

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Aplicación de Lombricomposta Líquida y Dosis de Fertilización en la
Producción de Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* L.)

Por:

GUADALUPE VÁZQUEZ LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para

obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México
Mayo, 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Aplicación de Lombricomposta Líquida y Dosis de Fertilización en la
Producción de Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* L.)

Por:

GUADALUPE VÁZQUEZ LÓPEZ

TESIS

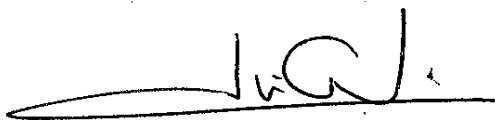
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

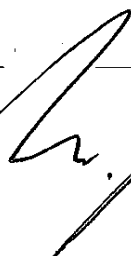
Aprobada:



Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez
Asesor Principal



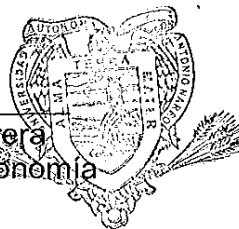
Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar
Coasesor



Dr. Víctor Manuel Reyes Salas
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Mayo, 2013

Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar siempre en cada logro o dificultad en mi vida, de guiarme hacia el camino del bien y de permitir llegar a esta gran etapa de mi vida.

A mi Alma Terra Mater A mi gloriosa Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haber permitido terminar mis estudios profesionales y de prepararme para la vida laboral.

Al Departamento de Producción y Horticultura por sus facilidades en la realización de la presente investigación.

A la Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez por su dirección, asesoría, apoyo y facilidades para llevar a buen fin esta investigación.

Al Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar por su asesoría, consejo, orientación y apoyo en la realización de esta tesis.

Al Dr. Víctor Manuel Reyes Salas por su valioso apoyo y asesoría para concluir esta investigación.

A Mis Amigos (as) que de alguna manera contribuyeron para la realización de este trabajo, aparte por sus consejos y palabras de motivación para poder lograr mis objetivos. Gracias por el inmenso apoyo.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Con respeto y admiración a la Sra. Reyna Luz López Pérez y Sr. Telésforo Vázquez Zamorano, por su confianza, sus consejos y sobre todo el amor que me brindaron. Sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer toda una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo constante, solo quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudó a conseguirlo fue su incondicional apoyo.

A MIS HERMANAS

Fulvia, Susana y Marthita quienes siempre me han apoyado y alentado para seguir adelante.

A MIS ABUELOS, TIOS, PRIMOS Y CUÑADOS

Por darme sus buenos consejos durante mi estancia en la universidad, sobre todo por motivarme a seguir adelante para poder lograr mis sueños y metas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	
Origen y Clasificación Botánica de Crisantemo.....	3
Morfología del Crisantemo.....	3
Importancia Económica.....	4
Requerimientos Edafoclimáticos.....	4
Propagación.....	5
Luminosidad.	5
Importancia de los Abonos Orgánicos.....	6
Lombricomposta y sus Aplicaciones.....	8
Clasificación y Morfología de <i>Esenia Foetida</i>	9
Nitrógeno en las plantas	10
Fósforo en las Plantas.....	11
Potasio en las Plantas.....	11
Calcio en las Plantas.....	12
Magnesio en las Plantas.....	13

III. MATERIALES Y MÉTODOS	
Localización y Características del Sitio Experimental.....	14
Material Vegetal y Manejo.....	14
Procedimiento Experimental.....	15
Descripción de los Tratamientos.....	15
Aplicación de los Tratamientos.....	17
Variables Evaluadas.....	17
Diseño Experimental Análisis Estadístico y Modelo Estadístico.....	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. LITERATURA CITADA.....	32
VII. APENDICE.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 3.1. Elaboración de tratamientos con solución de Hoagland y lombricomposta.....	16
Cuadro 3.2. Fertilizantes empleados para la preparación de las soluciones nutritivas.....	16
Cuadro A.1. Comparación de medias (de acuerdo a la prueba de Tukey $P \leq 0.05$) y Anova para altura de planta, número de entrenudos y diámetro de tallo en plantas de crisantemo cv. Hartmann's Dignity.....	39
Cuadro A.2. Comparación de medias (de acuerdo a la prueba de Tukey $P \leq 0.05$) y Anova para peso fresco de hoja, peso fresco de flor, peso fresco de tallo y peso fresco total en plantas de crisantemo cv. Hartmann's Dignity.....	40
Cuadro A.3. Comparación de medias (de acuerdo a la prueba de Tukey $P \leq 0.05$) y Anova para peso seco de hoja, peso seco de flor, peso seco de tallo y peso seco total en plantas de crisantemo cv. Hartmann's Dignity.....	41
Cuadro A.4. Correlaciones de Pearson de 12 variables de respuesta en crisantemo cv. Hartmann's Dignity.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 4.1 Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity en altura de planta.....	21
Figura 4.2 Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity en número de entrenudos.....	23
Figura 4.3 Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity en diámetro de tallo	24
Figura 4.4 Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity en diámetro de flor.....	25
Figura 4.5. Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity en peso fresco de hoja, flor y tallo.....	27
Figura 4.6. Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity en peso seco de hoja, flor y tallo.....	29

RESUMEN

El crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* L.) es una planta ornamental muy valiosa debido a sus tipos de inflorescencia, colores, formas y durabilidad además por su empleo como flor cortada, planta en maceta y como planta de jardinería representan una gran magnitud de oportunidad de negocio. El uso de la lombricomposta ha ganado adeptos en la agricultura debido a su aplicación en cultivos hortícolas y algunas especies ornamentales además que es capaz de ofrecer a las planta una nutrición más equilibrada. Con el propósito de reducir el uso de fertilizantes químicos en el cultivo de crisantemo c.v Hartmann's Dignity se realizó el presente experimento donde se evaluaron cinco niveles de lombricomposta (0, 25, 50, 75,100 %) mezclado con dos niveles de solución de Hoagland (50 % y 100 % respectivamente). Los resultados revelan que los tratamientos con 25 % lombricomposta y 50 % de solución de Hoagland esta es ideal para obtener una altura aceptable, en la mezcla de 50 % de lombricomposta y 100 % de solución de Hoagland mantuvo un contenido adecuado de número de entrenudos. Por otro lado, con 100 % de lombricomposta y 50 % de solución de Hoagland se obtuvo un diámetro de tallo aceptable. Con la aplicación de 50 % de solución de Hoagland se obtuvo mejor diámetro de flor, peso fresco y seco de hoja, flor y tallo, lo cual nos indica que la combinación de lombricomposta y la solución de Hoagland mostraron un efecto negativo en cantidad de biomasa debido a que tuvieron un comportamiento similar al testigo. Podemos disminuir la aplicación de fertilizantes químicos con adiciones de lombricomposta.

Palabras Clave: Crisantemo, Nutrición, Lombricomposta, Solución Hoagland.

INTRODUCCIÓN

El crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* L.) es una planta ornamental cultivada en todo el mundo y comercialmente valiosa debido a sus numerosos híbridos, bastante apreciados por la inflorescencia, diversidad de colores, formas y durabilidad. El mejoramiento y la selección de crisantemos han sido realizados no solo con relación a la forma y color, sino también a su adecuado cultivo, resistencia al frío-calor y resistencia de postcosecha (Modesto y Fenille, 2004). Es una planta herbácea, procedente del hemisferio norte, Asia oriental, pertenece a la familia de las *Asteráceas*, comúnmente se denominan margaritas o crisantemos, y se desarrollan en climas tropicales (Benavente, 1993). En México la superficie sembrada de crisantemo es de 2479.7 ha, los Estados productores de crisantemo son Tlaxcala, Guerrero, Morelos, Puebla y el Estado de México, este último es el principal productor de crisantemo en nuestro país con 2,234.00 ha sembradas (90% de la producción nacional) (SIAP-SAGARPA, 2011).

La lombricultura se concibe como una biotecnología que permite utilizar la lombriz de tierra con el propósito de reciclar desechos orgánicos, para el enriquecimiento de los suelos, que son las excretas de las lombrices, lo cual se le denomina humus de lombriz, es de color negruzco, y con olor agradable a suelo de bosque (Cruz, 1986).

Los abonos orgánicos pueden satisfacer la demanda de nutrientes de los cultivos, reduciendo significativamente el uso de fertilizantes químicos y mejorando las características de los vegetales consumidos (Rodríguez *et al.*, 2009).

Además, los abonos orgánicos mejoran las características de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre-explotación (Nieto *et al.*, 2002). Sin embargo, su composición química, el aporte de nutrientes a los cultivos y su efecto en el suelo, varía según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Abawi, 1994).

En el presente trabajo se propone utilizar lombricomposta bovina líquida como una alternativa más económica de reciclar los nutrientes que la planta extrae del suelo disminuyendo con ello los costos de operación y proporcionando al cultivo un fertilizante de tipo orgánico. Por todo lo anterior y con la finalidad de aportar una alternativa que conlleve en el incremento de la productividad en crisantemo cv. Hartmann's Dignity el presente trabajo se plantea el siguiente objetivo e hipótesis.

OBJETIVO

- Evaluar el efecto de la aplicación de lombricomposta líquida y fertilización química en la producción de crisantemo.

HIPÓTESIS

- La aplicación de lombricomposta líquida en la producción de crisantemo permitirá reducir el uso de fertilizantes químicos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Clasificación Botánica del Crisantemo

Según Linares (2005) el crisantemo es una planta nativa del Hemisferio Norte, principalmente de Europa y Asia. Es originaria de las Colinas de Hu-Pei (China), principal centro de origen de los crisantemos de otoño. El nombre de *Chrysanthemum* procede de dos palabras griegas: *Khrysos* y *Anthemom*, cuyo significado en conjunto es “la flor de oro”, y se clasifica de la siguiente manera:

Familia: *Asteraceae*

Género: *Chrysanthemum*

Especie: *Chrysanthemum morifolium*

Morfología del Crisantemo

Es una planta por lo general perenne, con hojas de bordes ondulados de color variable entre verde claro y oscuro recubiertas de un polvillo blanquecino que le da un aspecto grisáceo y casi siempre aromáticas (Stace, 2003).

La flor es realmente una inflorescencia en capitulo. Existen diversos tipos de capítulo cultivados comercialmente, aunque, en general, esta inflorescencia está formada por dos tipos de flores: femeninas y hermafroditas. El receptáculo es plano o convexo y está rodeado de una envoltura de brácteas. La forma de las inflorescencias los puede clasificar como sencillas, anémonas, recurvadas, reflejadas, hirsuta, pompones o decorativas (Vidiale, 1983).

En el tallo se puede encontrar pubescencia, el grosor generalmente no rebasa los 1.5 cm de diámetro con excepción de las plantas con mucha edad. Su raíz es fibrosa típica, de apariencia suave y superficial. Su profundidad no alcanza más allá de los 50 cm (Linares, 2005).

Importancia Económica

El crisantemo es una de las plantas ornamentales de mayor importancia económica a escala mundial, por su empleo como flor cortada, como planta en maceta y como planta de jardinería. La producción es importante en varios países europeos, así como en Colombia, Estados Unidos y Canadá donde desde hace mucho tiempo es un proceso agroindustrial y en Japón la flor del crisantemo alcanza un valor simbólico (Linares, 2005). En México, en 2011 la superficie sembrada de crisantemo bajo invernadero fue de 2,479.75 ha, con una superficie cosechada de 2,479.75 ha. Dando una producción total de 9,403,667.75 ton, con un rendimiento por ha de 3,792.18 ton, con un precio medio rural de \$104.03/ton. El valor de la producción en miles de pesos fue de \$978,299.59. Los principales estados productores de crisantemo en México son: Tlaxcala, Guerrero, Morelos, Puebla y el Estado de México, este último es el principal productor de crisantemo en nuestro país con 2,234.00 ha sembradas (90% de la producción nacional) (SIAP-SAGARPA, 2011).

Requerimientos Edafoclimáticos

El crisantemo, en general se adopta bien a todos los climas, prefiriendo el templado, sin heladas fuertes ni temperaturas elevadas. La temperatura para el enraizamiento de esquejes debe ser de 15 a 18 °C, y la óptima en el medio de enraizamiento de 18 a 21 °C y de 27 °C para el crecimiento y floración (Linares, 2005).

El exceso de calor puede retrasar la floración en la mayoría de las variedades, al contrario, el frío puede adelantarla. Referente a la humedad, se debe procurar que su primera fase de crecimiento no sea muy baja manteniéndose en 60 y 70 %. Si son muy bajas los tallos pueden quedar cortos, con riesgos de quemaduras y falta de uniformidad en la floración (Linares, 2005).

El crisantemo por lo general prefiere tierra suelta, puede cultivarse en suelos que contengan altos porcentajes de arcillas y limos, aun así es necesario que el suelo se le agregué materia orgánica para evitar modificaciones en cuanto a características físicas y químicas, además reduce la compactación y resequedad. (Bautista *et al.*, 2003). El crisantemo requiere de un suelo con buen drenaje y con pH ligeramente ácido (± 6.5) (Arbos, 1992).

Propagación

El crisantemo puede reproducirse por semillas, por esquejes, por división de matas e hijuelos. El sistema más utilizado para fines industriales es el de esquejes terminales partiendo de planta madre. El cultivo del esqueje procede de la planta madre y dura 3 meses y medio para su producción. La planta madre se despunta y puede producir 14 o 15 esquejes, estos se recolectan de un tamaño uniforme de 5 a 6 cm (Bautista *et. al.*, 2003).

Luminosidad

Los crisantemos deben plantarse en lugares soleados, con sombra. Estas plantas se consideran de día corto, puesto que muchas variedades florecen al alargarse las noches; con más de 15 horas de luz diaria las plantas normalmente mantienen un desarrollo vegetativo sin florecer (Herrerros, 1995).

El punto crítico para que se induzca la floración está por debajo de 13 o 14 horas de luz diaria, según las variedades (Herrerros, 1995). Se recomienda aplicar iluminación artificial en un periodo de 4 hrs (10:00 p.m. a 2:00 a.m.) en general, desde, el primer día de trasplante hasta los 25 a 30 días, este tratamiento depende de la duración de día. La intensidad requerida es de 110 lux/m² (13.5 watts/m²). Para ello se pueden colocar lámparas incandescentes a una altura sobre la planta de 60 a 90 cm. La iluminación puede ser cíclica o continua (Herrerros, 1995).

Los cultivares de crisantemo del grupo de respuesta de 6 semanas requieren de 6 semanas para llegar a la etapa de la cosecha a partir del primer día inductivo. Otros grupos de respuesta requieren de 7 o más semanas, hasta un máximo de 15, para llegar a la etapa de cosecha desde el primer día de corto inductivo (Larson, 1988).

Importancia de los Abonos Orgánicos

La agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción, en el cual no se utiliza insumos contaminantes para las plantas, el ser humano, agua, suelo y medio ambiente (Alvajana *et al.*, 2004).

El desarrollo de la agricultura se ha regido por una producción cada vez más intensa, contribuyendo al uso indiscriminado de fertilizantes y otros productos químicos y de prácticas culturales que han propiciado la erosión, la pérdida de fertilidad y contaminación del suelo, en reducir la calidad de alimentos y la calidad ambiental (Hernández *et al.*, 2010).

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su participación sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos en los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero *et al.*, 2000). Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Castellanos, 2000). El uso de fertilizantes naturales orgánicos ha comprobado ser una de las opciones más factibles en México y en el mundo para suplir el uso de los fertilizantes. Los abonos orgánicos son una fuente rica en nutrientes vegetales, que se pueden obtener, en algunos casos en la misma unidad de producción o conseguirse precios muy accesibles para el productor cuando se encuentran dentro de la zona de producción (Schauenburg, 2006).

Los abonos orgánicos también aportan al suelo y a los cultivos otros beneficios que los fertilizantes sintéticos no poseen como la incorporación de sustancias húmicas que mejoran la estructura del suelo, incrementos en la actividad biológica, mayor retención de agua y mejor aeración, entre otras contribuciones (Schauenburg, 2006).

Durante la Revolución Verde en México, la práctica general en cuanto la fertilización al suelo se basaba en la aplicación de fertilizantes químicos de N y P, marginando a los abonos orgánicos, que fueron la base y sustento de la agricultura por siglos (Arredondo, 1996). Los abonos de desperdicios orgánicos son una alternativa para satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos en invernaderos y así reducir el uso de fertilizantes sintéticos (Manjarrez *et al.*, 1999).

Ante el incremento de precio de los fertilizantes químicos y al efecto que se atribuyen su uso excesivo sobre la contaminación del ambiente, se ha vuelto necesario aplicar los elementos nutritivos en forma racional, debido que con el paso de los años, se han reflejado mayores riesgos que implica el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas sobre la salud humana (Nieto *et al.*, 2002).

Lombricomposta y sus Aplicaciones

La lombricomposta es la fracción más estable de la materia orgánica es una sustancia coloidal carente de estructura cristalina, muy compleja, esencialmente de naturaleza lignoprotéica, de color oscuro, con una relación C: N de 10 a 12 %, posee una elevada capacidad de intercambio catiónico y con grupos ionizables esencialmente ácidos (Gómez, 2000).

La lombricomposta contiene un alto contenido de N, P, Ca, y Mg, elementos esenciales para la vida vegetal; además son ricos en oligoelementos, los cuales son igualmente esenciales para la vida de todo organismo, por lo cual resulta un material más completo que los fertilizantes industriales químicos sintéticos, que es capaz de ofrecer a las plantas una alimentación más equilibrada (Escobar, 1998).

Otra de las ventajas de la lombricomposta frente a los fertilizantes químicos, consiste en que sus elementos básicos están presentes en forma mucho más utilizables y asimilables por las raíces de las plantas (Escobar, 1998). En los últimos años el uso de lombricomposta ha ganado adeptos entre los productores agrícolas en México por la calidad de la composta que resulta en su proceso. Se tienen estudios del uso de lombricomposta en los principales cultivos hortícolas como el tomate y chile (Rodríguez y Cano, 2007).

El crisantemo tiene una floración más temprana cuando el sustrato contiene lombricomposta y esto lo atribuyen posiblemente a un efecto hormonal resultado de la acción microbiana. Otras especies como *Chaemaecy-paris lawsoniana*, *Piracanta sp.*, y *Vivurnu bodnantense* tiene mejor desarrollo cuando se utiliza lombricomposta mezclada con sustratos comerciales que cuando se utilizan sustratos comerciales solos o lombricomposta sola, de lo que concluyen que el resultado no está únicamente basado en el contenido disponible de nutrientes (Edwards y Bohelen, 1996).

Las propiedades fisicoquímicas de la lombricomposta son: N total va de; 1 a 4 %, materia orgánica de 20 % a 50 %, relación C:N menor a 15 %, humedad de 30 a 60 % (sobre materia húmeda), contiene un pH de 6.5 a 8.5 con una conductividad eléctrica $< 2 \text{ dS m}^{-1}$, la capacidad de intercambio catiónico va de $>40 \text{ cmol kg}^{-1}$ y la densidad aparente sobre materia seca es de $0.40 \text{ a } 0.90 \text{ g ml}^{-1}$ (Norma NMX-FF-109-SCFI-2007).

Clasificación y Morfología de *Eisenia foetida*

Según Matons (1948) la lombriz *Eisenia foetida* se clasifica de la manera siguiente:

Reino: Animal.

Clase: Annelida

Orden: Oligochaeta

Familia: Lumbricidae

Género: *Eisenia*

Especie: *foetida*

La lombriz *Eisenia foetida* es de color rojo pardo de un tamaño que va de 8-10 cm, el peso de la lombriz adulta es de 1.5 – 2.3 g. Su reproducción es alta, sus capullos es de uno cada 7 días, el número de lombrices por capullos es de 6 a 8, tienen un ciclo de vida de 90 a 100 días, la adaptabilidad es de 0 a 3000 msnm, alta voracidad, alta capacidad reproductiva, fáciles de trabajar y con capacidad para adaptarse a condiciones adversas (Tineo, 1994).

Nitrógeno en las Plantas

La planta puede absorber N tanto bajo la forma de NO_3 como de NH_4 . Estos iones llegan en primera instancia al espacio libre de la raíz (paredes celulares) y luego atraviesan las membranas entrando en las células vegetales. La absorción de NO_3 se realiza contra un gradiente electroquímico (las raíces tienen carga negativa al igual que el ión NO_3 y la concentración de este último es mayor en las células de la raíz que en el suelo que la circunda), implicando, por lo tanto un gasto de energía metabólica (ATP). La absorción de NH_4 se realiza a través de mecanismos pasivos, sin gasto de energía (Novoa y Loomis, 1981).

Tisdale y Nelson (1991) mencionan que un adecuado suministro de N está asociado con vigorosos crecimientos vegetativos y un intenso color verde, cantidades excesivas de N pueden prolongar el periodo de crecimiento y retrasar la madurez en la planta el N se distribuye en tres grupos: más del 50 % se halla en compuestos de elevado peso molecular (proteínas y ácidos nucleicos); el resto, en forma de N orgánico soluble (aminoácidos, aminos, amidas, etc.) y N inorgánico principalmente NH_4 . Su contenido total en el peso seco de la planta oscila entre 1.5 y 5 % (Azcón *et al.*, 2008).

Los crisantemos son muy exigentes en nutrientes especialmente en N, durante los dos primeros meses de crecimientos es necesario mantener niveles altos de N, para obtener flores y plantas de calidad, ya que si durante este período se produce una deficiencia moderada, de este nutriente, no se logrará recuperar la calidad de la flor que se ha perdido incluso con aplicaciones posteriores de N (Yague, 1983).

Fósforo en las Plantas

En cuanto al P, la mayoría de las plantas absorben este elemento en forma de ión primario ortofosfato (H_2PO_4^-) y en menores cantidades el ión secundario ortofosfato (HPO_4^{2-}), y las cantidades absorbidas son afectadas por el pH del medio que rodea a las raíces. El P influye fuertemente en la floración y fructificación de las plantas así como en el desarrollo radical y aceleración de la madurez (Rodríguez, 1982).

El P es absorbido como ión ortofosfato o fosfato mono o diácido contra un gradiente electroquímico, por lo que la absorción es activa, con gasto de energía, y se realiza a través de "carriers" o transportadores (Gardner *et al.*, 1985).

Potasio en las Plantas

Las plantas requieren cantidades de K relativamente importantes y, con frecuencia, son capaces de utilizar una provisión de este elemento mayor de la que el suelo pueda suministrar. El K es el tercer nutriente que suele limitar el crecimiento de las plantas y, en consecuencia, es un componente muy común de los fertilizantes. El K existe, en el suelo, como ión potásico en estructuras minerales y como ión potásico hidratado bien sea en solución o absorbido en los puntos de intercambio catiónico (Thompson, 2002).

El K es absorbido como ión potásico y se encuentra en los suelos en cantidades variables, el fertilizante potásico es añadido a los suelos en forma de sales solubles tales como yoduro potásico, sulfato potásico, nitrato potásico y sulfato potásico, magnésico (Tisdale y Nelson, 1982).

Las plantas contienen K en forma de sales orgánicas e inorgánicas. Casi todas las sales de K son solubles y se ionizan fuertemente en solución. Los iones K son móviles en el interior de la planta pero no son lavados, con facilidad, de los tejidos vegetales vivos (Thompson, 2002).

El K interviene en la absorción de otros nutrientes y en el desplazamiento de los mismos dentro de la planta. La presencia de K y otros iones en solución ayuda a mantener la concentración osmótica necesaria para mantener la turgencia celular. El K también es importante en los procesos metabólicos que conducen a la formación de hidratos de carbono y proteínas (Thompson, 2002).

Calcio en las Plantas

El Ca esencial para la división y alargamiento celular, porque es un componente de la pared celular, particularmente de las sustancias cementales, los pectatos de Ca se encuentran también como oxalato de Ca y carbonato de Ca en las vacuolas. Estas sales supuestamente estabilizan los ácidos orgánicos a niveles no tóxicos. Una deficiencia de Ca, causa malformación y muerte de meristemas (raíces, brotes, frutos y nódulos) posiblemente debido a las fallas en el transporte por floema y su inmovilidad en la planta (Gardner, 1990).

El Ca es un elemento asociado con el transporte de N y en la interacción K:P y su función primordial es dar firmeza y estabilidad a la pared celular a través de los pectatos de Ca, además, actúa como segundo mensajero en la regulación de una gran variedad de procesos fisiológicos y anatómicos (Bush, 1995).

La regulación del Ca celular es una función esencial, realizado por un conjunto de procesos complejos colectivamente llamado homeostasis de Ca (Bush, 1995).

La concentración de Ca en las plantas fluctúa entre 0.2 y 3.0 % del peso seco del tejido de la hoja. Encontrándose la concentración más alta en las hojas viejas (Jones *et al.*, 1991).

Magnesio en las Plantas

El Mg es activador de las enzimas de fotosíntesis y respiración y es necesario para la síntesis de proteínas. Este elemento constituye el centro de la molécula de la clorofila, un quelato de Mg en el cloroplasto. También se quelata con ATP, ADP y ácidos orgánicos. La deficiencia de Mg generalmente se observa primero como clorosis intervenal en las hojas más viejas pero puede avanzar hasta afectar a las hojas jóvenes (Gardner, 1990).

El Mg en altas dosis disminuye el rendimiento, pero este se ve favorecido con adiciones K, P y Ca en relación al Mg (Lynd, 1964). Bajos niveles de Mg pueden aumentar la concentración de azúcares debido a que el Mg es esencial para la glicólisis pero resulta perjudicial para la absorción de P, K y Ca (Grunes, *et al.*, 1968).

El Mg es también importante para aliviar la toxicidad de Al en suelos ácidos. Sin embargo, el Mg puede proteger la planta contra la toxicidad de Al cuando se le añade en niveles macromoleculares. Todo esto indica que el Mg tiene efectos muy específicos en la protección de la planta contra la toxicidad de Al (Silvia *et al.*, 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo se llevó a cabo en uno de los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila. El tipo de invernadero utilizado fue un túnel con dimensiones de 7 m de ancho y 30 m de largo, con estructura metálica y con cubierta de fibra de vidrio. El invernadero contó con una pared húmeda y dos extractores de aire de activación automática.

Material Vegetal y Manejo

Se utilizaron esquejes de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* L.) cv. Hartmann's Dignity previamente enraizados, producidos por la empresa Invernaderos Segura S.A de Texcoco, Estado de México

Procedimiento Experimental

El trasplante de los esquejes de la variedad anteriormente mencionada, se realizó el 10 de septiembre del 2011 en macetas de plástico de 10 L las cuales contenían una mezcla de sustratos de 10 cm de altura compuesta por tierra de hoja (70 %) y perlita (30 %) (marca Perlite Premium). En cada maceta se colocaron tres esquejes las cuales posteriormente al trasplante se regaron para favorecer el establecimiento de los mismos.

Una semana después del establecimiento del cultivo se aplicó iluminación suplementaria, durante cuatro semanas. Se realizó el tutoreo de plantas utilizando rafia, y a partir de la diferenciación floral se realizó una serie de desbrotes cada 5 días. Durante el desarrollo del cultivo se presentaron plagas como *Bemisia tabaci*, la cual se controló utilizando Confidor (0.5 ml/ L de agua) y *Tetranychus urticae* que se controló con aplicaciones de Custer 25 Diazinón (0.1 g/L de agua). Las aplicaciones de los anteriores productos se realizaron cada 10 días.

Descripción de los Tratamientos

En el experimento se evaluó la respuesta de las plantas a diferentes niveles de lombricomposta y dosis de fertilización química, los niveles de lombricomposta en el cual el 100 % equivale a 25 ml y dosis de fertilización química de acuerdo a la solución de Hoagland, la cual contiene 15 mM de N, 1 mM de P, 6 mM de K, 4 mM de Ca, 4 mM de S, 5 ppm de Fe, 0.1 ppm de Zn, 0.01 ppm de Cu, 0.01 ppm de Mn, 0.01 ppm de B y 0.001 ppm de Mo. Los 11 tratamientos son presentados en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Elaboración de tratamientos con solución de Hoagland y lombricomposta.

Tratamiento	Lombricomposta (%)	Fertilización Química (%)
1	0	50
2	25	50
3	50	50
4	75	50
5	100	50
6	0	100
7	25	100
8	50	100
9	75	100
10	100	100
11	100	0

Debido en que cada riego se utilizó agua de la llave el pH de la solución nutritiva se ajustó a 6.5. En el cuadro 3.2 se muestran los fertilizantes empleados para la preparación de soluciones nutritivas.

Cuadro 3.2. Fuentes de fertilizantes empleadas para la preparación de las soluciones nutritivas.

Fuente	Concentración (%)	
Nitrato de Potasio	12 N	46 K
Nitrato de Amonio	33 N	
Fosfato Monoamonio	10 N	48 P ₂ O ₅

Aplicación de Tratamientos

El 25 de octubre se inició el riego junto con los tratamientos antes mencionados, aplicando 1 L por maceta. La frecuencia de riego se definió de acuerdo a las necesidades de la planta, siendo un promedio de dos veces por semana.

Variables Evaluadas

La evaluación se realizó del 19 al 25 de diciembre de 2011. Para ello se tomaron las plantas de todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones. Las variables analizadas fueron:

Altura de la planta

Esta se midió en cm desde la base del tallo hasta el ápice de la planta utilizando una cinta métrica.

Número de entrenudos

Se contó el número de hojas desde la base hasta la parte baja de la inflorescencia y cada hoja correspondió a un entrenudo.

Diámetro de tallo

Se obtuvo en mm a una altura de 5 cm de la base del tallo, con ayuda de un vernier digital.

Diámetro de flor

Se obtuvo en mm tomando la lectura de extremo a extremo de la flor, con ayuda de un vernier digital.

Peso fresco de hoja, flor y tallo

En estas variables se tomaron hojas, pétalos de flor y secciones del tallo las cuales se colocaron en pequeños recipientes previamente limpios para poder determinar el peso fresco mediante una báscula electrónica.

Peso fresco total

El peso fresco total se determinó en g mediante la suma total del peso fresco de hoja, flor y tallo.

Peso seco de hoja, flor y tallo

Después de haber determinado el peso fresco de hoja, flor y tallo las muestras se colocaron en bolsas de papel estraza las cuales se etiquetaron luego se colocaron en una estufa de secado a una temperatura constante de 70 °C por 24 hrs, transcurrido dicho tiempo se tomó el peso seco de hoja, flor y tallo, de todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Peso seco total

El peso seco total se determinó en g mediante la suma total de los pesos secos de hoja, flor y tallo registrado anteriormente.

Diseño Experimental, Análisis estadístico y Modelo Estadístico

El experimento fue distribuido en un diseño completamente al azar con 11 tratamientos, 3 repeticiones por tratamiento y 3 plantas por unidad experimental. El análisis estadístico utilizado fue ANVA ($P \leq 0.05$) y la comparación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) utilizando el programa estadístico SAS 9.0.

El modelo lineal que se propone es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = variable observada

μ = media general

T_i = efecto de tratamiento

E_{ij} = error experimental

$i = 1, 2, \dots, n$ tratamientos

$j = 1, 2, \dots, n$ repeticiones

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de Planta

Atiyeh *et al.* (2000) mencionan que la aplicación de lombricomposta a los sustratos en invernadero, tiene un gran potencial para favorecer el crecimiento de diversos cultivos hortícolas. En el presente estudio, en altura de planta los resultados del análisis de varianza no muestran diferencias significativas en la aplicación de lombricomposta y la solución de Hoagland (Cuadro A.1 del apéndice). Pero si reflejó diferencia numérica entre los tratamientos, observándose que con la aplicación de 25 % de lombricomposta y la adición 50% de solución de Hoagland se obtuvo una mayor altura 74.1 cm, por el contrario la menor altura fue en el tratamiento compuesto por 25 % de lombricomposta y 100 % de solución de Hoagland con una altura de planta de 68.09 cm respecto al testigo. Además se observó que los tratamientos con base a un 100 % de fertilización química y al ir incrementando las dosis de lombricomposta se incrementa la altura de planta, sin embargo, no superaron los tratamientos con base a 25 % de lombricomposta y 50 % de solución de Hoagland (Figura 4.1).

Los resultados obtenidos nos muestran que los tratamientos utilizados fueron adecuados para la fertilización en crisantemo manteniendo una altura promedio de 71.3 cm que es una altura aceptable a nivel comercial. Enríquez *et al.* (2005) mencionan que la altura de la planta también es un buen indicador de una nutrición suficiente o adecuada.

La altura de planta es una de las características más importantes en este cultivo, debido a la presentación con propósitos de comercialización como flor de corte. Plantas de crisantemo demasiado altas (>110 cm) son difíciles de cosechar y pierden calidad ya que las florerías demandan tallos menores de 110 cm (Gaytán *et al.*, 2006). Milanés (2005) menciona que al utilizar lombricomposta obtuvo una mayor altura sobre la producción de *Calendula officinalis* L.

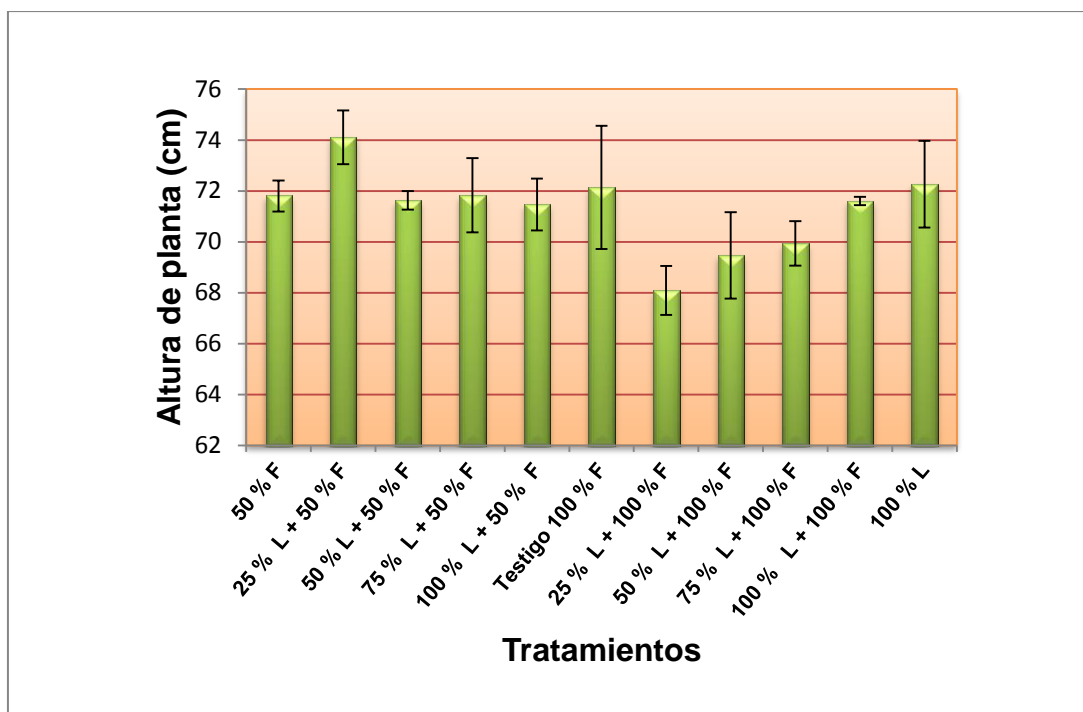


Figura 4.1. Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity en altura de planta. L= Lombricomposta, F= Solución de Hoagland. Las barras indican el error estándar de la media.

Número de Entrenudos

En cuanto a número de entrenudos los resultados del análisis de varianza indican que al igual que en altura de planta no existen diferencias significativas en la aplicación de lombricomposta y la solución de Hoagland (Cuadro A.1 del apéndice). Pero si reflejó diferencia numérica entre los tratamientos, observándose que con la aplicación de 50 % de lombricomposta y la adición 100 % de solución de Hoagland se obtuvo un mayor número de entrenudos con una media de 24.1.

En contraste, con 100 % de lombricomposta y 100 % de solución de Hoagland el número de hojas fue de 17.8 por lo cual resulto menor respecto al testigo los demás tratamientos se comportaron de una manera muy similar respecto al testigo con una media 21 número de entrenudos (Figura 4.2). Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Eyheraguibel *et al.* (2008), quienes mostraron que la lombricomposta promueve el crecimiento y un buen desarrollo de hojas en maíz, debido a las propiedades que esta contiene.

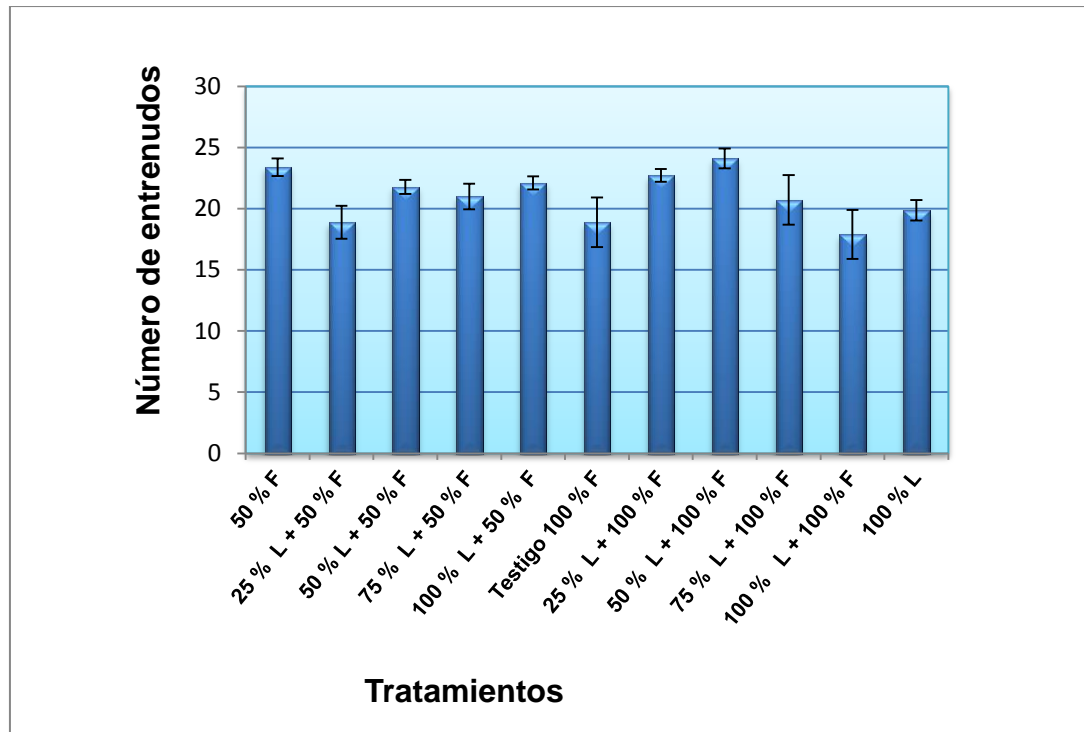


Figura 4.2. Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity en número de entrenudos. L= Lombricomposta, F= Solución de Hoagland. Las barras indican el error estándar de la media.

Diámetro de Tallo

Los resultados del análisis de varianza en diámetro de tallo no muestra diferencias significativas por la aplicación de lombricomposta y la solución de Hoagland (Cuadro A.1 del apéndice). Numéricamente, se observó con 100 % de lombricomposta y 50 % de solución de Hoagland se obtuvo un mayor diámetro de tallo con una media de 4.9 mm, caso contrario, los demás tratamientos se comportaron de una manera muy similar respecto al testigo con una media 4.5 mm de diámetro de tallo. (Figura 4.3). Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos utilizados en el presente trabajo son los más adecuados para la fertilización del crisantemo.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Méndez (2012) quien menciona que en la aplicación de fertilización química y lombricomposta, hubo un efecto positivo en diámetro del tallo en el cultivo de maíz.

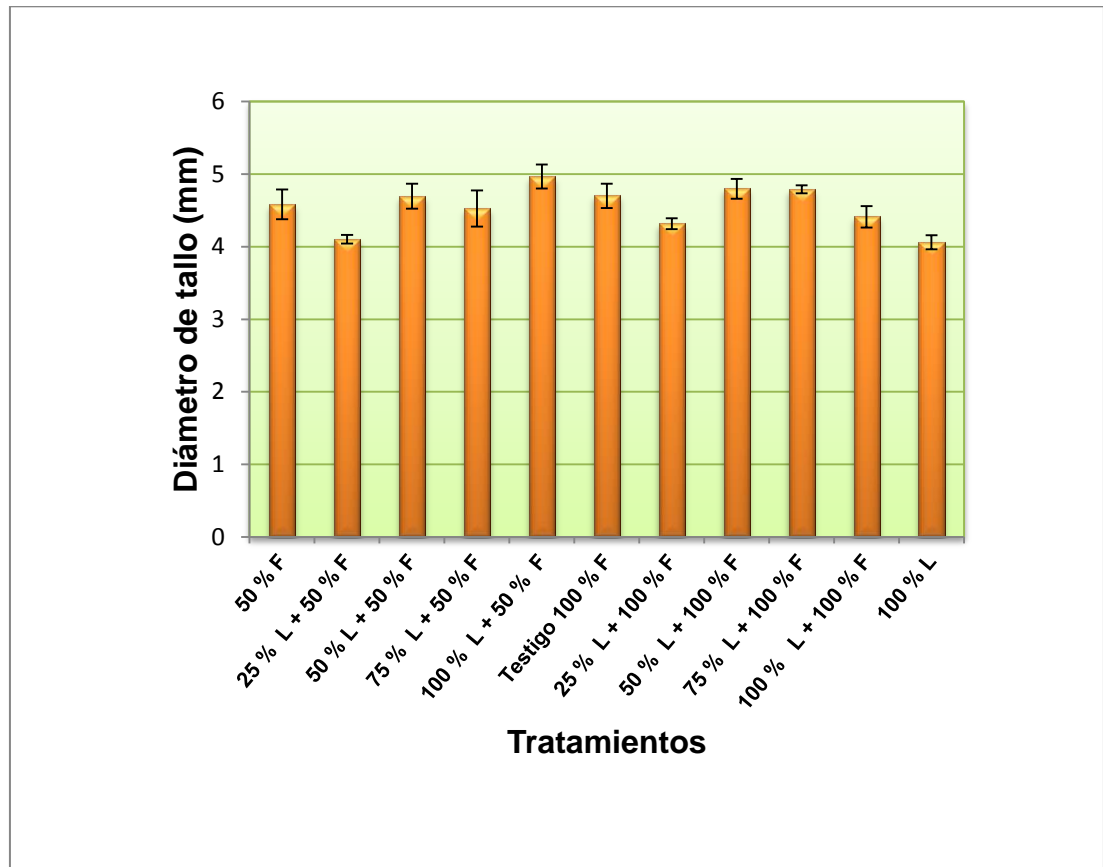


Figura 4.3. Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity en diámetro de tallo. L= Lombricomposta, F= Solución de Hoagland. Las barras indican el error estándar de la media.

Diámetro de Flor

En diámetro de flor los resultados del análisis de varianza no muestra diferencias significativas en la aplicación de lombricomposta y la solución de Hoagland (Cuadro A.1 del apéndice). Se observó diferencia numérica entre los tratamientos, el mayor diámetro de flor se obtuvo con 50 % de solución de Hoagland con 80.4 mm, superando al tratamiento testigo.

En contraste, el menor de diámetro de flor se obtuvo con 100 % de lombricomposta el cual fue de 71.3 mm menor que el tratamiento testigo, por otro lado los demás tratamientos fueron similares al tratamiento testigo (Figura 4.4). Morisigue (2002) mencionan que el sustrato es uno de los factores más importantes en la floración puesto que el alto contenido de nutrientes es determinante. Lo cual pudo haber ocurrido en este trabajo en aquellas plantas que obtuvieron el mayor diámetro de flor con 50 % con solución de Hoagland, donde las plantas tuvieron una nutrición adecuada.

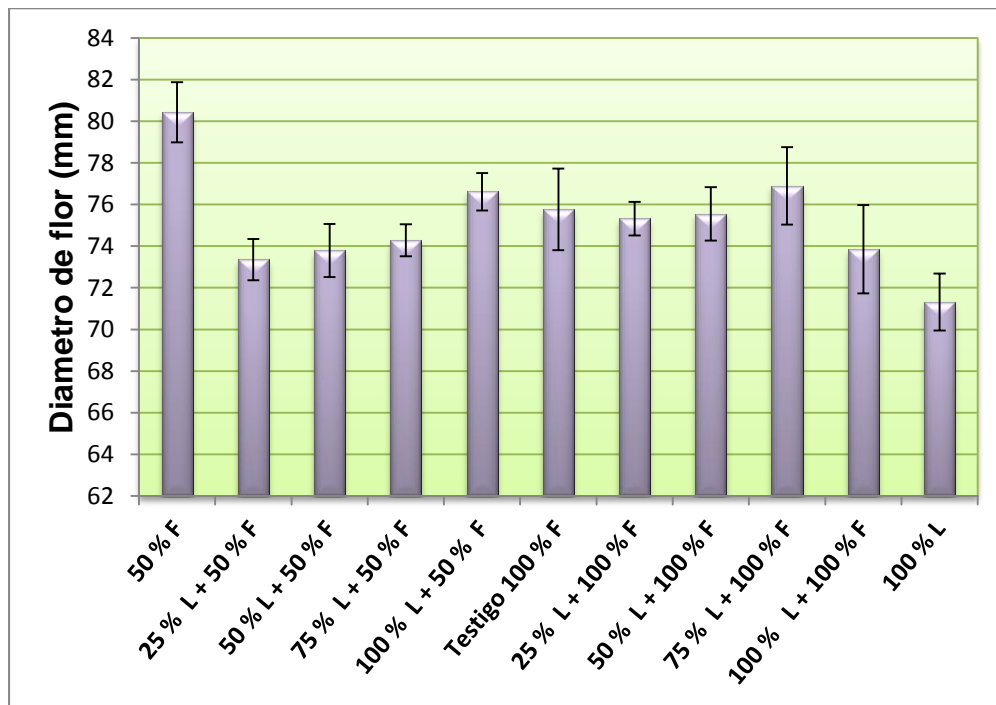


Figura 4.4. Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity en diámetro de flor. L= Lombricomposta, F= Solución de Hoagland. Las barras indican el error estándar de la media.

Peso Fresco de Hoja, Flor, Tallo y Total

Los resultados del análisis de varianza en peso fresco de hoja, flor, tallo y total no muestran diferencias significativas en la aplicación de lombricomposta y la solución de Hoagland (Cuadro A.2 del apéndice).

En el presente estudio, numéricamente se obtuvo el mayor peso fresco de hoja, flor y peso fresco total con 50 % de solución de Hoagland, 18.6 g, 15.3 g y 45.9 g. El mayor peso fresco de tallo se obtuvo con 100 % de lombricomposta y 50 % de solución de hoagland, con un peso fresco de tallo promedio de 12.5 g, respectivamente mayor al tratamiento testigo.

En contraste, el menor peso fresco de hoja se obtuvo con 75 % de lombricomposta y 50 % de solución de Hoagland con 9.8 g, respecto al tratamiento testigo. Mientras que en peso fresco de flor fue con 100 % de lombricomposta y 100 % de solución de Hoagland, 10.5 g menos que el tratamiento testigo, el menor peso fresco de tallo se obtuvo con 100 % de lombricomposta con 9.4 g referente al tratamiento testigo. Y en lo correspondiente al menor peso fresco total se presentó con 100 % de lombricomposta con 31.4 g respecto al testigo. Con el incremento de la lombricomposta mas el 50 % de solución de Hoagland las variables de peso fresco se comportaron de una manera similar, promediando 38.7 g. Mientras que con el incremento de lombricomposta más el 100 % de solución de Hoagland promediaron 37.6 g. Lo anterior se debe probablemente que todos los tratamientos permitieron el movimiento de agua, de suelo hacia la planta por lo que no se nota diferencia significativa en los pesos frescos de hoja y flor (Figura 4.5). Estos resultados no coinciden con lo encontrado por Méndez (2012) quien menciona que en la aplicación combinada de fertilización química y lombricomposta, hubo un efecto positivo en peso fresco de hoja en maíz.

Y también Sandoval (2000) menciona que incrementa el rendimiento en el cultivo de haba si el fertilizante químico es mezclado con lombricomposta además que las características del suelo son mejoradas.

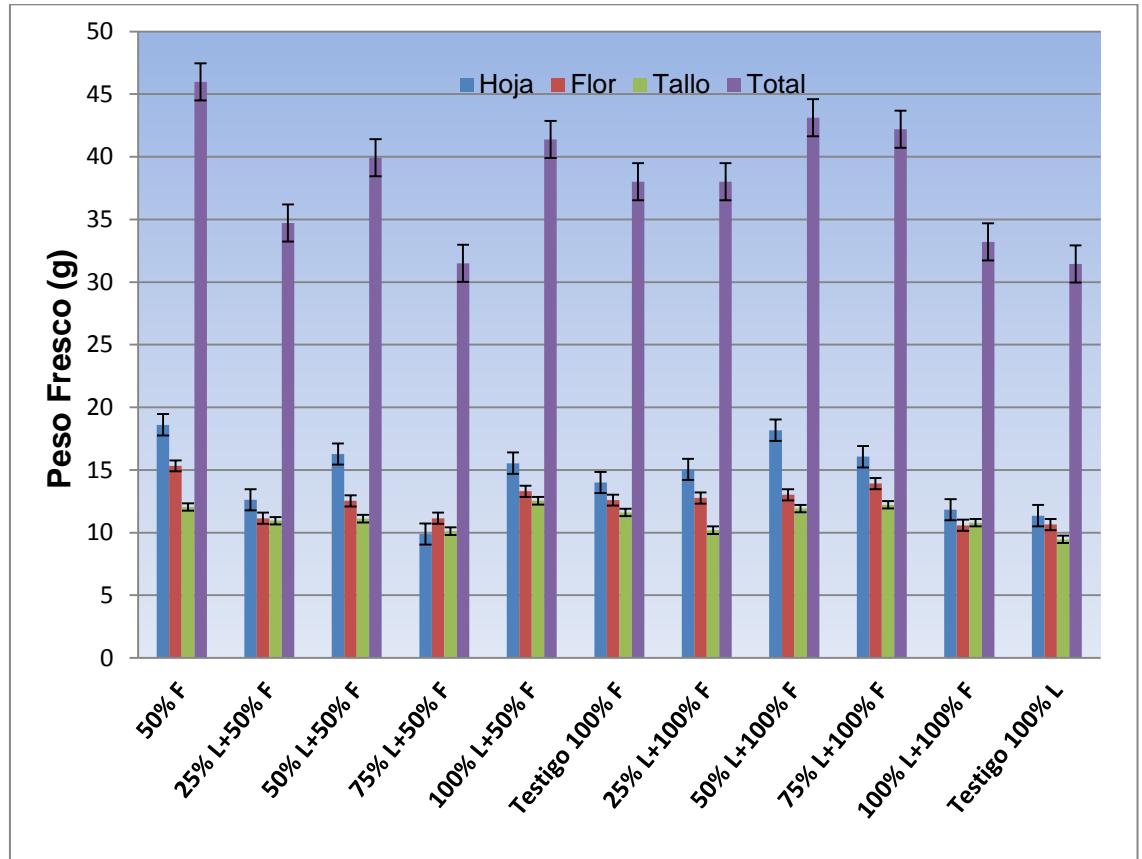


Figura 4.5. Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en peso fresco de la hoja, flor, tallo y total en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity. L= Lombricomposta, F= Solución de Hoagland. Las barras indican el error estándar de la media.

Peso seco de hoja, flor, tallo y total

Los resultados del análisis de varianza en peso seco de hoja, flor, tallo y total no muestran diferencias significativas en la aplicación de lombricomposta y la solución de Hoagland (Cuadro A.3 del apéndice).

Numéricamente se obtuvo el mayor peso seco de hoja, tallo y peso seco total con 50 % de solución de Hoagland, con medias de 2.9 g, 2.5 g y 6.9 g.

Por otro lado, el mayor peso seco de flor se obtuvo con 50 % de lombricomposta y 100 % de solución de Hoagland, con un peso seco de flor promedio de 1.6 g, superando al tratamiento testigo.

En contraste, el menor peso seco de hoja y total se obtuvo con 100 % de lombricomposta con una media de 2.9 g y 6.9 g respectivamente, menor al tratamiento testigo. Mientras que en peso seco de tallo fue con 25 % de lombricomposta y 100 % de solución de Hoagland, con 2.0 g menos respecto al testigo. El menor peso seco de flor se obtuvo con 25 % de lombricomposta y 50 % de solución de Hoagland con un 1.0 g menos que el tratamiento testigo. Con el incremento de la lombricomposta más el 50 % de solución de Hoagland, las variables de peso fresco se comportaron de una manera similar, promediando 5.7 g. Mientras que con el incremento de lombricomposta más el 100 % de solución de Hoagland promediaron 5.7 g (Figura 4.6).

Lo anterior se debe probablemente que todos los tratamientos permitieron a la planta absorber los nutrientes aplicados por lo que no se nota diferencia significativa en el contenido de biomasa del tallo, hoja y flor. Los resultados obtenidos no coinciden con lo encontrado por Valdrighi *et al.* (1996) quien al trabajar con el cultivo de Radicheta (*Chicorium intybus* L) en la aplicación de lombricomposta, mejoraron significativamente la biomasa del cultivo. También Milpa (2011) menciona que al aplicar lombricomposta en *Iris xiphium* L. (Iris de Holanda) obtuvo mayor contenido de biomasa. Esto pudo deberse a la calidad de propiedades fisicoquímicas de la lombricomposta, los efectos de la lombricomposta en la biomasa son variables, algunos autores reportan aumentos (Ozores, 1994), otros señalan que no hay efecto (Hartz, 1996), al respecto, Rodríguez y Cano (2007) señalan que los efectos dependen del material del que se obtiene la lombricomposta.

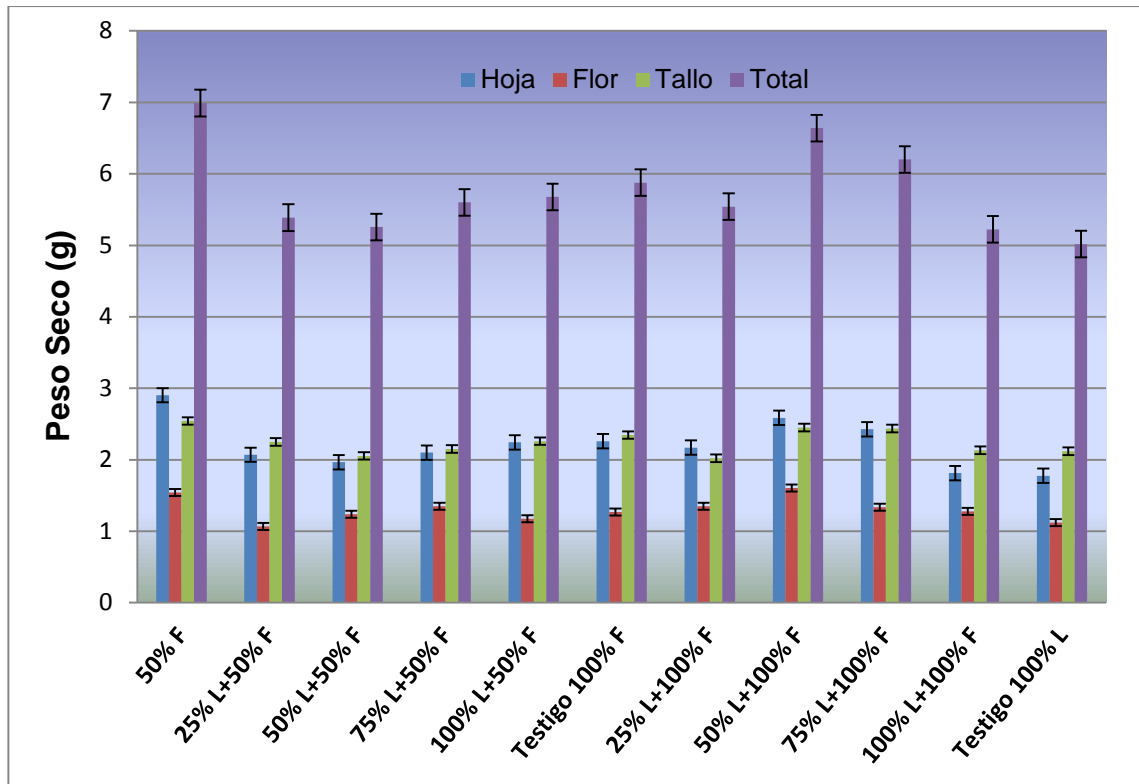


Figura 4.6. Efecto de la aplicación de lombricomposta y solución de Hoagland en peso seco de la hoja, flor, tallo y total en el cultivo de crisantemo cv. Hartmann's Dignity. L= Lombricomposta, F= Solución de Hoagland. Las barras indican el error estándar de la media.

Correlaciones

En el presente trabajo se pudieron observar algunas correlaciones en las variables estudiadas. La primera fue la correlación entre peso fresco de hoja y peso fresco de flor (Cuadro A. 4 del apéndice). Esta se debe probablemente que los tratamientos a base de lombricomposta provocaron ciertas condiciones favorables en el suelo lo que generó que la planta tuviera una mayor disponibilidad de agua por lo que al incrementarse el peso fresco de hoja se incrementa el peso fresco de flor.

Así mismo se encontró una correlación entre las variables de diámetro de flor con el peso fresco de flor esto se debió probablemente a que el diámetro es un referente de volumen por lo que al incrementarse el volumen de un órgano por consecuencia incrementa el contenido de agua y por ende su peso fresco. Esta misma correlación fue observada entre las variables diámetro de tallo y peso fresco de tallo.

También se pudo observar una correlación entre peso fresco de hoja y peso seco de hoja, esto se debe probablemente a que la planta tuvo una cantidad adecuada de agua por lo cual incrementó considerablemente la producción de carbohidratos a través del proceso de fotosíntesis, convirtiéndose en una producción de biomasa. Esta condición de un buen funcionamiento de la fotosíntesis en la planta pudo deberse a la aplicación, primero de la lombricomposta para incrementar la disponibilidad de agua en el suelo. Segundo al provocar la movilidad de agua del suelo a la planta incrementó la movilidad de los nutrientes lo cual provocó que el metabolismo de la planta estuviera funcionando en condiciones óptimas produciendo una cantidad importante de biomasa (Cuadro A. 4 del apéndice).

CONCLUSIONES

Una vez observado los resultados podemos decir que la combinación elaborada con 25 % lombricomposta y 50 % de solución de Hoagland fue la ideal para obtener una altura de planta aceptable superando al tratamiento testigo en un 2.7 % de altura, en la mezcla de 50 % de lombricomposta y 100 % de solución de Hoagland se mantuvo un número adecuado de entrenudos, superando en un 27.7 % al tratamiento testigo. Por otro lado, con 100% de lombricomposta y 50 % de solución de Hoagland se obtuvo un diámetro de tallo aceptable debido a que superó al tratamiento testigo incrementando en un 5.5 % el diámetro de tallo.

Con la aplicación de 50 % de solución de Hoaglan el diámetro de flor fue 6.1 % mayor respecto al tratamiento testigo, con este mismo tratamiento, el peso fresco de hoja, flor y tallo fueron superiores al tratamiento testigo con un incremento del 20.9 %, con respecto al peso seco de hoja, flor y tallo se obtuvo una diferencia de 18.9 % mayor con relación al tratamiento testigo, lo cual nos indica que la combinación de lombricomposta y la solución de Hoagland mostraron un efecto negativo en cantidad de biomasa debido a que tuvieron un comportamiento similar al testigo.

Con base a lo anterior podemos concluir que se puede disminuir la aplicación de fertilizantes químicos si se utiliza lombricomposta líquida en la producción de crisantemo debido a que los resultados encontrados en este experimento fueron muy similares entre sí.

LITERATURA CITADA

- Abawi, G. S. y Thurston, H. O. 1994 Efecto de las coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y de los cultivos de coberturas sobre los patógenos del suelo y las enfermedades radicales. CATIE-CIIFAD. pp. 97-108.
- Arbos, L. A. 1992. El crisantemo: cultivo, y enfermedades. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.170 p.
- Arredondo, V. C. 1996. Aplicación de estiércol bovino como complemento a la fertilización química del maíz de temporal In: Memorias del XXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Obregón, Sonora, México. 194 p.
- Atiyeh, R. M.; Arancon N. Q.; Edwards C. A. and Metzger J. D. 2000. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology*, Elsevier. 75: 175-180.
- Alvajana, M. C. R.; Hoppin, J. A. and Kamel, F. 2004. Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. *Annu. Rev. Public Health* 25: 155-197.
- Azcón, J. y Talón, M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U. segunda edición. pp 106-157.
- Bautista, M. N.; Alfaro, L. J.; Cravarem, P. J. C. y Sánchez, A. H. 2003. Manejo Fitosanitario de Ornamentales. Colegio de Posgraduados. Montecillos. Texcoco, México.160 p.

- Benavente, G. A.; Hernández, J. A.; Cifuentes R. D. 1993. Gerbera, liliium, tulipán y rosa.Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp 15-70.
- Bush, D. S. 1995. Calcium regulation in plant cells and its role in signaling. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 46: 95-122.
- Castellanos, U.B y Aguilar, S. 2000. Manual de interpretación de análisis de Suelo, Aguas, Agrícolas, Plantas y ECP.pp.48-56.
- Cruz, F.G. 1986. Manual de abonos orgánicos. Grupo editorial Ibero América S.A de S.V. México.132 p.
- Edwards, C. A. and Bohelen P.J. 1996. Biology and ecology of earthworms. 3rd ed. Chapman and Hall, London, 321p.
- Enríquez, V., J. R., B. Velásquez T., A. R. Vallejo F. y V. A. Velasco V. 2005. Nutrición de plantas de *Dendranthema grandiflora* obtenidas in vitro durante su aclimatación en invernadero. Rev. Fitotec. Mex. 28: 377-383.
- Eyheraguibel, B., Silvestre, J., & Morard, P. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. Bioresource Technology, 99: 206-212.
- Escobar, E. y Mawhinney, J. 1998. Guía popular para la práctica de la agricultura orgánica. FIAES. San Salvador, El Salvador. pp. 49-50.
- Gardner, F. P.; Pearce, R. B. and Mitchell R. L. 1985. Mineral Nutrition. In Iowa State University Press (Ed.). Physiology of crop plants. Ames, USA. pp 98-131.
- Gardner, F. P. and R. L Mitctell.1990. Physiology of crop plants. Second. Ed. Iowa University Press: AMES. USA. pp. 98-208.
- Gaytán, A. E. A.; Ochoa M. D. L.; García V. R.; Zavaleta M. E. y Mora A. G. 2006. Producción y calidad comercial de flor de crisantemo. Terra latinoamericana 24: 541-548.

- Gómez, I. 2000. La Lombricultura, una alternativa para pequeñas productoras con laderas. Vol. 9. LADERAS. PASOLAC. El Salvador. pp 4-5.
- Grunes, D. L.; Thompson, J. F. and Kubota, J. 1968. Effect of Mg, K, and temperatura on growth and composition of lolium perenne. In International Congress of Soil Science 9th, Adelaide, 1968. Sydney, Angus and Robertson, 2:597-603.
- Hartz, T. K., F. J. Costa and W. L. Schrader. 1996. Suitability of Composted Green Waste for Horticultural Uses. Hort Science 31: 61-96.
- Hernández, O. A.; Ojeda, D. L.; López, J. C.y Arras, A. M. 2010. Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. TECNOCIENCIA Chihuahua. 1:1.
- Herreros, D. L. M. 1995. El cultivo de crisantemo. Cuaderno de divulgación 3/95. Segunda edición. Ed. Gobierno de Canarias, Consejería de agricultura, pesca y alimentación. España, 31 p.
- Jones, J. B. Jr.; Wolf, B. and Mills, H. A. 1991. Plant analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Micro-Macro. Publishing. Athens, GA, USA. 213 p.
- Larson, R. A. 1988. Introducción a la floricultura. 1ª edición en español. AGT, México, DF. pp 5-6.
- Linares H. 2005. El cultivo del crisantemo. Curso Teórico Práctico. Programa de Jóvenes emprendedores rurales.5-31 pp.
- Lynd, J. Q. and Murphy, H. F. 1964. Alfalfa yield response to potassium calcium and magnesium levels with three soil types. Oklahoma Agricultural Experiment Station. Bulletin 622. 15 p.

- Manjarrez, M. M. J.; Ferrera, C. R.; González, C. M. C. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. *Terra* 17: 9-15.
- Matons, A. 1948. Diccionario de agricultura, zootecnia y veterinaria. 2ª edición. Salvat Editores. S.A. Barcelona, España. pp. 495-496.
- Mendez, 2012. Effect of earthworm humus application in the maize growth and grain yield *Agrociencia*.69: 49-54.
- Milanés, F. M.; Rodríguez, G. H.; Ramos, G. R. y Rivera, A. M. 2005 Efectos del compost vegetal y humus de lombriz en la producción sostenible de capítulos florales en *Caléndula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. *Revista Cubana Plantas Medicinales* 10: 7-10.
- Milpa, M. S 2011 Cultivo en maceta de Iris de Holanda (*Iris xiphium* L). con diferentes concentraciones de humus de lombriz y sus lixiviados. *SciELO. Argentina* 44: 109-117.
- Modesto, J. y Fenille, R. 2004. Controle químico da mosca branca (*Bemisia argentifoli* Hemiptera: Aleyrodidae) en crisantemo (*Dendranthema morifolium*). *Arq. Inst. Biol.* 71: 499 – 502.
- Morisigue, D. 2002. Cultivo de Cyclamen CETEFFHO-INTA. 31 p.
- Nieto, G. A.; Murillo A. B.; Troyo D. E.; Larrinaga M. J. y García H. J. L. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas. *Interciencia* 27: 417-421.
- Novoa, R. y Loomis R. S. 1981. Nitrogen and plant production. *Plant and Soil* 58: 177-204.
- NMX-FF-109-SCFI-2007. Humus de lombriz (lombricomposta) especificaciones y métodos de prueba. 15 p.

- Ozores, H. 1994. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. Mundi Prensa. México. pp.54- 61.
- Rodríguez, D. N.; Cano R. P.; Figueroa V. U.; Favela C. E.; Moreno R. A.; Márquez H. C., Ochoa M. E., Preciado R. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Terra Latinoamericana 27: 319-327.
- Rodríguez, D., N. y E. Cano R. 2007. Como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura 10: 11-13.
- Rodríguez, S. F. 1982. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. AGT Editor. S.A. México.
- Romero, L., María del R., A. Trinidad S., R. García E. y R. Ferrera C. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia 34: 261-269.
- Sandoval, C. E.; Díaz R. R. y Campante T. M. 2000. Efecto de la fertilización química y aplicación de lombricomposta en haba (*Vicia faba* L.) en la región oriente de Puebla. In: La edafología y sus perspectivas al siglo XXI. Tomo II. México: Colegio de Postgraduados-UNAM-UACH. pp. 582-586.
- Schauenburg, I. 2006. Humus, its structure and role in agriculture and environment Symposium humus et plant. Editorial Media. California. pp. 8- 10.
- SIAP-SAGARPA. 2011. Cierre de la producción agrícola por cultivo.<http://www.siap.gob.mx/index>. Consultado mayo del 2013.
- Silvia, I. R.; Smyth T. J.; Israel, D. W.; Raper, C. D. and Ruffy, T. W. 2001. Magnesium is more efficient than calcium in alleviating aluminum rhizotoxicity in soybean and its ameliorative effect is not explained by the Gouy-Chapman-Stern model. Plant cell Physiol.42:538-545.

- Stace, C. 2003. Plant taxonomy and biosistematics. Quinta edición. Cambridge University Press. 163 p.
- Thompson, L. M. 2002. Los suelos y su fertilidad. Cuarta edición. Ed. Reverte. pp. 361-375.
- Tineo, B. 1994. Crianza y manejo de la lombriz con fines agrícolas. Turrialba, Costa Rica. Catie. 18 p.
- Tisdale, S. y Nelson, W. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 1a. reimpresión. Edit. Limusa Uteha Unión Tipográfica Hispano Americana, S.A. de C.V.; México. pp. 78-117.
- Tisadale, S. y Nelson, W. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Editorial México, D.F. pp. 96-367.
- Valdrighi, M. M.; Pera, A.; Agnolucci, M.; Frassinetti, S.; Lunardi, D. and Vallini, G. 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*)-soil system: a comparative study. Agriculture, Ecosystems & Environment, 58:133-144.
- Vidiale, H. 1983. Producción de flores y Plantas Ornamentales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid España. pp. 42-69.
- Yague, J. 1983. El suelo y los fertilizantes. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. pp. 115-118.

APÉNDICE

Cuadro A.1. Comparación de medias (de acuerdo a la prueba de Tukey $P \leq 0.05$) y Anova para altura de planta, número de entrenudos y diámetro de tallo en plantas de crisantemo cv. Hartmann's Dignity.

Tratamiento		Altura de Planta (cm)	Número de Entrenudos	Diámetro de tallo (mm)	Diámetro de flor (mm)
Lombricomposta (%)	Solución de Hoagland (%)				
0	50	71.803	23.387	4.5833	80.4273
25	50	74.110	18.887	4.1033	73.35
50	50	71.630	21.773	4.6967	73.785
75	50	71.833	21.000	4.5267	74.281
100	50	71.470	22.110	4.9667	76.602
0	100	72.137	18.887	4.7017	75.769
25	100	68.093	22.720	4.3167	75.321
50	100	69.470	24.110	4.7983	75.550
75	100	69.943	20.720	4.7903	76.888
100	100	71.607	17.887	4.4127	73.852
100	0	72.267	19.867	4.0627	71.311
ANOVA		0.9500 ns	0.7845 ns	0.5708 ns	0.5696 ns

ns= no significativo

Cuadro A.2. Comparación de medias (de acuerdo a la prueba de Tukey $P \leq 0.05$) y Anova para peso fresco de hoja, peso fresco de flor, peso fresco de tallo y peso fresco total en plantas de crisantemo cv. Hartmann's Dignity.

Tratamientos		Peso fresco de hoja (g)	Peso fresco de flor (g)	Peso fresco de tallo (g)	Peso fresco total (g)
Lombricomposta (%)	Solución de Hoagland (%)				
0	50	18.610	15.327	12.043	45.980
25	50	12.617	11.150	10.953	34.720
50	50	16.272	12.537	11.117	39.925
75	50	9.883	11.150	10.117	31.500
100	50	15.540	13.299	12.543	41.382
0	100	14.003	12.597	11.607	38.013
25	100	15.053	12.767	10.193	38.013
50	100	18.177	13.027	11.920	43.123
75	100	16.060	13.917	12.217	42.193
100	100	11.827	10.587	10.787	33.200
100	0	11.353	10.643	9.459	31.455
ANOVA		0.5003 ns	0.6860 ns	0.7891 ns	0.6475 ns

ns= no significativo

Cuadro A.3. Comparación de medias (de acuerdo a la prueba de Tukey $P \leq 0.05$) y Anova para peso seco de hoja, peso seco de flor, peso seco de tallo y peso seco total en plantas de crisantemo cv. Hartmann's Dignity.

Tratamiento		Peso seco de hoja (g)	Peso seco de flor (g)	Peso seco de tallo (g)	Peso seco total (g)
Lombricomposta (%)	Solución de Hoagland (%)				
0	50	2.9033	1.5433	2.5433	6.990
25	50	2.0700	1.0667	2.2500	5.387
50	50	1.9667	1.2367	2.0533	5.257
75	50	2.1000	1.3500	2.1500	5.600
100	50	2.2433	1.1733	2.2600	5.677
0	100	2.2600	1.2700	2.3467	5.877
25	100	2.1700	1.3500	2.0200	5.540
50	100	2.5867	1.6033	2.4500	6.640
75	100	2.4267	1.3367	2.4367	6.200
100	100	1.8133	1.2767	2.1333	5.223
100	0	1.7767	1.1200	2.1200a	5.017
ANOVA		0.7676 ns	0.8495 ns	0.9371 ns	0.8249 ns

ns= no significativo

Cuadro A. 4. Correlaciones de Pearson de 12 variables de respuesta en crisantemo cv. Hartmann's Dignity.

	NE	DT	DF	PFH	PFF	PFT	PFTOT	PSH	PSF	PST	PSTOT
AP	-0.58	-0.33	-0.27	-0.43	-0.37	-0.1	-0.38	-0.28	-0.58	0.02	-0.3
NE		0.43	0.52	0.72	0.69	0.33	0.68	0.66	0.68	0.29	0.62
DT			0.58	0.59	0.62	0.81	0.68	0.50	0.43	0.45	0.51
DF				0.71	0.92	0.74	0.83	0.90	0.63	0.72	0.86
PFH					0.85	0.74	0.83	0.90	0.63	0.72	0.86
PFF						0.73	0.93	0.90	0.61	0.68	0.84
PFT							0.83	0.69	0.34	0.73	0.67
PFTOT								0.85	0.6	0.68	0.81
PSH									0.75	0.85	0.98
PSF										0.55	0.83
PST											0.88

AP=Altura de Planta, NE= Numero de Entrenudos, DT= Diámetro de Tallo, DF= Diámetro de Flor, PFH= Peso Fresco de Hoja, PFF= Peso Fresco de Flor, PFT= Peso Fresco de Tallo, PFTOT=Peso Fresco Total, PSH=Peso Seco de Hoja, PSF= Peso Seco de Flor, PST=Peso Seco de Tallo, PSTOT=Peso Seco Total.