 mm de ancho. Pueden ser lineales, ovales o casi redondos (Dedio, 2005).

2.7 Requerimientos edafoclimáticos

2.7.1 Suelo

El girasol es considerado como una planta tolerante a la sequia, que crece en una gran variedad de tipos de suelo desde arenosos a arcillosos y con un rango de pH que oscila de 5.7 a 8. Sin embargo, los girasoles tienen una baja tolerancia a la salinidad y requieren de un buen drenaje (Dedio, 2005).

2.7.2 Temperatura

La temperatura es el factor más importante para la germinación de las semillas siendo los 26 °C la óptima, con temperaturas máximas de 40 °C y mínimas entre 3 y 6 °C. En lo que se refiere a temperatura del suelo (0 a 5 cm, a partir de que se inician normalmente las siembras) debe permanecer entre 8 y 10 °C.

Las temperaturas menores retardan la emergencia afectando el vigor de las plántulas, la eficiencia de implantación y el rendimiento (del Valle, 1987).

El rango de temperatura para el desarrollo del girasol puede variar y el óptimo va de 21 °C a 24 °C (Alba y Llanos, 1990).

2.7.3 Luz

La luz es muy importante, ya que influye en el crecimiento y desarrollo del girasol. La luz (radiación solar), constituye un factor energético en la producción. Su influencia varía en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo (del Valle, 1987).

2.7.4 Agua

El cultivo anterior, las labranzas, los barbechos, etc. son condicionantes del almacenaje de agua en el suelo y son de importancia debido a la estrecha vinculación existente entre la disponibilidad de agua en la siembra y el rendimiento. En estadios posteriores del girasol, algunas deficiencias hídricas estimulan el desarrollo radical favoreciendo la exploración a más de 180 cm de profundidad, en suelos que así lo permitan (ASAGIR, 2006).

El girasol para la producción de aceite requiere de la provisión de abundantes niveles de agua y elementos nutritivos, con demandas proporcionales a los rendimientos logrados, por lo tanto para el logro de cultivos de alta producción se acentúa la necesidad de un adecuado manejo en la provisión de los elementos nutritivos (Díaz, 2000).

En condiciones de temporal, aunque no se observan síntomas de sequía en girasol, en la floración se inicia con escasas reservas de agua en el suelo y esto da como resultado que los capítulos alcancen un tamaño medio (Lezaun *et al.*, 2004)

2.7.5 Fertilización

Las plantas requieren tres elementos nutritivos principales para tener una buena calidad: nitrógeno que promueve el follaje sano, el fósforo que promueve las flores y el potasio que está para las raíces fuertes y el vigor total. Cuando las plantas de girasol están en la etapa del crecimiento, antes de que sus flores comiencen a formar se puede promover crecimiento del follaje fertilizando con un producto químico o un fertilizante orgánico que tenga una secuencia de 20-10-10. Una vez que las plantas comienzan a formar las flores se deberá cambiar su fertilización con un producto con una fórmula de 10-20-10 (Kline, 2009).

En la mayoría de los cultivos, el nitrógeno ocasiona incrementos en el área foliar y en el índice de área foliar, lo cual produce un mayor número y tamaño de hojas (McCullough *et al.*, 1994).

2.8 Fisiología del girasol

2.8.1 Fotosíntesis

El girasol está clasificado dentro del grupo de plantas con metabolismo C3 y por su alto valor de fotosíntesis, está muy cerca del grupo C4 donde están el maíz y sorgo. En la fotosíntesis, se registran valores de 40 y 50 mg de CO₂.dm⁻².h⁻¹. De ahí, que el girasol se le considera como una planta de sol y que responde positivamente a altas insolaciones (Calero, 1995).

Si se comparan el girasol, el maíz y el sorgo en condiciones de baja luminosidad y baja temperatura se reducirán las diferencias de fotosíntesis que existen entre ellos. La temperatura óptima de fotosíntesis del girasol se extiende desde los 25 °C hasta los 40 °C y la intensidad de saturación luminosa es muy alta, entonces es muy eficiente tanto en condiciones de baja como de alta radiación y temperatura. Los requerimientos de radiación y temperatura entre las variedades del girasol no presentan mucha diferencia (Hernández y Orioli, 1994).

2.8.2 Fotoperiodo

El fotoperiodo no afecta sensiblemente la duración del ciclo del girasol, aunque se han detectado ciertos efectos sobre el número de hojas por planta al momento de la floración. En general, puede aceptarse que bajo las condiciones locales y con los cultivos difundidos en la actualidad no es necesario tener en cuenta el efecto del fotoperiodo en la elección del lugar y época de siembra (UNER, 2009).

Algunas variedades de girasol, pueden considerarse como neutros en cuanto a los requerimientos fotoperiodo y frío. Sin embargo algunos muestran diferencias en el ritmo reproductivo con cambios en el ciclo de crecimiento (precoces y tardíos) y con diferentes fechas de siembra (Goyne y Schneiter, 1987).

En la formación de las hojas del girasol, el fotoperiodo, acelera o retrasa su desarrollo, si la duración del día es corta, los tallos tienden a alargarse y la superficie foliar disminuye. Algunas variedades pueden adelantar o retrasar más de 15 días la fecha de floración como respuesta al fotoperiodo (Alba, 1990).

2.8.3 Heliotropismo

El girasol tiene heliotropismo positivo, esto quiere decir que sigue los rayos que emite el Sol. Este heliotropismo lo muestra únicamente en los primeros estadios de su crecimiento, hasta el fin de la etapa vegetativa. Entonces el girasol queda inmóvil hacia el Este (Leonart, 2008).

2.9 Girasol en maceta

La producción de plantas ornamentales en maceta bajo invernadero o malla sombra, es una importante actividad que requiere de atención especial a todos y cada uno de los procesos técnicos que se involucran en ella (Moran, 2004).

Las variedades de girasol para el cultivo en maceta son principalmente Big Smile, Elf, Pacino, Sundance Kid y Teddy Bear. Las flores son de alrededor de cuatro pulgadas con pétalos amarillos y el centro negro. Las plantas producen una flor individual y es común que las plantas se cultiven en macetas de seis pulgadas. El girasol en maceta es un cultivo de producción rápida y es una oportunidad para los productores que deseen abastecer a los consumidores actuales de esta planta (Whipker, 1998).

2.9.1 La variedad Pacino

Se trata de una variedad de girasol genéticamente enana, especial para cultivo en maceta y alcanza una altura de 30-40 cm. Sus flores alcanzan diámetros de 10-12 cm, con pétalos amarillos y el centro negro. Es una variedad para maceta de las más precoces ya que florece de 50-60 días después de la siembra. Su comportamiento es indiferente al fotoperiodo por lo que es una planta de día neutro (Vidalie, 1992).

2.9.2 Plagas y enfermedades

Se han presentado plagas en algunos estados donde se produce girasol y son los siguientes: Barrenador del tallo del girasol (*Dectes texanus* L.) detectado en el estado de Tamaulipas (Coronado *et al.*, 2008). Gallina ciega, picudo cortador del capítulo (*Rhynchites mexicanus*), palomilla del capítulo (*Homoeosoma electellum*) y chapulín, detectados en el estado de Durango (Gómez *et al.*, 2002) y mayate (*Cotinis mutabilis*) que se presenta en el estado de Zacatecas (Medina *et al.*, 2003).

Sclerotinia, Verticillium (Gómez *et al.*, 2002), cenicilla y la pudrición blanda del capítulo (Medina *et al.*, 2003).

2.9.3 Importancia mundial

2.9.4 Importancia nacional

En México el girasol se siembra para la producción de aceite principalmente y ocupa el sexto lugar, después de los cultivos de cártamo, soya, cacahuate, ajonjolí y canola (SIAP, 2007). Hay un grave problema de competencia con respecto a la producción de girasol para semilla debido a la producción de éste con fines ornamentales y para forraje, de tal manera que la cantidad que se siembra para semilla tiene altibajos muy notables (Cerero, 2008b).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera es una región agrícola y ganadera de México y se localiza entre los meridianos 101° y 104° al Oeste de Greenwich, y los paralelos 24° 59' y los 26° 53' latitud Norte. Abarca cinco municipios en el estado de Coahuila y diez en el estado de Durango, ambos en la parte norte del país. Su extensión territorial es de 4 637 km² (INIFAP, 1999). Cuenta con un clima seco desértico con lluvias en verano y seco en invierno (García, 1988).

3.2 Localización del experimento

El experimento, se llevó a cabo en el área experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicada sobre Periférico Raúl López Sánchez Km. 2 y Carretera a Santa Fe, Torreón Coahuila. El trabajo se realizó bajo malla sombra al 60% en los meses agosto-octubre de 2008.

3.4 Genotipo

Se realizó la evaluación con un genotipo de girasol enano (*Helianthus annuus* L.), especial para el cultivo en maceta, el cual fue "Pacino".

3.5 Manejo del cultivo

3.5.1 Preparación de las mezclas

Se realizaron mezclas de vermicompost/arena, las cuales se presentan en el cuadro 1, con las proporciones correspondientes.

Cuadro 1. Proporción de vermicompost/arena de los tratamientos utilizados en la evaluación de diferentes niveles de vermicompost en el desarrollo de girasol ornamental en maceta.

Tratamiento	Vermicompost (% volumen)	Arena (% volumen)
T ₀	0	100
T ₁	10	90
T ₂	20	80
T ₃	30	70
T ₄	40	60

3.5.2 Llenado de macetas

Después de realizar las mezclas correspondientes, se procedió a llenar las macetas de polietileno negro de 15 x 25 cm, calibre 400, dejando un espacio en la parte superior de 5 centímetros para el riego. Se llenaron 13 macetas por tratamiento dando un total de 65 macetas. Se aplicó un riego pesado a cada maceta antes de la siembra para lavar el exceso de sales de las mezclas.

3.5.3 Siembra

La siembra se realizó de manera directa utilizando una semilla por cada maceta a una profundidad de 2 cm aproximadamente. La fecha de siembra fue el 14 de agosto de 2008 en el área experimental de la UAAAN UL.

3.5.4 Riegos

Al momento de la siembra, se aplicó un riego. Posteriormente cada dos días según los requerimientos de humedad de cada maceta ya que en días lluviosos no fue necesario la aplicación de riegos. Los riegos fueron hasta finalización de la floración del girasol.

3.5.5 Emergencia de plántulas

La emergencia de las plántulas fue uniforme a los cuatro días después de la siembra. La germinación fue del 100%.

3.5.6 Registro de datos

El registro de datos se realizó en cada una de las plantas de los cinco tratamientos con sus respectivas repeticiones cada ocho días.

3.6 Variables evaluadas

Las variables de las cuales se registraron datos fueron: altura de la planta (AP), número de hojas (NH), diámetro de tallo (DT), número de ramificaciones (NR), diámetro de capítulo (DC) y días de floración (DF).

3.6.1 Altura de la planta

Para medir la altura de la planta se usó un vernier tomando la medida desde la base del tallo hasta el crecimiento apical del tallo principal. También se utilizó

una regla de 30 cm y una cinta métrica para cuando las plantas rebasaron la medida del vernier. En total se hicieron ocho registros de datos y se registraron cada ocho días.

3.6.2 Número de hojas

Se contaron a los trece días después de la emergencia de las plántulas y de ahí hasta el fin de floración. Para cada tratamiento se tomaron datos de plantas al azar de las repeticiones y de ahí se sacó un promedio. La toma de datos fue a al mismo tiempo que la de las demás variables.

3.6.3 Diámetro de tallo

Se utilizó un vernier y se midió en la parte media del tallo principal de cada planta para obtener los datos al final del trabajo.

3.6.4 Diámetro de capítulo

Para obtener el diámetro del capítulo, se tomaron datos a partir de la brotación de los capullos hasta la floración total de cada capítulo. La última toma de datos en el diámetro del capítulo, se realizó cuando estaba totalmente abierto.

3.6.5 Duración de floración

Los datos de la duración de la inflorescencia se obtuvieron a partir de la apertura total de cada capítulo hasta el momento de su marchitez.

3.7 Análisis estadísticos

Se utilizó el paquete estadístico SAS (Sistema de Análisis Estadístico) para el diseño completamente al azar con cinco tratamientos incluido el testigo con trece repeticiones cada uno. La unidad experimental fue de una planta por maceta. Para la interacción de los datos se utilizó la prueba de medias de Tukey al 5%.

Se realizó el análisis fisicoquímico del vermicompost y de la arena con los métodos de análisis aplicados por el Departamento de Suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Regional Laguna.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis fisicoquímico del vermicompost y de la arena

De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis químicos del vermicompost (VC) y de la arena (Cuadro 2), se puede observar que el VC tiene una gran cantidad de elementos nutritivos necesarios para la planta. Además de que es rico en materia orgánica en contraste con los resultados de la arena, la cual fue muy pobre tanto en elementos nutritivos así como en materia orgánica.

Cuadro 2. Análisis químico del vermicompost y de la arena

Parámetro	Vermicompost	Arena
N (%)	1.55	.00839
P (ppm)	879.12	4.49
K (meq.100 g ⁻¹)	14.7	.109
Ca (meq.L ⁻¹)	10.67	0.049
Mg (meq.L ⁻¹)	12.345	0.082
Na (meq.L ⁻¹)	4.304	3.043
Fe (ppm)	13.08	12.72
Cu (ppm)	8.64	5.31
Zn (ppm)	8.04	2.1
Mn (ppm)	10.86	3.9
Textura		arenoso
D (g.cm ⁻³)	.694	1.470
C (mS/cm)	31.9	554
pH	8.52	7.48
MO (%)	24.65	.201

D= Densidad; C= Conductividad y MO= Materia Orgánica.

4.1.1 Altura de la planta

Para la variable altura de la planta (AP) se obtuvo diferencia significativa de los tratamientos en relación al testigo. Los tratamientos T₄, T₃ y T₂ se comportaron

de manera similar. El mejor tratamiento fue el T₄ con una altura de 42.79 cm, mientras que el que presentó una altura menor fue el tratamiento que fue utilizado como testigo (T₀), este alcanzó una media de 33.17 cm. El tratamiento T₁ tuvo una diferencia mínima significativa con respecto a los demás tratamientos.

Cuadro 3. Promedio de altura de planta (cm) de girasol cultivado en maceta con diferentes niveles de vermicompost. UAAAN. 2009

Tratamiento	VC (%)	Arena (%)	Altura de la planta (cm)
T ₄	40	60	42.79 a
T ₃	30	70	41.53 a
T ₂	20	80	40.85 a
T ₁	10	90	38.10 ab
T ₀	0	100	33.17 b
CV %			14.97
Media			39.29

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Con respecto a los resultados obtenidos, concuerda con la descripción de (Vidalie, 1992) donde señala que la planta es de tamaño enano y que puede alcanzar de 30-40 cm aunque va a depender del contenido de elementos nutritivos del sustrato. Se puede observar que el T₄ fue el que alcanzó la mayor altura, rebasando los 40 cm descrito por Vidalie, debido a la cantidad de VC aplicado que fue del 40 %, esto influyó a un mayor crecimiento en comparación del T₀ que alcanzó una altura mínima de 33.17 cm. Sin embargo la media total se encuentra dentro de los valores descritos por Vidalie al alcanzar 39.29 cm.

(del Valle, 1987), menciona que la luz influye en el crecimiento y desarrollo del girasol, aunque depende de las diferentes etapas en que se encuentre. Si bien (Vidalie, 1992) señaló que la variedad Pacino es indiferente al fotoperiodo, Goyne y Schneiter (1987), mencionaron que aunque algunas variedades se

consideran como neutros en cuanto al requerimiento del fotoperiodo, algunas variedades tienden a mostrar diferencias en su ciclo de crecimiento, dependiendo de la fecha de siembra, por lo que es probable que la variedad Pacino haya mostrado una altura mayor debido a la cantidad de VC como se mencionó anteriormente y al fotoperiodo, como lo menciona (Alba, 1990), que si la duración del días es corta los tallos del girasol tienden a alargarse.

4.1.2 Número de hojas

Con respecto al número de hojas totales se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Los más altos valores lo presentaron los T₂, T₃ y T₄ con respecto al considerado como testigo (T₀) que mostró el valor más bajo.

En la comparación de medias, los T₂, T₃ y T₄ fueron estadísticamente iguales al presentar 18 hojas, mientras que el T₁ presentó 17 hojas y el valor más bajo lo presentó el T₀ que produjo solo 14 hojas.

Cuadro 4. Número de hojas totales producidas por plantas de girasol con diferentes niveles de vermicompost. UAAAN. 2009

Tratamiento	VC (%)	Arena (%)	Número de hojas
T ₂	20	80	18.00 a
T ₃	30	70	18.00 a
T ₄	40	60	17.92 a
T ₁	10	90	17.00 b
T ₀	0	100	14.46 c
CV %			2.82
Media			17.07

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

En los resultados obtenidos hay una similitud con lo que describe (Sánchez *et al.* 2002) donde menciona que el número de hojas de las plantas de girasol van de 12 hasta 40 dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo. Esto coincide con los T₂, T₃ y T₄ que al tener mayor cantidad de VC se obtuvo una producción mayor de hojas y por el contrario el T₀ que no se le aplicó VC dio como resultado una menor cantidad.

La nutrición de la planta es muy importante debido a que se requiere de elementos necesarios para tener un desarrollo óptimo y una buena producción. En el caso del T₀ al tener un sustrato pobre tanto en materia orgánica así como en elementos nutritivos fue decisivo para un pobre desarrollo, por consiguiente se vio afectado en el número de hojas. Para los T₂, T₃ y T₄ al tener cierta cantidad de VC y por lo tanto elementos nutritivos, dio como resultado un mayor número de hojas, mientras que el T₁ tuvo un resultado intermedio al producir 17 hojas.

(McCullough *et al.*, 1994), señalan que en la mayoría de los cultivos, el nitrógeno ocasiona incrementos en el número y tamaño de hojas, esto concuerda con los resultados obtenidos ya que los tratamientos T₂, T₃ y T₄ los cuales contenían una mayor cantidad de VC (por lo tanto mayor cantidad de nitrógeno, ver cuadro 1), mostraron un mayor número de hojas, en contraste con el resultado que mostró el testigo (T₀) el cual tuvo una menor cantidad de hojas debido a que solo se utilizó arena sin VC, el cual fue muy pobre en nitrógeno.

4.1.3 Diámetro de tallo

Para los resultados obtenidos en la variable diámetro de tallo se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Para los T₂, T₃ y T₄ el

resultado fue similar dando un diámetro de tallo de 0.9 cm mientras que el valor más bajo fue para el T₀ con 0.7 cm de diámetro. El T₁ tuvo un resultado intermedio al resultar con 0.8 cm de diámetro.

Cuadro 5. Diámetro de tallo (cm) para plantas de girasol cultivado en maceta con diferentes niveles de vermicompost. UAAAN. 2009

Tratamiento	VC (%)	Arena (%)	Diámetro de tallo (cm)
T ₂	20	80	0.90 a
T ₃	30	70	0.90 a
T ₄	40	60	0.89 a
T ₁	10	90	0.80 b
T ₀	0	100	0.70 c
CV %			1.47
Media			0.83

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Kline (2009), menciona que las plantas requieren de tres nutrientes principales para tener una buena calidad: nitrógeno que promueve un follaje sano, fósforo que promueve las flores y potasio que promueve raíces fuertes y el vigor total. Para estos resultados concuerda debido a que los T₂, T₃ y T₄ que fueron los que tuvieron una mayor proporción de VC (por lo tanto mayor cantidad N-P-K) mostraron un diámetro mayor de 0.9, por el contrario el T₀ que tenía 100% arena pobre en los tres elementos nutritivos principales arrojó un diámetro de 0.7 cm.

4.1.4 Diámetro de capitulo

En el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa, ya que todos los tratamientos mostraron resultados similares. El valor más alto lo presentó el

T₃ con una media de 11.13 cm de diámetro mientras que el T₂ fue el que mostró el valor más bajo con 9.8 cm.

Cuadro 6. Diámetro de capitulo (cm) para cada planta de girasol cultivada en maceta con diferentes niveles de vermicompost. UAAAN. 2009

Tratamiento	VC (%)	Arena (%)	Diámetro de capítulo (cm)
T ₃	30	70	11.13 a
T ₄	40	60	10.78 a
T ₁	10	90	10.13 a
T ₀	0	100	9.99 a
T ₂	20	80	9.80 a
CV %			26.25
Media			10.37

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Con respecto a los tratamientos más destacados (T₃, T₄ y T₁) para la variable diámetro de capitulo en los cuales se utilizaron el VC, se obtuvo un diámetro promedio de 10.68 cm, valor que concuerda con lo mencionado por Vidalie (1992), quien señaló que el diámetro de los capítulos de la variedad Pacino alcanzan de 10-12 cm.

(Lezaun *et al.*, 2004), en un experimento realizado en girasol sobre condiciones de temporal y riego, obtuvieron que, en condiciones de temporal aunque no se observaron síntomas de sequía en girasol, al inicio de la floración se cuenta con escasas reservas de agua en el suelo, lo que da como resultado en una disminución del tamaño del capítulo, lo que indica que el contenido de humedad influye en el tamaño. De acuerdo a los resultados obtenidos, pese a que estadísticamente los tratamientos no mostraron diferencia significativa, como se puede observar en el cuadro 6, los tratamientos T₁, T₀ y T₂ alcanzaron un diámetro de capitulo menor al que obtuvieron los tratamientos T₃ y T₄. Esto

podría explicarse como el efecto de retención y penetración del agua en el suelo que tiene el VC como lo señala (Aguirre *et al.*, 2007), al tener una mayor cantidad de VC hay una mayor retención de humedad y por lo tanto un mayor diámetro de capitulo en comparación a los resultados obtenidos para los tratamientos T₁, T₀ y T₂ los cuales al tener una menor cantidad de VC y mayor de arena no obtuvieron una buena retención de la humedad por consiguiente afectó el diámetro de capitulo.

En términos porcentuales aunque no mostraron diferencia significativa, los tratamientos T₃ y T₄ superaron en un 11.41 % y 7.90 % respectivamente al testigo (T₀), mientras que el T₁ solo superó en 1.40 % al testigo, lo que indica que los valores mostrados para diámetro de capitulo por los tratamientos T₃ y T₄ son mejores en porcentaje, indicando un tamaño más atrayente. Por otro lado, el CV (Coeficiente de Variación) de 26.25 %, indica que los procedimientos y métodos aplicados en el registro de datos en la variable diámetro de capitulo pudieron presentar algunos errores ya sea de forma directa (mal registro de datos) o indirecta (condiciones climaticas) al momento del registro de datos, debido a que presenta un porcentaje por arriba del aceptable que es del 25 % máximo en campo como lo menciona (Gil, 2000).

4.1.5 Duración de floración

Por lo que respecta a esta variable, no presentó diferencia significativa, como se puede ver en el siguiente cuadro los resultados obtenidos entre los tratamientos son similares. En la comparación de medias el valor mayor lo tuvo el T₃ con una media de 6.61 días mientras que el valor menor lo obtuvo el T₂ con un valor de 6.15 días.

Cuadro 7. Duración de floración (días) para girasol cultivado en maceta con diferentes niveles de vermicompost. UAAAN. 2009

Tratamiento	VC (%)	Arena (%)	Duración de floración (días)
T ₃	30	70	6.61 a
T ₄	40	60	6.38 a
T ₀	0	100	6.30 a
T ₁	10	90	6.15 a
T ₂	20	80	6.15 a
CV %			15.08
Media			6.32

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Díaz (2003), menciona que el tiempo que dura la floración es de 7 a 10 días, dependiendo de la variedad cultivada y de la temperatura principalmente. La media de los tratamientos fue de 6.32 días, la variedad Pacino al ser de porte enano y para maceta presenta, una flor con una duración no muy larga y la temperatura probablemente influyó también. Debido a que en la fase de desarrollo del girasol (Agosto de 2008), se registró una temperatura media de 26 °C siendo ésta considerada óptima, por lo tanto, los resultados con respecto a la duración de la floración son aceptables. Sin embargo, el tratamiento T₃ en términos porcentuales obtuvo un valor mayor con un 4.92 % con respecto al testigo (T₀) el cual implica una duración mayor de floración y por lo tanto es un valor más deseable. En lo que respecta al CV (Coeficiente de Variación) el valor se encuentra dentro de un porcentaje aceptable lo cual implica que los procedimientos y métodos aplicados en el registro sobre la duración de floración son aceptables.

CONCLUSIONES

Para el presente trabajo en el cual se evaluaron diferentes niveles de vermicompost/arena en el desarrollo de girasol ornamental cultivado en maceta,

se encontraron diferencias significativas para las variables: altura de planta, número de hojas y diámetro del tallo, mientras que para las variables diámetro de capítulo y duración de floración, se obtuvieron diferencias no significativas. El tratamiento que presentó un comportamiento mejor debido a que alcanzaron valores más altos para todas las variables fue el T₃ el cual estuvo conformado por una proporción VC/arena de 30% - 70% y dio como resultado una planta de buen porte tanto la altura de la planta, como en el diámetro del capítulo y duración de la floración si se toma en cuenta que es un cultivo con fines ornamentales.

El segundo mejor tratamiento fue el T₄, formado por una proporción de 40% de vermicompost con 60% de arena, ya que estadísticamente fue superado en diámetro de capítulo y duración de la floración por el T₃ aunque no significativamente. Si se toma en cuenta que al aplicar una mayor cantidad de VC, aumentan los costos de producción obteniéndose los mismos resultados, es preferible utilizar el T₃, con un 30% de VC.

En el presente trabajo de investigación se demostró que el vermicompost tiene un gran potencial en el desarrollo de las plantas del girasol por lo que al utilizarlo con una mezcla de arena en la proporción indicada es un sustrato ideal para una producción de calidad.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo es recomendable utilizar una mezcla de VC/arena en una proporción de 30/70 respectivamente.

Evaluar una variedad de girasol diferente a Pacino para verificar su comportamiento dentro de la dosis recomendada.

Evaluar el comportamiento del girasol ornamental en maceta en una fecha de siembra diferente a la realizada en este trabajo para observar los resultados.

LITERATURA CITADA

Aguilera G. S. 2002. Efecto de la vermicomposta en chile chilaca (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México. 31p.

- Aguirre B.M. de J., Bárbara A. M. H., Elizabeth A. L. 2007. Lombricultura como alternativa para el aprovechamiento de desechos orgánicos [en línea]. Disponible en www.turevista.uat.edu.mx/Vol.%202%20Num%201/2-1%20lombrices%201.htm. Fecha de recuperación 27 de noviembre de 2007.
- Alba, A. y Llanos, M. 1990. El cultivo del girasol. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 158 pp.
- ASAGIR. 2006. Girasol. Requerimientos nutricionales y ambientales.
- Bernal, C.M.P. 2004. Fertilidad y contaminación de suelos agrícolas. Aplicación al cultivo de la vid. Aire, agua y suelo en la producción de uva para vino de calidad:23-46.
- Calero, H.E. 1995. El cultivo del girasol en el ecuador.
- Cerero, H.N. 2008a. Girasol, situación actual mundial y nacional. Oleaginosas en cadena:2.
- Cerero, H.N. 2008b. Girasol, situación actual, mundial y nacional. CONASIPRO.
- Cormenzana, J.M.d.A. 2001. El cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) para flor cortada. *Flormarket II*:55-61.
- Coronado, B.J.M., C.E. Ruiz, and M.S. Nikolaevna. 2008. Aporte de nuevos registros para México de insectos plaga de importancia por entomólogos de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Disponible en: <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%203%20numero%202/PRIMER%20FORO%20UNIVERSITARIO/CA-2.swf>. Recuperado 07 de Noviembre de 2009.
- Dedio, W. 2005. The biology of *Helianthus annuus* L. (Sunflower). The plant biosafety office.
- del Valle, L. 1987. El cultivo moderno del girasol. Editorial de Vecchi. España. 126 p.
- Díaz, Z.M. 2000. Manejando la nutrición mineral. *Revista Agromercado*.
- Díaz, Z.M., Gustavo, A.Duarte., Eleanora, P.D.Z. 2003. El cultivo del girasol. ASAGIR (Asociación Argentina del Girasol). Disponible en www.asagir.org.ar/Publicaciones/cuadernillo_web.pdf. Fecha de recuperación 27 de Octubre de 2007.

- Félix, H.J.A., R.R. Sañudo-Torres, G.E. Rojo-Martínez, R. Martínez-Ruiz, and V.O. Portugal. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai* 4:57-67.
- Gallardo, C. 2008. Sustratos para plantas, tipos y principales características. Tratamiento integral de residuos sólidos.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a edición. Instituto de Geografía. UNAM. México, DF. 217 p.
- Gil, M.E. 2000. La uniformidad en la distribución del abono. *Agrotécnica*. Pp 62-67. Disponible en: http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Agrotec/Agrotec_2000_1_62_67.pdf. Recuperado 26 Noviembre de 2009.
- Girón, A.M.D. 2006. Evaluación de dos métodos en la extracción de lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*), tradicional y de capas en la producción de lombrihumus.
- Goyne P. J. and Schneiter A.A. 1987. Photoperiod influence on development in sunflower genotypes. *Agronomy Journal*. 79:4. pp. 704-709
- GRAMA. 2008. Manual de vermicompostaje. Grupo de Accion para el Medio Ambiente (GRAMA) 4.
- Hernández, L.F., y G.A. Orioli. 1994. El ideotipo del girasol (*Helianthus annuus* L.). *Agriscientia* XI:87-98.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1999. Sistemas de información del medio físico y la productividad de los cultivos forrajeros. [CD-ROM]. Torreón, Coahuila. 1999
- Kline, C.J. 2009. Girasoles - una guía completa a la selección y al crecimiento. *Organic garden articles*.
- LEONART. 2008. Fototropismo.
- Lezaun, J.A, A.P. Armesto, A. Lafarga, J. Goñi. 2004. Campaña girasol: 2003. Navarra Agraria ITA Agrícola. Disponible en: <http://www.navarraagraria.com/n143/argira4.pdf>. Recuperado 16 de Noviembre de 2009.
- Llorens, M.C.i. 2005. Tipos de sustratos en viveros. *Horticultura internacional y B&P*:74-75.

- Martínez, C.C. 1996. Potencial de la Lombricultura. Lombricultura Técnica Mexicana. México.140
- McCullough, D.E., Ph. Girardin, M. Mihajlovic, A. Aguilera and M. Tollenaar. 1994. Influence of N supply on development and dry matter accumulation of an old and new maize hybrid. Canadian Journal of Plant Science. 74: 3. pp 555-563.
- Medina G., G., Rumayor R. A., Cabañas C. B., Luna F. M., Ruiz C. J. A., Gallegos V. C., Madero T. J., Gutiérrez S. R., Rubio D. S. y Bravo L. A. G. 2003. Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, México. 157 p. (Libro Técnico No. 2).
- Mendoza, G.L. 2008. Manual de lombricultura. Colegio de estudios científicos y tecnológicos de Chiapas.
- Moran, M.F. 2004. Producción de plantas ornamentales en maceta en invernadero. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción.
- Moreno, R.A., Valdés – Perezgasga, M. T. y Zarate – López, T. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Agricultura técnica (Chile). 65(1):26-64
- Noriega, A.G., H.S. Cruz, and B.J. Vidal. 2008. Abonos orgánicos para la agricultura sustentable en México.
- Parody, B. 2008. La biotecnología y las plantas ornamentales. INTA - CONICET.
- Pastor, S.B. 2002. Sustratos: propiedades físicas, químicas y biológicas:70-79.
- Pastor, S.J.N. 2000. UTILIZACION DE SUSTRATOS EN VIVEROS.
- Peña, T.E., R.M. Carrión, F. Martínez, N.A. Rodríguez, and C.N. Companioni. 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. Disponible en: www.actaf.co.cu/paginas/bibliov/ManualAbonosOrganicos.pdf. Recuperado 23 de Octubre de 2009.
- Quintero, L.R.; R. Ferrera-Cerrato; J.D. Etchevers B.; N.E. García C.; R. Rodríguez Kabana; G. Alcantar G. y A. Aguilar S. 2000. Vermicomposteo, Composteo y su Dinámica Microbiana. En: La

Edafología y sus Perspectivas al Siglo XXI. Tomo I. UNAM, CP y UACH. México. 417-418

- Rodríguez, R.H., M.M. Echeverría, and M.T. Salaberry. 2004. Girasol ornamental. Boletín de floricultura INTA:26.
- Sá, J.C.M., J.B.D. Santos, F.M. Vázquez, E.G. Cardoso, D.S. Junior, A. Massinham, C. Ferreira, M.A. Pavei, and R.S. Carli. 2007. Compartimentos de la materia orgánica y balance de carbono en experimentos sobre sistemas de manejo de suelos de larga duración. Informaciones agronomicas:9-11.
- Salinas, H., G. Hoyos, P. Sáenz, M. Martínez, I. Sánchez, and R. Socorro. 1988. Proyecto sistemas de producción caprinos en la Región Lagunera. RISPAL Informe VIII Reunión general.
- Sánchez, L.V.H., G.G.A. Bueno, and B.R. Pérez. 2002. Evaluación agronómica de especies nativas con potencial forrajero en el departamento del Guaviare:10.
- Schneiter, A.A. 1997. Sunflower Technology and Production. American Society of Agronomy:1-19.
- Schuldt, M., R. Christiansen, L.A. Scatturice, and J.P. 2007. Lombricultura. Desarrollo y adaptación a diferentes condiciones de temperie (Vermiculture. Development and adaptation to diverse climatic conditions). REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. VIII:2.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2007. Anuario estadístico de la producción agrícola. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=1042&tipo=1>. Recuperado 29 de Noviembre de 2009.
- Singh, K., B.S. Bhimawat, and N.K. Punjabi. 2008. Adoption of vermiculture technology by tribal farmers in Udaipur district of Rajasthan. International Journal of Rural Studies (IJRS) 15.
- Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). 2008. *Helianthus annuus*, Proyecto GEF- CIBIOGEM /CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21459_sg7.pdf. Recuperado 29 Octubre de 2009.
- UNER. 2009. Cátedra de climatología agrícola. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.

Vidalie H. 1992. Producción de flores y plantas ornamentales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 310 p.

Whipker, B., S. Dasoju, and I. McCall. 1998. Guide to successful pot sunflower production. Horticulture Information Leaflet 562. Disponible en: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/hils/HIL562.pdf>. Recuperado 28 de Noviembre de 2009.