

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**SOLUCIONES NUTRITIVAS ORGÁNICAS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE
GIRASOL ORNAMENTAL SEMI-ENANO**

POR

ROMEL SORROSA IBARRA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

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

SOLUCIONES NUTRITIVAS ORGÁNICAS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS
DE GIRASOL ORNAMENTAL SEMI-ENANO

TESIS DEL C. ROMEL SORROSA IBARRA
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA
APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL

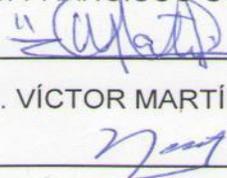


MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

ASESOR:

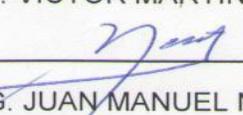
ING. FRANCISCO SUÁREZ GARCÍA

ASESOR:



MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México, Octubre del 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

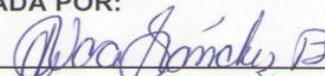
SOLUCIONES NUTRITIVAS ORGÁNICAS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS
DE GIRASOL ORNAMENTAL SEMI-ENANO

TESIS DEL C. ROMEL SORROSA IBARRA QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:



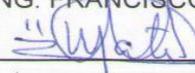
MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL:



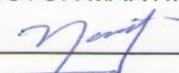
ING. FRANCISCO SUÁREZ GARCÍA

VOCAL:

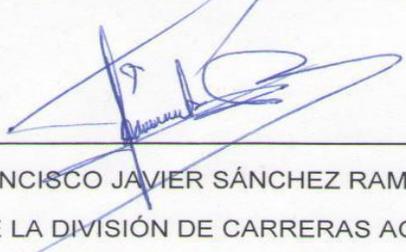


MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México, Octubre de 2012

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

FILEMON SORROSA MONTALBAN Y CLEMENCIA IBARRA FUENTES, por haber creído en mí, por haber confiado en mí y por haberme dado la oportunidad de devolverles un poco de lo que me han dado, terminando mi carrera, porque nunca podre pagar todo el apoyo y cariño, por ser el ejemplo de vida para mi persona, porque nunca hubiera creído estar escribiendo esto si no es gracias a su apoyo. Este y todos mis logros siempre serán para ustedes.

A mis hermanos:

IVAN y GIOVANNI Que este logro que hoy me llena de felicidad sea ejemplo para ellos, para demostrarles que nada es imposible.

En especial para:

CLEMENCIA IBARRA FUENTES pues sé que le gustaría estar conmigo en este momento.

AGRADECIMIENTOS:

A mis maestros:

Al Dr. Pedro Cano, Dr. Pablo Preciado, Dr. Ángel Lagarda, Dr. Eduardo Madero, M.C Francisca Sánchez, M.E Víctor Martínez, Ing. Francisco Suarez G.

Ing. Juan de Dios, Ing. Juan Manuel Nava por haberme brindado la oportunidad de aprender de ellos.

A mis amigos:

José Bernardo Hernández P. y Luis Jair García S. que fueron los mejores amigos que pude tener.

RESUMEN

Se evaluó la aplicación de soluciones nutritivas orgánicas en el proceso de producción de plántulas de girasol (*Helianthus annuus* L). La aplicación de las soluciones se llevo a cabo a partir de la aparición de la segunda hoja verdadera en las plántulas. Las soluciones orgánicas que se utilizaron fueron Te de Vermicomposta, Te de Composta, Lixiviados de Vermicomposta, Solución Universal Steiner, y Agua natural. Como material vegetativo se utilizaron semillas de girasol semi - enano flor doble Sundance Kid amarillo, la semilla de girasol es de la compañía Tinajero S.A de C.V, se realizó un solo muestreo a los 35 días después de la fecha de siembra (DDS). El trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, el periodo de investigación fue de 10 de Junio al 13 de Julio del 2012. Se utilizo un diseño completamente al azar con 5 repeticiones por tratamiento de manera que se tuvieron 25 unidades experimentales cada unidad correspondía a una planta. Las variables evaluadas fueron número de hojas, altura de la planta, diámetro de tallo, volumen de raíz, peso seco de la raíz, peso seco del vástago, relación vástago raíz, a cada una de las variables se les realizo un análisis de varianza y una prueba de separación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Los análisis realizados mostraron diferencias significativas entre las diferentes soluciones nutritivas. Para todas las variables, el tratamiento con la solución nutritiva Steiner fue el que obtuvo los mayores valores, seguido por el tratamiento que se desarrolló únicamente con el sustrato y agua natural, los resultados de esta investigación demuestran que es necesario continuar evaluando las soluciones nutritivas de origen orgánico y determinar la disponibilidad de los principales elementos nutritivos durante el desarrollo de la plántula.

PALABRAS CLAVE:

COMPOSTA , LIXIVIADOS, VERMICOMPOSTA , GIRASOL , PLANTULA

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
INDICE	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
I.INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Importancia de los cultivos ornamentales en México	4
2.2 Nutrición de plántula.....	6
2.2.1 Efectos de los nutrimentos en la producción de plántulas.....	8
2.2.2 La nutrición de plántulas y el momento del trasplante.....	8
2.2.3 Importancia de la nutrición de plántulas en el desarrollo del cultivo ...	10
2.3 Soluciones orgánicas en la producción de plántulas	10
2.3.1 Té de compost.....	12
2.3.1.1 Beneficios del té de compost.....	14
2.3.2 Té de Vermicomposta	14
2.3.3 Lixiviados de Vermicomposta.....	16
2.3.3.1 Definición.....	16
2.3.3.2 Antecedentes	17
2.3.3.3 Características	17
2.3.4 Solución Nutritiva	18
2.4 Sistemas de producción de plántulas	20
2.4.1 Producción de plántula en charolas	20
2.5 Factores que influyen en la producción de plántulas	21
2.5.1 Temperatura.....	21
2.5.2 Humedad.....	22
2.5.2.1 Humedad del sustrato	23
2.5.3 Luminosidad	23
2.5.4 El sustrato	24
2.5.4.1 Características físicas de los sustratos	25
III.MATERIALES Y METODOS	27
3.1 Localización del sitio experimental	27
3.1.1 Condiciones de la malla sombra	27
3.2 Material vegetativo, contenedores y sustrato	28
3.3 Siembra, manejo en la germinación y emergencia.....	28
3.4 Solución nutritiva	29
3.5 Diseño, unidad experimental y tratamientos.....	29
3.5.1 Manejo del experimento	30
3.5.2 Variables evaluadas	30

3.6	Análisis estadístico	31
IV.RESULTADOS Y DISCUSION		32
4.1	Numero de hojas	32
4.2	Altura de la planta	34
4.3	Diámetro de tallo	35
4.4	Volumen de raíz	37
4.5	Peso seco de raíz.....	38
4.6	Peso seco del vástago	39
4.7	Relación Vástago –raíz	40
4.8	Área foliar	42
V.CONCLUSIONES		44
VI. LITERATURA CITADA.....		45

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Numero de hojas de plántulas de girasol, por efecto de diferentes tratamientos con soluciones orgánicas nutritivas.....	32
Figura 2. Altura de plántulas de girasol, por efecto de diferentes tratamientos con soluciones orgánicas nutritivas.....	35
Figura 3. Diámetro del tallo de plántulas de girasol, por efecto de los diferentes tratamientos con soluciones orgánicas nutritivas.....	36
Figura 4. Volumen de raíz de plántulas de girasol, por efecto de los diferentes tratamientos con soluciones orgánicas nutritivas.....	37
Figura 5. Peso seco de raíz de plántulas de girasol, por efecto de diferentes tratamientos con soluciones orgánicas nutritivas.....	39
Figura 6. Peso seco del vástago de plántulas de girasol, por efecto de diferentes tratamientos con soluciones orgánicas nutritivas.....	40
Figura 7. Relación vástago raíz en plántulas de girasol, por efecto de diferentes tratamientos con soluciones orgánicas nutritivas.....	41
Figura 8. Área foliar en plántulas de tomate, por girasol, de diferentes tratamientos con soluciones orgánicas nutritiva.....	42

I.INTRODUCCION

El estiércol producido en las regiones ganaderas es una fuente potencial de contaminación ambiental, debido al manejo inadecuado y la aplicación excesiva en suelos agrícolas (Capulín et al., 2001). Solamente de bovino lechero se estima una producción en México de 3.8 millones de toneladas de estiércol por año. Por otro lado, el abastecimiento de nitrógeno en cultivos orgánicos puede verse limitado por el costo de productos comerciales y por la lenta mineralización del nitrógeno en cultivos orgánicos (Márquez al., 2004).

Una opción para disminuir este problema es reutilizar el estiércol para la elaboración de Té de composta o Té de Vermicomposta (Lamas et al., 2003). Estos materiales representan una alternativa ecológica para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos y sustituir el uso de fertilizantes inorgánicos (Rippyet al., 2004).

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 sus residuos orgánicos biodegradables (restos de cosecha, camas y estiércol), para convertirlos en abono (schuldt et al., 2007).

Con la hidratación de la semilla se inicia la movilización de las reservas, como el almidón que es desdoblado por acción de la amilasa hasta monosacáridos, los cuales se utilizan para la división celular en el embrión y el desarrollo posterior de la plántula (Miller, 1994). Una vez que emerge la plántula y se forman las hojas verdaderas, las reservas localizadas en la semilla disminuyen; en estas condiciones, la planta requiere de la adición de nutrimentos por vía radical o foliar.

El empleo de la nutrición mineral en etapas fenológicas tempranas puede ser una estrategia para facilitar el crecimiento de las raíces, minimizar el estrés en las plántulas al ser trasplantadas e incrementar la supervivencia de éstas (Leskovar y Stoffella., 1995). La utilización de los fertilizantes orgánicos es una alternativa que reduce los costos de producción no contaminan el ambiente son una alternativa para la fertilización mineral en la producción de plántulas (Cruz et al.2009).

La producción de plántulas de alta calidad es uno de los principales intereses de los productores de ornamentales, ya que plántulas con raíces bien desarrolladas pueden adaptarse más rápido a las condiciones de estrés, causadas por el trasplante al campo o maceta. Los indicadores del vigor de las plántulas como: diámetro del tallo y número de hojas, que van entre seis y siete, con raíces bien desarrolladas permiten asegurar el éxito en el trasplante en campo (Markovié et al., 1997)

Es necesario evaluar la utilización de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de plántulas de especies ornamentales y determinar su efecto en los

parámetros de calidad de la misma, motivo por el cual se plantea el presente trabajo.

1.1 objetivo

- 1) Evaluar el efecto de las diferentes soluciones nutritivas orgánicas sobre el desarrollo y calidad de plántulas de girasol ornamental semi – enano.

1.2 Hipótesis

- 1) El desarrollo y calidad de las plántulas es afectado por las diferentes soluciones nutritivas utilizadas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia de los cultivos ornamentales en México

Según Colinas (2003) México es un importante lugar de origen de una gran diversidad de especies vegetales, dentro de las cuales se encuentran muchas de las que ya se conocen y comercializan a nivel internacional y otras con gran potencial ornamental.

La floricultura en México tiene importancia económica y social según estimaciones del consejo mexicano de la flor, la superficie nacional es de 15,000 hectáreas de las cuales 63.81% se producen a cielo abierto, 4.58% en invernadero y el 31.61% en semi-invernaderos, concentrada la producción en los estados de México, Puebla, Morelos, Distrito Federal y Michoacán. Betancourt (2005).

Los girasoles se producen comercialmente como flor de corte o como plantas de maceta. Pueden ser sembradas en invernadero o directamente al campo, tomando en cuenta siempre sus necesidades de nutrición, temperatura, luz, y agua, la producción de flor de corte se puede extender por un periodo mas largo de siembra escalonada y mediante la selección cuidadosa de los cultivares a si como el cultivo bajo invernadero, mientras que la producción en maceta es posible todo el año. Bockelman (1997).

Recientemente, el girasol cultivado (*Helianthus annuus*L.) se ha considerado como una de las pocas especies domesticadas en el actual territorio de los Estados Unidos de América, sin embargo, el descubrimiento de restos de girasol domesticado con antigüedad aproximada de 400 años en San Andrés, Tabasco, México, implica un origen más antiguo y posiblemente independiente de domesticación, lo cual ha estimulado nuevas investigaciones sobre el origen geográfico del girasol domesticado (Lentze *al.*,2001; Pope *et al.*, 2001). Nueva evidencia de restos de girasol domesticado encontrados en la Cueva del Gallo, Morelos, México, con una antigüedad aproximada de 250 a 330 años a.c (Lentze *et al.*, 2008), permita concluir la presencia precolombina de este cultivo en Mesoamérica.

Aunque no se conocen los antecesores del girasol cultivado, las poblaciones silvestres de *Helianthus annuus* que se distribuyen ampliamente en Norteamérica proveen de material de referencia para conocer qué caracteres de la planta fueron modificados a través del proceso de domesticación, ya que todas ellas poseen, en contraste con el girasol, plantas ramificadas con capítulos y aquenios pequeños, así como semillas de bajo porcentajes de aceite, de manera que sirven como modelo biológico para entender la genética de la domesticación en esta especie.

Las variedades de girasol tienen un excelente potencial ornamental entre sus especies, las cuales han sido poco aprovechadas. Se debe hacer un esfuerzo por empezar hacer colectas y selecciones de material para su mejoramiento genético, y que puedan ser utilizadas como flor de corte, para jardines o como plantas en macetas. Arnal, (1990).

2.2. Nutrición de plántulas

La producción de plántulas de los diversos cultivos requiere del uso de soluciones nutritivas, sustratos y otros insumos que representan anualmente una inversión considerable. Los sustratos proporcionan las condiciones adecuadas de germinación y soporte mecánico a las plántulas ornamentales; además, dependiendo de su origen y composición pueden suministrar nutrimentos, aunque no en las cantidades suficientes para satisfacer la demanda en la forma y magnitud que las plántulas lo requieren (Magdaleno *et al.*, 2006). Los requerimientos de las plántulas se incrementan con la aparición de las primeras hojas verdaderas (Ericsson, 1995). A fin de completar dicha demanda y obtener plántulas vigorosas y aptas para el trasplante, es indispensable la aplicación continua de nutrientes por medio de una solución nutritiva (Preciado *et al.* 2002). Las soluciones nutritivas se elaboran con fertilizantes de alta solubilidad, que generalmente son importados, lo que incrementa los costos de producción de siembra a cosecha (Muñoz 2004).

Una alternativa para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos, disminuir los costos y la dependencia de los fertilizantes inorgánicos es la utilización de algunos materiales orgánicos líquidos como extracto líquido de estiércol (Capulín *et al.* 2001; 2005), Lixiviado de compost (Jarecki & Voroney 2005), Té de composta (Ochoa *et al.*, 2009).

El manejo de la nutrición de plántulas determina su calidad (Preciado *et al.*, 2002). De acuerdo con reportes en las primeras etapas de la ontogenia de las plántulas, en la imbibición, no se requiere el suministro de nutrimentos, solo de agua, luego, en las etapas de germinación y emergencia, la demanda de nutrimentos es satisfecha con las reservas de la semilla (Salisbury y Ross, 2000).

En la emergencia, la radícula empieza a ser funcional en la absorción de agua y nutrimentos, lo cual tiene sincronía con la demanda de estos por los nuevos tejidos que sintetizan. Debido a la poca cantidad de nutrimentos que son demandados hasta ese momento, la mayoría de los sustratos pueden abastecerlos. Cuando se generan las hojas verdaderas, se incrementa la demanda de nutrimentos, especialmente los macronutrimentos (Ericsson, 1995).

Conforme las plantas se desarrollan fisiológicamente, la demanda de nutrimentos también aumenta, el incremento de la concentración de nutrimentos en la solución nutritiva de forma gradual a las plántulas, tiene mejores respuestas y es más efectiva que cuando la solución nutritiva se irriga de una sola concentración en todo el proceso. (Armenta y Baca, 1996, Lara *et al.*, 1999).

2.2.1 Efectos de los nutrimentos en la producción de plántulas

La plántula es la primera fase y la más sensible en el proceso de producción de especies hortícolas y su crecimiento y el estado nutrimental de la misma están directamente relacionados con precocidad, rendimiento, tamaño y número de frutos en diversos cultivos (Klapwijk, 1986) Con la nutrición pueden modificarse las características morfológicas y el crecimiento de las plántulas ornamentales.

El funcionamiento normal del organismo vegetal ocurre con una determinada relación de cationes y aniones en la solución nutritiva; el crecimiento de los órganos aéreos de las plantas y el desarrollo del sistema radical de las plántulas dependen del equilibrio fisiológico de la solución nutritiva (Yágodin, 1986)

2.2.2 La nutrición de plántulas y el momento del trasplante

Uno de los aspectos de mayor importancia en la producción de plántula en los diversos cultivos ornamentales es la nutrición que deben recibir éstas durante su ciclo de cultivo. La mayoría de las plántulas demandan cantidades importantes de nutrimentos en periodos relativamente cortos, lo cual puede deberse a sus altas tasas de crecimiento. (Herrera, 2008).

El empleo de la nutrición mineral en etapas fenológicas tempranas puede ser una estrategia para facilitar el crecimiento de las raíces, minimizar el estrés en las plántulas al ser trasplantadas e incrementar la supervivencia de éstas (Leskovar y Stoffella, 1995). Existen numerosos estudios en los que la condición nutricional en pretransplante produce efectos significativos benéficos en las características morfológicas y fisiológicas de las plántulas(Nicola y Basoccu, 1994); en algunos se menciona que la nutrición mineral adecuada en esta etapa garantiza un rendimiento aceptable de los cultivos, , pero lo que siempre se logra es un crecimiento uniforme de la plántula, mayor tasa de crecimiento en el semillero, mayor calidad de las plántulas y menor porcentaje de mortalidad después del trasplante. (Dufault,1998).

El tiempo requerido para que se lleve a cabo, el proceso de producción de plántulas es muy variable; además de la nutrición y la temperatura también influyen otros factores, como las propiedades físicas del sustrato, la profundidad a la que se coloca la semilla, las características genéticas del material biológico, las condiciones de humedad del ambiente y del sustrato, entre otros (Galindo *et al.*, 2002). Por esta razón se requieren entre 70 y 120 días para la producción de plántulas en almácigos. Por el contrario, tan solo 42 días en charolas de invernadero o casa sombra donde la nutrición y la temperatura juegan el papel primordial para que ocurra esta gran diferencia.(Preciado *et al.* 2004).

2.2.3 Importancia de la nutrición de plántulas en el desarrollo del cultivo

Existe poca información sobre nutrición de las plántulas ornamentales y su efecto en el desarrollo y la producción en campo. Parte de la información existente está relacionada con la nutrición y su efecto en el crecimiento, solo hasta la etapa de plántula (Ericsson, 1995)

Las plántulas bien nutridas tienen mayor y más rápido crecimiento, esto les permite tener mayor capacidad para adaptarse y desarrollarse en el nuevo medio (suelo) después del trasplante. Las plántulas vigorosas con un sistema radical abundante, tienen mejores condiciones para adaptarse al trasplante sin síntomas aparentes de estrés y continuar su desarrollo normal en el campo (Harris *et al.*, 2001).

La razón principal por la cual la nutrición influye en el desarrollo de las plántulas, después del trasplante, es que al incrementar su sistema radical también se incrementa su capacidad para arraigarse al suelo o sustratos, (Leskovar y Cantliffe. 1991).

2.3 Soluciones orgánicas en la producción de plántulas

La producción de cultivos ornamentales en condiciones protegidas y el uso de sistemas hidropónicos han permitido incrementos en rendimientos y calidad de los cultivos ornamentales, al propiciar un ambiente poco restrictivo facilitando el crecimiento y desarrollo de estas especies.

En estos sistemas de producción intensiva la fertilización se realiza por medio de una solución nutritiva que se elabora con fertilizantes de alta solubilidad, generalmente importados, lo que incrementa significativamente los costos de producción (Muñoz, 2004).

Estos problemas han impulsado la búsqueda de alternativas de fertilización sustentables que, además de suplir los requerimientos nutrimentales de los cultivos incluyendo los ornamentales, (Nieto *et al.*, 2002). Una alternativa para satisfacer la demanda nutricional de los cultivos, además de disminuir los costos y la dependencia de los fertilizantes sintéticos, es la utilización de algunos materiales orgánicos líquidos como extracto líquido de estiércol (Capulín *et al.*, 2005; 2007), lixiviado de compost o Vermicomposta (Jarecki y Voroney, 2005; García *et al.*, 2008), té de compost (Hargreaves *et al.*, 2008; 2009; Ochoa *et al.*, 2009) y té de Vermicomposta (Pantet *et al.*, 2009). Estas soluciones pueden ser aplicadas en sistemas de riego presurizado, lo cual las hace utilizables en sistemas de producción a gran escala, además de que se promueve el reciclaje de residuos orgánicos (Rippy *et al.*, 2004).

El estiércol producido en las regiones ganaderas es una fuente potencial de contaminación ambiental, debido al manejo inadecuado y la aplicación excesiva en suelos agrícolas (Capulín *et al.*, 2001). Solamente de bovino lechero se estima una producción en México de 3.8 millones de toneladas de estiércol por año. Por otro lado, el abastecimiento de nitrógeno en cultivos orgánicos puede verse limitado por el costo de productos comerciales y por la lenta mineralización del nitrógeno en residuos orgánicos (Márquez *et al.*, 2006).

Una opción para disminuir este problema es reutilizar el estiércol para la elaboración de Té composta o Té de Vermicomposta (Lamas *et al.*, 2003). Estos materiales representan una alternativa ecológica para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos y sustituir el uso de fertilizantes inorgánicos, especialmente en cultivos orgánicos (Rippy *et al.*, 2004).

En estos sistemas de producción, el estrés nutrimental del cultivo puede evitarse adicionando otras fuentes nutrimentales. El té de composta, solución resultante de la fermentación aeróbica de composta en agua, puede utilizarse como fertilizante, debido a que contiene nutrimentos solubles y microorganismos benéficos (Ingham, 2005). Esta solución puede ser aplicada a través de sistemas de riego presurizado, por lo que su uso puede adaptarse en sistemas de producción orgánica de cultivos bajo condiciones de invernadero o casas sombras (Rippy *et al.* 2004).

De manera similar se han utilizado extractos de estiércol como fuente de nutrimentos en pasto ballico (*Lilium perenne*; Capulín *et al.*, 2001).

2.3.1 Té de composta

Es un extracto líquido del estiércol que contiene nutrimentos de planta, compuestos del crecimiento vegetal y microorganismos benéficos. Los extractos líquidos se han utilizado por centenares de años en la agricultura, promoviendo la salud de la planta y suelo (Grubinger, 2005).

Estos extractos se han derivado históricamente de una amplia gama de materiales de planta y abonos minerales utilizando gran variedad de métodos en el proceso. El té aireado de composta es un concepto reciente que incorpora la tecnología de aireación para mejorar la extracción y acelerar el proceso generando niveles óptimos del oxígeno para el crecimiento y la reproducción de microorganismos aeróbicos benéficos (Salter, 2006).

El té de composta preparado con una fuente de alimento microbial con estiércol melaza, algas marinas, ácidos húmicos-fúlvicos en un proceso aeróbico con una bomba de aire de peceras, en el extracto se desarrollan poblaciones de microorganismos benéficos por un periodo de 24 a 36 horas. Después de ese periodo se reduce el contenido de N por volatilización. Las fuentes de alimento microbial pueden ser: melaza, polvo de algas y pescado, y como catalizador microbial los ácidos húmicos-fúlvicos, extracto de yuca y polvos de roca (Diver, 2002).

El té se hace a partir del estiércol filtrado, agregando agua y oxígeno, llegando a contener millones de microorganismos benéficos que matan criaturas microscópicas dañinas. El té de compost de estiércol es una forma barata de conseguir la combinación de microorganismos, nutrimentos solubles y metabolitos microbianos (subproductos) en un solo paquete (Scheuerell y Mahaffee, 2004).

El té de composta mejora la vida de los suelos y la superficie foliar de la planta. El té de composta de alta calidad inocula la superficie de las hojas y favorece la

presencia de microorganismos benéficos, en lugar de los plaguicidas químicos como insecticidas, fumigantes, herbicidas y el exceso de fertilizantes sintéticos que matan a diversos microorganismos benéficos que ayudan al crecimiento de las plantas, (Cascadia 2001;Al-Dahmani *et al.* 2003).

2.3.1.1 Beneficios del té de composta

De acuerdo con (Cascadia., 2001); los beneficios que puede aportar el té de compost se caracteriza por:

- Reducir la incidencia de enfermedades foliares
- Mejora el vigor y la salud de las plantas
- Reduce los impactos negativos de pesticidas, herbicidas y fertilizantes
- Reduce la pérdida de agua
- Mejora la estructura del suelo.

2.3.2 Té de Vermicomposta

El uso de té de Vermicomposta en la producción orgánica de plántulas en el invernadero puede reducir costos, aumentar vigor en las plántulas, y reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente (Atiyeh *et al.*, 2000).

El té de vermicomposta se puede utilizar como un líquido fertilizante, ya que contiene grandes cantidades de nutrientes para la planta, aparte de su gran

contenido de nutrientes, podría contribuir al crecimiento de las plántulas ya que contiene ácidos húmicos (Warburton y PillaiMcGarry, 2002). Los ácidos húmicos regulan los procesos implicados en el desarrollo de plantas, tales como macro y micro nutrientes de absorción (Atiyeh et al. 2002).

Se ha prestado mucha atención en los últimos años para gestionar los diferentes recursos en residuos orgánicos de bajos insumos, así como eco-friendly base (Suthar, 2007). Humus de lombriz utilizando lombrices de tierra, es un proceso biotecnológico que transforman la energía y las sustancias orgánicas complejas en humus estabilizado producto similar (Benítez *et al.*, 2000), a través de las interacciones entre las lombrices y microorganismos (Arancon *et al.*, 2005). Se ha informado de que el té de Vermicomposta contiene ciertas concentraciones de nutrientes de las plantas por lo que es útil como un medio líquido fertilizante, si se utiliza con cuidado. Se comprobó mediante un bioensayo de semillas de berro que se encontró que inhibe la germinación de semillas y el crecimiento hasta cierto punto. Por lo tanto, si se utiliza como fertilizante para las plántulas sensibles, este necesita ser diluido para asegurar un mínimo de daños a las plantas (Frederickson, 2002). Sin embargo, esta dilución también disminuye la concentración de NPK necesarios para la nutrición de las planta. Arancon *et al.*(2005) sugiere que la principal contribución del té Vermicomposta podría haber sido la adición de reguladores de crecimiento, tales como ácidos húmicos y reguladores del crecimiento vegetal adsorbidos en el ácido húmicos. Los ácidos húmicos son

moléculas que regulan muchos procesos de desarrollo de la plántula incluyen macro y micro nutrientes de adsorción (Atiyeh *et al.*, 2002).

2.3.3 Lixiviados de Vermicomposta

2.3.3.1 Definición

En los procesos de Vermicomposta se obtienen lixiviados como resultado de la constante aplicación de agua para mantener la humedad del sustrato orgánico. Dentro del rango óptimo; estos lixiviados percolan de las literas, siendo recogidos en contenedores (Atiyeh *et al.*, 2002). La composición de los lixiviados depende principalmente de las características químicas de los sustratos utilizados en el Vermicomposta, el uso de sustratos ricos en materia orgánica y elementos minerales para la producción de Vermicomposta asegura el contenido de estas sustancias en las soluciones lixiviadas, por lo que éstas pueden utilizarse con fines agrícolas. Según (Tejada *et al.* 2008),

Sin embargo, se deben tomar precauciones a la hora de utilizar estos lixiviados, ya que pueden contener sustancias tóxicas, especialmente si se utilizan residuos orgánicos procedentes del sector urbano o industrial (Nogales *et al.*, 2008).

Los lixiviados pueden definirse como la producción de líquidos percolados, que se deben principalmente al paso del agua a través de los estratos de residuos sólidos que se hallan en plena fase de descomposición, arrastrando a su paso componentes disueltos, en suspensión, fijos o volátiles (Centeno, 1996).

En relación a los lixiviados emanados de compost, se define un lixiviado como el líquido que se desprende de la pila de la composta expuesta al agua, cuando la capacidad de retención de humedad de la pila es excedida (Granatstein, 2002).

2.3.3.2 Antecedentes

Los lixiviados de compostas han sido poco estudiados sobre todo en cuanto a su composición y utilidad. A pesar de esto, algunos autores recomiendan que para mantener la consideración de que las compostas son una actividad ambientalmente benéfica, es necesaria la pavimentación de la base de la composta para poder canalizar, controlar, o tratar los lixiviados y de esta forma evitar el impacto ecológico. (Colom i Puigbo., 2001).

Lixiviados de las operaciones de Vermicomposta a menudo considerado como beneficioso en el sentido de que cuando se recoge se puede usar un fertilizante líquido, a menudo llamado té de gusano (Warburton y PillaiMcGarry, 2002).

De esta forma, los lixiviados de composta pueden ser considerados como un abono líquido, ya que presentan mucha similitud con otros abonos orgánicos, como el té de compost, la consuelda líquida, el estiércol líquido entre otros, los cuales bajo las diluciones óptimas se reportan benéficos resultados (Finck Arnold., 1998).

2.3.3.3 Características

Las características de los lixiviados dependen principalmente de los residuos que provienen. Es por ello que resulta muy complejo establecer una composición

específica de los lixiviados. A pesar de esto la composición puede ser medida por parámetros físicos, químicos inorgánicos, químicos orgánicos y toxicidad. (Crawford J, 1985.)

Los abonos líquidos como podrían ser los lixiviados de composta, presentan por lo general un desagradable olor y un color café oscuro esto puede ser generado por el material orgánico formado por ácidos húmicos y fúlvicos contenidos en ellos (García., 2001).

Los lixiviados de compost a diferencia del té de compost pueden contener sustancias y microorganismos perjudiciales para las plantas y el hombre, dependiendo principalmente en la fase de composteo en la que se hayan recolectado, por el motivo es recomendable un tratamiento previo a su uso (De la Riva. 2002).

2.3.4 Solución Nutritiva

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y de todos los nutrientes esenciales en forma iónica y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro y de algún otro micronutriente que puede estar presente (Steiner, 1968). Una SN verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que

deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (Steiner, 1961).

La SN está regida por las leyes de la química inorgánica, ya que tiene reacciones que conducen a la formación de complejos y a la precipitación de los iones en ella, lo cual evita que éstos estén disponibles para las raíces de las plantas (DeRijck y Schrevens, 1998). La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrientes, puede ocasionar su deficiencia en la plántula además de un desbalance en la relación mutua entre los iones. Es esencial que la solución nutritiva tenga la proporción adecuada, necesaria para que las plantas absorban los nutrientes; en caso contrario, se producirá un desequilibrio entre los nutrientes, lo que dará lugar a excesos o deficiencia en el medio de cultivo y afectará la producción (Rincón, 1997)

.La selección de elementos nutritivos de una SN “universal” al momento de la absorción por la planta, se puede explicar desde un punto de vista fisiológico, al no variar el equilibrio iónico de la SN durante el ciclo de cultivo; sin embargo, en una producción comercial, la nutrición de los cultivos debe tomar en cuenta aspectos técnicos y económicos. Desde un punto de vista técnico, para que las plantas puedan obtener los máximos rendimientos, la SN debe cubrir sus requerimientos nutrimentales, de tal manera que se eviten deficiencias o el consumo en exceso. La planta no absorbe nutrientes en la misma cantidad durante el ciclo, ya que lo hace según la etapa fenológica y las condiciones climáticas, por lo que el equilibrio iónico de la SN se adapta al ritmo de absorción de la planta (Adams, 1994).

Los parámetros que caracterizan la SN son: el pH, la presión osmótica y las relaciones mutuas entre los aniones y los cationes (Adams, 1994; Rincón, 1997)

2.4 Sistema de producción de plántulas

2.4.1 Producción de plántula en charolas

La tecnología de producción en charolas, consiste en utilizar sustratos o medios de crecimiento que favorezcan los procesos de germinación, emergencia y desarrollo de las plántulas. Las charolas se ubican dentro de un invernadero donde se les proporciona las condiciones ambientales óptimas. Lo anterior justifica debido a que la germinación de la semilla exige al sustrato, le proporcione las condiciones físicas y químicas adecuadas (Sánchez., 2000).

El porcentaje de germinación es de gran importancia, ya que de este aspecto depende el mejor aprovechamiento del espacio (casa sombra) al reducir las mermas y debido al alto costo que tiene la semilla, principalmente cuando se utiliza semilla mejorada. La uniformidad de la germinación también influye en la uniformidad de las plantas al momento del trasplante. Por lo tanto es importante que las condiciones en que germine la semilla (sustrato) sean las apropiadas, con el fin que se obtengan plántulas con crecimiento uniforme que favorezcan un rápido crecimiento después del trasplante (Cantliffe, 1998).

Según (Markovic, 1986) principales ventajas de propagar plántulas en charola son:

- a) Mejor calidad de las plántulas
- b) El crecimiento es más rápido
- c) Ciclo más corto, debido al adelanto en la producción
- d) Mayor arraigue de plántulas en el campo
- e) Permite la posibilidad para mecanizar el trasplante, lo cual ahorra jornales, mejora la calidad del trasplante y se realiza esta actividad en menor tiempo con menores riesgos de lastimar las plántulas.

2.5 Factores que influyen en la producción de plántulas

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Castilla, 1999)

2.5.1 Temperatura

La temperatura influye de manera decisiva en la germinación y en todo el proceso de desarrollo de la plántula. Las temperaturas altas, también pueden influir en el desarrollo de la raíz. Gladis y Rost (1993), encontraron que al someter a las plántulas de chícharo a 32 °C, se redujo la producción de raíces fundamentalmente a las raíces laterales; lo cual ocasiono reducción en la longitud del sistema radical de las plántulas; esto se debe a la dominancia de la actividad meristemática en la raíz principal.

Esto a la vez se ve relacionado con la producción de hormonas, debido a que cuando las plántulas se desarrollaron en presencia de ácido-indol-acético éstas no tienen diferencias en las raíces laterales por efecto de la temperatura (Hinchee y Rost, 1992).

La temperatura también influye en la actividad de las enzimas involucradas en procesos bioquímicos fisiológicos metabólicos en la plántula (Cornillon., 1988) reportó que una temperatura favorable para la actividad de la enzima nitrato reductasa (25°C) incrementó el crecimiento de las plántulas de tomate, respecto a una temperatura de la solución nutritiva desfavorable (12°C).

La temperatura afecta la actividad metabólica celular, la absorción de agua y nutrientes, el intercambio gaseoso y gasto de carbohidratos y reguladores de crecimiento, entre otros (Tognoni., 2000).

La temperatura optima oscila entre los 20 y 25° C a temperaturas excesivas, más de 35°C las plantas detienen su crecimiento y su floración mientras que a temperaturas inferiores entre 10 y 15 ° C se originan problemas del desarrollo y germinación .y a temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12° C la fecundación es defectuosa o nula (CENID-RASPA 2008).

2.5.2 Humedad

La humedad relativa óptima para las plántulas oscila entre el 60 y 80 % cuando la humedad relativa esta en exceso hay un menor desarrollo vegetativo porque disminuye la transpiración, hay aborto de flores, y cuando es deficiente la húmeda existe una deshidratación de los tejidos, hay menor desarrollo vegetativo por cierre de estomas deficiente (Berenguer., 2003).

2.5.2.1 Humedad del sustrato

La humedad del sustrato es determinante para aportar agua a la semilla y a las raíces de la plántula, en equilibrio con el suministro de oxígeno. La humedad en el medio es necesaria para que se lleve a cabo primeramente la imbibición, etapa necesaria para que se inicie todo el proceso bioquímico. Posteriormente, los tejidos de la radícula y luego las raíces, requieren un adecuado suministro de agua

Para hidratar a los tejidos jóvenes que están formando las plántulas. De no suministrar el agua en la cantidad y el momento oportuno, se pueden generar un estrés que provoca un desarrolló de la plántula: lo cual, al final del proceso se traducirá en menor producción, mala calidad y mayor tiempo de ciclo (Parera,1994).

Es importante no exceder el nivel de humedad del sustrato, para evitar deficiencias de oxígeno y la proliferación de enfermedades que prosperan en esas condiciones de humedad. La humedad relativa óptima debe oscilar entre 50

y 70%, humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la germinación de las semillas (Cantliffe, 1998).

2.5.3 Luminosidad

A mayor luminosidad se debe de aumentar la temperatura, y la humedad relativa para que la fotosíntesis sea máxima, por el contrario si se presenta poca intensidad lumínica pueden descender las necesidades de otros factores. Las plántulas requieren de moderada o alta insolación. Los días nublados favorecen la presencia de enfermedades (INIFAP., 2000).

Masson *et al.* (1991), Reporta que con un suministro extra de luz a la aportada en forma natural para sumar en total 16 horas de fotoperiodo, se incrementó el crecimiento de las plántulas de lechuga y brócoli, este crecimiento fue aún más acentuado cuando se incrementó el suministro de N.

2.5.4 Sustrato

Entre los materiales inorgánicos, la perlita permite una buena respuesta por parte de los cultivos, los que manifiestan una alta eficiencia en el uso del agua (Martín-Closas & Recasens, 2001). Presenta una red de poros internos que pueden estar conectados con el exterior o ser cerrados. Estos últimos no conforman la porosidad efectiva, ya que las raíces no tienen acceso a ellos (Ansorena Miner, 1994).

El término sustrato se aplica a todo material sólido diferente del suelo. El material que lo integra puede ser natural o de síntesis, residual, mineral u orgánico, en forma pura o mezclado, que se coloca en un contenedor, el cual permite el anclaje del sistema radical, y pueda intervenir (materiales activos químicamente) o no (inerte) en los procesos complejos de la nutrición mineral de las plantas (Díaz, 2004; Lao y Jiménez, 2004). Los sustratos son el medio para el cultivo de todo tipo de plantas, comúnmente usado en contenedores, entendiéndose por contenedor a cualquier recipiente que tenga una altura limitada y que su base se encuentra a presión atmosférica (Burés, 1998; Schmilewski, 2008).

El sustrato tiene cuatro funciones importantes: 1) proveer el agua suficiente a la planta, 2) suministrar los nutrientes necesarios para el buen desarrollo y crecimiento de la planta, 3) permitir el buen intercambio gaseoso entre la atmósfera y el sustrato, y 4) servir como soporte físico a la planta (Rodríguez, 2004).

2.5.4.1 Características físicas de los sustratos

Las propiedades físicas como el espacio poroso efectivo, la densidad aparente y la distribución de tamaño de partículas describen al sustrato “*per se*”. Las propiedades hidráulicas, consecuencia de los parámetros físicos, influyen en la dinámica del agua en el sistema, y se ponen de manifiesto a través de las curvas

de retención de agua y valores de la conductividad hidráulica. Las propiedades físicas del sustrato utilizado resultan de enorme importancia para el correcto desarrollo de la planta, situación difícil de ser corregida una vez comenzado la producción de los cultivos (Martínez *et al.*, 2006).

Los sustratos que sean usados para la producción de plántulas deben permitir buena disponibilidad y retención de agua, promover un eficiente intercambio de gases y servir como soporte físico para la plántula (De Gratzia *et al.*, 2007).

Las características físicas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y tipo de empaquetamiento, siendo las más destacadas: densidad aparente, la distribución granulométrica, la porosidad la aireación, la retención de humedad, la permeabilidad y distribución de tamaños de poros (Pastor 1999; Pire y Preciado 2003).

Michel (2008) considera que solo algunos parámetros físicos son suficientes para caracterizar un gran número de sustratos utilizados como medio de crecimiento hortícola; los parámetros que considero fueron: la densidad aparente, el espacio poroso total, la resistencia al enraizamiento, la retención de humedad , la humectabilidad , la conductividad hidráulica y la difusibilidad.

III.MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó durante la etapa de plántula del cultivo que abarca desde la germinación hasta alcanzar las 2 primeras hojas verdaderas.

3.1 Localización del sitio experimental

La investigación se estableció en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN UL) en el área de malla sombra del departamento de Horticultura, que se encuentra ubicada una latitud de 25° 33'26.7"N y una longitud 103°22'30.9"W en el predio de San Antonio de los Bravos, en la ciudad de Torreón, Coahuila.

3.1.1 Condiciones de la malla sombra

La investigación se realizó en una malla sombra ubicada en la Universidad autónoma Agraria Antonio Narro. La temperatura se mantuvo entre 35°C y 38°C.

La humedad relativa en el que se desarrollaron las plántulas se mantuvo entre el 20 -30%.

El periodo de plántula comprendió del 10 de Junio hasta el 12 de Julio, en total 33 días en los cuales la plántula desarrollo de 7 a 5 hojas verdaderas.

3.2 Material vegetativo, contenedores y sustrato.

Se utilizó semilla de Girasol semi –enano Sundance Kid amarillo de la empresa Tinajero S.A de C.V, la siembra se realizó el 10 de junio en contenedores de poliestireno, con 200 (10 x 20) cavidades cónicas invertidas. El volumen de cada celda fue de 25 mL, la altura de los contenedores fue de 7 cm y dimensiones de 36 cm de ancho por 62 cm de largo.

El sustrato inerte que se utilizó fue comprado en Perlita de La Laguna S.A de .C.V el cual fue mezclado con arena, para no afectar el desarrollo de la plántula.

La mezcla se realizó en las siguientes proporciones: Perlita al 30% y Arena al 70%.

3.3 Siembra y manejo durante la germinación y emergencia

La mezcla de arena y perlita se humedeció hasta capacidad de campo, y posteriormente se colocó en las cavidades de las charolas, la siembra se efectuó colocando una sola semilla por cavidad a una profundidad aproximada de 1 cm, se cubrieron las charolas con plástico (para reducir la evaporación) y se colocaron en el interior en el área de casa sombra de la UAAAN UL. En estas condiciones permanecieron hasta que se inició la emergencia, la cual ocurrió a los tres días después de la siembra.

3.4 Soluciones nutritivas

Los tratamientos de fertilización consistieron en

- 1) Fertilización inorgánica con solución nutritiva (Steiner, 1984),
- 2) Té de compost,
- 3) Té de Vermicomposta,
- 4) Lixiviado de Vermicomposta.
- 5) Sustrato, irrigado con agua natural.

Para la preparación de la solución nutritiva se utilizaron fertilizantes comerciales de alta solubilidad disponibles en el mercado regional.

Los té de compost y Vermicomposta se elaboraron de acuerdo al método propuesto por Ingham (2005). Las soluciones resultantes, incluyendo el lixiviado, fueron ajustadas a una conductividad eléctrica (CE) de $2,0\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ mediante dilución con agua natural, a fin de evitar problemas de fitotoxicidad (Carballo *et al.*, 2009; Olivia-Llavenet *et al.*, 2010) y el pH fue ajustado a 5,5 con ácido cítrico (Capulín *et al.*, 2007).

3.5 Diseño, unidad experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones por tratamiento, cada repetición tenía 10 celdillas y cada celdilla contenía una plántula

la cual se considero como la unidad experimental, por lo cual se tuvieron 25 unidades experimentales.

3.5.1 Manejo del experimento

La aplicación de las soluciones nutritivas se efectuó de forma gradual como lo recomienda (Armenta, 1996; Lara et al .1997 ; Preciado et al., 2002) y consistió en lo siguiente : (a) desde la siembra hasta la formación de la segunda hoja verdadera se rego con agua (b) a partir de la aparición de la segunda hoja verdadera las plántulas se regaron con las soluciones correspondientes a cada tratamiento aplicando 500 ml diarios (c) a partir de la segunda semana cuando las plántulas presentaban cuatro a cinco hojas bien desarrolladas se rego 1 L de solución diaria fraccionándola en dos partes 500 ml por la mañana y 500 ml por la tarde. Los 500 ml se aplicaban a todas las celdillas que correspondían a cada tratamiento.

3.5.2 Variables evaluadas

Se efectuó un solo muestreo a los 33 días después de la fecha de siembra; en cada unidad experimental se tomaron al azar 6 plántulas, en las cuales se evaluaron los siguientes parámetros:

- 1) Altura de la plántula (AP) el cual se realizo a partir de la superficie del sustrato, hasta el punto de crecimiento de la plántula (cm) con una escala;

- 2) Número de hojas “verdaderas” (NH) considerando como tales las hojas bien desarrolladas;
- 3) Volumen de raíz (VR) el cual se hizo por el método de desplazamiento de agua con un probeta graduada;
- 4) Área foliar (AF) : se seccionaron las hojas de la plántula para determinar el área foliar (cm²) con el aparato CI-202 LeafArea Meter;
- 5) Diámetro de tallo (DT) ;el cual se midió en la base tallo (cm) con un Vernier;
- 6) Peso seco del vástago y Peso seco de raíz (PSV y PSR): se determinó después de haber permanecido estos órganos en bolsas de papel estraza y se colocaron hasta peso constante en una estufa a temperatura de 65-70 °C durante 72 horas.

3.6 Análisis estadístico

Con la finalidad de determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas, a los resultados obtenidos se les efectuó un análisis de varianza y una prueba de separación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Numero de hojas

El análisis de varianza para el número de hojas mostro diferencia significativa entre las soluciones nutritivas evaluadas (Figura1). El mayor NH correspondió a las plántulas tratadas con la solución nutritiva Steiner (SN), mientras que los menores valores de esta variable correspondieron a las plántulas irrigadas con las soluciones nutritivas orgánicas. En cambio las plántulas que se desarrollaron únicamente en el sustrato e irrigadas con agua natural superaron a las tratadas con solución nutritiva orgánica.

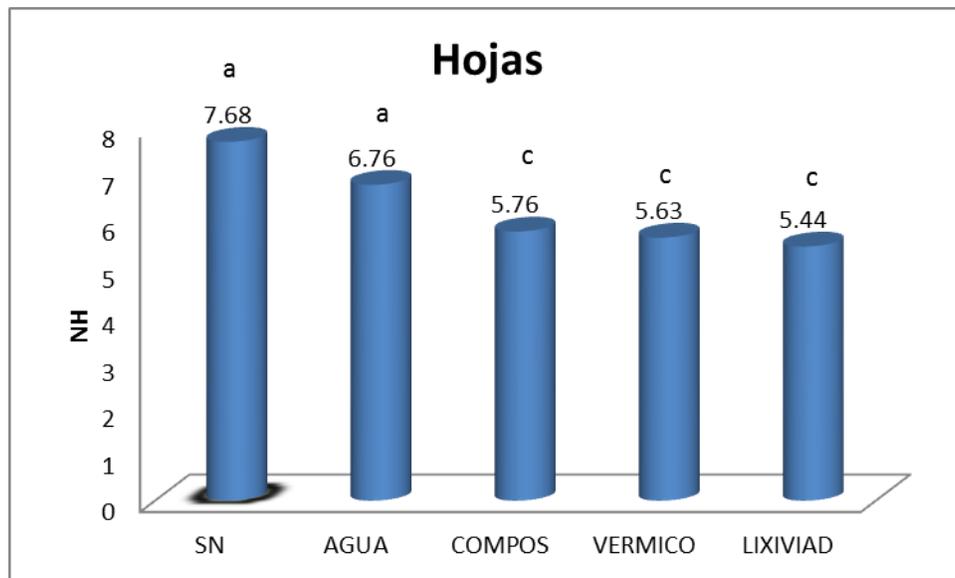


Figura 1. Numero de hojas de plántulas de girasol, por efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas.

Preciado *et al.* (2002) menciona que la importancia fisiológica del número de hojas está íntimamente relacionado con la fotosíntesis, ya que con un mayor número de hojas y consiguiente área foliar, producen una mayor cantidad de esqueletos carbonados, los cuales son utilizados o almacenados en el tallo; por otra parte Magdaleno *et al.* (2006) consideran que el NH no puede ser considerado un indicador confiable en las plántulas, ya que depende en gran medida de la edad de la misma. Por su parte, Ersoba (1980) menciona que el NH si es un indicador importante de la calidad de las plántulas, y en el caso de las plántulas de girasol deben tener de 6 a 7 hojas al momento del trasplante.

4.2 Altura de la plántula

Los resultados en el análisis de varianza obtenidos para la variable altura de plantas mostro diferencia significativas para las soluciones nutritivas evaluadas (Figura 2). Las plántulas que obtuvieron la mayor altura fueron aquellas que se irrigaron con la solución nutritiva Steiner (SN), dando como resultado plántulas con una altura de 7.90 cm, seguidas por las plántulas desarrolladas en el sustrato y regadas con agua las cuales obtuvieron una altura de 7.116 cm, en cambio las plántulas que fueron irrigadas con las soluciones orgánicas obtuvieron la menor altura.

La altura de la planta está altamente correlacionada con el número de hojas (Figura 1) y ambos generan un mayor contenido de biomasa. Lo anterior coincide con (Hernández., 2000), quien demostró que al utilizar tratamientos a base de soluciones nutritivas inorgánicas genero mayor altura de plántulas por encima de

las plántulas que se desarrollaron con el sustrato, reportando que la altura se incrementó hasta en un 48%.

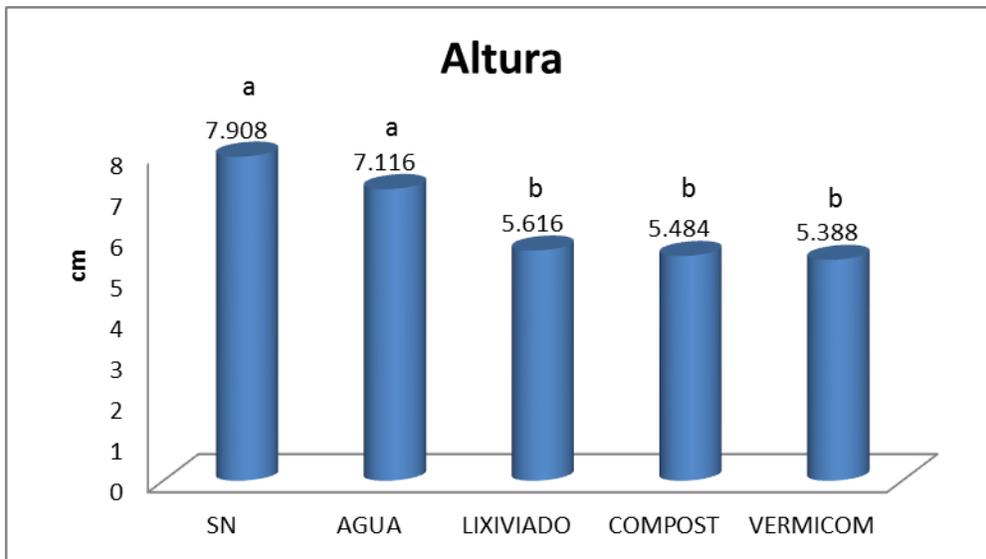


Figura 2. Altura de plántulas de girasol por efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas.

4.3 Diámetro de tallo

El análisis de varianza para el diámetro de tallo presenta diferencia significativa entre los diferentes tratamientos evaluados (Figura 3). Las plántulas irrigadas con la solución Steiner nutritiva (SN), son las que obtuvieron los valores más altos con 3.2588 mm y seguidas por las plántulas que se desarrollaron únicamente con el sustrato regado con agua, las plántulas irrigadas con las soluciones nutritivas orgánicas fueron las que obtuvieron los menores valores para esta variable.

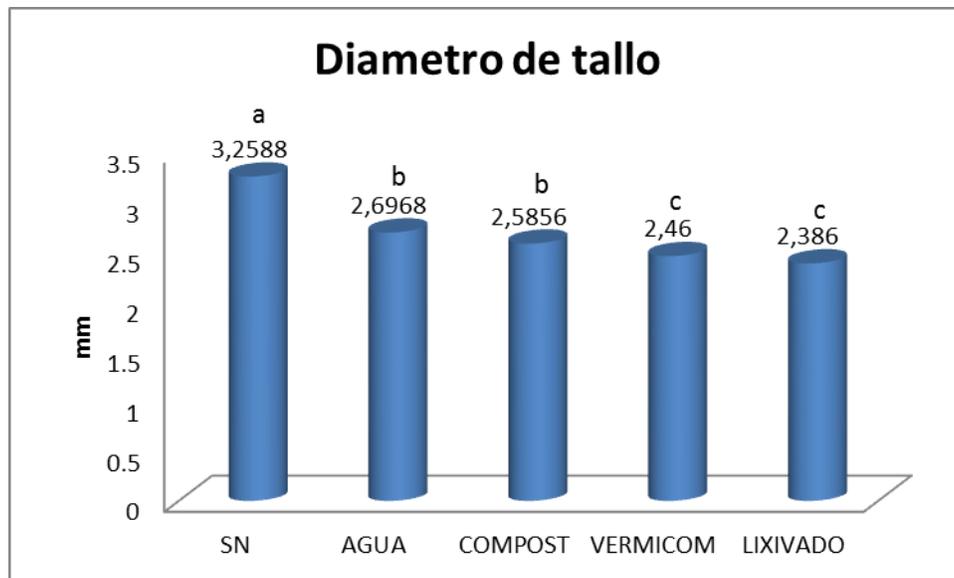


Figura 3. Diámetro del tallo de plántulas de girasol, por efecto de los tratamientos con las soluciones nutritivas.

El diámetro de tallo es un buen indicador del vigor de las plántulas, ya que refleja directamente la acumulación de fotosintatos, los cuales posteriormente pueden trastocarse a los sitios de demanda (Preciado *et al.*, 2002). Además, un mayor diámetro de tallo minimiza o previene el acame o caída de las plantas por acción del viento en el campo (Orzolek, 1991).

Como consecuencia a un mayor diámetro de tallo, aumenta la capacidad de sostén y de transporte de fotosintatos (carbohidratos y otros compuestos que se producen durante la fotosíntesis) entre las raíces y las hojas. (Acedo, 2008)

4.4 Volumen de raíz

El análisis de varianza para el volumen de raíz mostro diferencia significativa en los distintos tratamientos evaluados, (Figura 4) las plántulas que se irrigaron con la solución nutritiva (SN) fueron las que obtuvieron mayor volumen radical respecto a los demás tratamientos. Estos resultados son similares a los obtenidos por (Ismail y Ahmad, 1997) lo cuales señalan que el volumen de la raíz aumenta al elevar de forma gradual la concentración de la solución nutritiva Steiner, y por ende una mayor producción de raíces con esta solución.

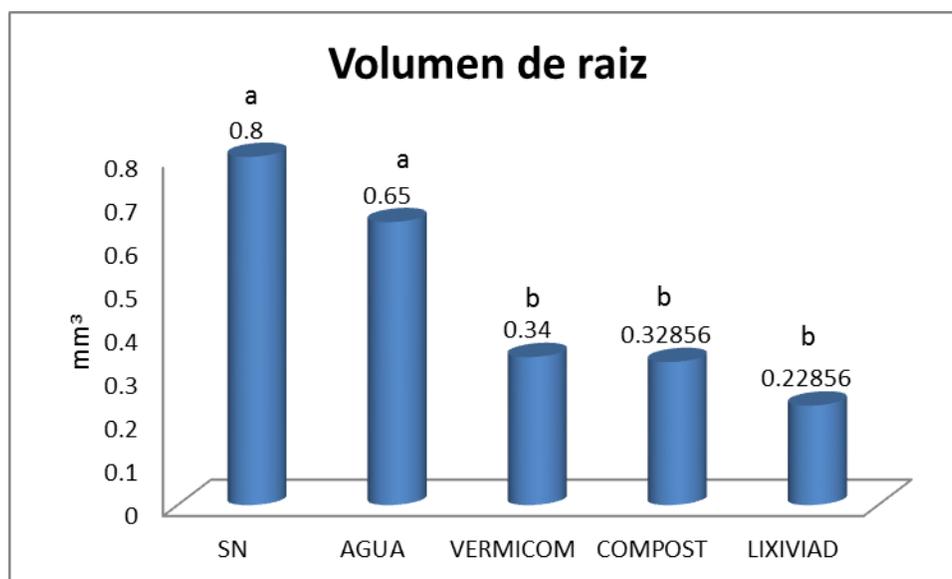


Figura 4. Volumen de raíz de plántulas de girasol, por efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas.

El contenido de carbohidratos de la plántula es importante para la producción de raíces, por lo que un mayor peso seco de hojas posiblemente esté relacionado con una mayor área foliar para realizar la fotosíntesis y, por consiguiente, en una mayor producción de carbohidratos, los cuales pueden ser utilizados para la formación de nuevas raíces (Wien, 2001).

4.5 Peso seco de raíz

El análisis de varianza para el peso seco de raíz no mostro diferencias significativas entre los diferentes tratamientos evaluados.

Pero como podemos observar en la (Figura 6), aun que no hubo diferencia significativa observamos que hubo tendencia hacia los valores más altos los observamos en las plántulas que se irrigaron con la solución nutritiva Steiner seguida de las plántulas que se irrigaron con agua y las plántulas irrigadas con las soluciones nutritivas orgánicas obtuvieron los menores valores.

Al incrementar el peso seco de las plántulas, tiene efectos favorables en el crecimiento, desarrollo y abundancia radicular de las plántulas, lo cual es de gran importancia para un mejor prendimiento, enraizamiento y hacer una planta más tolerante al acame, además de tener la ventaja de absorber más agua y nutrimentos con mayor facilidad (Diez et al., 2009).

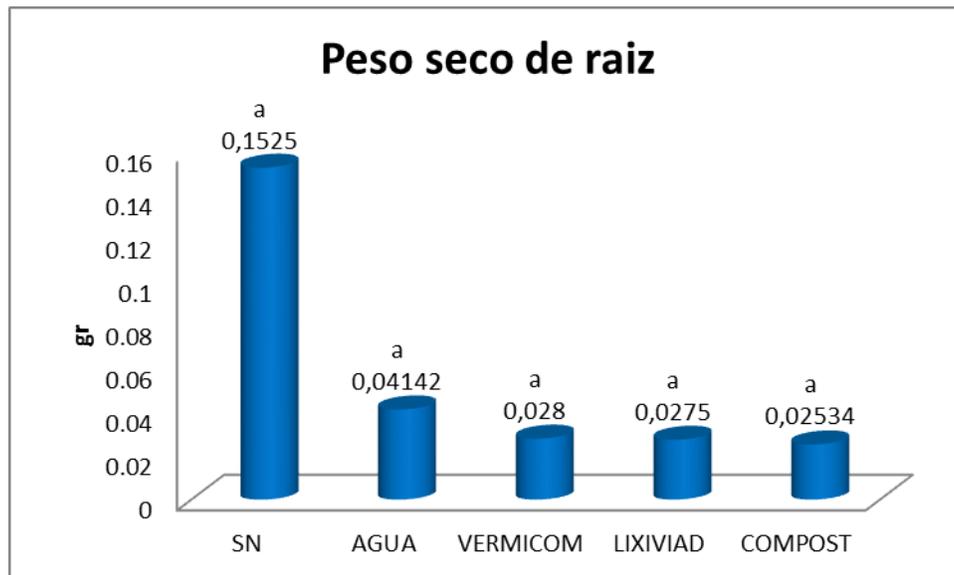


Figura 5. Peso seco de raíz de plántulas de girasol, por efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas.

4.6 Peso seco del vástago

El análisis de varianza para el peso seco del vástago presento diferencia significativa (Figura 7), en la cual el tratamiento con la solución nutritiva SN obtuvo el mayor peso del vástago con 0.14 g, seguido del tratamiento donde las plántulas se irrigaron con agua natural con 0.11 g por plántula. En cambio las soluciones orgánicas no presentaron diferencia entre ellas.

Estos valores se deben a que la solución nutritiva Steiner, también presento el mayor número de hojas (Figura 1), y mayor volumen de raíz, lo cual genero una

mayor cantidad de biomasa, y por consiguiente los valores más altos para el peso seco del vástago.

La importancia fisiológica peso seco del vástago indica que las plántulas, tienen un mayor vigor, y por lo tanto pueden tener un mayor absorción de N y otros nutrimentos.

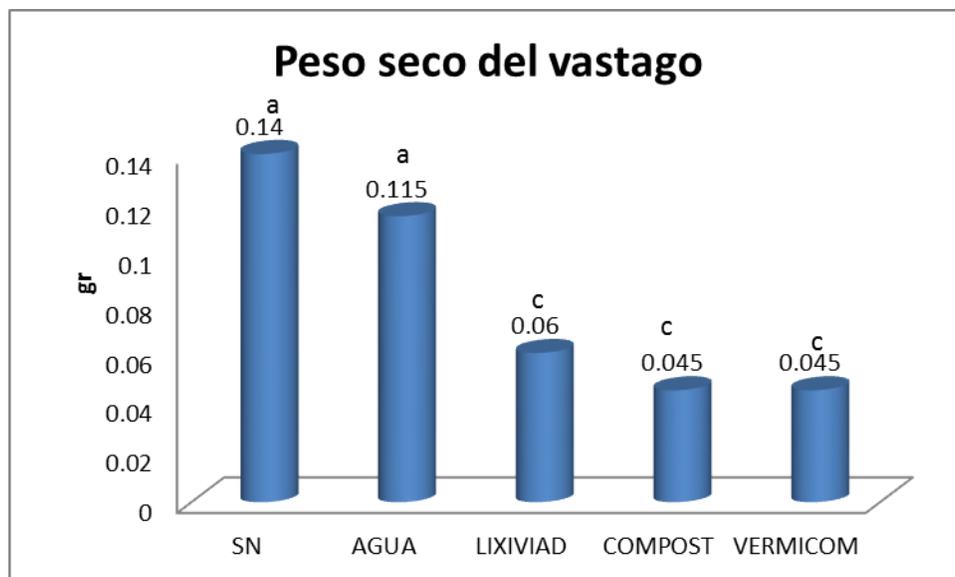


Figura 6. Pes seco del vástago de plántulas de girasol, por efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas.

4.7 Relación vástago raíz

La relación vástago raíz, esta se obtuvo por la división del peso seco de la raíz entre el peso seco del vástago. El análisis de varianza no mostro diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, pero en la (Figura 8) podemos observar que se presentó una tendencia hacia los valores mas altos en las plántulas irrigadas con la solución nutritiva (3.75 g), seguidas de las plántulas que se desarrollaron únicamente con el sustrato e irrigados con agua natural; mientras que los menores valores de esta variable correspondieron a las soluciones nutritivas orgánicas.

La relación vástago-raíz, es importante para la fisiología de la plántula ya que al haber un equilibrio de vástago-raíz la plántula puede absorber el agua y los nutrimentos que la parte aérea requiere.

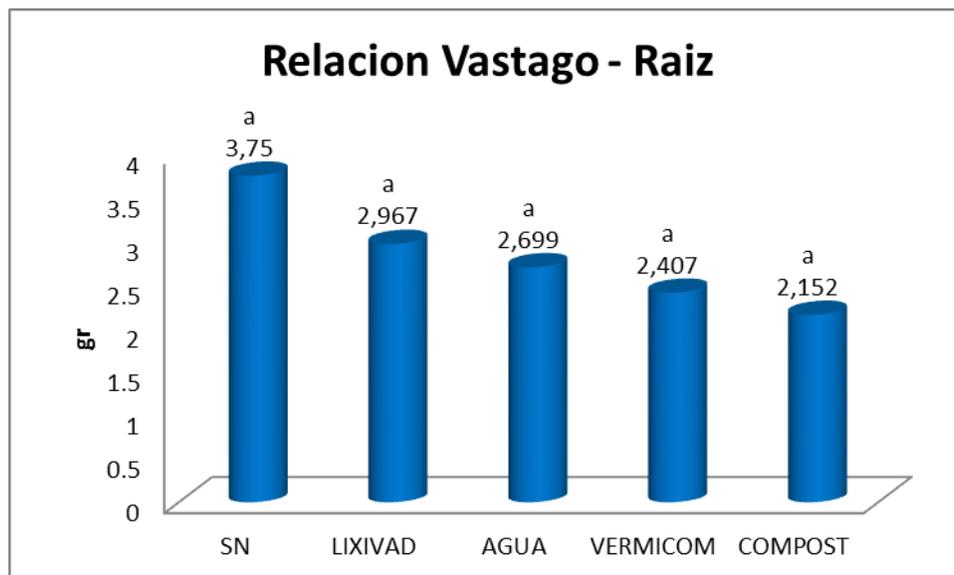


Figura 7. Relación vástago raíz en plántulas de girasol, por efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas

4.8 Área foliar

El análisis de varianza para el área foliar mostro diferencias significativas (Figura 9). la mayor área foliar correspondió a las plántulas tratadas con la solución nutritiva, mientras que los menores valores de esta variable correspondieron a las plántulas irrigadas con las soluciones nutritivas orgánicas, en cambio las plántulas que se desarrollaron únicamente con el sustrato e irrigadas con agua natural superaron a las tratadas con la solución nutritiva orgánica.

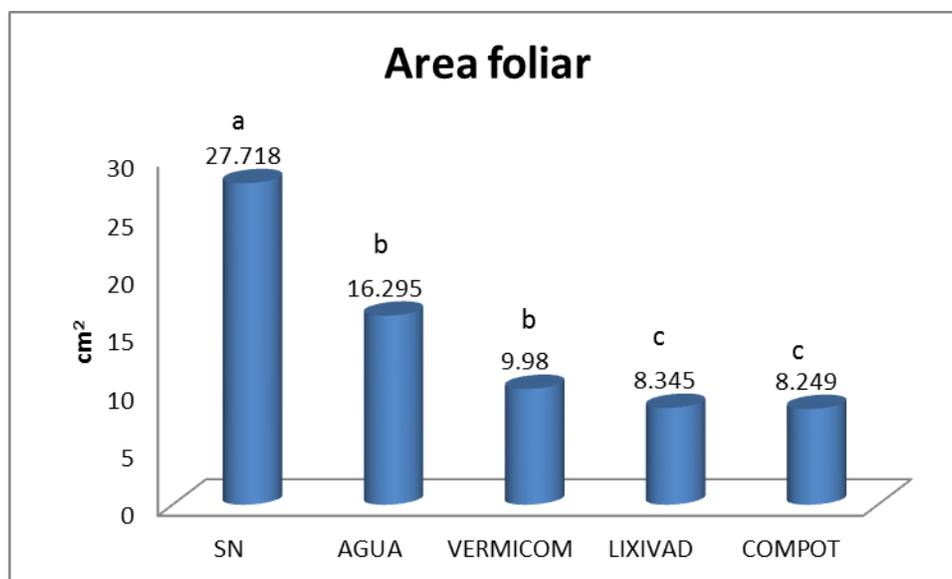


Figura 8. Área foliar en plántulas de girasol, por efecto de los tratamientos con soluciones nutritivas.

El área foliar es un buen indicador de vigor, y calidad de las plántulas, ya que al tener un mayor número de hojas, las plántulas tienen una mayor capacidad de fotosíntesis y por ende una mayor producción de fotosintatos, una planta con mayor área foliar tiene mayor capacidad de generar raíces, para que la planta tenga mayor éxito al momento de trasplante y mayor resistencia al acame.

El área foliar y el número de hojas son variables que se deben de tomar en cuenta cuando se evalúa la calidad de las plántulas (*Markovie et al, 1997*).

La determinación del área foliar de las plantas tiene gran importancia en los estudios relacionados con su crecimiento y desarrollo dado que en las hojas se sintetizan los carbohidratos que van a repartirse en los diferentes órganos. La capacidad de fotosíntesis de las plantas está relacionada con la superficie foliar expresada como índice de área foliar (*Kozlowsky et al., 1991*)

V. CONCLUSIONES

La solución nutritiva Steiner influyo significativamente en la calidad de las plántulas, ya que en este tratamiento fue donde se obtuvieron los mayores valores para todas las variables evaluadas, Los tratamientos con las soluciones nutritivas orgánicas presentaron los menores valores en los parámetros evaluados.

VI. LITERATURA CITADA

- Al-Domain, J. H., P. A. Abbasi, S. A. Miller, and H. A. J. Hoitink. 2003. Suppression of bacterial spot of tomato with foliar sprays of compost extracts under greenhouse and field conditions. *Plant Dis.* 87: 913-919. *Annuum L.*) e n z onasáridas. *Interciencia* 27: 417-421
- Ansorena Miner, J. 1994. *Sustratos: Propiedades y Caracterización*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 172
- Arancon, Norman Q.; EDWARDS, Clive A.; BIERMAN, Peter; METZGER, James D. and LUCHT, Chad. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia*, August 2005, vol. 49, no. 4, p. 297-306.
- Armenta BD, Baca CG, Alcántara GG, Kohashi SJ, Valenzuela UG, Martínez GA (2001) Relaciones de nitratos y potasio en fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate. *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 7: 61-75. Bajo Invernadero. pp. 1-11. En: C. A. LEAL CH. Y J. A GARZA G. (eds). *Memorias del Segundo Simposio Internacional de Producción de Cultivos en invernaderos*.
- Arnald A.E. 1990 Insectos relacionados con el cultivo del girasol; revista RONAIAP divulga N. 33; Maracay, Venezuela.
- Atiyeh, R.M.; ARANCON, N.; EDWARDS, C.A. and METZGER, J.D. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology*, December 2000, vol. 75, no. 3, p. 175-180.
- Atiyeh, R.M.; ARANCON, N.Q.; EDWARDS, C.A. and METZGER, J.D. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*, January 2002, vol. 81, no. 2, p. 103-108.
- Benitez, E.; Nogales, R.; Elvira, C.; Masciandaro, G.; Ceccanti, B., (2000). Enzyme activities as indicators of the stabilization of sewage sludges composting with *Eisenia foetida*. *Bioresource Tech.*, 67, 297-303.
- Betancourt O.M.N. Rodríguez, M. Sandoval, V Y E.A. Gaytán A 2005 Fertilización foliar una herramienta en el desarrollo de cultivo de liliun CV. Stargaer

- Revista Chapingo, Serie Horticultura 11 (2): 371-378, Montecillo, Estado de México
- Berenguer, J., J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: Javier Z, Bockelmann L. 1997, Sunflowers all year? Taspo- Gartenbru magazin. Co 1 pl Munden, Germany 6.3-5.
- Brown, B.a. y Mitvhell M.J 1981 role of earthworm, eiseniafoetida affecting survival of salmonella entertidiserTybimurium. 21 434 -438.
- Cantliffe, D.J. 1998. Transplant production and performance: seed germination for transplant quality. HortTechnology 3: 415-418.
- Capulín GJ, Núñez ER, Aguilar AJL, Estrada BM, Sánchez JP, Mateo SJL (2007) Uso de estiércol líquido de bovino acidulado en la producción de pimiento morrón. *Rev. ChapingoSer. Hort. 13*: 5-11
- Capulín GJ, Núñez ER, Sánchez JP, Martínez GA, Soto HM (2005) Producción de jitomate con estiércol líquido de bovino acidulado con ácidos orgánicos e inorgánicos. *Terra Latinoam. 23*: 241-247.
- Cascadia J.,G 2001. Organic Production Systems Permitted Substances List, ICS 67.040 National Standard Canada. CAN/CGSB- 32.311-2006. Retrieved January, 2008 from http://www.pwgsc.gc.ca/cgsb/on_the_net/organic/032_0311_2006-e.pdf.
- Castellanos, y José de Jesús Muñoz. (Eds.) Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero.
- Cavagnaro, T.R.; JACKSON, L.E.; SIX, J.; FERRIS, H.; GOYAL, S.; ASAMI, D. and SCOW, K.M. Arbuscularmycorrhizas, microbial communities, nutrient availability, and soil aggregates in organic tomato production. *PlantandSoil*, April 2006, vol. 282, no. 1-2, p. 209-225.
- Centeno Huidobro María Antonieta 1996. Tesis análisis de criterios para lixiviados en un sitio de confinamiento. Universidad popular autónoma Del estado de Puebla
- Colinas, L.M.T 2003 "Importancia de los estudios post- cosecha de plantas ornamentales Nativas de México" In: Mejía, M.J.M Y F.A. Espinosa (Comsp. Plantas Nativas de México con Potencial Ornamental, Análisis y Perspectivas. Universidad Autónoma de Chapingo. P.p. 175 y 179
- Colom i Puigbo G 2001. Compostaje de residuos orgánicos. Macro conferencia. Centro de ecología y proyectos alternativos. Valladolid
- Cornillon, P. 1988. Influence of root temperature on tomato growth and nitrogen nutrition. *Acta Hort. 229*: 211-218.

- Cruz LE, Osorio OR, Martínez ME, Lozano RAJ, Gómez VA, Sánchez HR, (2009) Uso de composta y Vermicomposta para la producción de tomate orgánico en invernadero. *Interciencia* 35: 363-368
- Crawford J; Smith P.1985. Landfill technology.ED Butter Worths.England
- De Grazia J.P.A Tittonell and Chiesa A the efecto of substrates with compost and nitrogenous fertilization on photosynthesis, precocity an pepper (*Capsicum annuum*) yield. *Cien. Inv.Agr. (Chile)*
- De Grazia J., P. A. Tittonell, and Chiesa A. 2007. The effect of substrates with compost and nitrogenous fertilization on photosynthesis, precocity and pepper (*Capsicum annuum*) yield. *Cien. Inv. Agr. (Chile)* 34(3): 151-160.
- De la Riva.2002.Curiosidades del girasol. España
- Deffis caso, Armando. 1994. La casa ecológica autosuficiente para clima calido y tropical Ed. Arbol. Mexico DF.
- Díaz, S. & Cabido, M. 1997. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *J. Veg. Sci.* 8: 463- 474.
- Diez, N. M. 2001. Tipos varietales. pp. 97-98, 103-113. *In*: Nuez, F. (ed.). El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España
- Dorais, Martine; EHRET, David and PAPADOPOULOS, Athanasios P. Tomato (*Solanum*)
- Dufault, R. J. 1998. Vegetable transplant nutrition. *HorTechnology* 8(4) 3.515-523.
- Edwards, C. A.; Dominguez, J.; Neuhauser, E. F., (1998). Growth and reproduction of *Perionyx excavatus* (Perr.) (Megascolecidae) as factors in organic waste management. *Biol. Fert. Soils*, 27, 155-161.
- Ericsson, T. 1995. Growth and shoot: root ratio of seedlings in relation to nutrient availability. *PlantSoil* 168-169: 205-214. Facultad de Agronomía-UANL, Monterrey N. L. México.

- Fernández-Bravo C., N. Urdaneta, W. Silva, H. Poliszuk y M. Marín. 2006. Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv `Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. Rev. Fac. Agron. (LUZ) (Venezuela) 23(2): 188-195. Fuentes B., Jorquera M. and Mora M. de la L. 2
- Frederickson. J . and HOWELL. G ,. 2003. Large _scale vermicomposting emission of nitrous oxide and effects of temperatura on eaerthoworm populations. Pedabiologia 47: 724 -730
- Frinck Arnald 1988. Fertilizantes y fertilización. Editorial reverté, S.a .España
- Fao 2006. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación
- Galindo-González, G.; C. López M.; B. Cabañas-Cruz; H. Pérez-Trujillo y A. Robles-Martínez. 2002. Caracterización de productores de chile en el altiplano de Zacatecas. Folleto científico N° 5. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) – Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatecas. 102
- Gallardo M, Thompson RB, Rodríguez JS, Rodríguez F, Fernández MD, Sánchez JA, Magán JJ (2009) Simulation of transpiration, drainage, N uptake, nitrate leaching, and N uptake concentration in tomato grown in open substrate. *Agric. Water Manag.* 96: 1773-1784.
- García I. Y C .Dorronso 2001. departamento de edafología y química agrícola. Universidad de Granada España. Contamination por metales pesados.
- Gladish, D. K. and T.L Rost. 1993 The effects of temperature on primary root growth dynamics and lateral root distribution in garden pea (*Psidium savitum* L.). *Aus. J. Bot* 30: 303-309.
- Gómez Cruz Manuel Ángel, Rita Schwentesius Rindermann, Laura Gómez Tovar, et al. 2001. Agricultura orgánica de México. Datos básicos. Boletín, SAGARPA-CIESTAAM, México, 46p.
- Gómez Cruz, Manuel Ángel; Laura Gómez Tovar; y Rita Schwentesius Rindermann. 2003. La Agricultura Orgánica en México. En: Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina. CIESTAAM-AUNA, Edo. De México, pp. 91-108.

- Gomez T., L.; GÓMEZ C., M. A.; SCHWENTESIUS R., R. 1999. Producción
Gomez T.L., Gómez C.M.A. y Schwentesius R.R. 1999. Producción y
comercialización de hortalizas orgánicas en México. p 121-158. En: C de
Grammont H., Gómez C.M.A., González H. y Schwentesius R.R (Eds)
Agricultura de exportación en tiempo de globalización. El caso de las
hortalizas, frutas y flores. CUESTAAM/UACH.
- Granatstein, D. 1999. Foliar disease control using compost tea. The compost.
Connection for Western Agriculture 8:1-4.
- Hernandez.M.J.,2000. Producción de plántulas de cuatro especies hortícolas
utilizando el sistema de flotación en soluciones hidropónicas. Tesis
profesional licenciatura. Departamento de horticultura.
- Herrera. Z .J.G 2006. Producción de plántula de tomate bola (Variedad Florade) y
efecto postransplante en invernadero. Tesis profesional licenciatura
.departamento de horticultura . Buenavista Saltillo Coahuila.
- Herrera F., Castillo J. E., Chica A. F. and López B. L. 2008. Use of municipal solid
waste compost (MSWC) as a growing médium in the nursery production of
tomato plants. Bioresource Technology (Great Britain) 99: 287-296.
- Hinchee, M.A.W. and T.L Rost. 1992. The control of lateral root development in
pea. 3. Spacin Intervals. BotanicaActa 105: 127-131
- Ingham RE (2005) *The Compost Tea Brewing Manual*. 5a ed. SoilFoodweb Inc.
Corvallis,OR, EEUU. 79 pp.
- INIFAP, 2000. Requerimientos agroecológicos de los cultivos .México DF.
- Jones, J. B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis.
CRC Press. New York. 382 p.
- KOLOWSKI, TRAMER PJ., PALLARDY, 1991. The physiological ecology of woody plants.
Academic press, INC. Editorial Board, Toronto 657 pp.

- Klapwijk, D. 1986. Production of tomato transplants in The Netherlands. *Acta Hort.* 190: 505-510
- Lamas N., M. A.; Flores O.; N.; SÁNCHEZ R., G.; GALAVIS R., R. 2003. Agricultura Orgánica. FIRA. Boletín informativo. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. Boletín Informativo. Núm.332 Vol. XXXV. México
- Lao M.T and Jimenez s.2004, evaluation of almond Shell as a culture substrate for ornamental plants I. characterization . *International Journal of Experimental Botany* .53rd Aniversary. Argentina 69-78 p.
- Leskovar, D. I.; STOFFELLA, P. J. 1995. Vegetable seedling root systems: morphology, development, and importance. *HortScience* 30(6): 1153-1159
- lycopersicum*) health components: from the seed to the consumer. *Phytochemistry Reviews*, July 2008, vol. 7, no. 2, p. 231-250.
- Magdaleno V., J. J., A. Peña L., R. Castro B., A. M. Castillo G., A. Galvis, F. Ramírez P. y B. Hernández H. 2006. Efecto de soluciones nutritivas sobre el desarrollo de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12: 223-229
- Markovic, V. 1986. The quality of the sweet pepper transplants depending on production methods. *Proceedings of Yugoslav Symposium on Intensive Vegetable Production for Healthy Nutrition*. Split:
- Márquez H., C.; CANO R., P. 2004. Producción Orgánica de Tomate Martínez R.A.; Ramos C.E; Gaskins E.B Guerra M. y j.díaz S. 2007. simulacion de un campo magnético en el suelo por el método de los elementos finitos. *Revista ciencias Tecnicas Agropecuarias (cuba)* 16(3):57-60
- Martín-Closas, L & X Recasens. 2001. Effect of Substrate Type (Perlite and Tuff). In the Water and Nutrient Balance of a Soilless Culture Rose Production System. *Acta Hort.* 559(II): 569-574.p.
- Masson, J.; N. Tremblay and A. Gosselin.1991. Nitrogen fertilization and HPS supplementary lighting influence vegetable transplant production. I. Transplant growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116 (4): 594-598. IV simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: diseño, manejo y producción.
- Michel J.C 2008. Experience with selected physical methods to characterize the suitability of growing media for plant growth. *Acta Hort.* (USA) 239-250
- Muñoz RJJ (2004) Formulación de la solución nutritiva. pp: 151-180. En: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. Castellanos

- Navejas J., J. 2002. Producción orgánica de tomate. INIFAP-CIR Noroeste. Desplegable Técnico No. 5. Constitución, Baja California Sur, México.
- Nicola, S.; BASOCCU, L. 1994. Pretransplant nutritional conditioning techniques. pp. 94-119. In: Encyclopedia of Plant Physiology. affects pepper seedling growth and yield. Acta Horticulturae Vol. 15-A. PIRSON, A.; ZIMMERMAN, M. H. (eds.) Springer 361: 519-526
- Nieto A, Murillo B, Troyo E, Larrinaga J, García HJL (2002) El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum*)
- Nogales, R., ELVIRA- C.- BENITEZ, E., THOMPSON, R. and GOMEZ, M.,
Feasibility of vermicomposting dairy biosolids using a modified system to avoid earthworm mortality, journal of environmental Science and health . 34 : 151 -169.
- Nuez Fernando. 2001. El cultivo del tomate. Ed. Mundi- Prensa. 793 p.
- Parera, C.A. and D.J. Cantliffe. 1994. Presowing seed priming. Horticultural Reviews 16: 109-141.
- Preciado R., P., G. A. Baca C., J. L. Tirado T., J. Kohashi S., L. Tijerina Ch. y A. Martínez G. 2002. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. Terra 20: 267-276.
- Preciado R., P; V. Florián G.; G. García L.; M. Segura C. y A. Lara H. 2004. Crecimiento y calidad de plántulas de chile jalapeño por efecto de nitrógeno y potasio. In: XXXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. División: Suelo-Clima-Biota, Mesa: Nutrición Vegetal, Conferencia 35.} *Proceedings of the InFoRM 2000. National Workshop on Integrated Food Production and Resource Management.* Brisbane, Australia, 2002, p. ix-xvi.
- Raviv, M.; OKA, Y.; KATAN, J.; HADAR, Y.; YOGEV, A.; MEDINA, S.; KRASNOVSKY; A.; ZIADNA, H. 2004. High – nitrogen compost as a medium for organic container-grown crops. Bioresource Technology; 96 (4): 419-427
- Rippy JFM, Peet MM, Louis FJ, Nelson PV (2004) Plant Development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *Hortscience* 39: 223-229.

- Rodriguez 2004. Desarrollo y caracterización de sustratos orgánicos a partir del bagazo de agave tequilero. Tesis de doctorado .colegio de posgraduados, montecillos Texcoco México.
- Rodríguez D., N.; CANO R., P.; FAVELA CH., E.; FIGUEROA V., U.; ÁLVAREZ R., V. DE P.; PALOMO G., A.; MARQUEZ H., C.; MORENO R., A. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(2): 185-192.
- Rodríguez D., N.; CANO R., P.; FIGUEROA V., U.; PALOMO G., A.; FAVELA CH., E.; ÁLVAREZ R., V. DE P.; MÁRQUEZ H., C.; MORENO R., A. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31(3): 265-272., J.Z. (Ed.) 2da Edición. INTAGRI, Celaya, Gto., México.
- Rodríguez M., M. N.; ALCÁNTAR G., G.; AGUILAR S., A.; ETCHEVERS B., D. J.; SANTIZÓ R., J. A. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra Latinoamericana* 16:135-141.
- Salisbury F, Ross C (2000) *Fisiología de las Plantas 1. Células: Agua, Solucioy Superficies*. Trad. por Alonso JM. ThomsolInternat. Madrid, España. 304 pp.
- Sánchez, L. A. 2000. Apuntes de la materia producción de hortalizas de clima
- Scheurell, S.; MAHAFFEE, W.F. 2004. Compost tea as a container media drench for suppressing seedling damping-off caused by *pythiummultimum*. *Phytopathology*. 94: 1156-1163
- Schrader W.L.2000 . using transplants in vegetable production. UC Cooperative Extention Farm Advisor, San Diego Country, Publication 8013.USA
- Steiner AA (1984) The universal nutrient solution. *Proc. 6th Int.Cong. on Soilless Culture*. ISOSC. Lunteren, Holanda. pp. 633-649.
- Suthar, S., (2007a). Vermicomposting potential of *Perionyxsansibaricus* (Perrier) in different waste materials. *Bioresource Tech.*, 98, 1231-1237.
- Szczech, M.W Randomansky , W., BrezeskiM.v,Smolinska, U. y Kotowski,J.F(1993).supressive effect of commercial earthworm compost on some root infecting pathogens of cabbage an tomato.

Tejeda, M., GONZALEZ, J.L.- HERNADE,M.T., GARCIA. C.,. 2008. Agricultural use of lechatesobtained from two different vermicomposting processes. *Bioresource Technology* 99. 6228-6232.

Tognoni, F. 2000a. Temperatura. *In: Memoria del Curso Internacional de Ingeniería, Manejo y Operación de Invernaderos para la producción Intensiva de Hortalizas. Instituto Nacional de Capacitación para la Productividad Agrícola (INCAPA, S.C.). 21-26 de Agosto de 2000. Guadalajara, Jal., México. pp. 12-27.*

Tu, Cong; RISTAINO, Jean B. and HU, Shuijin. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: Effects of organic inputs and straw mulching. *Soil Biology and Biochemistry*, February 2006, vol. 38, no. 2, p. 247-255. University Press, Cambridge. London, UK.

Warburton, K. and PILLAI-MCGARRY, U. Executive Summary of InFoRM 2000. *In: WARBURTON, K; PILLAI-MCGARRY, U. and RAMAGE, D. eds. Integrated biosystems for sustainable development.*

Widder. I E .; O.A 1982. Potassium nutrition during tomato plant development . *J. am. Soc.HortSci* . 1189-1192 y comercialización de hortalizas orgánicas en México. p121-158. *En: Agricultura de exportación en tiempo de globalización: El caso de las hortalizas, frutas y flores. H. GRAMMONT; M.A. GÓMEZ C.; H. GONZÁLEZ;*

Wien, H. C. 2001. *The Physiology of Vegetable Crops.* CAB International.

Yágodin, B.A. 1986. *Agroquímica. Trad. al español por R. Rincón-Zabaco y F. Vargas-Salazar. Tomo I. Mir. Moscú. Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas*

http://www.aserca.gob.mx/artman/uploads/comercializacionproductosornamentales_peninsulayucatan.pdf

