

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Evaluación del Cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*)

Usando Diferentes Sustratos Orgánicos y Fertilizante Químico, con

Aplicaciones Periódicas de Humus Líquido de Lombriz.

Por:

**ROCÍO ESCORCIA CASAS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para

obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Evaluación del Cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*)

Usando Diferentes Sustratos Orgánicos y Fertilizante Químico, con

Aplicaciones Periódicas de Humus Líquido de Lombriz.

Por

**ROCÍO ESCORCIA CASAS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**


Aprobada

  
Dr. Alejandro Hernández Herrera

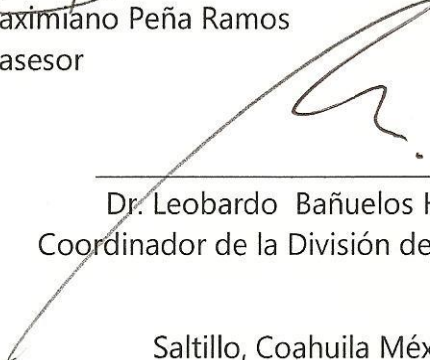
Asesor Principal

  
M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos

Coasesor

  
Dr. Emilio Rascón Alvarado

Coasesor

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila México

Junio 2012

  
Coordinación  
División de Agronomía

## **DEDICATORIAS**

### **A Dios y a la Virgen de Guadalupe**

Por permitirme llegar hasta en este punto de mi vida, por la fuerza necesaria en cada uno de los momentos difíciles y ayudarme a salir adelante, levantándome de cada tropiezo, sobre todo por haber puesto en mi camino a todas las personas que me rodean y que me quieren.

### **Especialmente a mis padres:**

#### **Moisés Escorcía Salinas y Adela Casas Hernández**

A ustedes papas por el apoyo incondicional que siempre me han brindado, gracias por su comprensión, paciencia y confianza depositadas en mí, por animarme a salir adelante y no detenerme ante nada, a ustedes mis queridos papas, les dedico este gran logro en mi vida, Gracias, los quiero.

### **A mis hermanos**

#### **Agustín, Ma. Soledad, Serafín, Ma. Guadalupe, Efraín, Jaime y Moisés**

Mis queridos hermanitos y hermanitas, los quiero mucho, a todos ustedes que siempre me han brindado lo mejor, su cariño, compañía y su apoyo. Por todos esos lindos momentos que hemos pasado, por cada palabra de aliento, siempre estaremos ahí para ayudarnos. Y no queda mas que decirles gracias!

### **A mi sobrinito**

#### **Jesús Alejandro**

A ti pequeñín por ser una gran alegría en mi vida, por tantos momentos de alegría y felicidad que me brindaste, te quiero mucho, y aunque eres muy pequeño ahora, algún día serás un gran hombre.

## **A mis abuelitos**

### **José Pedro**

Por apoyarme en cada momento, por estar en casa y animarme a salir adelante, te quiero mucho abuelito; por todo el apoyo brindado a cada uno de nosotros.

### **Julia (†)**

A ti abuelita por tus sabios consejos, por haber estado a mi lado en muchos instantes de mi vida y por haber sido como mi segunda madre, aunque en estos momentos ya no estés aquí, se que donde quiera que estés estarás compartiendo conmigo un logro mas en mi vida. Gracias, te quiero mucho.

### **Plácida**

Por ser una persona que no se rinde ante nada, por demostrarme que cuando uno quiere se puede y que luchar para seguir adelante es una gran satisfacción.

## **A la familia Sánchez Varela**

**Doña Estela, a sus hijos Mary y Mario** por ser como una segunda familia para mí, por su amistad, comprensión, confianza y sobre todo por su apoyo incondicional a ustedes les debo tanto. Siempre tendrán en mi una amiga y un miembro mas de su familia.

**Araceli y su nueva familia (Alejandro y Alejandro Emmanuel)**, por haber compartido un hogar, a ti Araceli por ser una gran amiga, mas que una amiga como una hermana a la que quiero mucho, y a tu bebe **Alejandro Emmanuel**, que es un ser tan pequeñito y a la vez alguien importante, por transmitir tanta alegría y paz, sobre todo por que me ha ayudado a aprender nuevas cosas.

## **A mis tíos y tías**

### **Josefina y Gabriel; Esther y Miguel (†)**

Mis queridos tíos y tías, por ser personas tan nobles y buenas, por su apoyo cuando lo necesitaba,

### **A mi prima**

**Alicia** que siempre has sido una gran persona, aparte de ser una amiga y prima, eres como una hermana para mi, te quiero mucho!

### **A mis amigos y amigas**

**María Elena** que siempre ha sido mi amiga incondicional, desde que éramos unas niñas, por cada uno de los momentos, tristes y alegres que pasamos juntas, por la confianza brindada, sobre todo por ser parte de mi vida. Amiga te quiero mucho!

**J. Guadalupe, Antonio (Toñito), Luis Alberto (Luilli), José David, Julián Angel, Juan Manuel, Juan** a ustedes mis amigos que desde hace mucho forman parte de mi vida, por todos los buenos deseos y por no olvidarse de mi, se que todos tomamos diferentes caminos pero una amistad sincera no se rompe, los quiero muchooo.

**Carlos Alberto Monroy** a quien considero una persona amable y sencilla, por la amistad brindada, gracias.

Para todos mis amigos y amigas que conocí aquí en la universidad a ustedes que me brindaron su amistad y que en ocasiones me apoyaron, de corazón muchas gracias, les deseo lo mejor en esta vida y que sepan que en mi siempre tendrán a una amiga, con muchos de ustedes viví tantas cosas, alegrías, corajes, desacuerdos, tristezas, convivíos, paseos, películas y cine, caminatas, **Norma Araceli, Diana Belén, Lucy y Marilú, Ana Laura, Lucina, Rosa Gloria, Edén, Agustín, Eslit, Luis Enrique, Fabián, Mario, Antonia, José Manuel, Jaime, L. Alberto, Lino, José Luis, Favián, Elvia.**

## AGRADECIMIENTOS

**A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** gracias por darme la oportunidad de haber estado aquí, de ser parte de ti, y de aprender tantas cosas durante todo este tiempo, por haberme formado como persona y ser mejor, aprender a valorar las cosas importantes de la vida.

**Dr. Alejandro** por el apoyo que me brindó durante este trayecto, por la paciencia, comprensión y sobre todo por la ayuda en la revisión de este trabajo. Gracias.

**M. C. Fidel Maximiano Peña Ramos** a usted maestro, profesor y amigo, gracias por su apoyo, su paciencia y dedicación a la revisión de este trabajo. Gracias.

**Dr. Emilio Razcón Alvarado** gracias por el apoyo brindado en la revisión y sugerencias para este trabajo.

**M.C. Sofía Comparan Sánchez** gracias bióloga, por toda la paciencia y los conocimientos compartidos, por la ayuda en la conclusión de este trabajo.

A cada uno de los maestros que ayudaron en mi formación, que durante todo este tiempo compartieron sus conocimientos. De antemano gracias.

## INDICE GENERAL

Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	IV
Índice General.....	V
Índice de Cuadros.....	VII
Índice de Figuras.....	VIII
Resumen.....	IX
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	4
Revisión de Literatura.....	5
La Fertilización.....	5
Tipos de Fertilización.....	7
Fertilización Orgánica.....	7
Lombricomposta.....	9
Bocashi.....	9
Composta.....	11
Humus de Lombríz líquido .....	12
Ventajas de la Fertilización Orgánica.....	13
Desventajas de la Fertilización Orgánica.....	14
Fertilización Química (NPK).....	15

Fertilización Química en algunos cultivos.....	17
Ventajas y Desventajas de la Fertilización Química.....	18
El Cultivo de Acelga.....	20
Materiales y Métodos.....	22
Ubicación del Experimento.....	22
Procedimiento.....	22
Diseño experimental.....	25
Resultados y Discusión.....	26
Conclusiones.....	38
Literatura Citada.....	39



## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas, longitud de hoja, ancho de hoja, peso fresco, peso seco y área foliar en el cultivo de Acelga ( <i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>Fordhook giant</i> ).....	27
--	----

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Valores obtenidos para la variable longitud de hoja, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*) usando diferentes sustratos orgánicos más humus de lombriz.....28
- Figura 2.** Valores obtenidos para la variable ancho de hoja, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*) usando diferentes sustratos orgánicos más humus de lombriz.....30
- Figura 3.** Valores obtenidos para la variable peso fresco, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*) usando diferentes sustratos orgánicos más humus de lombriz.....32
- Figura 4.** Valores obtenidos para la variable peso seco, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*) usando diferentes sustratos orgánicos más humus de lombriz.....34
- Figura 5.** Valores obtenidos para la variable área foliar, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*) usando diferentes sustratos orgánicos más humus de lombriz.....35

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de evaluar el comportamiento del cultivo de acelga, usando sustratos orgánicos y fertilizante químico con aplicaciones periódicas de humus líquido de lombriz. El experimento se llevo a cabo en el área orgánica en el establo, dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. El diseño experimental fue completamente al azar con doce tratamientos y tres repeticiones, con distintos cortes de hoja en la acelga, T1(Lombricomposta de borrego+humus líquido de lombriz); T2(Bocashi+humus líquido de lombriz); T3(Composta+humus líquido de lombriz); T4(Lombricomposta Bovino de leche+humus líquido de lombriz); T5(Suelo natural+humus líquido de lombriz); T6(Fertilizante químico+humus líquido de lombriz); T7(Lombricomposta de borrego; T8(Bocashi; T9(Composta); T10(Lombricomposta bovino de leche); T11(suelo natural); T12(Fertilizante químico). Las variables a analizar fueron longitud de hoja, ancho de hoja, peso fresco, peso seco y área foliar. Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento T2C3 (Bocashi+humus líquido de lombriz en el corte tres) mantuvo los valores más altos para todas las variables; con excepción del peso seco donde el tratamiento con valores más altos fue T8C3 (Bocashi+agua durante el corte tres). Se concluye que los abonos orgánicos más aplicación de humus líquido de lombriz ayudan en el crecimiento y desarrollo del cultivo de acelga.

**Palabras clave:** acelga, abonos orgánicos, fertilizante químico, humus líquido de lombriz

## INTRODUCCIÓN

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo. Estas practicas son ampliamente conocidas y manejadas dentro de la agricultura campesina, obteniendo muy buenos resultados (Gomero y Velásquez, 1999).

Félix *et al.*, (2008) mencionan que la agricultura orgánica es un movimiento que promueve la conversión de los desechos orgánicos procedentes del hogar, la agricultura, mercado, desasolve de drenes, entre otros; en un material relativamente estable llamado humus, mediante un proceso de descomposición aeróbica bajo condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos.

Los abonos orgánicos son los que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc., que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, favoreciendo la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular ayudando a las plantas a crecer y desarrollarse, sobre todo es de importancia en los cultivos (FONAG, 2010).

Álvarez *et al.*, (2006) al trabajar con abonos orgánicos en trigo dice que la efectividad biológica de los abonos orgánicos se manifestó en la acumulación de nutrimentos por el cultivo, además de provocar cambios significativos en el pH, la conductividad eléctrica y el nitrógeno inorgánico del suelo.

La utilización de enmiendas orgánicas ha permitido que los niveles de materia orgánica se mantengan y se incremente la fertilidad del suelo además de que ayuda en el incremento de la producción de cultivos como la acelga (Comese *et al.*, 2009) y de acuerdo a Maroto (2002) citado por Macua *et al.*, (2007) la acelga ha sido de gran importancia en diferentes partes del mundo pues desde tiempos pasados ya se consumía y era cultivada por griegos, romanos y árabes, estos últimos desarrollaron el cultivo y descubrieron propiedades medicinales considerándola como alimento básico de la nutrición humana.

Dicha investigación se realizó con la finalidad de evaluar el comportamiento de la acelga en su desarrollo y crecimiento al usar diferentes sustratos orgánicos, puesto que este cultivo cada vez es más importante en la dieta de las personas, además de que cada día existe una gran demanda de alimentos, sobre todo por sectores pobres del ámbito rural, grupos indígenas y productores de escasos recursos, por lo tanto se debe de hacer más hincapié en la producción de alimentos saludables, motivando de esta manera una producción sustentable, la recuperación y conservación de los recursos naturales.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- ❖ Evaluar el efecto de diferentes sustratos orgánicos comparados con fertilizante químico (NPK) y aplicaciones periódicas de humus líquido de lombriz sobre el cultivo de acelga

### **Objetivos específicos**

- ❖ Evaluar el peso fresco y seco de las hojas de acelga, así como determinar el área foliar
- ❖ Determinar longitud y ancho de algunas hojas del cultivo de acelga, en diferentes cortes o muestreos

## **HIPÓTESIS**

- ❖ Al menos uno de los sustratos utilizados como abono orgánico más la aplicación de humus líquido de lombriz ayudara en el desarrollo y crecimiento del cultivo de la acelga

## REVISIÓN DE LITERATURA

### La fertilización

Un factor crucial para el desarrollo de cualquier planta es el suministro adecuado de los nutrientes minerales esenciales, los cuales se encuentran disueltos en el agua del suelo, de donde son absorbidos por las raíces de las plantas. La falta o déficit de nutrientes dificultará el desarrollo vegetal, el cual se evita a través de la aplicación de fertilizantes (COBACH, 2009).

De acuerdo a Escalante *et al.*, (2006) 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 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. Shaxson (2000) menciona que el rendimiento de la tierra cuando se usan composta y fertilizantes químicos conjuntamente es más alto que cuando son usados separadamente.

En México existen materiales potencialmente aptos para ser utilizados como sustratos o medios de cultivo orgánicos, puesto que la caracterización de los sustratos es determinante para las diferentes propiedades físicas y químicas que tengan. Cada material orgánico utilizado como sustrato presenta valores en sus propiedades químicas muy diferentes, lo cual depende principalmente del



origen y tipo de material, así como del proceso de degradación del mismo (García, 1996).

Fertilizar con abonos orgánicos (composta, fermento, lombricomposta, entre otros) el suelo es parte de generar un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero esta en la cabeza de cada uno, el querer, creer y cambiar. Se rige por cuatro principios básicos: el primero maximizar los recursos, el segundo utilizar lo que se tiene a la mano y volverse productor de sus agroinsumos, el tercero provocar el menor impacto posible y el cuarto no poner en riesgo la salud del productor ni del consumidor (Félix *et al.*, 2008).

Se da vida al suelo mediante la aplicación de materia orgánica siendo un factor importante para determinar la productividad del suelo en forma sostenida porque sirve de alimento a todos los organismos que viven en él, particularmente a la microflora responsable de realizar una serie de procesos de gran importancia en la dinámica del suelo, en beneficio del crecimiento de las plantas (Brechelt, 2004).

Dzib (1987) al trabajar con fertilización orgánica e inorgánica en sorgo menciona que la aplicación de estiércol de bovino aumenta significativamente el rendimiento de grano, de igual manera aumenta la materia seca, área foliar, longitud de panoja y peso de grano por panoja. Además menciona que no se encontró efecto de la aplicación de los fertilizantes inorgánicos, nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento de grano.

Para los cultivos es esencial la aplicación de estiércoles, es importante destacar que desde hace siglos se aplican a las tierras porque es fuente de nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos esenciales para los cultivos y adicionalmente mejora las propiedades físicas del suelo. Esto es causa de peso suficiente para no prohibir al productor agrícola el uso de este tipo de materiales como fertilizantes, pero, si debe promocionarse el uso y manejo de estos siguiendo normas y procedimientos definidos en programas nacionales, regionales y locales (Bastidas, 2007).

## **Tipos de fertilización**

### **Fertilización orgánica**

Según Comese *et al.*, (2009) la materia orgánica mantiene la fertilidad y productividad del suelo, a través del efecto favorable que ejerce sobre sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Se puede inferir que los suelos tratados con enmiendas orgánicas presentan un mayor potencial productivo que aquellos que no reciben este tipo de aportes.

Matheus *et al.*, (2007) mencionan que al realizar trabajos con diferentes abonos orgánicos como ejemplo la gallinaza, este abono produjo la mayor respuesta en el incremento de la población y actividad, siendo este tratamiento diferente desde el punto de vista estadístico a los demás; una respuesta intermedia correspondió a los tratamientos con estiércol de chivo, compost y vermicompost y en última instancia los tratamientos con el biofertilizante y

estiércol vacuno que fueron los que afectaron en menor grado la actividad microbiana.

Fortis *et al.*, (2009) al trabajar en la producción de maíz forrajero aplicando abonos orgánicos dice que la aplicación de estos incrementa la presencia de nitratos lo que permitiría no aplicar nitrógeno al menos al inicio de un nuevo ciclo agrícola.

Con la aplicación de abonos orgánicos se hace posible la disponibilidad de macronutrientes, tales como N, P y K, los cuales son capaces de suplir las necesidades de las plantas, por ejemplo con la aplicación de estiércol caprino en el cultivo de cebolla se mostró tener influencia sobre las variables de crecimiento, aún cuando no se encontraron diferencias significativas en algunos de los casos, el estiércol de bovino promovió los componentes del rendimiento, lo cual está ligado a la aplicación adecuada de estiércol de buena calidad (Ruíz *et al.*, 2007).

Ortega *et al.*, (2010) trabajo con sustratos como la lombricomposta, el aserrín y la turba, mencionan que en la germinación de semilla de tomate estos sustratos evaluados presentaron efectos diferentes en el crecimiento de las plántulas y acumulación de materia seca, además de que ayudaron en la capacidad de absorción de agua.

## **Lombricomposta**

La lombricomposta es un material similar a la tierra, producido de la fracción orgánica de los residuos a través de la tecnología de lombricomposteo, alto en contenido de nutrientes y comúnmente utilizado como mejorador de suelos o sustituto de fertilizantes (Ruíz, 2011).

Rodríguez *et al.*, (2003) al evaluar sustratos orgánicos en la producción de lombricomposta, indican que el proceso de lombricompostaje proporciona una alternativa viable para enriquecer las condiciones minerales y orgánicas de los suelos de cultivo, puesto que el proceso incrementa y mejora las condiciones de materia orgánica en los sustratos y producen un abono orgánico con una mayor calidad nutricional y pH adecuado para el desarrollo de cualquier tipo de planta.

Sustratos como la lombricomposta y la turba poseen nutrientes suficientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de plántulas de tomate, presentando de igual manera mayor porcentaje de emergencia, germinación y número de hojas, atribuyendo todo esto a las características propias de cada sustrato (Ortega *et al.*, 2010).

## **Bocashi**

“Bocashi” es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”; una traducción de esta palabra al Español (refiriéndonos al abono) es abono orgánico fermentado. El “bocashi” se debe utilizar lo antes

posible luego de su elaboración. Si es necesario almacenarlo, dispersándolo sobre un piso de cemento, secado bien bajo la sombra y posteriormente colocarlo en una bolsa plástica (Shintani *et al.*, 2000).

De acuerdo a la FAO (2011) el bocashi se obtiene procesando materiales que son producto de actividades agrícolas (rastrajo, cascarilla de café, etc.), y que pueden ser utilizados y sustituidos según la disponibilidad que exista en la región convirtiéndolo en una actividad práctica y de gran beneficio para el agricultor. La producción de abono tipo bocashi es una práctica que fortalece los procesos de producción porque se produce más invirtiendo menos, al tiempo que recupera el suelo y mantiene por más tiempo la humedad necesaria para las plantas.

De acuerdo a Ramírez y Restrepo (2006) la adición de este abono orgánico en el suelo modificó las propiedades físicas de este presentándose cambios en la densidad aparente, la densidad real y estabilidad estructural, sin embargo para que la elaboración del bocashi no debe haber humedad en exceso por que puede retardar el proceso de formación.

Según Matheus, (2005) en el cultivo de tomate de riñón el número de frutos se van incrementando a medida que se aumenta la aplicación de bocashi, lográndose también un peso mayor en los frutos.

De acuerdo a Gómez (2001) quien al trabajar en evaluación del bocashi elaborado con desechos de banano y siendo utilizado como sustrato para semilleros, menciona que es un buen sustrato para la germinación y producción de plántulas de tomate, bajo condiciones de invernadero.

## **Composta**

La calidad del abono esta relacionada con los materiales que la originan y con el proceso de elaboración, esta variación será tanto en contenido de nutrientes como de microorganismos en la composta madura, y en base a estas variaciones se modificara el uso potencial (Félix *et al.*, 2008).

Algunas compostas se caracterizan por estimular la actividad microbiana en función del contenido de los ácidos húmicos y fúlvicos. En función de la abundancia de microorganismos y de su actividad podemos decir que las compostas con altos contenidos de ácidos húmicos son activadores de la flora microbiana del suelo (Félix *et al.*, 2010).

Widman *et al.*, (2005) mencionan que el uso de composta en la germinación de semillas de frijol y semillas de tomate presenta mejores características que el suelo natural, desde el punto de vista de los nutrientes aprovechables por las plantas; por otra parte mencionan que la adición de composta al suelo de la región mejora el tiempo y porcentaje de germinación de semillas, presentando así mejores resultados que las sembradas con mezcla de suelo-fertilizante químico.

De la misma manera Nieto *et al.*, (2002) mencionan que al hacer la comparación de diferentes dosis de composta aplicadas a un cultivo de chile, las mayores dosis de fertilización mejoran algunas variables físicas del suelo como la humedad, porosidad total, densidad aparente, densidad real, etc., más sin embargo el rendimiento en la producción de frutos de chile, fue mucho mejor con una dosis de composta mucho menor.

### **Humus líquido de lombríz**

Conocido desde hace más de una década, el "humus líquido", la mayoría de las veces no es más que un simple lixiviado de humus, obtenido por extracción con agua del sólido. Los lixiviados contienen una cantidad de nutrientes a menudo de solo el 1% de los presentes en el sólido, pero acrecientan la producción significativamente en algunos cultivos; por otra parte los resultados son muy favorables sobre control de hongos patógenos. La base para cultivar los microorganismos del humus líquido se obtiene, generalmente, mezclando partes iguales de agua y humus (Schuldt, 2006).

El humus de lombriz es producido por la lombriz roja (*Eisenia foetida*), es parecida a la lombriz de tierra, la que se alimenta de tierra y vive en forma libre. Su diferencia está en que la lombriz roja se alimenta de materia orgánica descompuesta y su reproducción es en promedio alto y vive en cautiverio. El humus de lombriz es abono orgánico muy rico en micronutrientes y microorganismos que descomponen la materia orgánica en minerales utilizados por las plantas (Colque *et al.*, 2005).

Este fertilizante orgánico por excelencia es el producto que sale del tubo digestor de la lombriz. Puede servir como abono natural, mejorador del suelo y enmienda orgánica. El humus, como todo abono orgánico, se usa en primavera y otoño (Barbado, 2004).

Según Sotelo y Téllez (2007), al determinar el efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, composta y suelo en plántulas de café, obtienen que las variables agronómicas evaluadas en la producción de plántulas de café en condiciones de vivero, manifiestan en general un mejor comportamiento en cuanto a una alta dosis de humus de lombriz y una menor dosis de suelo; así como una menor y mayor dosis de composta y suelo.

### **Ventajas de la fertilización orgánica**

Siempre que sea posible se deben aplicar al suelo estiércoles de vacuno o gallinaza ya que estos repercuten directamente en las propiedades del suelo como son la porosidad, la textura, la capacidad de infiltración, consistencia y color, logrando de esta forma incrementos en los rendimientos de los cultivos (González, 1986).

Según Hernández *et al.*, (2005) los tratamientos aplicados con los abonos orgánicos de biosólidos y estiércol de bovino, mostraron la mayor producción de forraje en base seca, en comparación con los tratamientos con fertilizante químico y sin fertilizante.



La materia orgánica contribuye a mejorar las características físicas y químicas del suelo y a que puede mejorar la estructura, textura e incrementar la capacidad de intercambio catiónico y aportar elementos nutritivos, todo lo anterior permite un mejor desarrollo radicular, mayor absorción de agua y sales minerales (González, 2000).

Arias (1986) dice que las propiedades químicas fueron modificadas favorablemente al aumentar la dosis de estiércol, como son el contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, ph, la conductividad eléctrica y la capacidad de intercambio catiónico.

Cabe resaltar que la aplicación de abonos orgánicos son una alternativa de fertilización viable para alcanzar niveles de calidad óptimos en la producción de algunos cultivos y sin contaminar el medio ambiente (Fortis *et al.*, 2009).

### **Desventajas de la fertilización orgánica**

Álvarez *et al.*, (2006) mencionan que el adicionar abonos orgánicos al suelo afecta el crecimiento de plantas de trigo, como es la altura, el peso seco de la raíz, paja, grano y el peso total, además mencionan que el máximo rendimiento del cultivo se alcanzó cuando la dosis de "Tierra y abono para pasto" era menor puesto que dosis mayores utilizadas ocasionaron un efecto en detrimento del crecimiento del cultivo.

Ochoa *et al.*, (2009) al trabajar con te de composta en la producción de tomate mencionan que el rendimiento obtenido por los tratamientos orgánicos, tanto el te de composta como el sustrato con composta, tuvieron un rendimiento inferior comparado con el uso de una solución nutritiva convencional, el te de composta aportó los nutrimentos requeridos para el cultivo de tomate aunque el rendimiento y el tamaño de fruto se vieron limitados.

En esta investigación se infiere claramente que el efecto de los abonos orgánicos es a mediano y largo plazo, ya que inicialmente se da el proceso del mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Medardo, 2007).

### **Fertilización química**

La fertilización química oportuna puede proporcionar beneficios en los cultivos, aumentando su rendimiento, mejorando el tamaño, color y sabor del producto, los hace más tolerantes a daños causados por el medio ambiente y además eleva el valor nutritivo del fruto. De acuerdo a la cantidad de los nutrientes que proporcionan los fertilizantes son clasificados en nitrogenados, fosfatados, potásicos y mezclas (Escalante *et al.*, 2006).

Los fertilizantes químicos suelen constar de nutrientes presentes bajo la forma de compuestos solubles. En este grupo encontramos a los fertilizantes fosfatados, cuya fuente natural de obtención se encuentran en las rocas ricas

en minerales de fosfato y sintéticamente se obtiene a través de superfosfatos o superfosfato triple; los fertilizantes nitrogenados contienen nitrógeno, principal nutriente que requieren los vegetales, los cuales comercialmente se venden en forma de urea, nitrato de amonio, etcétera. Naturalmente el suelo obtiene nitrógeno a través de la descomposición gradual de la materia orgánica, en donde las plantas lo absorben en forma de iones de nitrato y de amoniaco (COBACH, 2009).

Los abonos NPK son sin duda los más importantes de entre los tres elementos (si también se tiene en cuenta el magnesio). Según la relación oficial de tipos de abonos, en Alemania existían (en 1976) unos 80 tipos de abonos NPK sólidos y líquidos, con diferentes riquezas (Finck, 1988). El Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta, suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. El Fósforo (P), que suple de 0.1 a 0.4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía, siendo esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. El Potasio (K), que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Activa más de 60 enzimas. Por ello juega un papel vital en la síntesis de proteínas (FAO, 2002).

De acuerdo a Escamilla *et al.*, (2003) y a los resultados obtenidos en su trabajo de investigación en fertilización orgánica, mineral y foliar en la producción de papaya en el crecimiento en diámetro de tallo a los 86 días de desarrollo resultó muy alto para las plantas de papaya con fertilización mineral

comparadas con aquellas sin este tipo de fertilización, dicha respuesta permite asumir que la aplicación oportuna de los elementos minerales incrementa el desarrollo de la planta en altura y vigor, evitando así la caída de plantas con alta producción.

Palacios (1982) afirma que el máximo efecto del fertilizante se logra cuando se aplica en forma combinada el nitrógeno y el fósforo reportando de esta manera un rendimiento mayor, esto al trabajar con el cultivo de trigo y haciendo uso de diferente número de riegos.

La mayor parte de los abonos NPK se utilizan en forma sólida. Los abonos nitrogenados son aquellos productos químicos que contienen el elemento nutritivo nitrógeno en forma asimilable (especialmente como amoníaco o nitrato), o que lo suministran como producto de su transformación; los abonos fosfatados son productos químicos que contienen fósforo asimilable en forma de anión fosfato o lo producen por transformación; los abonos potasios son de utilización sencilla, pueden aplicarse sobre la superficie del terreno, desde donde descienden con el agua a la zona de las raíces (Finck, 1988).

### **Fertilización química en algunos cultivos**

De acuerdo a Sánchez *et al.*, (2007), al trabajar con diferentes dosis de asimilación de nitrógeno (N) en frijol ejotero, dice que la deficiencia de N produjo una disminución significativa de la asimilación de N en raíces y hojas; mientras que la toxicidad de N favoreció la asimilación de N en ambos órganos.

Por otro lado la toxicidad de N tuvo un efecto más negativo sobre la producción de biomasa que la deficiencia.

Hernández *et al.*, (1996) dicen que la máxima eficiencia de uso del fósforo calculada como la relación entre la biomasa total formada por la planta sobre el porcentaje de fósforo en la biomasa tuvo un comportamiento variado en la biomasa total de la planta y al aumentar la dosis de fósforo en diferentes genotipos de frijol la eficiencia disminuye al igual que en las siguientes concentraciones, ésta siguió un curso relativamente estable y semejante.

Guadarrama *et al.*, (2007) quienes al trabajar con cultivo de haba, la biomasa, proteína y taninos dicen que la aplicación de nitrógeno incrementa la acumulación de materia seca en cada órgano de la planta y la biomasa total de esta, sin afectar la distribución de materia seca en cada estructura de la planta; además mencionan que con el nitrógeno aplicado, el rendimiento de haba se incrementa y la concentración de proteína en la semilla, debido a que se incrementa el número de vainas y número de semillas.

### **Ventajas y desventajas de la fertilización química**

Ramírez *et al.*, (2010) señalan que los fertilizantes químicos ya sea solos o en combinación son los más productivos, pudiendo ser una alternativa ante la carencia de fertilizantes, y sugieren la combinación de fertilizantes químicos, orgánicos y biofertilizantes para la obtención de altos rendimientos.

Sin embargo ante esto existen algunas desventajas de los fertilizantes químicos son conocidas por todos los agricultores pero aun así los usan siempre que es posible, algunos de los inconvenientes según Shaxson (2000):

- endurecen el suelo y lo hacen difícil de labrar
- aumenta la necesidad de mano de obra para labrar la tierra y romper los terrones
- reduce la capacidad de retención de agua del suelo
- el fertilizante químico no es como la materia orgánica que estabiliza, conserva o mejora el suelo o la fertilidad del suelo, sino que al contrario es un agente que agota la materia orgánica del suelo y la pone a disposición de las plantas rápidamente, siendo un proceso que lentamente destruye el suelo

Cedano *et al.*, (2000) encontró que el momento más indicado de aplicación de fertilizante nitrogenado en el cultivo de frijol es al momento de la siembra y no semanas después.

El rendimiento del cultivo de papa criolla (*Solanum phureja*) reacciono de manera favorable con dosis altas de abono orgánico más sin embargo con dosis altas de fertilizante químico en su mayoría nitrógeno, la producción no se incremento como se esperaba, esto debido a que las altas cantidades de nitrógeno inciden en un desarrollo excesivo de follaje y no de tubérculos (Muñoz y Lucero, 2008).

De acuerdo a Vilorio *et al.*, (2003) al trabajar con cebolla y fertilización química el diámetro del bulbo se comporto como una característica dependiente de la fertilización y la distancia de siembra. Lo que hizo que se modificaran significativamente la altura y el peso fresco del bulbo fue la distancia de siembra, no detectándose efecto de las dosis de NPK sobre las variables evaluadas.

### **El cultivo de acelga**

El origen de la acelga es Europeo, de la Cuenca del Mediterráneo y es conocida desde hace mucho tiempo (Barbado, 2006). Es un cultivo exigente en nitrógeno y en potasio sobre todo. Cuando por su posición en la alternativa, se cultiva después de un cultivo de verano, se prescinde del abonado de fondo, y se realizan abonados después de cada recolección de hojas; los aportes de fertilización podrán ser mayores o menores en función del desarrollo del cultivo (Sadaba *et al.*, 2010).

La acelga es una hortaliza de hoja, que pertenece a la familia de las Chenopodiaceae. Es una planta herbácea de pecíolos largos y suculentos, hojas grandes y erectas, parecidas a las de la remolacha pero mucho más suculentas. Su parte comestible la constituyen las hojas con sus pecíolos. Este cultivo se adapta a suelos francos, profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica, con buen contenido de humedad y pH de 5.8 a 6.8, aunque es tolerante a suelos salinos. La temperatura optima de desarrollo esta entre los 13°C hasta los 18°C (Martínez *et al.*, 2003).

El cultivo de acelga en España es secundario en importancia dentro de las hortalizas (representa un 0.67% del total de producción), por lo que, debido a su cultivo minoritario, es difícil encontrar datos sobre el tipo de recolección que se lleva a cabo en las diferentes zonas de cultivo, así como datos sobre los rendimientos obtenidos según el tipo de recolección (por planta entera o por hoja suelta) (Hoyos, 2004).

De acuerdo a Comese *et al.*, (2009), se obtuvo un mayor rendimiento en el cultivo de acelga, al hacer una combinación de lombricomposta con harina de hueso, aumentando los contenidos de nutrientes presentes, resaltando que la combinación de lombricomposta con harina de hueso en doble dosis resulto ser la mejor enmienda para el rendimiento de acelga y el mantenimiento de las propiedades de la huerta.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo en el área orgánica, a un lado del establo, ubicados ambos lugares dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.



### Procedimiento

El presente trabajo se realizó con la finalidad de evaluar el comportamiento que presenta el cultivo de acelga, utilizando diferentes sustratos orgánicos al comparar con fertilizante químico (NPK) y aplicando humus de lombríz líquido, en determinadas ocasiones.

Los tratamientos que se utilizaron quedaron establecidos de la siguiente manera:

- T1 Lombricomposta de borrego +humus líquido de lombriz
- T2 Bocashi+ humus líquido de lombriz
- T3 Composta+ humus líquido de lombriz
- T4 Lombricomposta bovino de leche+ humus líquido de lombriz
- T5 Suelo natural+ humus líquido de lombriz
- T6 Fertilizante químico+ humus líquido de lombriz
- T7 Lombricomposta de borrego +agua
- T8 Bocashi+agua
- T9 Composta+agua
- T10 Lombricomposta bovino de leche+agua
- T11 Suelo natural+agua
- T12 Fertilizante químico+agua

Para la siembra de la semilla de acelga, se utilizó un suelo Feozem calcárico cribado, depositado en 36 macetas de plástico de color negro, aproximadamente de 3 kg; en cada una de estas se pusieron tres botes del suelo cribado, distribuyéndose en grupos de 6 para obtener las repeticiones de cada tratamiento, posteriormente se mezcló cada maceta con el material orgánico correspondiente, agregando un bote de sustrato a cada una de las macetas a excepción de suelo y fertilizante químico, el bote de sustrato restante se agregó a los dos meses a partir de la siembra.

La siembra se realizó el 29 de septiembre de 2010, colocándose en cada maceta dos semillas de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*); en esta etapa se agregó la fertilización química usando Fosfato Monoamónico (MAP por

sus iniciales en Ingles) como fuente de fósforo (0.6 g/maceta), sulfato de potasio como fuente de potasio (0.5 g/maceta) y urea como fuente de nitrógeno (1.5 g/maceta), en este ultimo se fraccio la cantidad a agregar en tres partes por lo que se agregaron 0.5 g/maceta, la primera parte se agrego durante la siembra, la segunda el 23 de noviembre antes del primer corte y la ultima en el tercer corte el 08 de diciembre.

Se aplicó humus líquido de lombriz a tres de las repeticiones de cada uno de los tratamientos, diluyendo 50ml/lit de agua; se hicieron cuatro aplicaciones durante el desarrollo del cultivo, la primera aplicación se realizo el 08 de octubre, la segunda aplicación se hizo el 30 de octubre, la tercera el 23 de noviembre y la ultima se llevo a cabo el 04 de diciembre de 2010.

Después de la germinación de las semillas de acelga se hizo un aclareo debido a que se obtuvieron una gran cantidad de plántulas, tratando de dejar tres plantas por maceta para posteriormente dejar una.

La cosecha de las acelgas se llevo a los 56 días después de la siembra, siendo este el primer corte, realizándose el segundo corte a los 63 días después de siembra (dds); el tercer corte se hizo a los 68 dds; el cuarto y ultimo corte se hizo a los 72 dds. En cada corte solo se cosecharon dos hojas por maceta para hacer la comparación del crecimiento de cada una con respecto a cada uno de los sustratos.

El primer riego se hizo antes de la siembra para mantener cada uno de los sustratos húmedos, a partir de aquí se regó a diario a excepción cuando la temperatura era baja y las macetas estaban lo suficientemente húmedas pero no saturadas.

Se aplicó Miyapex y *bauveria bassiana* para el control de las plagas que pudieran presentarse mientras se encontraba el cultivo establecido, se aplicó con una bomba por medio de aspersión en determinadas ocasiones.

### **Diseño experimental y variables a evaluar**

El diseño experimental utilizado en este trabajo fue, un diseño completamente al azar con doce tratamientos, tres repeticiones y en cada una cuatro cortes, las variables consideradas a evaluar en este trabajo de investigación fueron peso fresco, peso seco, longitud de hoja, ancho de hoja y área foliar; para determinar cada una de ellas se llevaron a cabo muestras de cada una de las plantas en diferentes fechas. Después de la recolección de las muestras, las hojas se midieron y se pesaron para obtener peso fresco, longitud y ancho de hoja, después se pusieron a secar en estufa de secado a 50°C, para posteriormente pesarse y obtener peso seco. El área foliar se adquirió, marcándose el perímetro de cada una de las hojas en papel milimétrico, posteriormente se hizo la determinación de dicha variable.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro (1) Se muestra el análisis de varianza, los cuadrados medios y el nivel de significancia correspondiente a las variables evaluadas en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*), se observa que existen diferencias altamente significativas para los diferentes tratamientos y variables como la longitud de hoja, ancho de hoja, peso fresco, peso seco y área foliar.

Se utilizaron doce tratamientos, con sus respectivas repeticiones y distintos cortes de hoja, por tal motivo solamente se van a analizar aquellos de valores más altos, con cada tratamiento, numero de repetición y corte de hoja, con la finalidad de facilitar la comprensión.

Por otra parte en algunas ocasiones los datos deben de transformarse. De acuerdo a Little y Hills (1979) quienes mencionan que si el rango de porcentajes es mayor que 40 aunque no siempre es necesario. Un análisis de varianza de los datos transformados no parece conducirnos a una conclusión distinta de la del análisis de los datos en bruto. La diferencia importante no se encuentra en el análisis total, sino en la separación de medias. Recuérdese que no transformamos los datos para obtener resultados que resulten más agradables, sino que los transformamos de modo que el análisis sea valido y las conclusiones correctas.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas y al análisis efectuado de datos se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas, longitud de hoja, ancho de hoja, peso fresco, peso seco y área foliar en el cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*)

F.V.	G.L.	Longitud de la hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
Tratamientos	47	39.533**	15.194**	77.917**	5.4709**	7372.2**
Residuales	96	8.974	3.379	12.273	0.992	2057.4
C.V. (%)		17.69	19.86	19.21	18.58	49.06

F. V.= Fuente de variación

G. L.= Grados de libertad

\*\* = Altamente significativo ( $p \leq 0.001$ )

C. V. = Coeficiente de variación en porcentaje

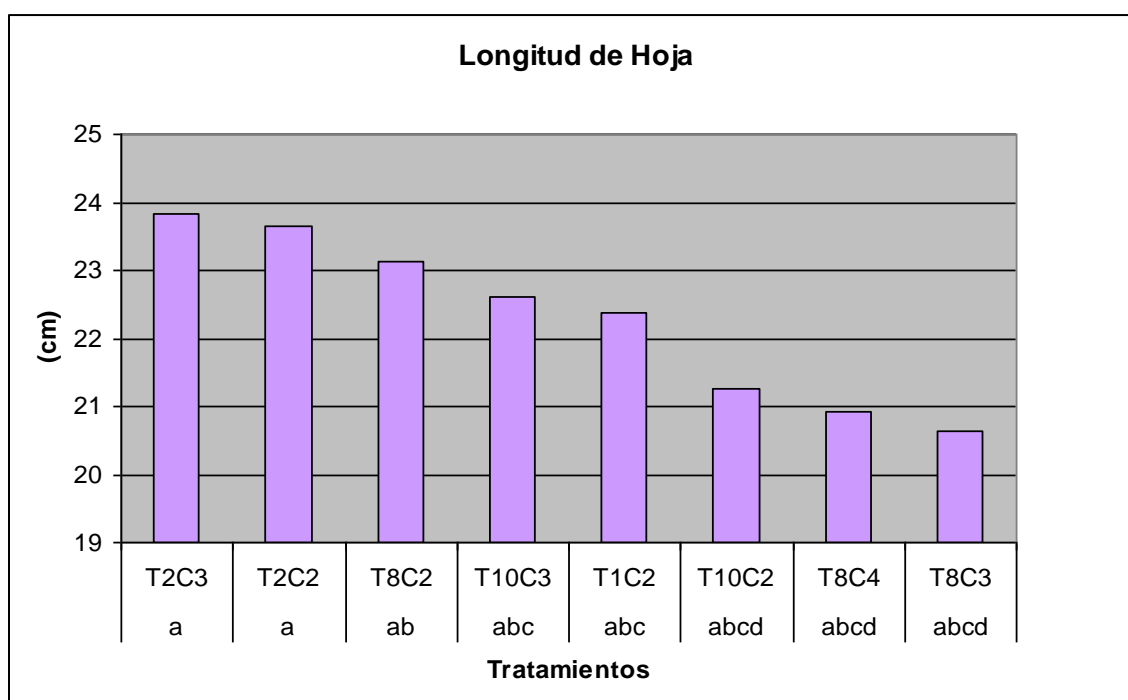


Figura 1. Valores obtenidos para la variable longitud de hoja, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*) usando diferentes sustratos orgánicos más humus de lombriz

En la figura (1) se muestran los resultados, de acuerdo al análisis de varianza en donde se presentan diferencias altamente significativas, los tratamientos que mejor se comportaron fueron T2C3 y T2C2, dichos tratamientos compuestos por Bocashi más Humus de Lombriz líquido (corte tres y corte dos respectivamente) comparándose ambos podemos ver que indicó mejores resultados T2C3.

Seguidos de estos están el T8C2 (Bocashi más agua-corte dos), determinando que el Bocashi es el mejor de los abonos aplicados al cultivo de acelga, sin embargo los tratamientos que contaron con los valores más bajos fueron T10C2 (Lombricomposta bovino de leche más agua – corte dos), T8C4 y T8C3 (Bocashi más agua-corte cuatro y corte tres respectivamente),

deduciendo que el Bocashi combinado con agua no tiene buenos efectos sobre la planta y sobre todo por que el largo de las hojas fue mucho menor.

Estos resultados se comparan con Medardo (2007) y su trabajo de investigación en cultivo de col con aplicación de humus de lombriz líquido y bocashi, en donde los resultados obtenidos muestran que el bocashi fue el que presento la mayor longitud de hoja en la cosecha de la col.

Mismos resultados son semejantes a los obtenidos por Gómez (2011), quien al trabajar con fertilización orgánica e inorgánica sobre el cultivo de rábano, obtuvo diferencias significativas en la altura de la hoja del rábano, entre los tratamientos, siendo los mejores el bocashi y la lombricomposta de bovino de leche aplicando humus de lombriz líquido.



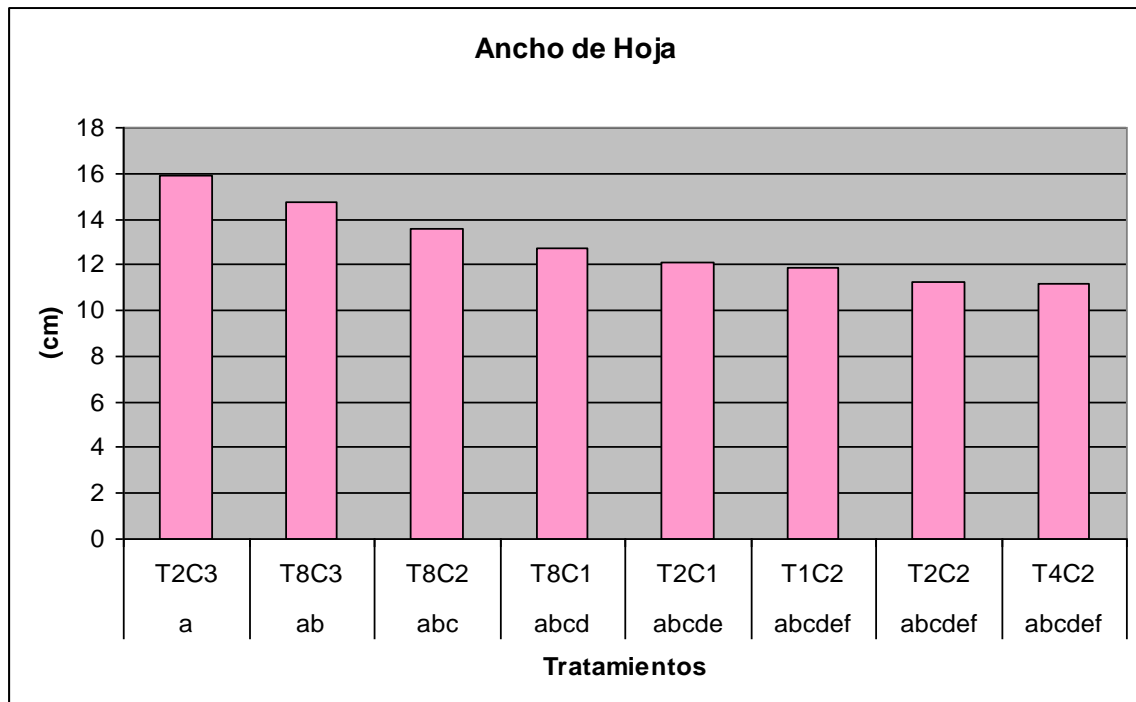


Figura 2. Valores obtenidos para la variable ancho de hoja, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*) usando diferentes sustratos orgánicos más humus de lombriz

En la figura (2) se puede ver nuevamente que se presentan diferencias altamente significativas, el tratamiento T2C3 (Bocashi más Humus de Lombriz líquido - corte tres), es el que se comporta mejor comparando con los demás tratamientos y cortes, seguido de los tratamientos T8C3, T8C2 y T8C1 (Bocashi más agua - corte tres, corte dos y corte uno respectivamente), derivando de esta manera que las hojas fueron creciendo y desarrollando después de cada corte, sobre todo más en el penúltimo corte, puesto que para el cuarto corte no se presentaron diferencias.

Los tratamientos que obtuvieron los valores más bajos fueron T1C2 (Lombricomposta de borrego más humus líquido de lombriz-corte dos); T2C2 (Bocashi más humus líquido de lombriz - corte dos) y T4C2 (Lombricomposta

bovino de leche más humus líquido de lombriz-corte dos), quienes no presentan diferencias significativas entre si.

Los resultados obtenidos en esta investigación se comparan con los resultados obtenidos por Rodríguez *et al.*, (2005) quien trabajo con bocashi y composta en la nutrición de habichuela, mencionan que no se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a largo y ancho de las hojas, siendo similar a la altura de la planta, cierta tendencia al incremento de estas variables, lo que puede estar dado por la alta riqueza nutricional que reporta este abono fermentado, no solamente con nutrientes para la planta, sino también para la alimentación de los microorganismos del suelo.

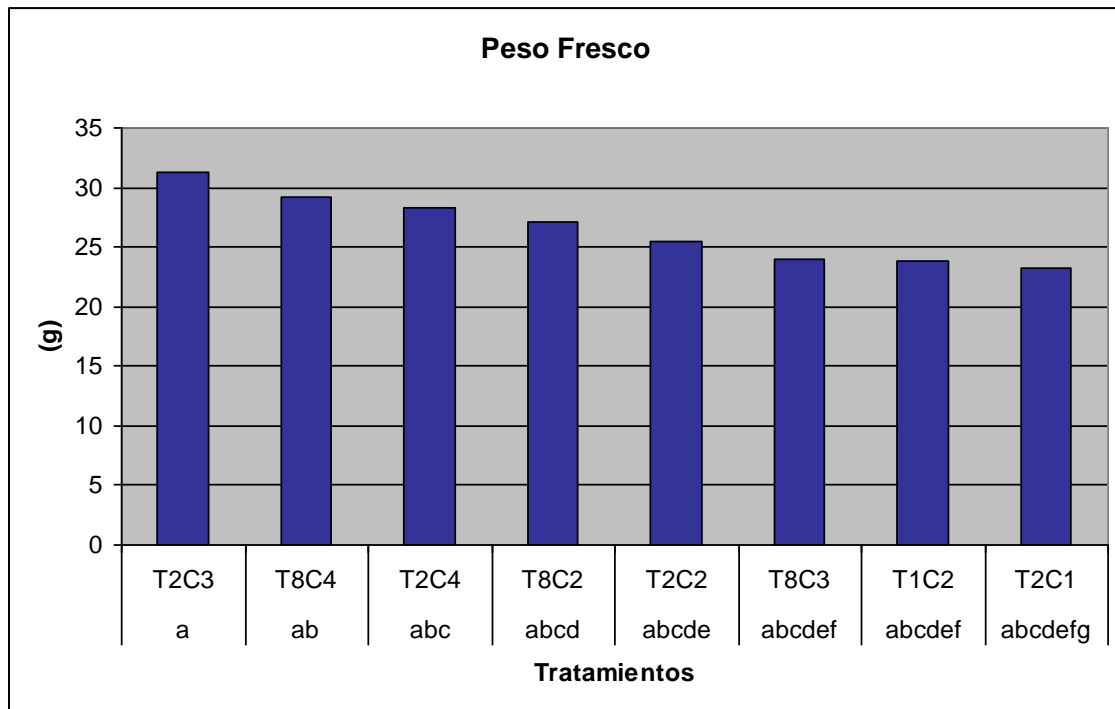


Figura 3. Valores obtenidos para la variable peso fresco, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*) usando diferentes sustratos orgánicos más humus de lombriz

En la figura (3) correspondiente al peso fresco de la hoja se pueden observar diferencias altamente significativas para los tratamientos, el mejor de los tratamientos fue el compuesto por Bocashi más Humus líquido de Lombriz – corte tres (T2C3), continuando con el tratamiento T8C4 (Bocashi más agua - corte cuatro); continuando con los tratamientos de valores intermedios T2C4 (Bocashi más humus líquido de lombriz-corte cuatro), T8C2 (Bocashi más agua -corte dos) y T2C2 (Bocashi más humus líquido de lombriz) alternándose los resultados en diferentes cortes pero con los mismos tratamientos.

Finalizando con los tratamientos T8C3 (Bocashi más agua-corte tres), T1C2 (Lombricomposta de borrego más humus líquido de lombriz-corte dos) y T2C1 (Bocashi más humus de lombriz líquido – corte uno), quienes siguieron la misma tendencia y en los cuales no hay diferencias significativas, determinando

de esta manera que en el primer corte el peso de las hojas era mucho menor comparando con el corte tres en donde se observa un peso fresco mayor. Al igual se puede hacer mención de que algunas de las hojas que se tomaron como muestra para evaluar esta variable, eran pequeñas pero gruesas y con una mayor cantidad de agua en su interior al momento del corte y al tiempo de llevarlas a pesar.

Los resultados aquí obtenidos se comparan con Gómez (2011), quien evaluó un cultivo de rábano bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica, menciona en cuanto peso de la hoja que las plantas tratadas con bocashi mostraron los valores más altos y con esto los mejores resultados.

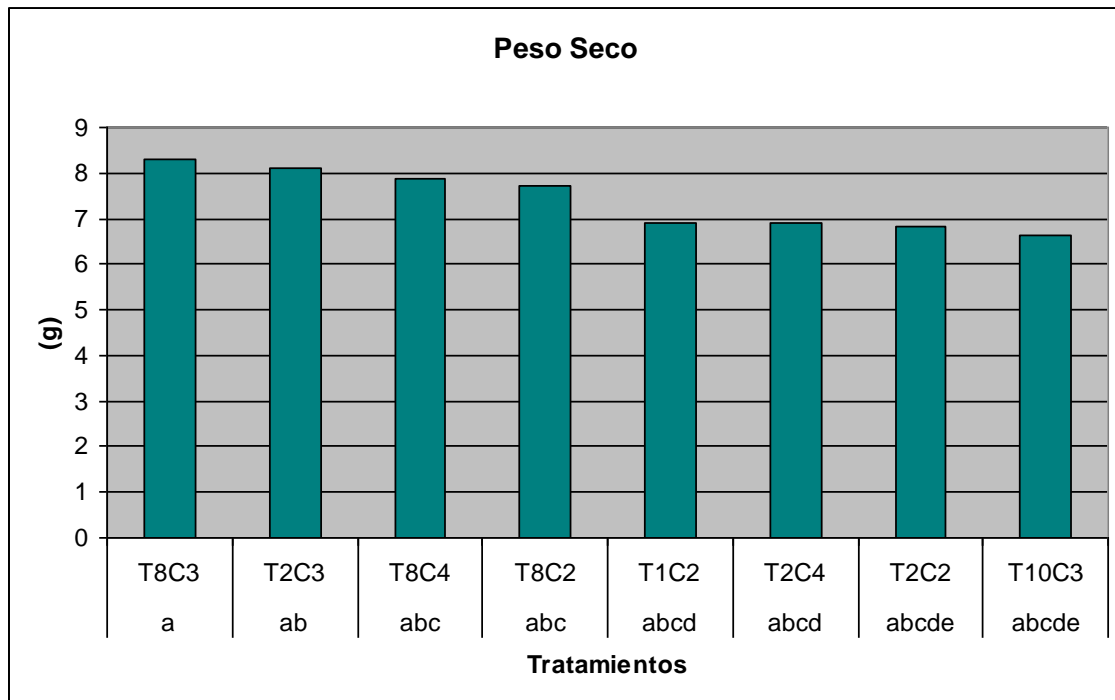


Figura 4. Valores obtenidos para la variable peso seco, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*) usando diferentes sustratos orgánicos más humus de lombriz

La variable peso seco se comporta de manera distinta a las demás variables tal como se observa en la figura (4) puesto que el tratamiento que se presenta ahora con los valores más altos es el T8C3 (Bocashi más agua – corte tres), permaneciendo al frente el mismo tratamiento pero ahora en presencia de agua, seguido del tratamiento T2C3 (Bocashi más Humus líquido de Lombriz–corte tres), seguidos de los tratamientos T8C4 y T8C2 (Bocashi más agua- corte cuatro y corte dos respectivamente) quienes presentan los valores medios en el análisis de esta variable.

Por ultimo se pueden observar los valores más bajos en los tratamientos T2C2 (Bocashi más humus líquido de lombriz -corte dos) y T10C3 (Lombricomposta bovino de leche más agua-corte tres).

Fernández (2003) quien evaluó sustancias humicas derivadas de humus de lombriz líquido, explica que se muestra un incremento en la materia seca de Ballica bianual var. MontBlanc en tratamientos fertilizados adecuadamente, aumentando en un 100% la materia seca y todos aquellos tratamientos con las mismas dosis de fertilización pero aplicando humus de lombriz líquido obtuvieron un rendimiento mayor hasta en un 60% más, observándose un mayor crecimiento de tallos y hojas; sin embargo al aplicar humus líquido a plantas sin fertilización no se obtuvieron diferencias significativas, el mayor de los valores no fue semejante al testigo.

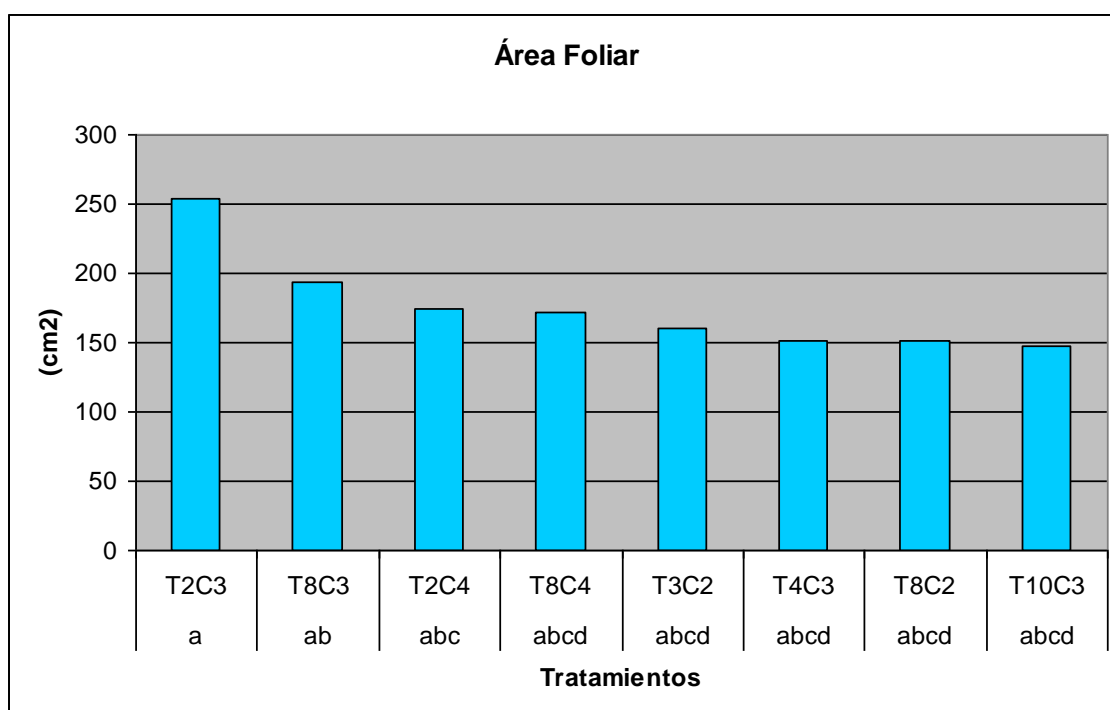


Figura 5. Valores obtenidos para la variable área foliar, en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*) usando diferentes sustratos orgánicos más humus de lombriz

Respecto a los resultados obtenidos en la variable área foliar y que se muestran en la figura (5) se puede ver que existen diferencias altamente significativas, el tratamiento T2C3 (Bocashi más Humus líquido de Lombriz – corte tres) se muestra como el mejor; seguido de los tratamientos T8C3

(Bocashi más agua-corte tres) y T2C4 (Bocashi más humus líquido de lombriz – corte cuatro) los cuales presentan valores medios.

Los tratamientos T8C4 (Bocashi más agua-corte cuatro), T3C2 (Composta más humus líquido de lombriz – corte dos), T4C3 (Lombricomposta bovino de leche más humus líquido de lombriz-corte tres), T8C2 (Bocashi más agua-corte dos) y T10C3 (Lombricomposta bovino de leche más agua-corte tres), fueron los tratamientos con los valores más bajos, mismos que siguieron la misma tendencia y que no muestran diferencias significativas.

De aquí se deduce que el sustrato Bocashi posee ciertas características y nutrimentos que hacen que la planta tienda a obtener una mayor área foliar en distintas muestras obtenidas.

De acuerdo a Shintani *et al.*, (2000) quien dice que el Bocashi tiene el objetivo de activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, así como el nutrir el cultivo y suplir alimentos (materia orgánica) para los organismos del suelo.

Sin embargo los resultados obtenidos en este trabajo difieren con los obtenidos por González, (2006) quien al trabajar con diferentes dosis de fertilización tanto química como orgánica en trigo, muestra que el área foliar obtenida durante el primer muestreo es mucho mayor con el tratamiento de fertilización química al 100% en comparación con el testigo y los demás tratamientos, para el cuarto muestreo los resultados se presentan de la misma

manera, sobresaliendo la fertilización química solo que ahora algunos de los demás tratamientos son mayores que el testigo.

Por otra parte los resultados obtenidos en este trabajo al compararse con los obtenidos por Isidro (2005) al trabajar con plantas de pepino y sustratos orgánicos, difieren puesto que menciona que los valores más altos obtenidos en su trabajo se presentan en aquellos tratamientos con abono orgánico más fertilización química.

Al igual se compara con los resultados obtenidos por Álvarez *et al.*, (2010) quienes al trabajar con maíz y abonos orgánicos en el cultivo, mencionan que en cuanto al rendimiento, los valores más bajos obtenidos se presentaron con el tratamiento sin fertilización y los más altos con una dosis elevada de fertilización con humus de lombriz líquido y con bocashi, resultando un porcentaje alto en la producción de maíz, dando a la composta un lugar intermedio.



## CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en la investigación y de acuerdo a la hipótesis planteada se establecen las siguientes conclusiones:

- La aplicación de abonos orgánicos y las aplicaciones de humus líquido de lombriz ayudan en el crecimiento y desarrollo del cultivo de acelga, por lo tanto la hipótesis es aceptada
- El abono orgánico tipo bocashi más la aplicación periódica de humus líquido de lombriz incrementa notablemente el crecimiento de la hoja, en longitud y ancho, así como el peso fresco y área foliar
- Los tratamientos como el fertilizante químico, no influye de manera significativa en el cultivo de la acelga en ninguna de las variables evaluadas ni aun con la aplicación de humus líquido de lombriz, se comporta de la misma manera que el suelo natural el cual tampoco es notable en las variables.

Los abonos orgánicos utilizados como sustratos para los cultivos son de gran utilidad, gracias a esto los productos obtenidos son sanos para el consumo de la población, con gran aportación de nutrientes.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, S. E.; Vázquez, A. A.; Castellanos, J. Z.; Cueto, W. J. 2006. Efectividad biológica de abonos orgánicos en el crecimiento de trigo. *TERRA Latinoamericana*. Universidad Chapingo, México. 24(2):261-268
- Álvarez S. J. D., Gómez V. D. A., León M. N. S. y Gutiérrez M. F. A. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Fitotecnia, Agrociencia*. 44(5).
- Barbado J. L. 2004. *Microemprendimientos, Cría de lombrices*. Primera edición. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. Pág. 53 y 56.
- Barbado J. L. 2006. *Microemprendimientos, Huertas Orgánicas*. Primera edición. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. Pág. 98.
- Bastidas R. J. A. 2007. Uso y manejo del fertilizante orgánico gallinazo. Efecto sobre el ambiente y la salud de la población rural, estado Trujillo-Venezuela. *Geoenseñanza*, Universidad de los Andes. 12(1):65-80.
- Brechelt A. 2004. *Manejo Ecológico del Suelo*. Primera Edición. Edita RAP-AL. Republica Dominicana. Pág. 4
- COBACH, 2009. *Suelos y fertilizantes*. Segunda edición. Hermosillo, Sonora, México. Pág. 37-40.
- Colque T., Rodríguez D., Mujica A., Canahua A., Apaza V., Sven y Jacobzen. 2005. Instalación y manejo de una granja de lombrices para la producción de humus. *Punu*, Perú. Pág. 8.

- Comese R. V., González M. G. y Conti M. E. 2009. Cambios en las propiedades de suelo de huerta y rendimiento de *Beta vulgaris var. cicla* (L.) por el uso de enmiendas orgánicas. 27(2):271-275.
- Dzib E. R. 1987. Respuesta del sorgo de grano (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) variedad AN-RS-9. a la fertilización orgánica e inorgánica en la Región de Derramadero, Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. Pág. 63.
- Escalante E. L. E., Linzaga E. C. y Escalante E. Y. I. Calculo de fertilizantes para elaborar mezclas físicas. Revista Alternativa. 3(10):5-15.
- Escamilla G. J. L., Saucedo V. C., Martínez D. Ma. T., Martínez G. A., Sánchez G. P. y Soto H. R. M. 2003. Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya cv. Maradol. Redalyc. Chapingo, México. 21(2):166.
- FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso. Cuarta Edición. Roma. 77 pp.
- FAO. 2011. Colección Buenas Prácticas. Primera Edición. Guatemala, Guatemala. 10 pp.
- Félix H. J. A., Sañudo T. R. R., Rojo M. G. E., Martínez R. R. y Olalde P. V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai. 4(1):57.
- Félix H. J. A., Serrato F. R., Armenta B. A. D., Rodríguez Q. G., Martínez R. R., Azpiroz R. H. S. y Olalde P. V. 2010. Propiedades microbiológicas de compostas maduras producidas a partir de diferente materia orgánica. Ra Ximhai, Universidad Autónoma de México. 6(1):105-113.

- Fernández Z. M. 2003. Evaluación agronómica de sustancias humicas derivadas de humus de lombriz. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. Pág. 18 y 19.
- Finck A. 1988. Fertilizantes y Fertilización. Editorial Reverte. Barcelona. Pág. 115.
- Fortis H. M.; Leos R. J. A.; Preciado R. P.; Orona C. I.; García. S. J. A.; García H. J. L.; Orozco V. J. A. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. TERRA Latinoamericana. Universidad Autónoma Chapingo. 27(4): 335.
- García M. A. B. 1996. Algunos sustratos orgánicos; sus mezclas, caracterización y procedimientos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Gomero O. L. y Velásquez A. H. 1999. Manejo Ecológico de Suelos; conceptos, experiencias y técnicas. Primera Edición. Editorial Gráfica Sttefany S.R.Ltda. Lima, Perú. Pág. 165-166.
- Gómez P. L. 2011. Evaluación del cultivo de rábano (*Raphanus sativus* L.) bajo diferentes condiciones de fertilización orgánica e inorgánica. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- González B. O. 2000. Evaluación de la fertilización orgánica y química sobre el rendimiento y componentes del pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cv. California wonder. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- González G. O. 2006. Efecto de la aplicación de composta de estiércol bovino en combinación con fertilizantes inorgánicos sobre la producción de forraje

en triticale (*X Triticosecale wittmack*), en la región de la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. Pág. 38-39.

González R. R. C. 1986. Efecto de los mejoradores del suelo, estiércol de vacuno y gallinaza en el desarrollo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en un suelo arcilloso. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

Guadarrama Q. A.; Escalante E. J. A.; Rodríguez G. M. T.; Sanchez G. P. y Sandoval C. E. 2007. Biomasa, proteína, taninos y rendimiento en haba en función del nitrógeno. TERRA Latinoamericana. Universidad Autónoma Chapingo, México. 25(2):169-175.

Hernández G., Toscano V., Méndez., Gómez L. y Mullings M. 1996. Efecto de la concentración sobre su asimilación en tres genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Agronomía Mesoamericana. 7(1):80-85.

Hernández H. J. M., Olivares S. E., Villanueva F. I., Rodríguez F. H., Vázquez A. R. y Pissani Z. J. F. 2005. Aplicación de lodos residuales, estiércol bovino y fertilizante químico en el cultivo de sorgo forrajero (*Sorghum vulgare* pers.). Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 21(01):35.

Hoyos E. P. 2004. Evaluación de la producción de acelga cv. Amarilla de Lyon recolectada hoja a hoja y comparación con rendimiento en recolección de planta entera. Revista Horticultura (Horticom). Departamento de Producción vegetal de la Universidad Politécnica de Madrid. Pág. 42.

Isidro J. F. 2005. Respuesta del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* I.) a cuatro sustratos orgánicos bajo invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

- Little T. M. y Hills F. J. 1979. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Primera edición. Editorial Trillas. México. Pág. 137-142.
- Macua J. I.; Lahoz I.; Betelu F.; Díaz E. y Calvillo S. 2007. Acelga, Variedades para industria. ULMA Agrícola. Navarra Agraria. Pág. 17-20.
- Martínez A., Lee R. A., Chaparro D. y Páramo S. 2003. Postcosecha y mercadeo de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible. Primera edición. Fundación Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Bogota, Colombia. Pág. 27.
- Matheus L. J., Graterol B. G., Simancas G. D. y Fernández O. 2007. Efecto de diferentes abonos orgánicos y su correlación con bioensayos para estimar nutrimentos disponibles. Agricultura Andina. 13:19-26
- Matheus M. S. P. 2005. Efecto de la aplicación de tres niveles de bocashi sobre el numero de pisos y el numero de frutos por racimo en el cultivo de tomate de riñón *Lycopersicum esculentum*. Tesis de Licenciatura. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolqui, Ecuador. Pág. 82.
- Medardo P. T. H. 2007. Efectos del humus de lombriz y bocashi en tres híbridos de col (*Brassica oleracea*) en la parroquia Calpi, provincia del Chimborazo. Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Guaranda, Ecuador. Pág. 57-61.
- Muñoz L. A. y Lucero A. M. 2008. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla *Solanum phureja*. Agronomía Colombiana. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 26(2):340-346.
- Nieto G. A., Murillo A. B., Troyo D. E., Larrinaga M. J. A. y García H. J. L. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción

sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. Asociación Interciencia. Caracas Venezuela. 27(8):417-421.

Ochoa M. E., Figueroa V. U., Cano R. P., Preciado R. P., Moreno R. A. y Rodríguez D. N. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. 15(3):245-250.

Ortega M. L. D., Sánchez O. J., Díaz R. R. y Ocampo M. J. 2010. Efecto de Diferentes Sustratos en el Crecimiento de Plántulas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* MILL). Revista Ra Ximhai. Universidad Autónoma Indígena de México. 6(3):365-372.

Palacios P. A. 1982. Determinación de la dosis optima económica de la fertilización nitrogenada y fosfatada bajo diferente número de riegos para trigo de ciclo intermedio en la Región Norte de Coahuila. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. Pág. 54.

Ramirez O. R.; Ramos P. M. A. y Ricardo P. S. 2010. Mejoramiento de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L) con el uso de alternativas de fertilización. Redalyc. Instituto de información científica y tecnologica. Holguin, Cuba. 16:(2):1-11.

Ramírez P. R. y Restrepo Y. R. 2006. Evaluación de la aplicación del abono tipo bocashi en las propiedades físicas de un suelo degradado del municipio de marinilla, Antioquia. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Colombia-Medellín. Colombia.

Rodríguez M. M.; Soto O. R.; Parets S. E. y Alemán P. R. 2005. Bocashi, una alternativa para la nutrición de la habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp sub-sp *sesquipedalis* L.), variedad Canton 1 en huertos populares. Centro agrícola. 32:(1):71-76.

- Rodríguez Q. G., Armenta B. A. D., Valenzuela Q. W., Camacho B. J. R. y Esparza L. H. M. 2003. Efecto de sustratos orgánicos para la producción de Lombricomposta con *Eisenia foetida*. *Naturaleza y Desarrollo*. 1:(2):8.
- Ruíz C., Russian T. y Tua D. 2007. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. *Agronomía Tropical*. Falcón, Venezuela. 57(1):7-14.
- Ruíz M. M. 2011. Taller de elaboración de lombricomposta. Primera edición. Universidad Iberoamericana. México, D. F. Pág. 13.
- Sadaba S., Uribarri A., Aguado G., Del Castillo J. y Aztiz M. 2010. Acelga en Invernadero. *ULMA Agrícola*. Navarra Agraria. Pág. 23-27
- Sánchez E.; Soto J. M; Ruiz J. M. y Romero L. 2006. Asimilación de nitrógeno en raíces y hojas de frijol ejotero deficiencia vs toxicidad de nitrógeno. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Chapingo, México. 29(3):187-195.
- Schuldt M. 2006. *Lombricultura, teoría y práctica*. Editorial Aedos. Mundi-Prensa Barceolna. Pág. 29 y 30.
- Shaxson F. 2000. Nuevos conceptos y enfoques para el manejo de suelos en los trópicos con énfasis en zonas de ladera. *Boletín de suelos de la FAO*. Roma. No. 75.
- Shintani M., Leblanc H. y Tabora P. 2000. *Bocashi, Abono orgánico fermentado*. Primera edición. Guacimo, Limón, Costa Rica. Pág. 9-10.
- Sotelo R. M. G. y Téllez P. J. A. 2007. Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, composta y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) variedad caturra. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pág. 42.



Viloria A., Arteaga L., Díaz L. y Delgado D. 2003. Efecto de la fertilización con N-P-K y la distancia de siembra sobre el rendimiento de la cebolla (*Allium cepa* L.). Bioagro. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto-Cabudare, Venezuela. 15(2):129-133.

Widman A. F., Herrera R. F. y Cabañas V. D. D. 2005. El uso de composta proveniente de residuos sólidos municipales como mejorador de suelos para cultivos en Yucatán. Estudios preliminares. Ingeniería Revista Académica. Universidad Autónoma de Yucatán. 9(3):37.

(<http://www.floresyplantas.net/flores-plantas/plantas-hortícolas/la-aceituna-en-espana-origen-y-produccion>)