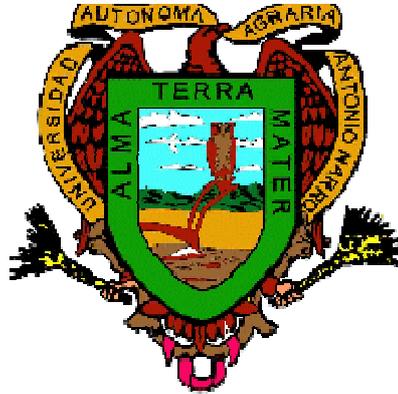


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Evaluación del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica.

Por:

Lucina Gómez Pérez

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México.

Octubre 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Evaluación del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica.

Por:

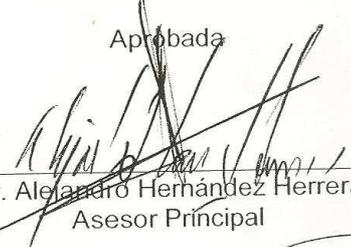
LUCINA GÓMEZ PÉREZ

TESIS

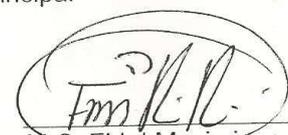
Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

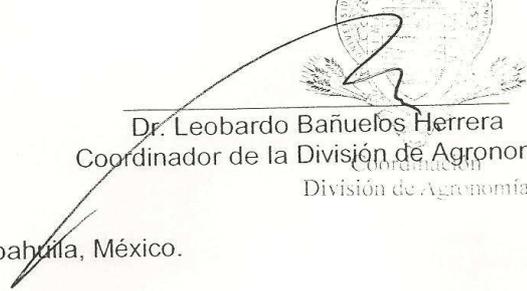
INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada


Dr. Alejandro Hernández Herrera
Asesor Principal


Ing. René Arturo de la Cruz Rodríguez
Asesor


M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos
Asesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Octubre 2011.

DEDICATORIA

A **DIOS** por regalarme la vida, por estar a mi lado siempre y por darme la fuerza necesaria para salir adelante.

De todo corazón a mis padres *Feliciano Gómez Ruíz e Isabel Pérez Cruz* símbolo de nobleza, perseverancia y amor que dedican cada día su esfuerzo constante, el esmero, la paciencia y sabiduría, para lograr en mi este triunfo esperado, por apoyarme en alcanzar una de las metas más importantes de mi vida.

A mis hermanos, *Flor, Paz e Israel*, por ayudarme cada día a cruzar con firmeza el camino de la superación, porque con su apoyo y por creer en mí, hoy he logrado uno de mis más grandes anhelos.

A mi sobrino *Uriel* por alegrar mis días con su ternura y cariño.

A mis amigos que siempre me han acompañado en todo momento compartiendo triunfos, alegrías y tristezas, pero sobre todo por brindarme su amistad: *Rosibel, Gabriel, Olivia, Rosa Gloria, Lino, Toñita, Hilda y Daniel*. Gracias por todo.

AGRADECIMIENTOS

A mi **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”** por darme la oportunidad de aprender y forjarme como profesional.

Al Dr. Alejandro Hernández Herrera por todos los conocimientos que compartió conmigo, por su paciencia, dedicación y aportación en la realización de este trabajo de investigación.

Al Ing. René de la Cruz Rodríguez por su colaboración y sugerencias en la revisión de este trabajo.

Al M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos por la asesoría en el trabajo estadístico, por su tiempo, comentarios y consejos, pero sobre todo por la amistad.

Agradezco a todas las personas que de forma directa o indirectamente me han ayudado en la realización de este trabajo de investigación, por sus comentarios y observaciones.

INDICE GENERAL

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice general.....	iii
Índice de cuadros.....	v
Índice de figuras.....	vii
Índice de apéndice.....	viii
Resumen	ix
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	4
Revisión de literatura.....	5
Fertilización en la agricultura.....	5
Tipos de fertilizantes orgánicos en la agricultura.....	7
Ventajas y desventajas de los abonos orgánicos.....	13
Uso de fertilizantes orgánicos en otros cultivos.....	14

Uso de fertilizantes orgánicos en cultivo de rábano.....	16
Cultivo del rábano.....	17
Importancia del cultivo de rábano.....	17
Materiales y Métodos.....	20
Descripción del sitio.....	20
Características climáticas.....	20
Procedimiento.....	19
Diseño experimental.....	22
Resultados y Discusión.....	23
Conclusiones.....	38
Literatura citada.....	39
Apéndice	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.-Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables evaluadas del cultivo de rábano (*Raphanus Sativus* L), bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica.....24

Cuadro 2.- Comportamiento promedio de las variables agronómicas de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica.....25

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica: 1. Comportamiento del peso total de la planta del cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.....	26
Gráfica: 2. Comportamiento del peso de la hoja del cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.....	27
Gráfica: 3. Comportamiento de la altura de la hoja del cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.....	28
Gráfica: 4. Comportamiento del peso del fruto de cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica	30
Gráfica 5. Comparación de medias del peso del fruto de cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica	31
Gráfica. 6. Comportamiento del diámetro ecuatorial del fruto de cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica	32
Gráfica. 7. Comparación de medias del diámetro polar del fruto comercial del cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L) evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica	33

Gráfica: 8. Comportamiento del diámetro polar del fruto de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica	34
Gráfica 9. Comparación de medias del diámetro polar del fruto comercial del cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.) evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica	35
Gráfica 10. Comportamiento del peso de la raíz del fruto de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica	36

APÉNDICE

Cuadro 1. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable peso total de la planta, de cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.....	48
Cuadro 2. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable peso de la hoja, de cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.....	49
Cuadro 3. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable altura de la hoja, de cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.....	50
Cuadro 4. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable peso total del fruto, de cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.....	51
Cuadro 5. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable diámetro ecuatorial de cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.....	52
Cuadro 6. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable diámetro polar, de cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.....	53
Cuadro 7. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable peso de la raíz, de cultivo de rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.....	54

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes fertilizantes orgánicos e inorgánicos en cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), el experimento se estableció en el área orgánica del establo, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México., en un diseño completamente al azar con 12 tratamientos y 9 repeticiones: T1) Bocashi con humus liquido de lombriz, T2) Bocashi, T3) Composta con humus liquido de lombriz, T4) Composta T5) Lombricomposta de cabra y borrego con humus liquido de lombriz, T6) Lombricomposta de cabra y borrego, T7) Lombricomposta de bovino de leche con humus liquido de lombriz, T8) Lombricomposta de bovino de leche, T9) NPK con urea liquida, T10) NPK, T11.) Testigo con humus liquido de lombriz T12.) Testigo. Se evaluaron las variables peso total de la planta, altura de la hoja, peso de la hoja, peso del fruto, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro polar del fruto y peso de la raíz. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, las plantas tratadas con lombricomposta de cabra y borrego presentaron los valores más altos seguido por los tratamientos bocashi, lombricomposta de bovino, lombricomposta de bovino con humus liquido de lombriz y bocashi con humus liquido de lombriz. Los tratamientos con valores más bajos fueron la composta, composta con humus liquido de lombriz, NPK con urea liquida y NPK. Estos resultados permiten concluir que la utilización de abonos orgánicos ayuda a mantener e incrementar la producción del cultivo.

Palabras clave. Rábano, abonos orgánicos, fertilizante químico.

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas ocupan un lugar importante dentro de la alimentación diaria de la población, forman parte fundamental de la tradición gastronómica de nuestro país, ya que poseen un alto valor nutrimental. De esto surge la importancia vital de los vegetales para el hombre.

La fertilización, es parte importante en el manejo agronómico de los cultivos satisface los requerimientos de nutrientes en las situaciones en las cuales el suelo no puede proveerlos en su totalidad, la fertilización inorgánica consiste en suministrar los nutrientes por medio de la aplicación de abonos o productos químicos, de tal manera que pueden ser absorbidos por las plantas (Escalante et al., 2006).

Uno de los problemas del cultivo del rábano es la asimilación de los nutrientes por ser uno de los cultivos de ciclo corto (35 días), debido a que los fertilizantes químicos no son solubilizados rápidamente para que la planta absorba los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo. En la actualidad una de las técnicas más utilizadas en la horticultura para incrementar la producción de hortalizas es la utilización de los fertilizantes orgánicos. Esta consiste en utilizar los residuos orgánicos para restituir la materia orgánica del suelo y así aumentar la capacidad de retención de nutrientes.

Los abonos orgánicos que se utilizan en la actualidad son: composta, gallinaza, lombricomposta, bocashi, entre otros. Estos fertilizantes orgánicos ayudan a mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas para su óptimo crecimiento y desarrollo (Dimas, 2001)

Estudios sobre los fertilizantes orgánicos han provocado efectos consistentemente positivos sobre el crecimiento de algunas plantas. Por ejemplo, en experimentos

realizados en papa variedad Chaucha se demostró que la utilización de composta permitió alcanzar mayor altura de las plantas y se obtuvo mayor producción (Paca, 2009).

La aplicación de la lombricomposta ha incrementado el crecimiento y desarrollo de las plántulas y la productividad de varios cultivos. El incremento en el crecimiento, desarrollo y producción de la plantas se ha atribuido a las características físicas y químicas que presenta la lombricomposta.

Rodríguez et al., (2009) al utilizar líquido de lombricomposta como fertilizante orgánico para la producción de tomate, se obtuvo que el té de composta preparado a partir de estiércol de bovino tiende a provocar efectos positivos en los indicadores de desarrollo en el cultivo de tomate.

Actualmente se han realizado estudios en el cultivo de rábano para aumentar el rendimiento, tal es el experimento realizado por (Gómez et al., 2008) donde el cultivo al ser fertilizado con abonos orgánicos (composta) presentó mayor rendimiento, altura de la planta, ancho de la hoja y diámetro del bulbo. Debido a la variación en tamaños y formas que presenta el cultivo de rábano, se busca mejorar la productividad y calidad del cultivo mediante la utilización de abonos orgánicos ya que es una alternativa favorable que ayuda a mantener los requerimientos nutrimentales de la planta sin dañar al suelo y mejora la productividad.

La presente investigación se llevó a cabo con la finalidad de probar diferentes fertilizantes orgánicos para que los productores puedan minimizar los costos de producción, incrementar y mantener la productividad de forma sostenible del cultivo de rábano y con ello lograr mejores beneficios económicos.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes fertilizantes orgánicos e inorgánicos en cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.)

Objetivos específicos

Evaluar el peso total de la planta, peso de la hoja, altura de la hoja, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro polar del fruto y peso de la raíz de los rábanos al ser fertilizados con abonos orgánicos y tratamiento químico.

Comparar la respuesta del cultivo de rábano a la fertilización química con la de los fertilizantes orgánicos.

HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos orgánicos aumentará significativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L), en comparación con la fertilización química.

REVISIÓN DE LITERATURA

Fertilización en la agricultura

La fertilización es parte importante en el manejo agronómico de los cultivos satisface los requerimientos de nutrientes en las situaciones en las cuales el suelo no puede proveerlos en su totalidad. La fertilización del suelo puede ser de dos tipos orgánica e inorgánica; la orgánica consiste en suministrar nutrientes al suelo por medio de materia orgánica, pudiendo ser de origen vegetal o animal; la fertilización inorgánica consiste en suministrar los nutrientes por medio de la aplicación de abonos o productos químicos, de tal manera que pueden ser absorbidos por las plantas (Escalante et al., 2006).

La fertilización tiene como objetivo primordial permitir que la planta exprese su máximo potencial productivo para obtener una alta rentabilidad y lograr con esto una alta producción del cultivo, pero el incremento de fertilizantes convencionales durante las últimas décadas dio origen a procesos de transformación en el medio ambiente produciendo alteraciones físico químicas y biológicas (Morales, 2008).

La fertilización química consiste en alimentar a las plantas directamente mediante la aplicación de abonos producidos industrialmente que reúnen condiciones técnicas de calidad como proveedores de nutrimentos a los cultivos; son sales solubles, altamente concentradas, de fácil y rápida liberación (Gaspar., et al 1997).

Se entiende por abono orgánico todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejorador de suelo, se incluyen dentro de los abonos orgánicos materiales como la gallinaza, la broza del café. Composta, lombricomposta. Bocashi entre otros (Meléndez y Soto, 2003).

La fertilización orgánica es una concepción agroecológica del desarrollo agrícola la cual utiliza una variedad de opciones tecnológicas con empeño de producir

alimentos sanos, proteger la calidad del ambiente y la salud humana e intensificar las interacciones biológicas y los procesos naturales beneficiosos (Altieri, 1992).

De acuerdo con algunos autores, los abonos orgánicos son más eficientes que los fertilizantes químicos porque aportan mayor diversidad de elementos periódicamente a las plantas, así como humus, lo cual mejora la estructura del suelo creando condiciones favorables a la microflora benéfica. Las aplicaciones de abonos orgánicos disminuye cada año; caso contrario a los fertilizantes químicos, que cada vez se aplican en mayor cantidad (Primaversi, 1982).

Los abonos orgánicos incluyen todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejoradores de suelos (Jeavons, 2002; Soto, 2003) citado por (Pérez et al, 2008). Se incluyen dentro de los abonos orgánicos materiales como gallinaza, composta, estiércol, lombricomposta (Meléndez y Soto, 2003), también el bocashi es un tipo de abono orgánico fermentado (Sasaki et al 1995) citado por (Gómez 2008)

Narro (1987) señala que los mejoradores de suelo son productos de diferente origen y composición que al ser aplicados al suelo producen cambios en este que repercute en una mayor eficiencia en el desempeño de las funciones que tiene el suelo en beneficio de las plantas.

En suelos con alto nivel de materia orgánica se pueden lograr los máximos rendimientos alcanzados para la variedad, clima y manejo del cultivo (Castellanos et al., 2000).

De acuerdo a USDA (1980), citado por Altieri (1999), la agricultura orgánica se define como: un sistema productivo que propone evitar, incluso excluir totalmente los fertilizantes y pesticidas sintéticos de la producción agrícola

La incorporación de abonos orgánicos en la agricultura es una práctica que está cobrando cada vez más importancia por sus comprobados efectos benéficos en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos agrícolas (Hernández, et al., 2010).

López et al., (2001) describe que la composición química, el aporte de nutriente a los cultivos y el efecto de los abonos orgánicos en los suelos varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Además el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Castellanos, 2000).

En varios experimentos realizados en diferentes partes del mundo, se ha podido ver que el uso de abonos orgánicos puede mejorar la estructura del suelo y el contenido de nutrientes, disminuir la erosión, mejorar la alimentación de las plantas, dando como resultados mayores rendimientos y menos susceptibilidad a las plagas, además estabilizan el pH del suelo.

Tipos de fertilizantes orgánicos en la agricultura

Composta

En la naturaleza se producen anualmente cantidades enormes de materia orgánica como resultado del proceso de la fotosíntesis, materia orgánica que acabará en el suelo en forma de humus proceso de humificación natural lento, sin embargo, este puede ser acelerado, amontonando la materia orgánica y promoviendo en ella el proceso denominado composteo. El compostaje es una forma de tratamiento para los residuos orgánicos, que tiene como meta transformar estos residuos en un producto útil, aplicable a la tierra como abono que fertiliza a las tierras de cultivo. La enunciación técnica del compostaje es la “descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos” (Altamirano, 2006).

El compostaje es un proceso microbiológico que convierte residuos de materiales orgánicos en diferentes grados de descomposición en un producto estable e higiénico, que puede ser usado como mejorador de suelo (Atlas y Bartha, 1997). Citado por Hernández (2010).

Según FAGRO (2000), citado por Altamirano (2006) un abono orgánico o compost es el producto de la transformación de residuos orgánicos en humus por microorganismos (bacterias, hongos, protozoarios, lombrices, etc.), la presencia

de humus en el suelo cumple las siguientes funciones: provee elementos nutritivos, mejora la estructura la porosidad y retención de agua y aire en el suelo y aumenta la resistencia de las plantas a enfermedades.

EL compostaje es la descomposición o degradación de los materiales de desechos orgánicos por una población mixta de microorganismos en un ambiente cálido, húmedo y aireado (FAO, 1991).

Hartmann y Kester, (1979). Señalan que la composta es la descomposición biológica de materiales orgánicos en condiciones controladas que se efectúa en pilas o en depósitos. Este proceso se lleva a cabo en tres pasos: 1) una etapa inicial que dura unos cuantos días, en la cual ocurre la descomposición de materiales solubles degradables, 2) una segunda etapa, de dos meses, en lugares donde la temperatura ambiente oscila entre los 25 a 30°, durante la cual ocurren temperaturas elevadas y son desintegrados todos los compuestos y 3) una etapa final de estabilización en que disminuye la temperatura y los microorganismos colonizan el material.

Para elaborar una composta, la mayoría de los materiales orgánicos deben ser reducidos de su tamaño original a unos 10 cm, sometiéndolos a un proceso de fermentación aeróbica, controlando la temperatura y humedad hasta ser transformada en un abono completo llamado humus, el cual mejora las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo, además de su fertilidad. Meléndez., (1999).

Estiércol

Fabiáni (1967) menciona que el estiércol no solamente es un aportador de principios químicos útiles, sino también mejora la estructura del suelo, inocula una abundante la flora bacteriana y contiene otros principios biológicos que activan el crecimiento.

Ignatieff (1969) señala que existen algunas propiedades físicas y químicas de los suelos que son modificadas cuando se hacen aplicaciones de estiércol, entre las

que se encuentran la agregación de los suelos, capacidad de retención de humedad, densidad aparente, y elementos nutritivos en diferentes concentraciones.

El estiércol es una buena fuente de nutrientes y materia orgánica y se ha estado utilizando como fertilizante para diferentes cultivos, ya que aporta nutrientes al suelo. El uso del estiércol vacuno como fertilizante orgánico produce efectos positivos, tanto en el establecimiento de cultivos como en los rendimientos (Gómez et al., 2007).

Para que el estiércol sea utilizado debe someterse a un proceso de fermentación para que los nutrientes que contiene en forma no asimilable, se tornen en asimilables para las plantas, y se originen los compuestos húmicos, que desempeñan función esencial en el suelo de cultivo (Suquilanda, 1996).

Gallinaza

Es un material, compuesto por las excretas de las gallinas, residuos de alimentos, plumas, huevos rotos y el material fibroso de la cama con cal; su composición química varía de acuerdo con la cantidad de estos compuestos y el tipo de explotación, dependiendo si es gallinaza de piso o de jaula. La gallinaza de uso frecuente en la agricultura, debe compostarse para que los microorganismos descompongan la materia orgánica y ponga a disposición los nutrientes. Así mismo, debe ser sometida a secado para almacenarla sin desencadenar procesos fermentativos, aumentando la concentración de materia orgánica.

La gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono; la utilidad de gallinaza aporta al suelo nutrientes, con lo cual aumenta su retención del agua, así como por ser fuente muy rica en elementos nutritivos para las plantas Estrada, (2005).

La utilidad de la gallinaza, en cualquiera de sus formas, proviene de su aporte al suelo de materia orgánica, con lo cual aumenta su capacidad de retención de agua, así como por ser fuente muy rica en elementos nutritivos para las plantas. El uso de la gallinaza como abono es la opción más ventajosa para su empleo, tanto porque constituye una forma de reciclaje natural por su bajo costo. Pero el

uso de gallinazas frescas, puede producir efectos adversos al suelo y plantas, por ello se recomienda el procesamiento de esta. (Simpson, 1995).

De los diferentes procesos para su transformación, la compostación es la alternativa ideal pues al estabilizar la materia orgánica, facilita el aprovechamiento de la propiedad fertilizante de la gallinaza, que se expresa tanto en su contribución al desarrollo normal de los cultivos como la recuperación de los suelos altamente degradados (Estrada, 2005).

La gallinaza se utiliza como abono o complemento alimentación en la crianza del ganado, debido a la riqueza química y de nutrientes que contiene. Los nutrientes que se encuentran en la gallinaza se debe a que las gallinas solo asimilan el 30 o 40% de los nutrientes con los que se alimentan lo que hace que en su excreta se encuentre el restante 60 o 70% no asimilado. La gallinaza ayuda aumentar la productividad de los cultivos a un bajo costo, pues se utiliza un elemento considerado desecho, con un rico valor nutricional (Ávila, 1992).

Bocashi

El bocashi es un tipo de fertilizante orgánico que está siendo muy utilizado en la agricultura se obtiene mediante la fermentación de materia orgánica. Es un abono producto de una fermentación aeróbica de residuos vegetales y animales (Vargas, 2003) citado por Gómez (2008). El abono bocashi se puede elaborar con materiales locales de las diversas zonas del país, por lo que se pueden hacer variaciones de acuerdo a la materia prima disponible en otras regiones (De Luna y Vázquez, 2009).

Debido a la gran cantidad de microorganismos, el Bocashi muestra una intensa actividad biológica, lo cual se aprecia durante su elaboración cuando se presenta una alta velocidad de fermentación aeróbica. Si bien es cierto que los contenidos totales de macronutrientes son bajos en comparación con los fertilizantes químicos, la relación entre los elementos es balanceada y puede ser modificada

de acuerdo a las proporciones y los elementos que el agricultor utilice en la elaboración y la calidad del proceso realizado (Restrepo, 1996).

El objetivo principal del abono bocashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también, se persigue nutrir el cultivo y suplir alimentos (materia orgánica) para los organismos del suelo (Bolaños, 2002). Una de estas alternativas de la agricultura orgánica para el mejoramiento de los suelos son los abonos tipo bocashi, los cuales incorporan al suelo materia orgánica, y nutrientes esenciales como: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro.; los cuales mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo. (Ramírez., 2005).

Una de las ventajas más importantes de este abono, es que a las dosis que se utiliza, suministra a la planta los microelementos en forma soluble y en un micro ambiente de pH biológicamente favorable para la absorción radicular (pH 6.5 a 7). Otra ventaja la representa el hecho de que los microorganismos benéficos presentes en la composta compiten por micro espacios y energía con los microorganismos patógenos que hay en la zona radicular de la planta (De Luna y Vázquez, 2009).

Lombricomposta o humus de lombriz.

La lombricomposta es el resultado de la transformación por medio de la lombriz roja californiana de los desechos orgánicos y convertidos en humus de aplicación agropecuaria (Morales, 2010).

La lombricomposta es una aplicación de la biotecnología, ya que se usa un organismo vivo, para lograr una producción masiva de humus de lombriz, como producto principal. El trabajo de desintegración orgánica de los diversos materiales permite, convertir algunos desechos en nutrientes orgánicos para cultivos mejorando la calidad y cantidad de los productos (Moctezuma, 2003).

La lombricomposta o humus de lombriz mejora las condiciones físicas del suelo en particular, la estructura, considerada el factor principal que condiciona la fertilidad

y productividad de los suelos (Castellanos., 2000), citado por Hernández et al., (2010).

Los abonos orgánicos que se obtienen a partir del lombricomposteo son humus líquido y lombricomposta que se pueden aplicar en los cultivos. El té o líquido de composta o lombricomposta, 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).

La lombricomposta ha incrementado el crecimiento y desarrollo de las plántulas y la productividad de una amplia gama de cultivos. El incremento en el crecimiento y productividad de la planta se ha atribuido a las características físicas y químicas que presenta la lombricomposta. Es un fertilizante orgánico que se maneja en la agricultura, donde son utilizados lombrices de tierra para la descomposición de la materia orgánica.

La lombricomposta se ha utilizado como apoyo en la agricultura con excelentes resultados, es importante evaluar con diferentes sustratos disponibles en cada región, ya que es factible obtener lombricomposta de una gran variedad de materiales orgánicos (Rodríguez et al., 2003).

La lombricomposta o vermicomposta es una tecnología que utiliza una especie de lombriz domesticada (*Eisenia foetida*), obteniendo a partir de residuos orgánicos humus rico en nutrientes, y en consecuencia, tiene un impacto benéfico en lo agrícola, social y económico, los residuos orgánicos más utilizados son: estiércol de animales vacunos, gallinaza, porcícolas y de caballo (Morales et al., 2009).

La lombricomposta logra transformar los desechos orgánicos en compuestos estables, por lo cual es considerado una forma de compostaje, en donde la lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) presenta mejores características de adaptación y producción (Santamaría, et al 2001: Soto et al, 2002 y Martínez et al., 2002). citado por Hernández et al., (2010).

El manejo de la lombricultura, es una de las técnicas orgánica, en la que por medio del manejo de procesos naturales en el suelo, permiten favorecer su dinámica y como consecuencia, obtener un impacto benéfico en lo agrícola, social y económico (Guadarrama y Taboada, 2004) citado por Morales et al., (2009).

Ventajas y desventajas de los abonos orgánicos en la agricultura

El uso de abonos orgánicos en la agricultura ha tenido buenos resultados como:

- a).- Reducir el uso de fertilizantes químicos al incrementar las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio.
- b).- Incrementa las poblaciones de los microorganismos presentes en el suelo.
- c).- Mejora las condiciones físicas del suelo, en particular la estructura, considerada el factor principal que condiciona la fertilidad y productividad de los suelos (Castellanos, 2000).
- d).- Estabilización del pH e incremento de la capacidad de intercambio catiónico (Soto y Muñoz., 2002).
- e).- En la producción intensiva de hortalizas, la calidad de los productos cosechados es igual y en algunos casos superior a las siembras convencionales (Martínez et al., 2002).

En el manejo orgánico del suelo para la producción de cultivos pueden presentarse algunas situaciones que pudieran ser interpretadas como desventajas pero que a largo plazo serán superadas. Dichas situaciones son: Los fertilizantes orgánicos tienen como desventaja lenta asimilación, realiza todo un proceso para llegar a tener efectos rendidores, debemos estar conscientes de que los costos en el manejo del suelo aumentan al hacerlo orgánicamente, pero de igual forma tendremos plantas y frutos de mejor calidad, traduciéndose esto en más ingresos y menor costo del manejo del suelo en un futuro, sin contaminar el agua y medio ambiente; esto debido a que en el periodo de transición mejora la estructura del suelo, así como su permeabilidad, y al haber un mejor intercambio gaseoso, la

flora microbiana nativa del suelo mejora su actividad, lo cual mejora la fertilidad del suelo (Félix et al., 2008).

La agricultura orgánica se presenta en el horizonte de la sustentabilidad, económico, productiva y ambiental, y al igual que las otras tecnologías también representa nuevos mercados y también una alternativa al pequeño productor en algunos cultivos y hortalizas que han logrado colocar su producción en importantes nichos de mercado, lo cual les ha permitido obtener beneficios económicos (Ortiz., 2004).

Los alimentos orgánicos han ganado un espacio importante en el mercado mundial de alimentos, esto gracias a que dichos cambios obedecen a una fuerte preocupación por la salud de los consumidores, así también, por la necesidad de tener una relación más armónica con el medio ambiente y por un aprovechamiento más productivo con la agricultura (Ortiz, 2004).

Uso de fertilizantes orgánicos en otros cultivos

En estudios realizados donde se han aplicado abonos orgánicos en diferentes cultivos, han demostrado su buen funcionamiento, no solo en el rendimiento sino en el mejoramiento del suelo.

En el cultivo de frijol al ser fertilizado con abonos orgánicos que fue composta se obtuvieron muy buenos resultados en las variables evaluadas. El frijol obtuvo buenos resultados en rendimiento, número de vainas, altura de la planta y ancho de la hoja (Gómez., 2008).

Estudios realizados por Ruiz et al., (2007) realizaron un experimento en el cultivo de cebolla aplicando abonos orgánicos se midieron las variables: altura de plantas, número de hojas, número y peso promedio de bulbos y diámetro de bulbo; y los resultados promovieron mayor altura de la planta y el mayor grosor del bulbo, así

como el mayor número de hojas, encontrándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$); también alcanzaron un alto rendimiento comparado con el testigo

Otro estudio realizado por Añez et al., (2002) donde evaluaron la fertilización química y orgánica en la producción de zanahoria, los resultados demostraron que el rendimiento de las raíces comerciales de zanahoria fue significativamente influido por los tratamientos de fertilizante químico y orgánico.

Zamora et al., (2008), evaluaron el rendimiento de papa *Solanum tuberosum* variedad Phureja con la aplicación de fertilizante químico 13-26-6 en dosis de 0, 600, 900 y 1.200 kg/ha y abono orgánico en dosis de 0, 800, 1.000 y 1.200 kg/ha, los resultados obtenidos para la variable altura de planta, número de tubérculos, número de tallos y peso de tubérculos reflejan que los tratamientos donde se aplicó fertipollo y estiércol de chivo presentaron un mayor desarrollo vegetativo y por lo tanto un mejor rendimiento e inclusive superiores que donde se aplicó la fertilización química.

Nieto et al, (2002), realizaron un experimento con la variedad de chile Anaheim, como tratamientos, se aplicaron tres dosis de composta (25, 50 y 100 t/ha). Los resultados mostraron una tendencia de mayor rendimiento en la dosis de 25 t/ha. La mayor producción de frutos presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$) y correspondió a la dosis de 25 t/ha.

En trabajo realizado por López et al., (2001) donde se evaluaron cuatro tratamientos de abonos orgánicos gallinaza, estiércol de bovino, composta y testigo en el cultivo de maíz, los resultados obtenidos demostraron valores altos en el rendimiento con la aplicación de composta con una dosis de 20 a 30 ton/ha.

Se realizaron estudios en el cultivo de sorgo donde se compararon los efectos de aplicación foliar de soluciones orgánicas e inorgánicas, los parámetros evaluados fueron: área foliar, peso seco total, peso seco de la panoja, índice de cosecha,

altura y potencial osmótico, el tratamiento orgánico con sustancias húmicas en comparación con soluciones inorgánicas, logro mayor índice de cosecha, peso seco de panoja y altura de la planta (Ramírez et al., 1998).

Ochoa et al., (2009) demostraron que al aplicar té de composta, té de composta diluido y aplicación fraccionada de composta en el cultivo de tomate el té de composta abasteció las necesidades de N y otros nutrimentos, logrando producir más de 18 kg·m² de fruto extra grande a un menor costo de fertilización.

Uso de fertilizantes orgánicos en cultivo de rábano

Ruiz et al., (2008) al evaluar el efecto de diferentes dosis de estiércol vacuno (EV) en el rendimiento del rabanito los resultados que obtuvieron mostraron que, la aplicación de EV afectó significativamente a todas las variables en estudio, altura de las hojas, longitud de la raíz. Con una aplicación de 2kg/m² de EV se tuvo un rendimiento de 1,3kg/m² encontrándose una diferencia significativa con respecto al testigo que arrojó un rendimiento de 1,05kg/m².

El cultivo de rábano al ser fertilizado con abonos orgánicos que fue composta se obtuvieron resultados aceptables en las variables evaluadas. El rábano incrementó el rendimiento, longitud y diámetro del bulbo, altura de la planta, ancho de la hoja (Gómez., 2008).

Otro estudio realizado por Laguna et al., (2001) al fertilizar con abono orgánico bocashi en el cultivo de rábano. Los resultados mostraron diferencias significativas en el número de hojas también en el peso seco de las raíces.

Estudios realizados por Zuñiga (2002) donde evaluó el estiércol de bovino y caprino en el rendimiento del cultivo de betabel, los resultados demostraron que el estiércol de bovino obtuvo el mejor rendimiento con 89.713 ton/ha con la dosis de 60 ton/ha de estiércol. El estiércol caprino obtuvo un rendimiento de 74.218 ton/ha con dosis de 75 ton/ha de estiércol.

Cultivo de rábano (*Raphanus sativus*)

El rábano es un cultivo hortícola de rápida maduración que puede ser cultivado tanto en suelos minerales como orgánicos. El producto comestible de esta especie es su raíz engrosada de color rojizo, rosa, blanco o combinado, que se consume fresca en ensaladas la que generalmente alcanza su tamaño a cosecha aproximadamente 20 o 30 días después de haber sido sembrado (Ohio Vegetable Production, Guide, 2001), citado por Laguna et, al (2001).

Importancia del cultivo de rábano.

El rábano si bien no alcanza significativa importancia económica en nuestro país como la de otras hortalizas; si es de las más conocidas y más populares en la alimentación. La importancia estriba en su utilización como alimento en ensalada o en encurtidos. (Rosales, 2004).

Clima

Los rábanos son poco exigentes al tipo de clima y pueden sembrarse durante todas las épocas del año. Pueden cultivarse en clima frío como en cálido, sin embargo es indispensable proporcionarle atención determinada según sea el clima donde se pretenda cultivar. (Edmond, Andrews, 1967) citado por Rosales (2004).

Requerimientos edafoclimáticos

Prefiere los climas templados, teniendo en cuenta que hay que proteger al cultivo durante las épocas de elevadas temperaturas. El ciclo del cultivo depende de las condiciones climáticas, pudiendo encontrar desde 20 días a más de 70 días. La helada se produce a -2°C. El desarrollo vegetativo tiene lugar entre los 6°C y los 30°C, el óptimo se encuentra entre 18-22°C.

Temperatura

La temperatura favorable para el crecimiento y desarrollo del rábano se encuentra entre los 15 y 18°C con mínimas de 4 y máximas de 21°C. Una exposición

prolongada de más de un mes a temperaturas bajo 7 °C puede estimular la emisión prematura del tallo floral. (Casares, 1981).

Suelo

El suelo para el cultivo de rábano debe ser suelto arenoso pero con suficiente material orgánico, requiere abundante humedad para un crecimiento rápido, es tolerante de acidez entre pH 5.5 a 6.8, los suelos parejos que permiten siembras a profundidades uniformes resultan en mayor proporción de rábanos bien formados (Casares, 1981).

Labores de cultivo

Las labores de cultivo depende de la forma en que se siembra. Si se hace al voleo, únicamente pueden hacerse deshierbes para que las malas hierbas no resten espacio y luz a las plantas (Juscáfresca, B., 1966) citado por Andrade (1995).

Tipos y Cultivares

Algunos de los cultivares de rábano que se cultivan en nuestro país son: Crimson Giant de raíz grande y de forma redonda, con pulpa suave y crujiente, puede cosecharse a los 30 días después de siembra; Champion, con raíz grande de forma ovalada, de pulpa sólida y consistencia suave, de follaje pequeño, puede cosecharse a los 28 días después de siembra; Cherry Belle con raíz pequeña de forma redonda, de pulpa sólida y de consistencia suave, con follaje muy pequeño, puede cosecharse a los 25 días después de siembra.

Requerimientos nutricionales del cultivo

La fertilización del cultivo debe hacerse en base a los resultados del análisis de suelo. Los requerimientos nutricionales del cultivo de rábano y rabanito en kilogramos / ha son:

N	P	K
80	120	80

Debido a que el ciclo del cultivo es bastante corto, estos cultivos necesitan de elementos nutritivos fácilmente asimilables desde la siembra (<http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/417rabano.pdf>).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el área orgánica del establo, perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

Características climáticas

El sitio cuenta con un clima seco, semicálido, con invierno fresco extremo y templado, con lluvias principalmente en verano. La temperatura media anual es de 19.8 °C, con una oscilación de 10.4°C. Los meses más cálidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de 37°C. La precipitación anual es de 298.5 mm. La temporada lluviosa va de junio a octubre. El mes más lluvioso es julio y el más seco, marzo. El valor promedio de la humedad relativa alcanza el 60% en el año. Los meses lluviosos alcanzan valores del 80% y los meses secos de 30%. (Rangel, 1997).

Procedimiento

El cultivo de rábano *Raphanus sativus* se estableció en macetas utilizando bolsas de polietileno con capacidad de 3 kilogramos. La segunda semana de septiembre se cribó el suelo (feozem calcárico) y después se mezcló con cada uno de los tratamientos.

- T1.) Bocashi con humus líquido de lombriz
- T2.) Bocashi
- T3.) Composta con humus líquido de lombriz.
- T4.) Composta
- T5.) Lombricomposta de cabra y borrego con humus líquido de lombriz.
- T6.) Lombricomposta de cabra y borrego
- T7.) Lombricomposta de bovino con humus líquido de lombriz.
- T8.) Lombricomposta de bovino
- T9.) NPK con urea líquida

T10.) NPK

T11.) Testigo suelo con humus líquido de lombriz.

T12.) Testigo suelo.

El 16 de Septiembre se realizó la siembra del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L) variedad Champion depositando 3 semillas a una profundidad de 1 cm en cada maceta, espaciando 7cm una de otra y al mismo tiempo se realizó la primera fertilización. La segunda fertilización se llevó a cabo a los 15 días después de la siembra (01 de octubre de 2010), aplicando las mismas dosis de cada uno de los tratamientos mencionados anteriormente.

El fertilizante químico que se aplicó fue 80-120-80 kg/hectárea, se fraccionó en dos partes y cada parte consistió en urea = 0.19 g/maceta, P₂O₅= 0.17 g/maceta y Sulfato de potasio 0.12 g/maceta; a uno de los tratamientos químicos también se le aplicó urea líquida en dos ocasiones que consistió un gramo de urea mezclado en un litro de agua.

Para todos los tratamientos orgánicos se utilizó una relación de suelo y abono orgánico de 6:4, posteriormente se humedeció ligeramente el suelo con el sustrato continuando con el llenado de macetas, cada tratamiento consistió de 3 macetas y se colocaron en 12 hileras. Para el ordenamiento de las bolsas se llevó a cabo un sorteo de cada una de las repeticiones de cada tratamiento, para así lograr un establecimiento al azar de cada repetición. A 5 tratamientos se les aplicó humus líquido de lombriz en dos ocasiones, que consistió a una concentración de 600 ml mezclados con 3 litros de agua.

La primera aplicación de humus líquido de lombriz y urea líquida se llevó a cabo el 22 de Septiembre de 2010 y la segunda aplicación después de los 15 días (7 de Octubre de 2010).

Los riegos se realizaron manualmente cada tercer día. Se hicieron labores culturales durante todo el ciclo del cultivo y la eliminación de otras hierbas se realizó manualmente.

Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con 12 tratamientos y 9 repeticiones de cada uno. Las variables agronómicas que se midieron son: peso total de la planta pesándose independientemente

a1) hoja

a2) fruto,

a3) raíz.

Así también se midió

b).- altura de la hoja,

c) diámetro ecuatorial del fruto

d) diámetro polar del fruto.

La evaluación de estas variables consistió en la extracción de los órganos de la planta: raíz, hoja, fruto comercial, previamente lavados con agua para eliminar el suelo y secándose posteriormente con papel estroza y después se pesaron en una balanza analítica. Para la evaluación del diámetro ecuatorial y diámetro polar del fruto comercial se utilizó un vernier o pie de rey.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1. Se muestran los cuadrados medios y el nivel de significancia del análisis de varianza de cada una de las variables evaluadas en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L), peso total de la planta, peso de la hoja, altura de la hoja, peso del fruto, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro polar del fruto y peso de la raíz al ser fertilizados bajo diferentes niveles de fertilización orgánica e inorgánica.

En el cuadro 2. Se muestra el comportamiento promedio que presentaron las variables agronómicas evaluadas del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L), al ser fertilizados bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica, e inorgánica.

Cuadro 1.- Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L), al ser fertilizados bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica.

F.V.	G.L.	Peso total de la planta (g)	Peso de la hoja (g)	Altura de la hoja (cm)	Peso del fruto (g)	Diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro polar (cm)	Peso de la raíz (g)
Tratamientos	11	901.44 **	51.574 **	39.397 **	579.12 **	1.44434 **	5.79 **	0.15423 **
Residuales	96	123.15	8.524	5.174	63.87	0.31562	0.94	0.03081
C.V. (%)		0.13	1.6	12.4	3.9	20.8	15.01	37

Tratamientos=Descritos en Materiales y Métodos.

C.V. (%). Coeficiente de variación en porciento.

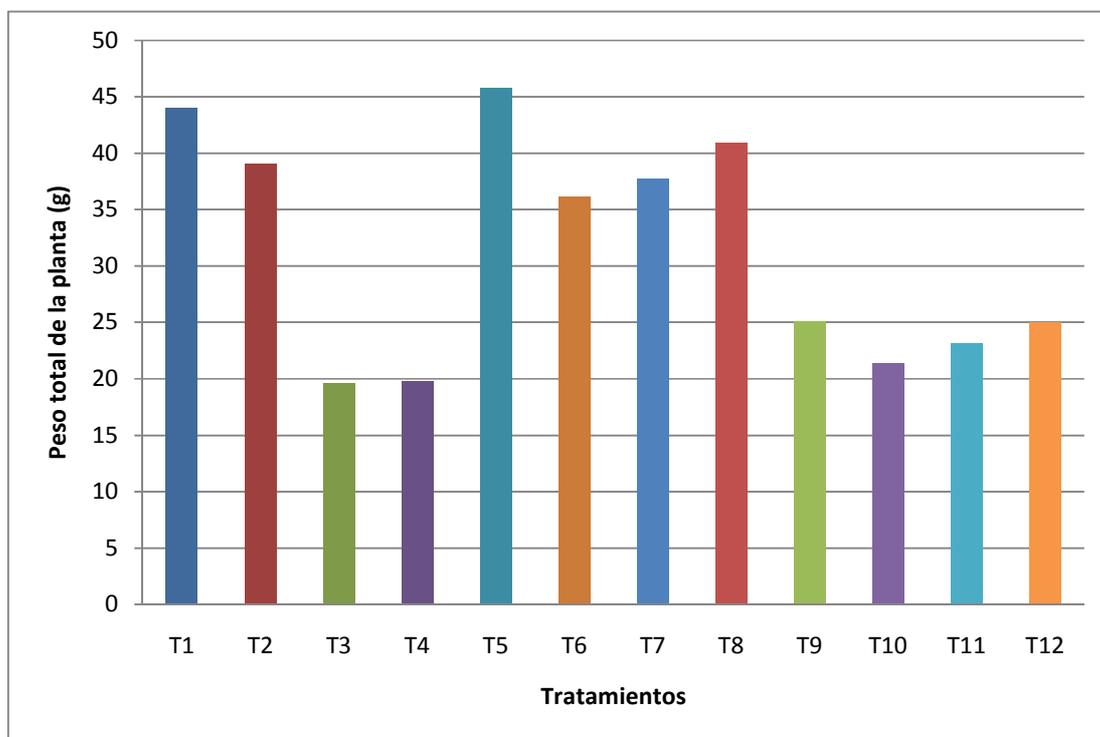
** = Diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$)

Cuadro 2. Comportamiento promedio de las variables agronómicas de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica.

Tratamientos	Variables						
	Peso total de la planta (g)	Peso de la hoja (g)	Altura de la hoja (cm)	Peso del fruto (g)	Diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro polar (cm)	Peso de la raíz (g)
T1	44.0222 A	10.911 ABC	19.3000 AB	32.3889 A	3.4333 A	4.5778 AB	0.6000 AB
T2	39.0556 A	12.4667 A	20.4444 A	26.2333 ABC	2.7667 ABC	4.4333 ABC	0.4556 BC
T3	19.5556 D	6.8000 DE	15.7778 EF	12.8667 D	2.2556 DE	2.7667 D	0.4333 BC
T4	19.7778 D	7.0889 DE	16.1111 DEF	10.2556 D	2.2111 E	3.0111 D	0.2333 E
T5	45.7667 A	11.7111 AB	18.7778 ABC	33.2778 A	3.2889 AB	4.4333 ABC	0.6778 A
T6	36.1222 ABC	9.4667 ABC	17.7778 ABC	26.9000 AB	2.5333 CDE	5.2556 A	0.3667 CD
T7	37.6889 AB	10.9333 ABC	20.3889 A	25.6111 ABC	2.9556 ABC	4.6444 AB	0.5778 AB
T8	40.8778 A	10.9333 ABC	19.0000 ABC	29.2889 A	2.9444 ABCD	4.9889 A	0.5778 AB
T9	25.0667 BCD	7.4556 CDE	17.0556 BCD	17.0444 CD	2.5667 CDE	3.6222 BCD	0.5000 AB
T10	21.3444 D	8.2000 BCD	16.0000 DEF	13.0556 D	2.2222 E	3.5000 BCD	0.3000 DE
T11	23.1222 CD	5.3778 E	13.6111 F	17.3111 BCD	2.6667 BC	3.7333 BCD	0.4333 BC
T12	25.0222 BCD	6.2333 DE	16.2778 CDE	17.8778 BCD	2.5000 CDE	3.3333 CD	0.3889 BC

-valores medios seguidos de la misma letra en las columnas, son estadísticamente iguales.

Peso total de la planta



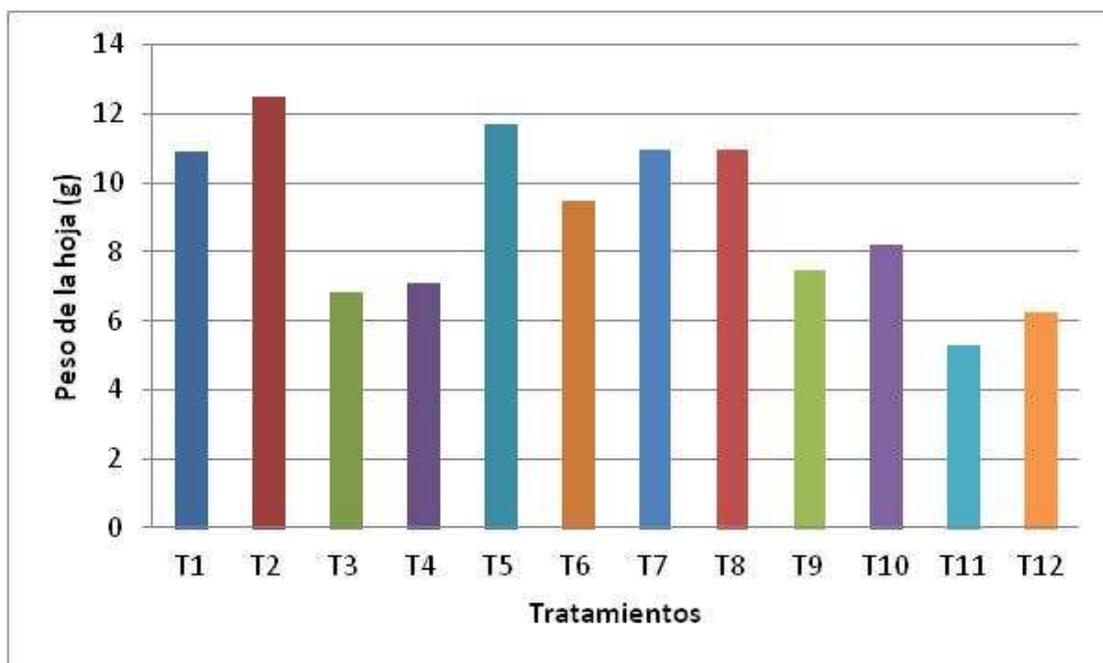
Gráfica: 1. Comportamiento del peso total de la planta del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

Para la variable de peso total de la planta (Cuadro 2) el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos.

En la Gráfica 1 se observa el comportamiento promedio del peso total de la planta de rábano al ser fertilizados con abonos orgánicos e inorgánicos. Los resultados muestran que las plantas del tratamiento 5 (lombricomposta de cabra y borrego con humus líquido de lombriz) son los que mostraron el mejor resultado, seguidos por el tratamiento 1 (bocashi con humus líquido de lombriz), también las plantas tratadas con lombricomposta de bovino, (T8) mostró buenos resultados, al igual que el tratamiento 2 (bocashi), T7 (lombricomposta de bovino de leche con humus líquido) y T6 (lombricomposta de cabra y borrego), mientras que las plantas tratadas del tratamiento NPK con urea líquido (T9) se comportaron de manera similar con las plantas del T12 (testigo), mientras que las plantas tratadas con composta con humus líquido (T3), composta (T4), NPK (T10) mostraron los

valores muy bajos comparados con el testigo con humus liquido (T11) y testigo (T12). Estudios similares fueron encontrados por Ordaz (2007) donde demostró que al aplicar humus liquido de lombriz en las plántulas de tomate encontró diferencias altamente significativas en las variables, peso fresco de la planta, con respecto al tratamiento químico es el que obtuvo los resultados más bajos, siendo superior solo en la longitud de la raíz.

Peso de la hoja



Gráfica: 2. Comportamiento del peso de la hoja del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

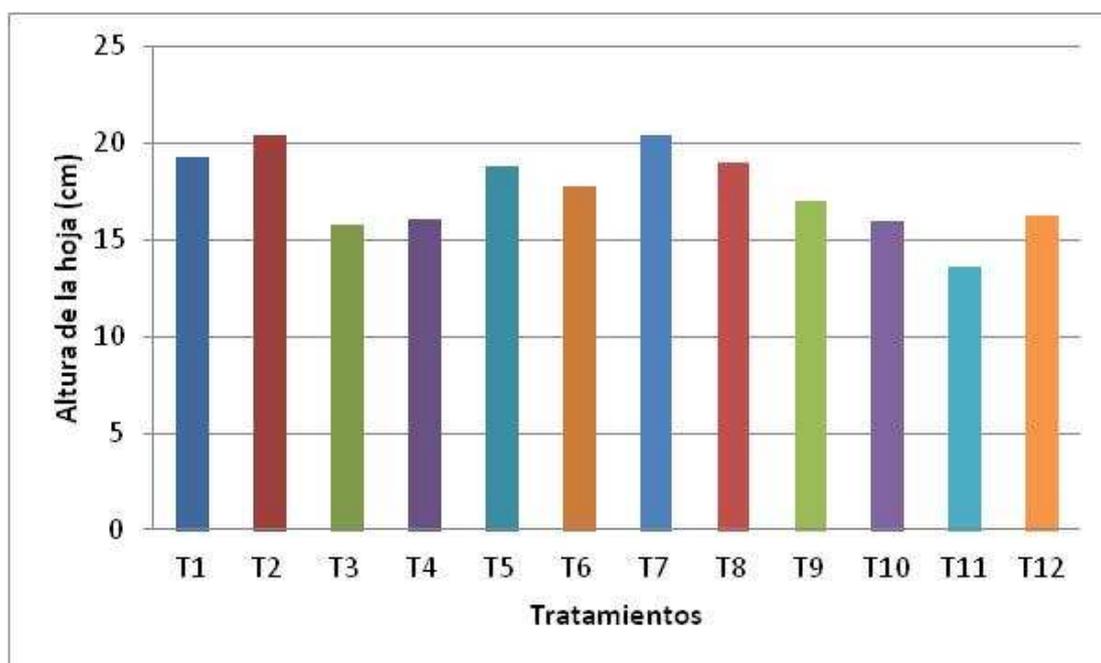
El análisis de varianza para la variable peso de la hoja mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos.

En la gráfica 2 se observa que las plantas tratadas con bocashi (T2) mostraron los mejores resultados, seguidos por las plantas tratadas con lombricomposta de cabra y borrego con humus liquido de lombriz (T5), luego por las plantas tratadas de lombricomposta de bovino con humus liquido de lombriz (T7) también se comportaron de manera similar con la lombricomposta de bovino (T8). Las plantas

tratadas con bocashi (T1) al igual que la lombricomposta de cabra y borrego (T6), mostraron buenos resultados comparados con el testigo (T12), las plantas del tratamiento NPK (T10) mostraron mejores resultados que el tratamiento de NPK con urea líquida (T9), luego las plantas del tratamiento composta con humus líquido y composta (T3, T4), mostraron los valores más bajos comparados con los demás tratamientos (T1,T2,T5,T6,T7,T8,T9,T10), pero fueron presentaron valores más altos que el testigo con humus líquido (T11) y testigo (T12).

Estos resultados se comparan con los estudios realizados por Ubaldo (2007) al aplicar líquido de lombriz al 0.5 disuelto en 10 L/H₂O en tomate, sembradas bajo un sustrato con 60 % de vermicomposta y 40% de vermiculita presentó un efecto favorable en las variables evaluadas, porcentaje de germinación, altura final de la planta, diámetro del tallo, peso fresco de la hoja, peso fresco de la raíz, peso seco de la raíz.

Altura de la hoja

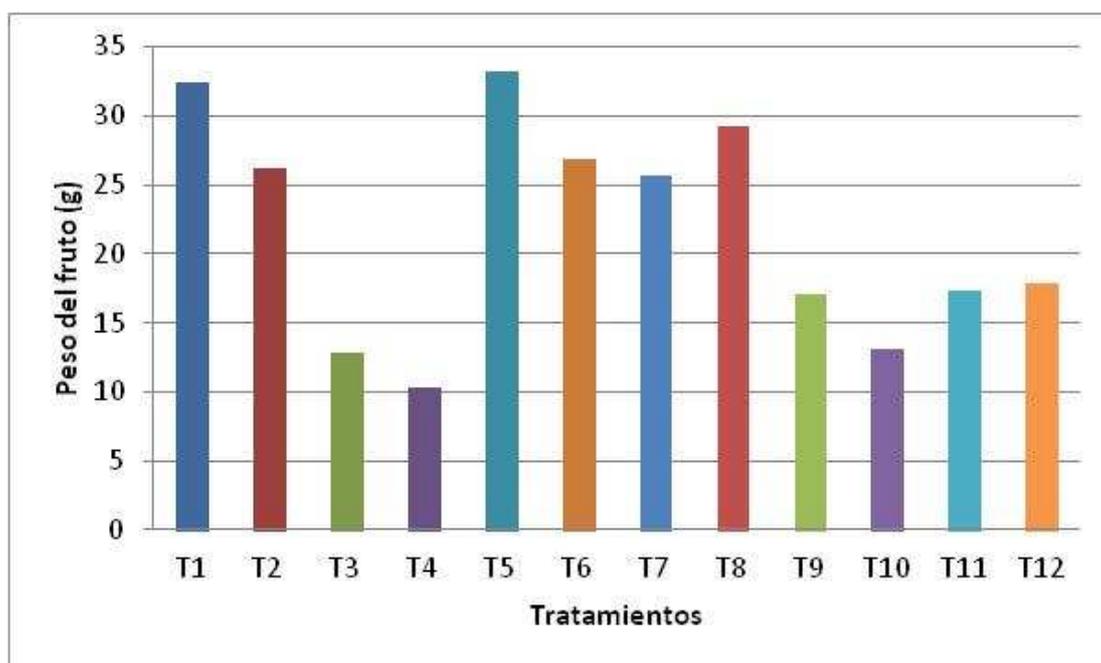


Gráfica: 3. Comportamiento de la altura de la hoja del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

El análisis de varianza (cuadro 2) mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$) entre tratamientos.

En la Grafica 3, se puede observar el comportamiento que presentaron los diferentes tratamientos para la variable altura de la hoja, donde las plantas tratadas con bocashi (T2) y lombricomposta de bovino de leche con humus liquido de lombriz (T7), son los que mostraron los valores mas altos, seguidos por las plantas del tratamiento bocashi con humus liquido de lombriz (T1), lombricomposta de bovino (T8), lombricomposta de cabra y borrego (con humus liquido (T5), y lombricomposta de cabra y borrego (T6), todos estos tratamientos fueron superiores a las plantas tratadas de NPK con urea liquida (T9) y NPK (T10), mientras que las plantas tratadas de composta con humus liquido (T3) y composta (T4) fueron los que presentaron los valores mas bajos comparados con los tratamientos testigo con humus liquido de lombriz (T11) Y testigo (T12). Estudios realizados por Casimir (2001) en cultivos de rábano (*Raphanus sativus L.*), cilantro (*Coriandrum sativum L.*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris L.*) demostraron que al aplicar fertilizante de 100 kg/ha de N a base químico (100%), a base orgánica (100%) y a base de una mezcla entre ambos (50% N químico y 50% N orgánico) en las variables índice de crecimiento de las plantas; altura (cm), número de hojas y diámetro del tallo (mm) la fórmula mineral resultó mejor en los cultivos de cilantro y habichuela y en el caso de rábano se observó que los tratamientos de estiércol de oveja y estiércol de vaca mas fórmula mineral resultaron los mejores. También se observó que el testigo fue el que presentó los valores más bajos en los tres cultivos. Otro estudio realizado por Sánchez, (2009) donde demostró que al aplicar abono orgánico bocashi en el cultivo de lechuga, incrementó la altura de la planta en comparación con el tratamiento testigo.

Peso de fruto

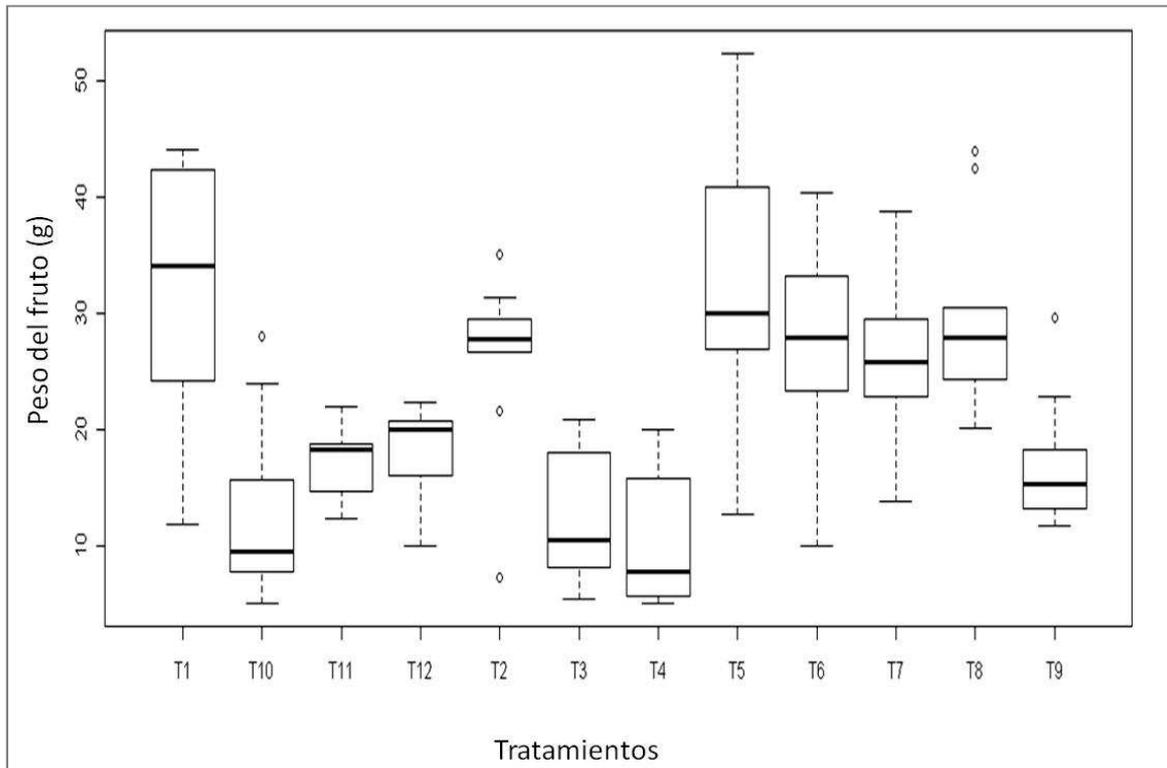


Gráfica: 4. Comportamiento del peso del fruto de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

El análisis de varianza para la variable peso del fruto mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos. (Cuadro 2).

En la Gráfica 4 se puede observar el comportamiento que presentaron cada uno de los tratamientos orgánicos e inorgánicos. Los mejores tratamientos los presentaron los frutos tratados con lombricomposta de cabra y borrego con humus liquido de lombriz (T5), y T1 (bocashi con humus liquido de lombriz), seguidos por los tratamientos de lombricomposta de bovino (T8), lombricomposta de cabra y borrego (T6), bocashi (T2) y lombricomposta de bovino con humus liquido de lombriz (T7). Los tratamientos que mostraron los valores más bajos fueron composta con humus liquido de lombriz (T3), composta (T4), NPK con urea liquida (T9), NPK (T10), todos comparados con el testigo con humus liquido de lombriz (T11) y testigo (T12). Estos resultados se comparan con el trabajo realizado por Pagalo (2007) al aplicar bocashi y humus de lombriz en tres híbridos de col (*Brassica oleracea*), el bocashi fue el abono orgánico más eficiente con 46.150

Kg/ha de col, en las variables evaluadas que fueron: ancho y longitud de hoja en la cosecha, diámetro del repollo, altura del repollo, longitud y volumen de la raíz en la cosecha.

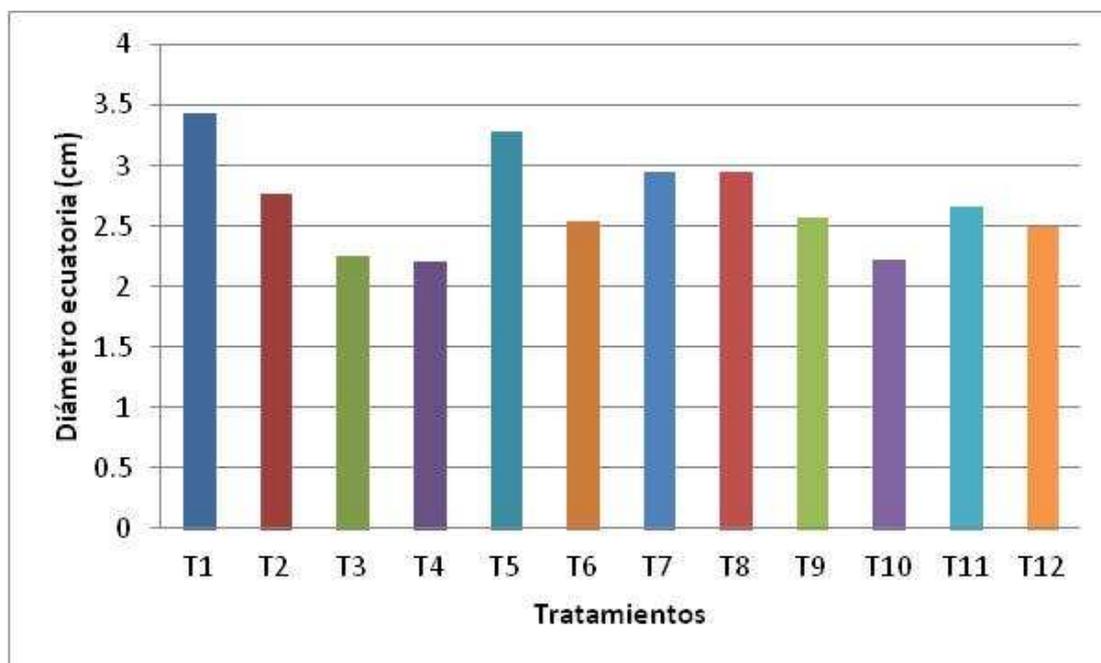


Gráfica 5: Comparación de medias del peso del fruto de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica.

La distribución de los datos para la variable peso del fruto de rábano los datos son muy homogéneos en lo que respecta a los tratamientos T1 (bocashi con humus líquido de lombriz), T2 (Bocashi), T6 (lombricomposta de cabra y borrego, T7 (lombricomposta de bovino con humus líquido), T8 (lombricomposta de bovino con humus líquido de lombriz) y T9 (NPK con urea líquida).

Los datos fueron más dispersos, en los tratamientos T3 (composta con humus líquido de lombriz), T4 (composta), T5 (lombricomposta de cabra y borrego con humus líquido de lombriz), T10 (NPK), T11 (testigo con humus líquido) y T12 (testigo). (Gráfica 5).

Diámetro ecuatorial de fruto

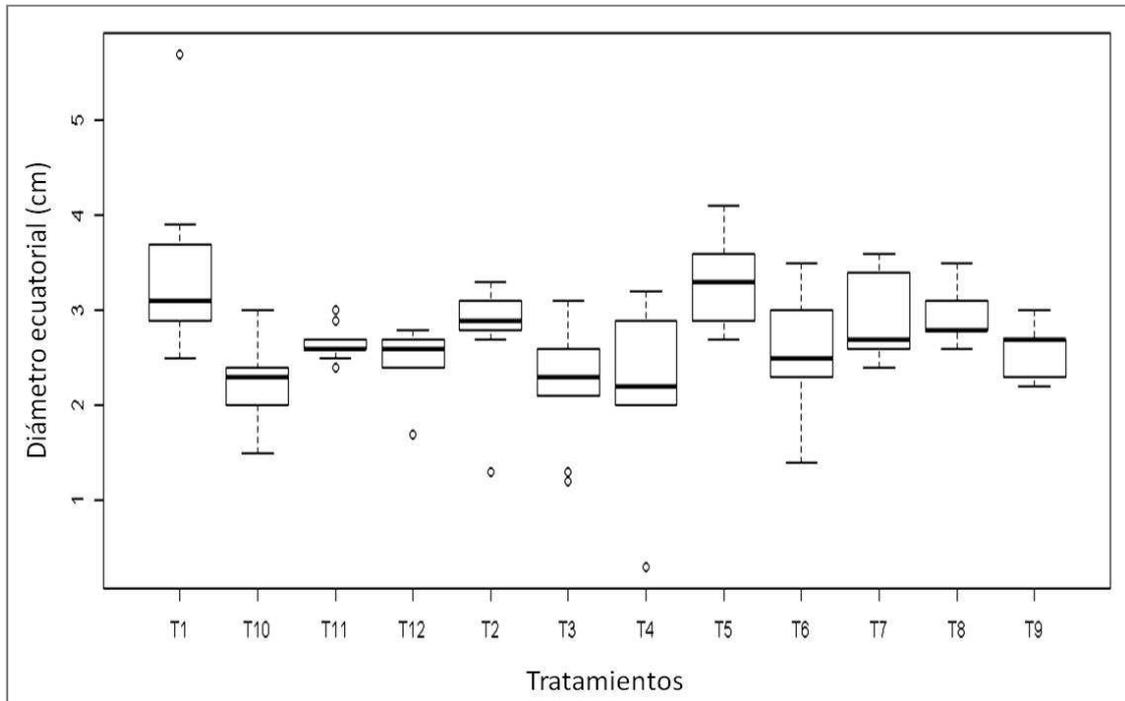


Gráfica: 6. Comportamiento del diámetro ecuatorial del fruto de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

El análisis de varianza (Cuadro 2) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos. En la grafica 6 se observa que los mejores tratamientos fueron las plantas tratadas con bocashi con humus líquido de lombriz (T1), seguidos por la lombricomposta de cabra y borrego con humus líquido (T5), luego las plantas de lombricomposta de bovino con humus líquido de lombriz (T7), lombricomposta de bovino (T8), bocashi (T2) también mostraron buenos resultados.

Los tratamientos con valores más bajos los presentaron las plantas tratadas de NPK con urea líquida (T9), lombricomposta de cabra y borrego (T6), NPK (T10), composta con humus líquido de lombriz (T3) y composta (T4), todos ellos comparados con las plantas del testigo con humus líquido y testigo (T11 y T12). Estos resultados se comparan con (Vega., 2006), con la finalidad de evaluar abonos orgánicos procesados (composta y humus de lombriz) como sustrato para incrementar el rendimiento del pepino (*Cucumis sativus* L), desarrollo de la planta, rendimiento y sus componentes. Las plantas con abonos orgánicos tuvieron el

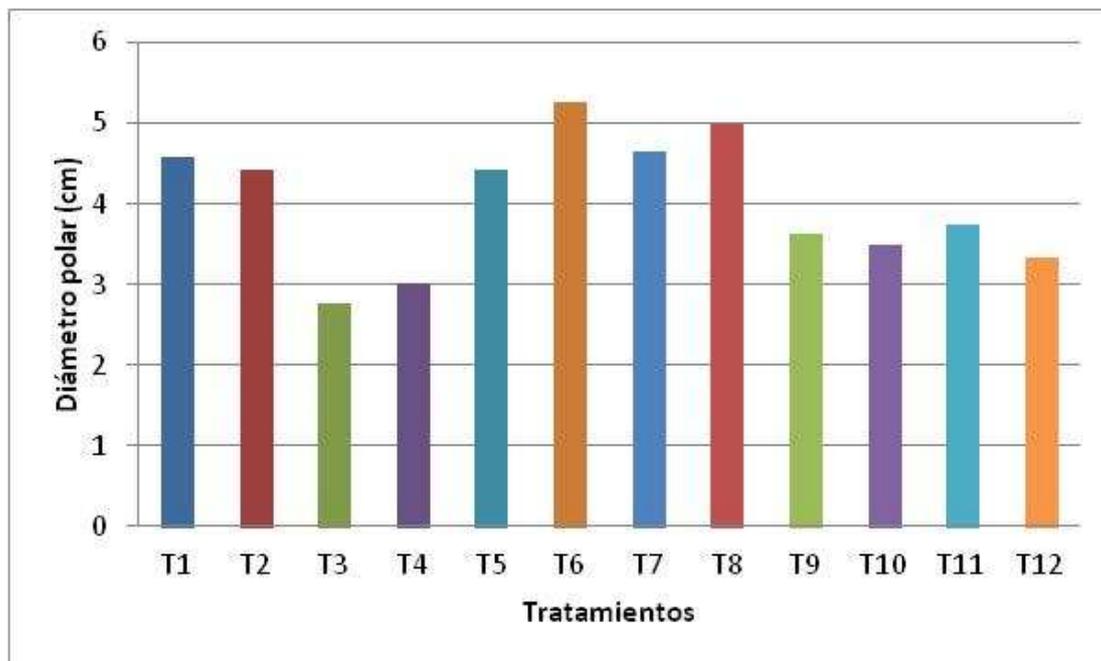
mayor diámetro, peso de los frutos y rendimiento. La valoración económica de los resultados demostró la factibilidad del uso de los abonos orgánicos, encontrándose el humus de lombriz con las mayores ganancias.



Gráfica 7: Comparación de medias del diámetro ecuatorial del fruto del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica.

La distribución de los datos es asimétrica para los tratamientos T1 (bocashi con humus líquido de lombriz), T2 (bocashi), T4 (composta), T6 (lombricomposta de cabra y borrego), T7 (lombricomposta de bovino con humus líquido de lombriz), T8 (lombricomposta de bovino), T9 (NPK con urea líquida), T10 (NPK), T11 (Testigo con humus líquido de lombriz) y T12 (Testigo). Los datos son homogéneos solamente en los tratamientos de composta con humus líquido de lombriz (T3) y lombricomposta de cabra y borrego con humus líquido de lombriz (T5) ya que se concentran de forma simétrica. (Gráfica 7).

Diámetro polar de fruto



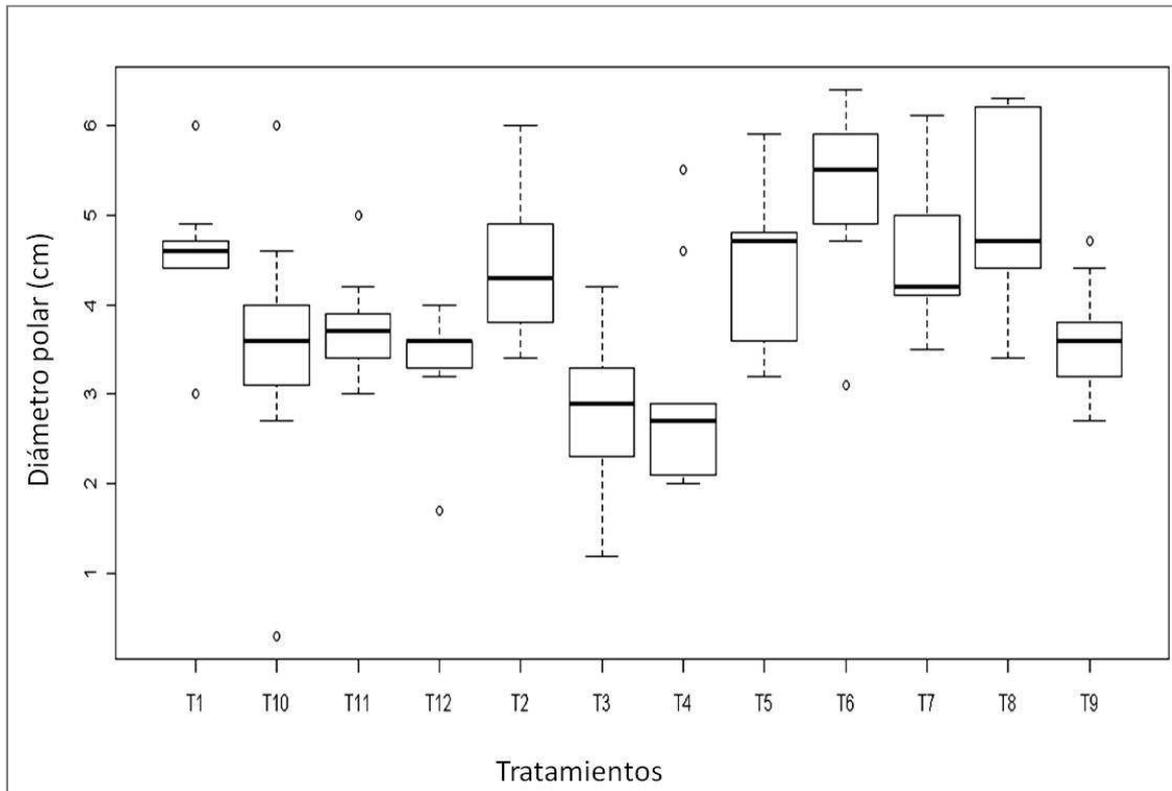
Gráfica: 8. Comportamiento del diámetro polar del fruto de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos.

En la Gráfica 8, el mejor tratamiento lo mostraron las plantas tratadas con lombricomposta de cabra y borrego (T6), seguidos por la lombricomposta de bovino (T8), luego por el tratamiento bocashi con humus líquido de lombriz (T1), también las plantas del tratamiento bocashi (T2), lombricomposta de bovino con humus líquido de lombriz (T7) y lombricomposta de cabra y borrego (T5) mostraron buenos resultados.

Los tratamientos que presentaron los valores más bajos fueron NPK con urea líquida (T9), NPK (T10), composta con humus líquido (T3) y composta (T4) comparadas con los tratamientos testigo con humus líquido y testigo (T11, T12). Gómez et al., (2008), demostraron que al aplicar fertilizantes orgánicos composta y lombricomposta en el cultivo de rábano donde se midieron las variables: número

de hojas, área foliar, longitud del tallo, longitud de la raíz, diámetro de la raíz, producción de biomasa en raíz y en tallo, obtuvieron buenos resultados en comparación con el testigo que fue completamente suelo.

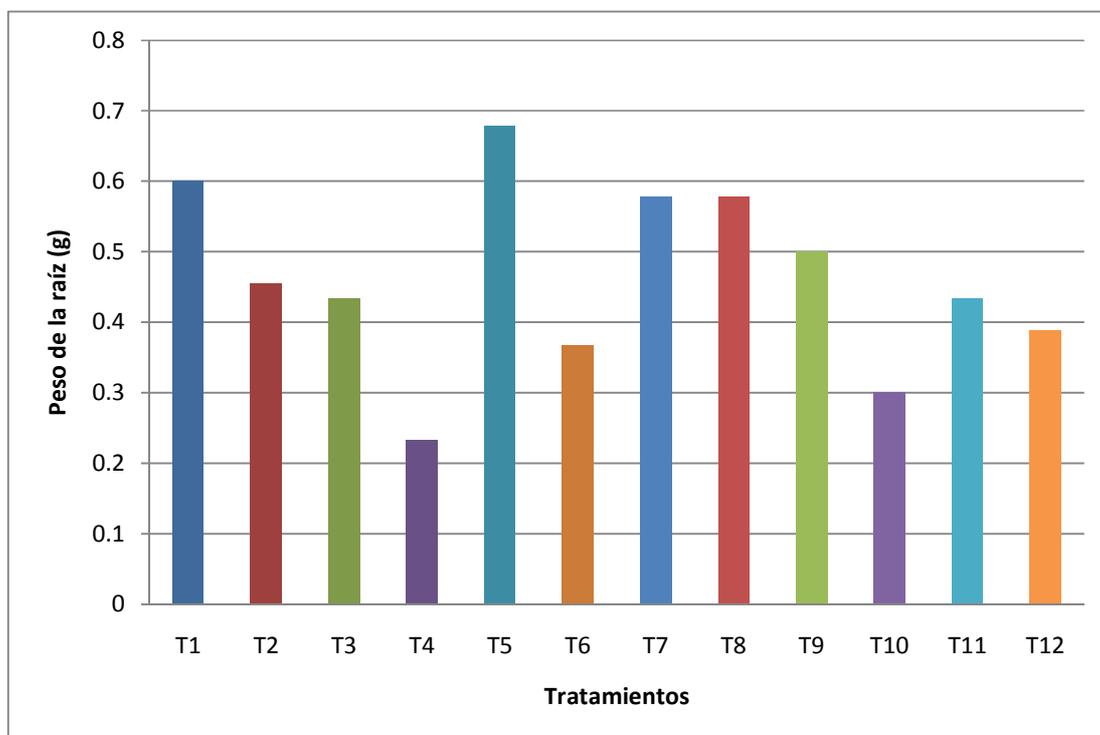


Gráfica 9: Comparación de medias del diámetro polar del fruto del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica.

La distribución de los datos para la variable peso diámetro polar del fruto (Gráfica 9) los datos son muy homogéneos en los tratamientos T1 (bocashi con humus líquido de lombriz), T2 (bocashi), T3 (composta con humus líquido de lombriz), T6 (lombricomposta de cabra y borrego), T9 (NPK con urea líquida), T10 (NPK) y T11 (testigo con humus líquido de lombriz).

Los datos son asimétricos en los tratamientos T4 (composta), T5 (lombricomposta de cabra y borrego con humus líquido de lombriz), T7 (lombricomposta de bovino con humus líquido de lombriz), T8 (lombricomposta de bovino) y T12 (testigo).

Peso de la raíz



Gráfica: 10. Comportamiento del peso de la raíz del fruto de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

El análisis de varianza para la variable peso de la raíz (Cuadro 2) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos

En la Gráfica 10, se observan los tratamientos que mostraron los mayores resultados, fueron la lombricomposta de cabra y borrego con humus líquido de lombriz (T5), seguido por las plantas tratadas con bocashi con humus líquido de lombriz (T1), luego las plantas de lombricomposta de bovino con humus líquido de lombriz (T7) se comportaron de manera similar con el tratamiento (T8) lombricomposta de bovino. También las plantas tratadas de NPK con urea líquida (T9) y bocashi (T2) mostraron buenos resultados. Los tratamientos más bajos fueron la composta con humus líquido de lombriz, (T3) composta (T4), y NPK (T10) comparados con los tratamientos testigo con humus líquido (T11) y testigo (T12). Estos resultados se comparan con (Fernández et al., 2003) al evaluar abonos orgánicos lombricomposta, composta, micorrizas y fertilizante químico, en

el cultivo de cebolla los resultados demostraron que la mejor respuesta de los caracteres longitud, número y peso seco de raíces y diámetro de bulbo lo presentaron los abonos orgánicos. Otro estudio realizado por Solís, (1992) donde demostró que las mejores fuentes de abono orgánico en el cultivo de remolacha, fue el bocashi con el cual se obtuvo el mayor peso de la remolacha, mayor peso de la raíz además de diámetro central horizontal y vertical.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis planteada. Los fertilizantes orgánicos aumentaron significativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L).

Los abonos orgánicos contribuyeron a incrementar las variables agronómicas evaluadas que fueron: peso total de la planta, peso de la hoja, altura de la hoja, peso del fruto comercial, diámetro ecuatorial del fruto, diámetro polar del fruto y peso de la raíz, el mejor tratamiento lo presentó la lombricomposta de cabra y borrego, seguido por los tratamientos bocashi, lombricomposta de bovino, lombricomposta de bovino con humus líquido de lombriz y bocashi con humus líquido de lombriz. Los tratamientos con valores más bajos fueron los tratamientos de composta y composta con humus líquido debido a que le faltaba degradarse completamente. Estos resultados permiten concluir que la utilización de abonos orgánicos ayuda a mantener e incrementar la producción del cultivo.

Desde el punto de vista agrícola y económico, se puede incrementar y mantener la productividad de forma sostenible del cultivo de rábano, debido a que los diferentes parámetros de evaluación presentan muy buenos resultados y por ende un producto saludable para los consumidores y mayor competitividad en segmentos de mercado orgánicos.

LITERATURA CITADA

- Altamirano F.M.; Cabrera .C.C.- 2006.- Estudio comparativo para la elaboración de composta por técnica manual. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG 9 (17): 75-84.
- Altieri, M. 1992. El Rol Ecológico de la Biodiversidad en Agroecosistemas Agroecología y Desarrollo. Revista CLADES 4: 2-11.
- Altieri,M. 1999. Agroecología; bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial NORDAN. Comunidad. Montevideo, Uruguay. 338 pp.
- Andrade. Z.J.L.-1995.- Evaluación de cinco variedades de rábano (*Raphanus sativus* L.) con la aplicación de dos reguladores de crecimiento bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Añez B; Espinoza W.-2002.- Fertilización química y orgánica, efectos interactivos o independientes sobre la producción de zanahoria. Rev. Forest. Venez. 46(2): 47-54.
- Ávila, G.E.- 1992.- Alimentación de las aves. 2ª Edición. Editorial Trillas. México D.F. Pág. 75-107.
- Bolaños C.E.A.-2002.- Determinación del tiempo optimo de estabilización de Bocashi elaborados con desechos de fincas del trópico húmedo de Costa Rica. Tesis de licenciatura. Universidad HEARTH. Guácimo Costa Rica.
- Casares. E. 1981. Producción de hortalizas. Tercera edición. San José Costa Rica. Pág. 272-275.

- Castellanos, J. Z; Uvalle. J. X; Aguilar S.A.-2000.- Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola. Colección INCAPA. Celaya, Guanajuato, México.
- De Luna, V, A., Vázquez, A. E.- 2009.- Elaboración de Abonos Orgánicos. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. pág. 4-12.
- Dimas J.L.M; Diaz E.A. Martinez R.E; Valdez C.R.- 2001.- Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra 4 (19): 293-299.
- Fabiani L.-1967.- La patata. Editorial Aedos. Barcelona. España. 147 pp.
- FAO.-1991.- Manejo del suelo. Producción y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales. Roma. 312 pp.
- Félix A.J.H, Raudel T. S.R; Enrique R.G; Martínez R.R; Olalde P.V.-2008.- Importancia de los abonos orgánicos. Ra Xhimhai 4(1): 57-67.
- Fernández O.V.M; Rodríguez P.E; Aguilar P.U.- 2003.- Comparación de cuatro fuentes de nutrición en la producción de plántula de cebolla (*Allium cepa* L.). Memoria de ponencia de hortalizas. U.A.Ch. Chapingo. México.
- Gaspar V. y Alfaro E.-1997.- manual internacional de fertilidad de suelos. INPOFOS. Quito Ecuador.
- Gómez A.R; Lázaro J.G; León N.J.-2008- Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. Uciencia 24 (1):11.

- Gómez I.; Fernández J.L.; Olivera Y.; Arias R.-2007.- Efecto del estiércol vacuno en el establecimiento y la producción de semillas de *Teramnus labialis*. pastos y forrajes 30 (2): 213-219.
- Gómez T.A.N.- 2008.- Elaboración de abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (pétalos de rosa) y su caracterización para uso en la producción de albahaca *Ocimum basilicum* L. Tesis de licenciatura. Universidad Javeriana facultad de ciencias. Bogotá D.C.
- Escalante E. L.E; Linzaga E.C; Escalante E.Y.-2006.- cálculo de fertilizantes para elaborar mezclas físicas. Revista alternativa. 3(10): 5-15.
- Estrada P.M.M.-2005.-Manejo y procesamiento de la gallinaza. Lasallista de investigación 2 (1):43-48.
- Hartmann, H.T.; Kester D.E.-1987.- Propagación de plantas, principios y práctica. Ed. C.E.C.S.A. México. 760 pp.
- Hernández R.O.A.; Leopoldina O.D.; López D.J.C.; Arras V.A.- 2010.- Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Tecnociencia Chihuahua 4(1): 1-6.
- Ignatieff. V.; Page, H.J.-1969.- El uso eficaz de los fertilizantes. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Italia. 379 pp.
- Ingham, R. E.- 2005.- The Compost Tea Brewing Manual. 5th Edition. Soil Foodweb Inc, Corvallis, Oregon. USA. 79 p.
- Laguna M.R.J; Cisne C.J.- 2001.- Efecto de Biofertilizante (EM-BOSKASHI) sobre el crecimiento y rendimiento del Rabano (*Raphanus sativus*). Revista la calera. 1(1): 26-29.

López M.J.D.; Díaz E.A.; Martínez R.E.; Valdez C.R.- 2001.- Abonos orgánicos y su efecto propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra latinoamericana 19 (4):293-299.

Martínez, C.C; Martínez, C; Méndez A.N.-2002.- Utilización de la lombricomposta en la producción de hortalizas ecológicas. Lombricultura y abonos orgánicos. Memorias del II simposium internacional y reunión nacional. Facultad de ciencias agrícolas. UAEM. Pág. 140-142.

Meléndez A. A.-1999.- Temperatura y humedad de los materiales orgánicos en su proceso de descomposición. Monografía de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México

Meléndez G.; Soto G.-2003.- Taller de abonos orgánicos, proyecto de investigación NOS del CATE/GTZ. Centro de investigaciones agronómicas Costa Rica.

Moctezuma. G.R.C.2003. Evaluación de la nutrición y calidad del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en diferentes fuentes de nutrición, bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Morales E.G.E.-2008.- Efecto de la inoculación de *Azospirillum sp.* En semillas de cinco genotipos de trigo harinero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

- Morales E.M.C.-2010.- Evaluación de la fertilización foliar orgánica e inorgánica en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L. Var. Capitata.). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Morales J.C.M.; Fernández M.V.R.; Montiel A.C.; Peralta B.C.B.-2009.- evaluación de sustratos orgánicos en la producción de lombricomposta y el desarrollo de lombriz (*eisenia foetida*). Biotecnia 11(1) 19-26.
- Narro, F.E.A. 1987. Física de suelos con enfoque agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Buenavista, Saltillo, pp. 13-18.
- Nieto G.A.; Murillo A.B.; Troyo D.E.; Larrinaga M.JA.; 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(8): 417-421.
- Ochoa M. E; Figueroa V.U; Cano R; P. Rangel P; Moreno R; Rodríguez D.- 2009.- Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Revista Chapingo. 15 (3): 245-250.
- Ordaz. H. I. 2007. Prueba preliminar de liquido de lombriz en la producción de plántula de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) variedad Large Fruited Michoacan bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Ortiz V.R.-2004.- Aportaciones de la biotecnología y la agricultura orgánica al campo mexicano. Tesis de licenciatura. Universidad Iberoamericana. México D.F.

- Paca M.J.H.- 2009.- Respuesta del cultivo de papa variedad chaucha a la aplicación de cuatro tipos de abonos en tres dosis. Tesis de licenciatura. Escuela superior politécnico Chimborazo. Riobamba Ecuador.
- Pagalo T.H.M.-2007.- Efectos del humus de lombriz y bocashi en tres híbrido de col (*brassica oleracea*). Tesis de licenciatura. Universidad Estatal de Bolívar.
- Pérez A; Céspedes C; Nuñez P.- 2008.- caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en república dominicana. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal. 8 (3): 10-29.
- Primaversi A.-1982.-Manejo ecológico del suelo. Quinta edición. Ed. Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 340 pp.
- Ramírez P.R.-2005.- Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Ramírez S.L.F.; Alcántar G.G.; Ortega E.M.; Escalante E.A; Soto H.M.; Sánchez G.P.- 1998.- Fertilización foliar orgánica e inorgánica y rendimiento de sorgo en condiciones de salinidad. Terra latinoamericana 16 (3):205-210.
- Restrepo, R. J.-1996.- Abonos Orgánicos Fermentados. Experiencias de Agricultores en Centroamérica y Brasil. Pág. 21-24.
- Rodriguez, D.N.;Cano R.P.; Figueroa V.U.; Favela C.E.; Moreno R.A.; Marquez H.C.; Ochoa M.E.; Rangel P.P.-2009.- Uso de abonos organicos en la producción de tomate en invernadero. Terra latinoamericana 27(4): 319-327.

- Rodríguez Q.G.; Armenta B.A.; Valenzuela Q.W.; Camacho B.J.; Esparza L.H.- 2003.- Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de lombricomposta con *Eisenia foetida*. *Naturaleza y desarrollo* 1 (2): 3-9.
- Rosales. A. N.R. -2004. Respuestas del rábano (*Raphanus sativus* L.), a densidades de siembras y aplicación de sustancias fúlvicas (K-tionic) y húmicas (Humiplex std). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Ruiz C.; Russian T.; Tua D.-2007.-Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. *Agronomía Trop.* 57 (1):7-14.
- Ruiz V.A; Cañiza. F. Romero, F; Noguera I; Duart P.-2008.- Efecto de diferentes dosis de estiércol vacuno en el rendimiento del rabanito (*Raphanus sativus* L). Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional de Asunción.
- Sánchez R.E.P.-2009.- evaluación de la fertilización química y orgánica en el cultivo de lechuga variedad Verpia Escuela de Ingeniería Agropecuaria en la comunidad de Florencia, Tabacundo, Provincia de Pichincha.
- Simpson, K.1995. Abonos y estiércoles. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España. Pag. 155.
- Solis B. J.A.- 1992.- Efecto de cuatro fuentes de abono orgánico comparado con el fertilizante químico en la producción bio-orgánica de remolacha (*Beta vulgaris*). Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos Costa Rica.
- Soto, G; Muñoz C.-2002.- Consideraciones teóricas y practicas sobre el compost, y su empleo en la agricultura. 65: 123-125.

Suquilanda, M.-1996.- Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro. Ediciones UPS. Quito, Ecuador, 654 pp.

Ubaldo M. A.-2007.- Evaluación del humus líquido de lombriz en la producción de plántula de tomate Saladette (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Vega R.E; Rodríguez, G.R; Cárdenas L.M; Almaguer A; Serrano G.N.-2006.- Abonos orgánicos procesados como alternativa de sustrato de cultivos organopónicos de invernadero. Naturaleza y Desarrollo 4(1):24-35.

Zamora, F.; Tua. D.; Torres D.-2008.- evaluación de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Agronomía Trop. 58(3): 233-243.

Zuñiga C.R. -2002.- Evaluación del estiércol bovino y caprino en el rendimiento del cultivo de betabel (*Beta vulgaris* L.). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

<http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/417rabano.pdf>.

APÉNDICE

Comparación de medias con el método de Tukey.

En los siguientes cuadros se presentan comparación de medias de tratamientos, así como también las diferencias, límites inferiores, superiores y la probabilidad correspondiente.

Cuadro1. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable peso total de la planta, de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

Tratamientos	Diferencias	Limite inferior	Limite superior	Probabilidad	% de Confiabilidad	Nivel de significancia
T10-T1	-22.67777778	-40.2036339	-5.151922	0.0020335	99.797	**
T11-T1	-20.9	-38.4258561	-3.374144	0.0067211	99.328	**
T12-T1	-19	-36.5258561	-1.474144	0.0218024	97.820	*
T3-T1	-24.46666667	-41.9925228	-6.940811	0.0005642	99.944	**
T4-T1	-24.24444444	-41.7703006	-6.718588	0.0006642	99.934	**
T9-T1	-18.95555556	-36.4814117	-1.429699	0.0223799	97.762	*
T2-T10	17.71111111	0.185255	35.236967	0.0452442	95.476	*
T5-T10	24.42222222	6.8963661	41.948078	0.000583	99.942	**
T8-T10	19.53333333	2.0074772	37.059189	0.0158501	98.415	**
T5-T11	22.64444444	5.1185883	40.170301	0.0020812	99.792	**
T8-T11	17.75555556	0.2296994	35.281412	0.0441637	95.584	*
T5-T12	20.74444444	3.2185883	38.270301	0.0074315	99.257	**
T3-T2	-19.5	-37.0258561	-1.974144	0.0161736	98.383	**
T4-T2	-19.27777778	-36.8036339	-1.751922	0.0184881	98.151	**
T5-T3	26.21111111	8.685255	43.736967	0.0001512	99.985	**
T7-T3	18.13333333	0.6074772	35.659189	0.035855	96.415	*
T8-T3	21.32222222	3.7963661	38.848078	0.0050991	99.490	**
T5-T4	25.98888889	8.4630327	43.514745	0.0001794	99.982	**
T7-T4	17.91111111	0.385255	35.436967	0.0405576	95.944	*
T8-T4	21.1	3.5741439	38.625856	0.0059006	99.410	**
T9-T5	-20.7	-38.2258561	-3.174144	0.0076469	99.235	**

** = Diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$)

* = Diferencias significativas ($p \leq 0.005$)

Cuadro 2. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable peso de la hoja, de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

Tratamientos	Diferencias	Limite inferior	Limite superior	Probabilidad	% de confiabilidad	Nivel de significancia
T11-T1	-5.53333333	-10.14402773	-0.92263893	0.0061647	99.384	**
T12-T1	-4.67777778	-9.28847218	-0.06708338	0.0435589	95.644	*
T2-T11	7.08888889	2.47819449	11.69958329	0.0000854	99.991	**
T5-T11	6.33333333	1.72263893	10.94402773	0.0007523	99.925	**
T7-T11	5.55555556	0.94486115	10.16624996	0.0058338	99.417	**
T8-T11	5.56666667	0.95597227	10.17736107	0.0056747	99.433	**
T2-T12	6.23333333	1.62263893	10.84402773	0.0009907	99.901	**
T5-T12	5.47777778	0.86708338	10.08847218	0.0070702	99.293	**
T7-T12	4.7	0.0893056	9.3106944	0.0415913	95.841	*
T8-T12	4.71111111	0.10041671	9.32180551	0.0406371	95.936	*
T3-T2	-5.66666667	-10.27736107	-1.05597227	0.0044142	99.559	*
T4-T2	-5.37777778	-9.98847218	-0.76708338	0.0090185	99.098	**
T9-T2	-5.01111111	-9.62180551	-0.40041671	0.0211952	97.880	*
T5-T3	4.91111111	0.30041671	9.52180551	0.0264647	97.354	*
T5-T4	4.62222222	0.01152782	9.23291662	0.0488376	95.116	*

** = Diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$)

* = Diferencias significativas ($p \leq 0.005$)

Cuadro 3. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable altura de la hoja, de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

Tratamientos	Diferencias	Límite inferior	Límite superior	Probabilidad	% de confiabilidad	Nivel de significancia
T11-T1	-5.68888889	-9.2811824	-2.09659535	0.000045	99.996	**
T3-T1	-3.52222222	-7.1145158	0.07007131	0.0399192	96.008	*
T2-T10	4.44444444	0.8521509	8.03673798	0.0040107	99.599	**
T7-T10	4.38888889	0.7965954	7.98118243	0.0048044	99.520	**
T2-T11	6.83333333	3.2410398	10.42562687	0.0000004	100.000	**
T5-T11	5.16666667	1.5743731	8.7589602	0.0003251	99.967	**
T6-T11	4.16666667	0.5743731	7.7589602	0.0096908	99.031	**
T7-T11	6.77777778	3.1854842	10.37007131	0.0000005	100.000	**
T8-T11	5.38888889	1.7965954	8.98118243	0.0001422	99.986	**
T9-T11	3.44444444	-0.1478491	7.03673798	0.0328553	96.714	*
T2-T12	4.16666667	0.5743731	7.7589602	0.0096908	99.031	**
T7-T12	4.11111111	0.5188176	7.70340465	0.0114865	98.851	**
T3-T2	-4.66666667	-8.2589602	-1.07437313	0.0019104	99.809	**
T4-T2	-4.33333333	-7.9256269	-0.7410398	0.0057437	99.426	**
T7-T3	4.61111111	1.0188176	8.20340465	0.0023061	99.769	**
T7-T4	4.27777778	0.6854842	7.87007131	0.0068523	99.315	**
T9-T7	-3.33333333	-6.9256269	0.2589602	0.033462	96.654	*

** = Diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$)

* = Diferencias significativas ($p \leq 0.005$)

Cuadro 4. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable peso total del fruto, de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

Tratamientos	Diferencias	Limite Inferior	Limite superior	Probabilidad	% de Confiabilidad	Nivel de significancia
T10-T1	-19.3333333	-31.9547384	-6.7119283	0.0000923	99.991	**
T11-T1	-15.0777778	-27.6991828	-2.4563727	0.0065629	99.344	**
T12-T1	-14.5111111	-27.1325162	-1.8897061	0.0108395	98.916	**
T3-T1	-19.5222222	-32.1436273	-6.9008172	0.0000751	99.992	**
T4-T1	-22.1333333	-34.7547384	-9.5119283	0.0000039	100.000	**
T9-T1	-15.3444444	-27.9658495	-2.7230394	0.0051505	99.485	**
T2-T10	13.1777778	0.5563727	25.7991828	0.03268	96.732	*
T5-T10	20.2222222	7.6008172	32.8436273	0.0000347	99.997	**
T6-T10	13.8444444	1.2230394	26.4658495	0.01909	98.091	**
T7-T10	12.5555556	-0.0658495	25.1769606	0.0425031	95.750	*
T8-T10	16.2333333	3.6119283	28.8547384	0.0022355	99.776	**
T5-T11	15.9666667	3.3452616	28.5880717	0.0028836	99.712	**
T5-T12	15.4	2.7785949	28.0214051	0.0048946	99.511	**
T3-T2	-13.3666667	-25.9880717	-0.7452616	0.0281474	97.185	*
T4-T2	-15.9777778	-28.5991828	-3.3563727	0.0028534	99.715	**
T5-T3	20.4111111	7.7897061	33.0325162	0.000028	99.997	**
T6-T3	14.0333333	1.4119283	26.6547384	0.0163069	98.369	**
T7-T3	12.7444444	0.1230394	25.3658495	0.0455994	95.440	*
T8-T3	16.4222222	3.8008172	29.0436273	0.0018628	99.814	**
T5-T4	23.0222222	10.4008172	35.6436273	0.0000014	100.000	**
T6-T4	16.6444444	4.0230394	29.2658495	0.0014998	99.850	**

** = Diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$)

* = Diferencias significativas ($p \leq 0.005$)

Cuadro 5. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable diámetro ecuatorial de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

Tratamientos	Diferencias	Limite Inferior	Limite superior	Probabilidad	% de confiabilidad	Nivel de significancia
T10-T1	-1.21111111	-2.09834929	-0.32387293	0.0008392	99.916	**
T12-T1	-0.93333333	-1.82057151	-0.04609515	0.0302209	96.978	*
T3-T1	-1.17777778	-2.06501596	-0.2905396	0.001346	99.865	**
T4-T1	-1.22222222	-2.1094604	-0.33498404	0.0007154	99.928	**
T6-T1	-0.9	-1.78723818	-0.01276182	0.043628	95.637	*
T5-T10	1.06666667	0.17942849	1.95390485	0.0060168	99.398	**
T5-T3	1.03333333	0.14609515	1.92057151	0.0091914	99.081	**
T5-T4	1.07777778	0.1905396	1.96501596	0.0052099	99.479	**

** = Diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$)

* = Diferencias significativas ($p \leq 0.005$)

Cuadro 6. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable diámetro polar, de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

Tratamientos	Diferencias	Limite inferior	Limite superior	Probabilidad	% de confiabilidad	Nivel de significancia
T3-T1	-1.81111111	-3.342716025	-0.2795062	0.007529	99.247	**
T4-T1	-1.56666667	-3.09827158	-0.03506175	0.0402028	95.980	*
T6-T10	1.75555556	0.223950642	3.28716047	0.0112635	98.874	**
T6-T11	1.52222222	-0.009382691	3.05382714	0.04295	95.705	*
T6-T12	1.92222222	0.390617309	3.45382714	0.0032492	99.675	**
T8-T12	1.65555556	0.123950642	3.18716047	0.0225297	97.747	*
T3-T2	-1.66666667	-3.19827158	-0.13506175	0.0209035	97.910	*
T5-T3	1.66666667	0.135061753	3.19827158	0.0209035	97.910	*
T6-T3	2.48888889	0.957283975	4.0204938	0.0000251	99.997	**
T7-T3	1.87777778	0.346172864	3.40938269	0.0045718	99.543	**
T8-T3	2.22222222	0.690617309	3.75382714	0.0002751	99.972	**
T5-T4	1.42222222	-0.109382691	2.95382714	0.04804	95.196	*
T6-T4	2.24444444	0.712839531	3.77604936	0.0002268	99.977	**
T7-T4	1.63333333	0.10172842	3.16493825	0.0261283	97.387	*
T8-T4	1.97777778	0.446172864	3.50938269	0.0021003	99.790	**
T9-T6	-1.63333333	-3.164938247	-0.10172842	0.0261283	97.387	*

** = Diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$)

* = Diferencias significativas ($p \leq 0.005$)

Cuadro 7. Comparación de medias con el método de Tukey para la variable peso de la raíz, de cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.), evaluado bajo diferentes fuentes de fertilización orgánica e inorgánica.

Tratamientos	Diferencias	Limite inferior	Limite superior	Probabilidad	% de Confiabilidad	Nivel de significancia
T10-T1	-3.00E-01	-0.577205395	-0.0227946	0.0222298	97.777	*
T4-T1	-3.67E-01	-0.643872062	-0.08946127	0.0014276	99.857	**
T5-T10	3.78E-01	0.100572383	0.65498317	0.0008633	99.914	**
T7-T10	2.78E-01	0.000572383	0.55498317	0.0490383	95.096	*
T8-T10	2.78E-01	0.000572383	0.55498317	0.0490383	95.096	*
T5-T12	2.89E-01	0.011683494	0.56609428	0.0333108	96.669	*
T5-T4	4.44E-01	0.167239049	0.72164984	0.0000341	99.997	**
T7-T4	3.44E-01	0.067239049	0.62164984	0.0037663	99.623	**
T8-T4	3.44E-01	0.067239049	0.62164984	0.0037663	99.623	**
T6-T5	-3.11E-01	-0.588316506	-0.03390572	0.0145894	98.541	**

** = Diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$)

* = Diferencias significativas ($p \leq 0.005$)