

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA**



**Aplicación de la harina de hueso como fuente de fosforo en plántulas de  
Jitomate tipo saladet (*Lycopersicum esculentum* L.) aplicado en suelo  
tipo Feozem – calcáreo.**

**TESIS**

**Que como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO EN AGROBIOLOGIA**

**Presentada por:**

**ESLIT CORTES HERNÁNDEZ**

**Saltillo, Coahuila**

**Octubre 2011**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Aplicación de la harina de hueso como fuente de fosforo en plántulas de  
Jitomate tipo saladet (*Lycopersicon esculentum* L.) aplicado en suelo tipo  
Feozem – calcáreo.

Presentada por:

ESLIT CORTES HERNÁNDEZ

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

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

APROBADO

  
Dr. Alejandro Hernández Herrera

Asesor Principal

  
Dr. Armando Rodríguez García

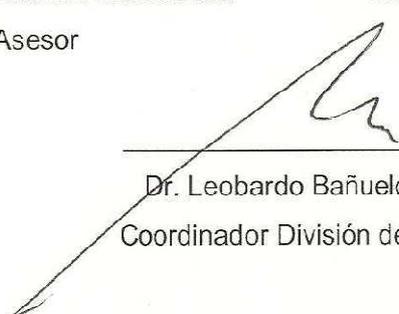
Asesor

  
Mc. Fidel Maximiano Peña Ramos

Asesor

  
Mc. Sofía Comparán Sánchez

Asesor Suplente

  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador División de Agronomía

  
Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila.

Octubre 2011

## DEDICATORIA

Dios, este título esta a tu nombre, porque solo tú hiciste posible esto.

A mi padre, el señor Noé Cortes Solórzano, que me enseñaste el valor de la superación personal y profesional, por no permitir que me desviara de mi camino, gracias por todos esos grandes y valiosos regaños, consejos sabios que estos me han llevado hasta donde he llegado, por enseñarme el sabor del campo agrícola, nunca olvidare esos momentos cundo nos íbamos a regar las milpas toda la noche, te acuerdas, y muchas cosas más. Gracias por estar siempre en las buenas y en las malas con nosotros, y sobre todo por ese un pilar incondicional para lograr esta carrera, gracias papá.

A mi madre, la señora Enriqueta Hernández Farías, porque toda la vida nos has brindado todo tu amor y cariño, por ser una base importantísima en el desarrollo y conclusión de esta carrera y en mi ya transitada corta vida que he llevado, gracias por enseñarme el camino de la educación y por tus ilustrados consejos, muchas gracias mamá.

Papá, mamá, este título se los dedico con todo mi ser.

A mi hermano, Gustavo Cortes Hernández, que contigo he compartido veinte años de vida y he aprendido de ti muchas cosas, como esa risa que luego

te echas y que alegras a todos los que te rodean, he compartió esos momento tan grandes y algunos muy peculiares, como el día que te quebraste el brazo, o cuando te caíste al tanque y papá no te encontraba, cuando te resbalabas de los árboles, o cuando nos pegábamos. Tavo, te agradezco que seas mi hermano, se que tienes un motivo más para cumplir tus objetivos que te has pintado, cúmplelos y nos estamos viendo.

A Diana Belén Villa Delgado, por ser la persona con la que compartí en los últimos momentos de nuestra carrera grandes y bonitos momentos, gracias por ayudarme a entender clases que yo ni ha trancazos aprendería, por enseñarme la virtud de la humildad, sencillez, amor por el prójimo, y tener mucha paciencia al explicarme cosas de cualquier índole. Te admiro la persona que eres, pocas son las que cuentas con esas virtudes y capacidades que tú tienes, estoy más que seguro que llegaras a ser una persona llenas de éxitos en lo que tú quieras proponerte, se que lo lograras, nada mas una cosa, cuando estés allá arriba, no te olvides de los pobres, jejeje.

A todas esas locas con las que compartí toda la vida momentos majestuosos, a todos ustedes, Tolomeo (Etelberto) te a cuerdas cuando estuvimos vomito y vomito en el campo con tu papa, telas o la mesinyer (Alfonso) cuando se te atoro el calzón en la varilla del tanque, a la rubena o de

yanira rubi (Rubén) cuando te corretieron las avispas y cruzaste todo un plantío de sorgo lleno de huisapoles con Tolomeo, a la marrana (Suri), la maneja (benjamín), a la tiburona (Germán) por ser tan animal, la Fernanda (Fernando), la Gustava, guayaba o panuda (Gustavo) y a todos los demás muchas gracias por demostrar que siempre la unión es lo máximo. Luchen por sus deseos de la vida.

Y gracias a todos mis tíos y abuelos por estar siempre pendientes de todos.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar te agradezco a ti Dios, por ayudarme a terminar este proyecto, gracias por darme la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad, por ponerme en este mundo lleno de retos, por estar conmigo en cada momento de mi vida. Por cada regalo de gracia que me has dado y que inmerecidamente he recibido, prometiste una buena escuela y diste algo que fue más allá de mis expectativas, por lo que me doy cuenta que no te vale mi desarrollo, pero antes de ser un profesional quiero ser siempre tu hijo, ya que es el mejor privilegio que podemos tener, mas valioso que todos los títulos de la tierra.

Al Dr. Alejandro Hernández Herrera, por haberme apoyado y dedicado tiempo en la realización de este trabajo, por compartir conmigo conocimientos que me han formado dentro de la área agronómica, y por todos los consejos que me dio para la formación de mi persona y vida profesional.

Al Dr. Armando Rodríguez García, que quedo enormemente agradecido por dedicar tiempo a la revisión de este trabajo, pero además le agradezco la amistad y confianza que me brindó, y de manera importante

gracias doctor por haberme orientado al área agrícola ya que sus clases fueron muy enriquecedoras para mi formación agronómica.

Al MC. Fidel Maximiano Peña Ramos, al ayudarme de una manera incondicional en la parte de análisis de datos de este trabajo y contribuir de manera importante en la revisión de este trabajo. Además le reconozco su inmensa humildad y sencillez que posee, al ser una persona con claros principios y valores que lo enriquecen como persona, muchísimas gracias maestro.

A la MC. Sofía Comparan Sánchez, por apoyar a nuestra generación de agrobiólogos y por formar parte de este equipo de trabajo.

Al Ing. Rodolfo Martínez, aunque no formo parte del equipo de trabajo me permito agradecerle el haberme enseñado lo que es ser responsable en una empresa, la capacidad del liderazgo, por demostrarme la gran cultura que tiene y compartirla, por darme su sencillez, humildad y amistad, le agradezco mucho ingeniero, nunca me olvidare de usted.

## INDICE

DEDICATORIAS	3
AGRADECIMIENTOS	6
I.- INTRODUCCION	10
II.- OBJETIVO	12
III.- HIPOTESIS	12
IV.- REVISION DE LITERATURA	13
4.1.- Aspectos generales de la fertilización.	13
4. 1.1. Concepto de fertilizante.	13
4. 1.2. Tipos de fertilizantes.	15
4.1.2.1. Fertilizante orgánico.	16
4.1.2.2. Fertilizante químico.	20
4.1.2.3. Fertilizante biológico.	23
4.1.3. Formas de aplicación.	26
4.2.- La harina de hueso como fuente de nutrientes.	29
4.3.- Importancia del fosforo en los cultivos agrícolas.	32
4.3.1. La harina de hueso como fuente de fosforo en cultivos agrícolas.	33
V.- MATERIALES Y MÉTODOS.	34
5.1. Descripción del sitio.	34
5.2. Procedimiento.	34

5.3. Variables evaluadas.	37
5.4. Diseño experimental.	37
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	38
VII.- CONCLUSIÓN.	48
VIII.- LITERATURA CITADA.	49

## I.- INTRODUCCION

El fertilizante, es un insumo importante para la producción agrícola mundial. Su uso adecuado, permite al cultivo incrementar sus rendimientos, de lo contrario, los resultados esperados, pueden ser desfavorables (Suniga *et al.*, 2008). La baja productividad de los cultivos, ha permitido la búsqueda de nuevas alternativas adecuadas, que faciliten la nutrición a los sembradíos, entre ellas se encuentra el correcto uso de fertilizantes, un claro ejemplo del uso de estos, es en el estado de Guanajuato donde se obtiene una producción de tomate de cascara hasta de 10.8 ton/ha con una dosis de 300-80-00, mientras que con dosis de 250-80-00 se obtuvieron 10.3 ton/ha (Pérez y Granados, 2001). Otro ejemplo por citar, es el cultivo del frijol, al obtener rendimientos de 913.8 kg/ha de grano al aplicar una dosis de 80-50-00 kg/ha (Amado y Ortiz, 1999), de igual manera, para el cultivo de la avena, se obtuvo un rendimiento de 1945 kg/ha al aplicar una dosis de 80-0-0 (Amado y Ortiz, 2000).

En su contraparte con la fertilización inorgánica esta la fertilización orgánica, y por citar algunos ejemplos del uso de este tipo de fertilización, Ochoa *et al.*, (2009), utilizaron te de composta como fertilizante orgánico para la producción de tomate en invernadero obteniendo rendimientos de 18 kg/m<sup>2</sup>,

otro caso es lo reportado por Ruiz *et al.*, (2007), que presentaron resultados de 30 ton/ha de cebolla utilizando bagazo de caña de azúcar, de igual manera Buñay (2009) aplicando 30 ton/ha de estiércol de bovino logro una producción de 2.1 ton /ha de amaranto, a si mismo Alvares *et al.*, (2008), encontraron que aplicando 40 kg/ha de fertilizante enriquecido con silicio, materia orgánica y elementos menores produce hasta 9.2 ton/ha de arroz.

A pesar de los resultados antes mencionados, uno de los principales problemas de México se presenta en aquellas zonas agrícolas donde los suelos son demasiados calcáreos, como por ejemplo al norte de México ya que estos presentan un pH muy elevado y esto da como consecuencias que algunos nutrientes esenciales para las plantas como por ejemplo el fosforo se bloquen, de tal manera que es muy importante contar con fuentes alternas de fosforo para evitar posibles problemas de deficiencias de este nutriente. De acuerdo a lo antes mencionado la importancia de esta investigación se basó en buscar una fuente alterna de fosforo disponible para la planta la cual fue a partir de la harina de hueso beneficiando así a los productores, económica, logística y socialmente.

## II.- OBJETIVO.

### Objetivo general.

Evaluar la respuesta de harina de hueso como fuente de fosforo en plántulas de Jitomate tipo saladet (*Lycopersicum esculentum L.*).

### Objetivo especifico.

Reducir las deficiencias de fosforo en plántulas de Jitomate tipo saladet (*Lycopersicum esculentum L.*) en suelos calcáreos suministrando harina de hueso.

## III.- HIPOTESIS

La harina de hueso reduce significativamente las deficiencias de fosforo en plántulas de jitomate tipo saladet (*Lycopersicum esculentum L.*) en suelos calcáreos.

## IV.- REVISION DE LITERATURA.

### 4.1. Aspectos generales de la fertilización.

#### 4.1.1 Concepto de fertilizante.

Los fertilizantes son sustancias sintetizadas químicamente por el hombre u obtenidas a través de procesos naturales como la elaboración de compostas y lombricompostas principalmente, que contienen uno o más de los nutrientes que requieren los vegetales para su crecimiento y desarrollo en forma concentrada (Rueda, 1991).

Se han realizado infinidad de investigaciones tanto en la fertilización inorgánica como en la orgánica, por ejemplo, se ha comprobado que a través de la fertilización química se ha logrado aumentar la concentración de carbohidratos en plántulas de *Pinus palustris* a través de una fertilización nitrogenada lo que les proporciona resistencia contra enfermedades (Rodríguez *et al.*, 2002), así mismo los fertilizantes químicos se han utilizado para la producción de avena libre de metales pesados por la utilización de agua contaminada para riego a través de una fertilización nitrogenada y fosfórica (Amado y Ortiz, 2001), también la fertilización química ha cobrado importancia

para incrementar la acumulación de follaje en pastizales con la aplicación de la fertilización nitrogenada (Fernández, 2001). De igual forma la fertilización orgánica se ha utilizado para incrementar la producción y calidad del apio (Sánchez *et al.*, 2007), también se han hecho combinaciones entre los dos tipos de fertilización como es el caso de la utilización de la fertilización inorgánica con nitrógeno, fósforo y potasio (N,P,K) y la fertilización orgánica (estiércol de gallina) para mejorar los rendimientos en la producción de maíz y aumento de la fertilidad del suelo de origen volcánico (Hirzel *et al.*, 2004), de igual manera que la fertilización inorgánica, la orgánica también se ha empleado para la producción del pasto Taiwán *Pennisetum purpureum* a través de enmiendas orgánicas y fertilizante químico (Vázquez *et al.*, 2009).

Cabe mencionar que los cultivos en su mayoría y en casi todos los suelos, responden muy bien a la aplicación de los fertilizantes, además de elevar los rendimientos si se emplean de manera racional, también mejoran el color de los frutos y flores, aumentan el contenido de proteínas, minerales y vitaminas en los alimentos (N.P.F.I., 1974), muestra de esto, es lo encontrado por Pérez (1975) al encontrar un 14.7 % de proteína con 100 Kg de nitrógeno en cultivos de jitomate, de manera similar Torres (1996) encontró que la fertilización foliar a base de nitrógeno aumenta el tamaño en jitomate, con dosis de 10-4-7-2-4 litros/ha. Por otro lado Hernández (1997) menciona que el calcio aumenta el diámetro ecuatorial y polar, y el boro aumenta los grados Brix para la producción de manzana.

#### 4.1.2. Tipos de fertilizantes.

Los fertilizantes que se utilizan para la producción agrícola, generalmente suministran tres elementos nutritivos para el crecimiento y desarrollo del vegetal, que son el Nitrógeno, Fósforo que está expresado en forma de  $P_2O_5$  y el Potasio, expresado en forma de  $K_2O$  (Cooke, 1978). Estos elementos nutritivos generalmente son sintéticos, mejor conocidos como fertilizantes inorgánicos, que se utilizan principalmente para la producción de los cultivos agrícolas ya que estos interactúan en la planta de una manera fisiológica, estimulando así el incremento del diámetro de tallo, volumen de raíces y porcentaje de materia seca del vástago a través de la incorporación de potasio para la producción de plántulas de jitomate (Parra, 2010), también se utilizan para mejorar la calidad nutricional como por ejemplo aumentar la proteína en maíz para ensilaje (Soto *et al.*, 2004).

La fertilización asimismo ha cobrado importancia para determinar el sexo, establecimiento de frutos, precocidad y rendimiento del cultivo del zapallito redondo de tronco *Cucúrbita máxima* (De grazia *et al.*, 2003), o simplemente para incrementar el rendimiento del melón a base de una fertilización nitrogenada (Pérez *et al.*, 2004).

Otra forma de suministrar estos nutrimentos es proporcionarlos a través de productos derivados de la descomposición o fermentación de estiércoles y desechos de vegetales (California Fertilizer Association, 2004), a través de composteos o de lombricompostas, por ejemplo, las compostas se han utilizado conjuntamente con estiércol en la producción de lechuga (Fraga *et al.*, 2007), se han utilizado también como mejoradores de las propiedades físicas del suelo (Seguel *et al.*, 2003), de manera similar, la lombricomposta ha cobrado importancia en la formación de la dieta nutricional en sistemas hidropónicos, como es el caso de la utilización de extractos líquidos de estiércol de bovino para la nutrición vegetal de jitomate (Capulín *et al.*, 2001), también se ha utilizado para fertilizar cultivos exóticos como el Xoconostle (Zavaleta *et al.*, 2001).

Sin embargo otra forma de suministrar nutrientes a los cultivos es por medio de la utilización de microorganismos, principalmente hongos y bacterias. A estos microorganismos se les denomina biofertilizantes. Muestra de esto tenemos que la biofertilización se ha utilizado para la producción de pastos a base de micorrizas (Noda, 2009), y a base de bacterias en pasto buffel (Loredo *et al.*, 2008). Esta forma de fertilizantes se han aplicado también para la producción de hortalizas a base de micorrizas y bacterias en Jitomate y Chile (Olalde *et al.*, 2008), igualmente se han utilizado para el crecimiento y rendimiento a base de micorriza en Cártamo (Díaz *et al.*, 2008).

#### 4.1.2.1. Fertilizantes orgánicos.

El manejo de los abonos orgánicos ha sido tradicionalmente utilizado por los agricultores de pequeñas extensiones de tierra, incorporando directamente materiales orgánicos (estiércoles, desechos domésticos de frutas y verduras, desechos agrícolas verdes y secos) a su agrosistema (Nieto *et al.*, 2002). Por citar algunos de los beneficios de los fertilizantes orgánicos, Orellano (1997) presento rendimientos de fruto en tomate de 1.12 Kg/planta a base de abonos orgánicos, de manera semejante estos abonos se han utilizado para la producción de jitomate en invernadero (Márquez *et al.*, 2008), y para la producción de pimiento morrón (Capulín *et al.*, 2007).

Compostas.

La composta se emplea en la agricultura como mejorador de suelos, presentándose como uno de los procesos más apropiados para el tratamiento de los residuos sólidos, tanto municipales como los generados en algunas fuentes específicas (Sauri y Castillo, 2002). Ochoa *et al.*, (2009), utilizaron te de composta como fertilizante orgánico para la producción de tomate en invernadero obteniendo rendimientos de 18 kg/m<sup>2</sup>; también las compostas de acuerdo a Widman *et al.*, (2005) manejaron abono derivado del proceso del compostado como mejorador de suelos para cultivos, por otro lado Nieto *et al.*, (2002) encontraron que dosis de 25 ton/ha de composta, es la más adecuada para la producción del cultivo de chile, y para fines de biorremediación de suelos agrícolas los mejores resultados se obtienen con una dosis de 50 ton/ha. Otro caso peculiar, es lo demostrado por de la Cruz *et al.*, (2009) al

obtener rendimientos de 39.8 ton/ha de jitomate a base de una fertilización derivada de compostas.

#### Lombricompostas.

Los derivados del proceso del lombricompostaje conocidos como humus y ácidos húmicos son utilizados en la agricultura con diferentes fines como lo demostrado por Altamirano y Aparicio (2002) al utilizar la lombricomposta como sustrato en la germinación y crecimiento inicial en pinos, del mismo modo se ha utilizado para el crecimiento y desarrollo del jitomate (Moreno *et al.*, 2005), de igual manera se han utilizado como mejoradores de suelos (Durán y Henríquez, 2010).

La lombricomposta también se ha utilizado como abono para plantas y jardines (Ancona *et al.*, 2006), y de acuerdo a la información arrojada por villa *et al.*, (2008) el lombricompostaje se ha utilizado para controlar plagas específicas como los barrenadores, de manera similar, Manjarrez *et al.*, (1999) demostraron que la lombricomposta se puede utilizar para fines fisiológicos como el desarrollo e incremento de la tasa fotosintética en chile serrano, sin embargo, la lombricomposta también posee efectos inhibitorios al interactuar con la sal en el crecimiento en plantas de tamarindo (Oliva *et al.*, 2008).

Así mismo la lombricomposta se ha utilizado también para la producción orgánica de tomate de cascara a base de vermicomposta (Velasco *et al.*, 2001), al igual que en la producción de cultivos graníferos como en la producción de sorgo a base de vermicomposta (Reddy y Katsumi 2004).

Bocashi.

Otra forma de abono orgánico es el tipo bocashi que consiste en la fermentación con un grado prácticamente nulo de descomposición, que contiene un alto nivel de materia orgánica y son ricos en nutrientes para la planta e incorporan gran cantidad de microorganismos benéfico al suelo (Rodríguez *et al.*, 2005), formado principalmente por estiércol, paja, tierra, carbón, y melaza, el cual ha generado incrementos en el crecimiento del café (Romero *et al.*, 2000), y de manera importante ha contribuido este tipo de fertilizante en la producción de banana (Stella *et al.*, 2006), como también en la producción de cebolla (Mendez y Viteri 2007), y producción de plántulas de plátano (Arcila *et al.*, 2002).

Importancia de los fertilizantes orgánicos.

La agricultura orgánica es un movimiento que promueve la transformación de los desechos orgánicos procedentes del hogar, la agricultura, mercado, desazolve de drenes, entre otros, en un material llamado humus, mediante procesos de descomposición aeróbica bajo condiciones

controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos.

La calidad del humus dependerá de la materia orgánica utilizada en su producción, teniendo humus con diferentes características fisicoquímicas al igual que microbiológicas, por lo que mientras mayor sea la diversidad de elementos que dan origen a dicho humos mayor será su contenido de nutrientes y de microorganismos. Existen diferentes procesos de producción de humus, están las compostas de superficie, la lombricomposta, el bocashi, el nitrobora, y también existen ciertos elementos que van a enriquecer ese humus, como son las harinas y los vióles o fermentos, todo esto con la finalidad de tener un humus de mejor calidad y que mejore la fertilidad del suelo (Félix *et al.*, 2008).

#### 4.1.2.2. Fertilizantes químicos.

Los fertilizantes inorgánicos o químicos son sustancias sintetizadas por un proceso industrial que contienen en cantidades suficientes los nutrientes que necesitan las plantas porque además del aire, luz y agua, es necesario proporcionar a todas las plantas, sales solubles de algunos elementos nutritivos para inducir a un buen crecimiento y desarrollo de los vegetales (Cooke, 1978).

Una de las formas de cómo incorporar estos elementos nutritivos además de la fertilización orgánica, es la inorgánica. Una de las ventajas de este tipo de fertilización química, es su capacidad de incrementar los

rendimientos de los cultivos en gran manera, como es el caso de la papaya al presentar rendimientos de 30.4 ton/ha (Mellado *et al.*, 2005), y también a favorecido a los cultivos de cebolla teniendo rendimientos hasta de 31 500 kg/ha (Viloria *et al.*, 2003).

Otros beneficios importantes de la fertilización inorgánica es la importancia que ha tenido en el incremento de materia seca hasta de un 11.8 y 17.5 % como en el caso del maíz forrajero (Cueto *et al.*, 2006). En este tipo de fertilización existen muchas formas de aplicar los elementos nutritivos para los vegetales, entre las principales están las fertilizaciones nitrogenadas, fosfatadas, potásicas entre otras.

Por otra parte la fertilización constituye uno de los principales factores que limitan la producción agrícola, los cultivos absorben sólo una fracción del fertilizante aplicado que oscila entre 10 y 60 % (Peña *et al.*, 2002), por tal motivo la producción y la demanda de fertilizantes que aportan nitrógeno se ha incrementado más rápido que cualquier otro tipo de fertilizantes (Lesur, 2006), debido a que sus usos son muy variados, por ejemplo, la importancia que tiene un fertilizante nitrogenado es que mejora la calidad organoléptica del tomate (Hernández *et al.*, 2002), otra aplicación que se le da a la fertilización nitrogenada es para incrementar la proteína en el maíz forrajero, que se han logrado porcentajes de un 23 y 37% (Soto *et al.*, 2004), también se ha utilizado para inducir una recuperación en el crecimiento de plantas de maíz después de una inundación (Meléndez *et al.*, 2001).

Por otro lado se ha encontrado que incorporando 100kg de nitrógeno por hectárea incrementa el rendimiento en la lechuga y de igual manera aplicando 150 kg de N por hectárea en repollo se obtienen incrementos (Añes y Espinoza, 2003), igualmente se ha utilizado para incrementar rendimientos y proteína en pastos forrajeros como el pasto elefante (Márquez *et al.*, 2007).

Otro elemento importante para el crecimiento de las plantas es el fósforo (P). Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere una adecuada dosis de P para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima.

Se ha reportado que dosis de 45 y 60 kg/ha de  $P_2O_5$  han logrado incrementar los rendimientos en soja y trigo (Hernández *et al.*, 2009), mientras que en papa se han reportado 4.3 Kg/m<sup>2</sup> de plántulas a partir de una fertilización fosfatada (Giorgetta *et al.*, 1993), de igual manera Montenegro y Mera (2009), reportaron rendimientos de 2456 kg/ha en chícharo y de forma interesante Ron y Loewy (1987) mencionaron que el P después de dos años disminuye su disponibilidad.

Este tipo de fertilización tiene una gran importancia en la producción de minitubérculos de papa para la producción de semilla, ya que con dosis de 80 kg/ha de  $P_2O_5$  se pueden obtener incrementos en la producción (Torre, 1999).

Fertilizantes potásicos.

La importancia de este modo de fertilización radica en que el potasio estimula el crecimiento de la raíz y mejora la resistencia de las plantas a las enfermedades, favorece la formación de vasos xilemáticos más grandes como en el caso del cultivo de algodón, debido a que incrementa el contenido de aceite y sistema radical.

El potasio mejora la calidad y el tamaño de los frutos y hortalizas y aumentan la resistencia de las plantas al invierno. Se ha encontrado que el potasio es requerido con más frecuencia por árboles frutales, como los ciruelos, y por hortalizas cuya producción de carbohidratos es muy alta (California Fertilizer Association, 2004).

Ruiz y Sadzawka (2002) encontraron que un suelo deficiente de potasio a través de una fertilización potásica después de 3 años deja de serlo. En los cultivos cítricos la fertilización potásica en cultivos de *Citrus sinensis* según Opazo y Razeto (2001) reportaron que aumenta la acidez del jugo. Por otro lado, la fertilización potásica ha tomado importancia también en cultivos industriales por aumenta la cantidad de proteína (Sawan *et al.*, 2007), y un fertilización a base de potasio, Cárdenas y Rojas (2003) encontraron que el nitrato de potasio al 8% promueve la estimulación de botes vegetativos, mixtos y totales, mas sin embargo, Lee (1974) encontró que la fertilización potásica no induce a generar incrementos significativos en la producción de trigo.

#### 4.1.2.3. Fertilizantes biológicos.

El importante papel que juegan los microorganismos dentro del manejo sostenible de los agroecosistemas es muy bien conocido a nivel mundial. Es por ello que en las últimas décadas se ha originado paso a paso un gran interés en la búsqueda y utilización de biofertilizantes o inoculantes microbianos para la producción agrícola y forestal de México.

En los años treinta y cuarenta principalmente, la inoculación con bacterias rizosféricas no simbióticas y asociativas, tales como fijadora de nitrógeno *Azotobacter* o como la solubilizadora de fosfatos *Bacillus megaterium* fue utilizada a gran escala en Rusia y Europa del este (Padilla y Hernández, 2007).

Hoy en la actualidad esta forma de fertilización ha tomado mucho auge debido a que son fertilizantes nobles o amigables ecológicamente para el medio ambiente, que además contribuyen de igual manera a que otros tipos de fertilizantes aumenten los rendimientos de los cultivos, como por ejemplo en la cebolla, que se reportaron incrementos en la calidad y producción total al utilizar micorrizas (Agudelo y Casierra, 2004), otro ejemplo por citar, es la importancia que ha adquirido en la producción de pastos forrajeros al mostrar las plantas una mayor altura, vigor, mayor área foliar e incrementan los rendimientos entre 15 y 50%, además protege las raíces contra ciertos hongos patógenos (Noda, 2009).

Los hongos utilizados para la elaboración de biofertilizantes son conocidos como micorrizas que significa hongo de la raíz, y esta relación

simbiótica que se establece entre el hongo y las plantas aprovechan mejor el agua y principalmente nutrientes, ejemplo de ello, se tiene que al utilizar el hongo micorrízico arbuscular (HMA) en la producción de frijol que se promueve la sostenibilidad del suelo manteniendo la materia orgánica, nitratos, fósforo y potasio (Salinas *et al.*, 2007), otra aplicación de los biofertilizantes es en los cultivos de soya al inocular la micorriza *Glomus intraradices* obteniendo más de 3500 kg/ha (Duran *et al.*, 2007).

También los fertilizantes elaborados a base de hongos a cobrado gran importancia en cultivos graniferos como el sorgo, que se han reportado incrementos en la rentabilidad de la producción de un 22% en comparación de un fertilización química (Díaz *et al.*, 2007), sin embargo Pecina *et al.*, (2007), mencionaron que la fertilización con el hongo *G.intraradices* y la fertilización química presentan los mismos rendimientos en el sorgo, pero nuevamente Pecina *et al.*, (2007) demuestran que el hongo *G.intraradices* al ser inoculado en sorgo en diferentes condiciones de humedad tiende a incrementar el rendimiento y porcentaje de proteína en el grano.

Por otro lado en la biofertilización, las bacterias juegan un papel muy importante ya que son las encargadas de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo de una forma asimilable para el cultivo, fundamento a esto, Martínez (2007) halló que la aplicación de la bacteria *Azospirillum brasilense* incrementó la biomasa seca en un 69.5%, en peso de la raíz al incrementar 85.5%, y el peso de la panoja 96% con respecto a un cultivo no fertilizado, de igual manera García *et al.*, (2007) demuestra que la biofertilización a base de cepas nativas

de *A. brasilense* incrementan el rendimiento de grano y la rentabilidad del sorgo y maíz, sin embargo García *et al.*, (2007) dan a conocer que el uso de la bacteria *Azospirillum* puede ser benéfico para tener incrementos en los rendimientos de grano en los cultivos de sorgo y maíz debido a que presentaron un incremento en los rendimientos entre un 12% y un 18% en comparación a la fertilización química que presento incrementos entre un 12.6% y un 30%.

Martínez y Jasso (2007), demuestran que el uso de biofertilizantes a base de la bacteria *Azospirillum spp.* no presenta diferencias en el incremento del cultivo cuando se utilizan diferentes métodos de preparación del suelo.

#### 4.1.3. Formas de aplicación de los fertilizantes.

Los fertilizantes se utilizan para suministrar los nutrientes que faltan en el suelo o en el medio de cultivo en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas en crecimiento. Al seleccionar los métodos de aplicación de los fertilizantes, se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Las características de enraizamiento de la especie que va a sembrarse.
- Los requerimientos de la planta de varios nutrientes en diferentes etapas del crecimiento.

- Las características fisicoquímicas de los fertilizantes que serán aplicados.
- La disponibilidad de humedad.
- El tipo de sistema de riego que se utilizará si el riego es la única fuente de agua.

Los fertilizantes que se agregan a los suelos sufren transformaciones que pueden modificar su disponibilidad. Los métodos de aplicación están directamente relacionados con el suelo que da la planta a los nutrientes y los cambios que sufren estos en el suelo. Los métodos de aplicación deben ser lo más precisos y eficaces siempre y cuando no salgan de los límites económicos (California Fertilizer Association, 2004).

Fertirriego.

El mejoramiento de la eficiencia del uso de los fertilizantes y la aplicación de mejores técnicas en el uso del agua son una prioridad para producir alimentos en forma sostenible (Aguilar *et al.*, 2005), además el ahorro de tiempo, mano de obra, equipo y costos de combustible son las ventajas de la aplicación de los

Fertilizantes en el agua de riego.

Mediante el Fertirriego los nutrientes van directamente a la planta y en las cantidades suficientes para el crecimiento y desarrollo de la planta. Basso

*et al.*, (2008), mencionan que las plantas se desarrollan mejor cuando la humedad es uniforme en el cultivo, al igual Matias *et al.*, (2008) reportaron que la aplicación de los fertilizantes vía fertirrigación incrementa el desarrollo vegetativo de la palma de coco enano, esta técnica de aplicación de los fertilizantes, se ha utilizado en los cultivos de Chile, mostrando incrementos de 68.8% con un riego por goteo subsuperficial en comparación con un riego por goteo superficial (Aguilar *et al.*, 2005).

Aplicación de fertilizante vía Foliar.

Las necesidades de nutrientes primarios y secundarios pueden cubrirse en parte mediante aspersión foliar, pero deben de ser complementarios a un programa integral de fertilizantes aplicados al suelo (California Fertilizer Association 2004).

La fertilización foliar se realiza principalmente para aplicar micronutrientes a la planta como en el caso de esta investigación que se aplicó así en algunos tratamientos la harina de hueso una vez fermentada, esta actividad principalmente se hace en árboles frutales y algunas veces en hortalizas, por ejemplo, Cervantes *et al.*, (2007) encontraron que la fertilización foliar con Fulvato de calcio incrementa el contenido de vitamina C, sólidos solubles totales y el rendimiento en el pimiento morrón, por lo contrario, para el cultivo del aguacate, Herrera *et al.*, (2007) mencionan que las aplicaciones foliares no hacían efecto en el primer año, si no hasta el segundo mostrando que la fertilización foliar tuvo residualidad.

Por su parte Barrios *et al.*, (2009) aplicaron la fertilización foliar basada en zinc en el nogal pecanero, aunque ninguno de los tratamientos mejoró en forma significativa la concentración de zinc en las hojas, mejoro resultados en un 34.84 %. Sin embargo, cuando se presenta algún fenómeno climatológico que afecte nuestro cultivo como inundaciones, de acuerdo a Meléndez *et al.*, (2006) las aplicaciones foliares no tienen efecto.

#### Aplicación de fertilizante vía Superficial

La fertilización superficial es la más practicada generalmente en todos los cultivos, esta puede ir enterrada como se hizo al aplicar la harina de hueso en esta investigación en plántulas de jitomate, de igual manera en el caso del sorgo de temporal o superficial como en la caña de azúcar, dependerá de las condiciones que nos brinde el cultivo. Por ejemplo, en la fertilización del tomate se han logrado aumentar el peso del fruto y su calidad de forma que cumpla con la norma de calidad (Arellano y Gutiérrez, 2006). De manera similar, Meléndez *et al.*, (2006) afirman que en el cultivo de maíz, cuando sufre un exceso de humedad, ya no es posible recuperarlas con fertilizaciones edáficas.

#### 4.2.- La harina de hueso como fuente de nutrientes.

La harina de hueso, en cualquiera de las formas que se la obtenga, es una fuente de fósforo y calcio que puede ser utilizada en la alimentación animal, y en los cultivos como un buen fertilizante orgánico. Al respecto, deben

tenerse en cuenta las restricciones que se recomiendan en cada método de obtención.

La harina de hueso se puede preparar de diferentes maneras, pero la más recomendable es la calcinada para evitar contaminaciones que pudiera contener. Hay muchas técnicas para usar el hueso para la nutrición animal o como fertilizante. Una de las formas es fabricándola desecando y moliendo los huesos frescos, este método no es muy recomendable ya que el hueso no pasa por ningún proceso de esterilización y puede ser fuente de propagación de enfermedades. Otra forma es hervir los huesos en contenedores grandes hasta que se desprenda todo el material que contiene alrededor, se seca y se muele. Este tratamiento aun así no libera de las posibles contaminaciones que pudieran contener los huesos.

La harina de hueso que se obtiene ya sea por vapor a presión o por medio de la calcinación, cualquiera de los métodos utilizados da una harina de hueso diferente y utilizable, pero con diferentes contenidos de calcio o fósforo.

La harina de hueso obtenida a base de vapor a presión es conocida comercialmente como "autoclavada", debido a que se la obtiene por medio de un digestor, muy similar a una autoclave, donde el agua es calentada a presión.

Metidos los huesos dentro de esa olla a presión, se los cocina por más de 30 minutos, y se obtiene un producto esterilizado, pero con materia orgánica; es decir, con los residuos de carne y tendones cocinados, y es por

ello que en su composición tendremos una cantidad significativa de proteína, que varía generalmente entre 5 y 8%.

Las concentraciones de fósforo pueden ir de 11 a 14% y el contenido de calcio varía entre 24 y 29%. Estos valores son generales de tabla; pueden variar, pero no muy lejos, de estos parámetros.

La harina de hueso calcinado es aquella que se obtiene mediante la calcinación de los huesos; es decir, colocados en una superficie dura, ya sean de tierra compactada o de ladrillo y, después de amontonarlos, se les prende fuego hasta quedar convertidos en cenizas. Este producto final no tiene materia orgánica y solo aporta minerales; el contenido de materia seca es aproximadamente un 97% y su contenido en calcio está en un rango del 32%.

La concentración en fósforo varía entre 15 y 18%. Cualquiera que sea la técnica utilizada para obtener la harina de hueso, la cantidad de fósforo será de acuerdo al tipo de hueso utilizado, ya que los valores dados corresponden al esqueleto de un animal entero. Si se utilizan huesos planos, como costillas y cabeza solamente, las cantidades de fósforo serán muy inferiores a las descritas. En otras palabras los huesos largos tienen más fósforo que los planos. Cada materia prima obtenida del hueso puede ser utilizada en la forma que corresponda, ya sea en nutrición animal o como abono. Hay que tener en cuenta que es un producto de origen orgánico y que tiene un importante aporte de fósforo, además, es rica en calcio, minerales que bien balanceados dan excelentes resultados en animales y vegetales (Gibert, 2010).

#### 4.3.- Importancia del fosforo en los cultivos agrícolas.

En la década de los 40's, las cantidades de P adicionales en suelos eran de 50-100 kg/ha de  $P_2O_5$  incrementándose hasta 1000-1500 kg/ha de  $P_2O_5$  entre 1970-1980, con una racionalización de la cantidad aplicada a niveles de 450-600kg/ha de  $P_2O_5$  en la últimas décadas.

La cantidad de fosforo depende de factores como, 1.- la cantidad de P total y orgánico, que determina su disponibilidad para el cultivo en los diferentes suelos, 2.- la cantidad de P disponible que aumenta con los años de uso del terreno de 2mg/año de P cuando se fertiliza con niveles mayores a 450 kg/ha/año, de P cuando se fertiliza con niveles mayores a 450 Kg/ha, 3.- debe ser menor en suelos de textura franco arenosa que en otros de textura más fina, 4.- puede ajustarse a niveles críticos de P en el suelo y foliar confiables, un ejemplo claro es en el cultivo de la papa que para el rendimiento de tubérculos, biomasa aérea, biomasa total, y altura de planta fue necesario aplicar el fertilizante fosfatado al comienzo de cada cultivo, ya que el efecto residual que deja el P tras un año de su aplicación fue muy bajo.

Alvarado *et al.*, (2008) encontraron que al aplicar 600 kg/ha de  $P_2O_5$  se puede obtener un rendimiento de 16.49 ton/ha de papa por 2 años consecutivos. Por otro lado Arzeno *et al.*, (2008) registraron que por cada 20

unidades de fósforo suministradas al suelo por fertilizantes fosfatados, hay un incremento de una ppm al año del mismo.

#### 4.3.1. La harina de hueso como fuente de fósforo en cultivos agrícolas.

El fósforo debido a su escasa existencia en los suelos agrícolas, por varias décadas se han buscado fuentes alternas de este nutriente, entre estas están los fertilizantes químicos fosfatados a base de roca fosfórica y los fertilizantes orgánicos, como lombricompostas, compostas, entre otros.

Algo innovador de índole orgánico es la obtención de fósforo a partir de la harina de hueso que se está abordando sobre estas posibles fuentes de fósforo, tal es lo reportado por Romina *et al.*, (2009) quienes demostraron que la combinación de lombricomposta y harina de hueso, a dosis de 2 kg/m<sup>2</sup> de lombricomposta y 150 gr/m<sup>2</sup> de harina de hueso, es la mejor enmienda para las propiedades del suelo y aumenta significativamente la productividad de la acelga.

Por otro lado, Pool *et al.*, (1998) demostraron que al aplicar harina de hueso en cultivos de café, aumentan drásticamente la actividad microbiana lo cual beneficia a la productividad del mismo.

## V.- MATERIALES Y MÉTODOS.

### 5.1 Descripción del sitio

Esta investigación se estableció en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo; Coahuila, México, entre en las coordenadas geográficas 25° 22 00" latitud norte y 101° 01" 00" longitud oeste, con una altitud de 1743 msnm. Se llevo a cabo en las instalaciones del establo en un microtúnel, con orientación de oeste-este, con una superficie de 3m<sup>2</sup>, presento una ventilación pasiva mediante ventanas laterales y temperatura en el día de 18/32°C y por las noches de 20/18°C.

### 5.2 Procedimiento

Obtención de la harina de hueso.

En esta investigación, primeramente se llevo a cabo la recolección de huesos secos de diferentes animales (res, caballo, asno.), así mismo, se recolectó madera (leña) seca, posteriormente se fueron apilando de forma alternada huesos y madera para que encenderlos durante 3 horas hasta

obtener la incineración de los huesos, después de esto se dejaron enfriar por 12 horas y enseguida se recolectaron en un costal.

Posteriormente se prosiguió a la molienda de huesos, utilizando un molino eléctrico hasta obtener la harina. Previamente se mezcló harina de hueso con harina de maíz en relación 2-1 y se puso a fuego sobre un comal durante 10 minutos, con el objetivo que se tostaran y la harina de maíz se adhiriera sobre la harina de hueso con la finalidad que la harina de maíz proporcionara más micronutrientes al suelo.

Establecimiento del cultivo.

Para el trasplante, se utilizaron macetas con una capacidad de 2 kg, las cuales se rellenaron de forma manual con suelo agrícola tipo Feozem – calcáreo previamente tamizado, y se acomodaron fijamente por tratamientos.

Las macetas se fueron acomodando dentro de un microtúnel, con una separación de 10cm entre ellas. Las plántulas de jitomate se germinaron en charolas (previamente desinfectadas) utilizando como sustrato lombricomposta de bovino de leche, posteriormente las plántulas se trasplantaron un mes después de la siembra de forma manual.

Antes del trasplante se tomaron seis gr. de harina de hueso, de los cuales tres gr. se homogenizaron con el resto del suelo de la maceta, los otros tres gr. se revolvió con suelo suficiente para tapar el cepellón de la plántula, para lo cual se hizo un orificio no mayor a diez cm para efectuar el trasplante.

Este proceso se hizo en todas las plántulas las cuales su tratamiento así lo requería. Los riegos se aplicaron dos veces al día, uno por la mañana y otro por la tarde.

#### Tratamientos.

Los tratamientos o aplicaciones a las plántulas fueron los siguientes:

- Tratamiento 0 (testigo).- no se le aplico harina de hueso, nada más se utilizo suelo.
- Tratamiento 1.- Harina de hueso incorporada al suelo.
- Tratamiento 2.- harina de hueso suministrada al suelo y aplicación foliar (fermento de la harina de hueso).
- Tratamiento 3.- Aplicación foliar (fermento de la harina de hueso).

#### Fechas de muestreo

Los muestreos se realizaron a los nueve días después del trasplante muestreando con un intervalo de tres días, se establecieron seis fechas de muestreo las cuales fueron:

Primero, 25 de Agosto.

Segundo, 27 de Agosto.

Tercero, 29 de Agosto.

Cuarto, 31 de agosto.

Quinto, 2 de septiembre.

Sexto, 4 de septiembre

### 5.3 Variables evaluadas

La evaluación del trabajo, consistió en las siguientes variables:

- Número de hojas, contabilizando el total de hojas por repetición de cada tratamiento.
- Coloración de hojas por medio de las tablas de Munsell, con la ayuda de una persona más para definir el color de cada muestra.
- Altura de la plántula, que se midió con un regla utilizando como unidad de medida los centímetros (cm), midiendo desde el ras del suelo hasta la parte más alta de las plantas para cada repetición de cada tratamiento.
- Área foliar utilizando la fórmula matemática de Hardon *et al.*, (1969).

### 5.4 Diseño experimental

La evaluación se realizó con un arreglo factorial con dos factores en un diseño completamente al azar. Donde; el primer factor representaba a los tratamientos y el segundo factor representaba a los muestreos con cinco

repeticiones por los cuatro tratamientos. Los datos que presentaron diferencia significativa o altamente significativa fueron analizados a través de la comparación de medias por medio de la prueba de Tukey en el paquete de diseños experimentales plataforma R versión 2. 13. 1.

## VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza que se presentan en el (Cuadro 1) nos indican que hay diferencias altamente significativas en las fuentes de variación tratamientos y muestreos en las tres variables consideradas, mientras que en la fuente de variación de interacción no se observan diferencias significativas en ninguna de las variables. Es decir, si se comparan los tratamientos entre sí, o los muestreos, existe una diferencia significativa muy marcada, pero, si se compara un muestreo con un tratamiento, entonces no se observa dicha diferencia ya que los resultados son muy similares, tal vez por lo anterior no se aprecian diferencias significativas en la interacción de los tratamientos con muestreos. En relación con los CV, se observan valores desde 4.5 en AF hasta 19.84% en NH, lo que nos indica la confiabilidad del trabajo.

<b>FV</b>	<b>G. L</b>	<b>AF</b>	<b>AP</b>	<b>NH</b>
Tratamientos	3	0.00085 ***	76.208 ***	23.957 ***
Muestreos	5	0.000725***	90.967 ***	45.723 ***
Trat : mues	15	0.00002076	2.393	0.881
Residual	96	0.00005875	6.706	3.306

C. V	4.50%	18.24%	19.84 %
------	-------	--------	---------

C. V: Coeficiente de variación, \*: diferencia significativa (0.05), \*\*: altamente significativa (0.01), \*\*\*: extraordinariamente significativo (0.001), AF: área foliar, AP: altura de la plántula, NH: número de hojas.

Cuadro 1. Análisis de varianza de los tratamientos y muestreos de las variables evaluadas en plántulas de jitomate aplicando harina de hueso.

Al realizar la comparación de medias en los tratamientos y muestreos de todas las variables evaluadas (Cuadro 2.), se observó que tanto en los tratamientos como en los muestreos existe una diferencia importante al contrastar la media mínima con la media máxima observada entre ellos en las diferentes variables evaluadas, por ejemplo, al analizar los tratamientos se observó que en la variable AF presento una media general de 16.7 cm<sup>2</sup>, y al comparar la media máxima de 22.5 cm<sup>2</sup> observada en el tratamiento tres y la mínima de 13.4 cm<sup>2</sup> del tratamiento uno, se aprecia un rango de 9 cm<sup>2</sup> debido probablemente a que la planta empieza a mostrar cual es el tratamiento que le aporta menor cantidad de fósforo, ya que la deficiencia de este elemento se nota al disminuir el área foliar, este caso esta deficiencia se mostro en el tratamiento uno al presentar la media más baja.

En la altura de planta (AP) se obtuvo una media general de 14.1 cm con una máxima observada de 16.3 cm en el tratamiento tres y la mínima de 12.6 cm del tratamiento uno, con un rango de 3.65 cm. Quizá esto se manifestó debido a que el fósforo es muy importante para el crecimiento de la planta ya que activa el desarrollo inicial el cual lo mostro el tratamiento tres, al presentar la media más alta.

Finalmente en el numero de hojas (NH) se obtuvo una media general de 5.7 hojas con una máxima de 6.3 hojas en el tratamiento tres y la mínima de 5.1 hojas del tratamiento uno, con un rango de 1.2 hojas lo que significa seguramente que el NH está estrechamente relacionada con el AF, es decir, la una contiene a la otra al tener un efecto importante el fosforo sobre estas variables.

Esto antes descrito demuestra que si hay diferencias muy marcadas. Sin embargo al comparar las medias de los tratamientos con las medias de los muestreos no existe tal diferencia significativa ya que los valores obtenidos son muy similares entre sí.

T	FV	AF(cm <sup>2</sup> )	AP (cm)	NH
	μ Gral.	16.793	14.195	5.75
	μ ≥ (T3)	22.5	16.333	6.333
	μ ≤(T1)	13.457	12.683	5.1
	R	9.043	3.65	1.233
M	μ Gral.	16.793	14.195	5.75
	μ ≥ (M6)	24.573	17.175	6.95
	μ ≤ (M1)	11.324	11.925	4.45
	R	13.249	5.25	2.5

AF: área foliar, AP: altura de plántula, NH: numero de hojas, T: tratamiento, M: muestreo, μ: media general, μ ≥: media máxima, μ ≤: media mínima, R: rango, T1, 3: tratamiento 1 y 3, M1 y M6: muestreo 1 y 6.

Cuadro 2. Comparación de medias de tratamiento y muestreos de las variables evaluadas en plántulas de Jitomate aplicando harina de hueso.

Comportamiento de la variable área foliar por la prueba de Tukey

Con la prueba de tukey, en la (Figura 1), se observó que el comportamiento del área foliar indica que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos y entre muestreos, es decir, que a través del tiempo el área foliar se mostró siempre ascendente debido a que la planta se encontraba en pleno crecimiento y desarrollo.

De acuerdo al comportamiento de las plántulas se expresó el T3 como el mejor tratamiento presentando una área foliar máxima a nivel plántula en el último muestreo de  $35.3 \text{ cm}^2$ , siendo este un 32.5 % superior al testigo ya que este género una área foliar máxima en el último muestreo de  $23.8 \text{ cm}^2$ .

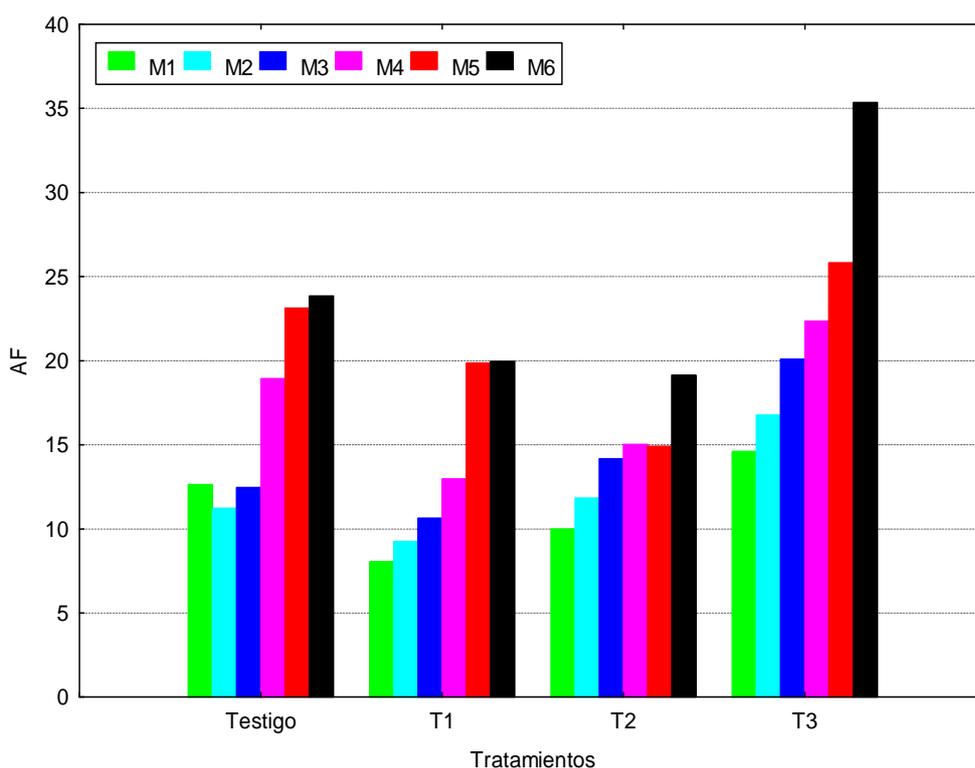
Sin embargo Astegiano *et al.*, (2001) reportaron valores de  $31.82 \text{ cm}^2$  lo que significa que es un 25.3 % superior a la área foliar del testigo encontrado en esta investigación.

Enseguida se encontró el T1 presentando un área foliar en el último muestreo de  $19.9 \text{ cm}^2$ , siendo así un 45.85 % menor al T3 y 16.4 % menor al

testigo, y por último el T2 obtuvo una área foliar en el ultimo muestreo de 19.1 cm<sup>2</sup> siendo así un 43.5 % inferior al T3 y 19.8 % menor al testigo.

En otras palabras, las diferencias atrás mencionadas son debidas al incremento diario de área foliar, pero principal mente al efecto que tuvo la harina de hueso en los diferentes tratamientos, siendo así el incremento diario del T3 de 1.9 cm<sup>2</sup> presentando el máximo desarrollo debido seguramente que a este tratamiento la harina de hueso se le aplico de manera foliar y de esta manera la área de contacto era mayor que en los otros tratamientos y la planta tenía más a disposición el nutriente (P). En seguida se coloco el testigo presentando este un incremento diario de 1cm<sup>2</sup> y al final se encontraron el T1 y T2 obteniendo un desarrollo diario de 0.92 cm<sup>2</sup> y 0.83 cm<sup>2</sup>.

Graf.1. Comportamiento de la variable área foliar (AF) en cm<sup>2</sup> en los diferente muestreos (M<sub>1, 2,3...</sub>) en el cultivo de jitomate evaluado con tres tratamientos aplicando harina de hueso y un testigo.



## Comportamiento de la variable altura con la prueba de Tukey

Para la (Figura 2), se observó que el comportamiento de la altura de la planta indica que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos y muestreos, es decir, que a través del tiempo la altura de la planta se mostró siempre ascendente debido a que la planta se encontraba en pleno crecimiento y desarrollo.

Así el T3 se encontró como el mejor tratamiento presentando una altura máxima a nivel plántula en el último muestreo de 20 cm, siendo este un 12 % superior al testigo ya que este mostró una altura máxima en el último muestreo de 17.6 cm.

Sin embargo, Páez *et al.*, (2000) reportaron una altura de 17 cm lo que significa que es un 3.5 % superior a la altura del testigo encontrado en esta investigación.

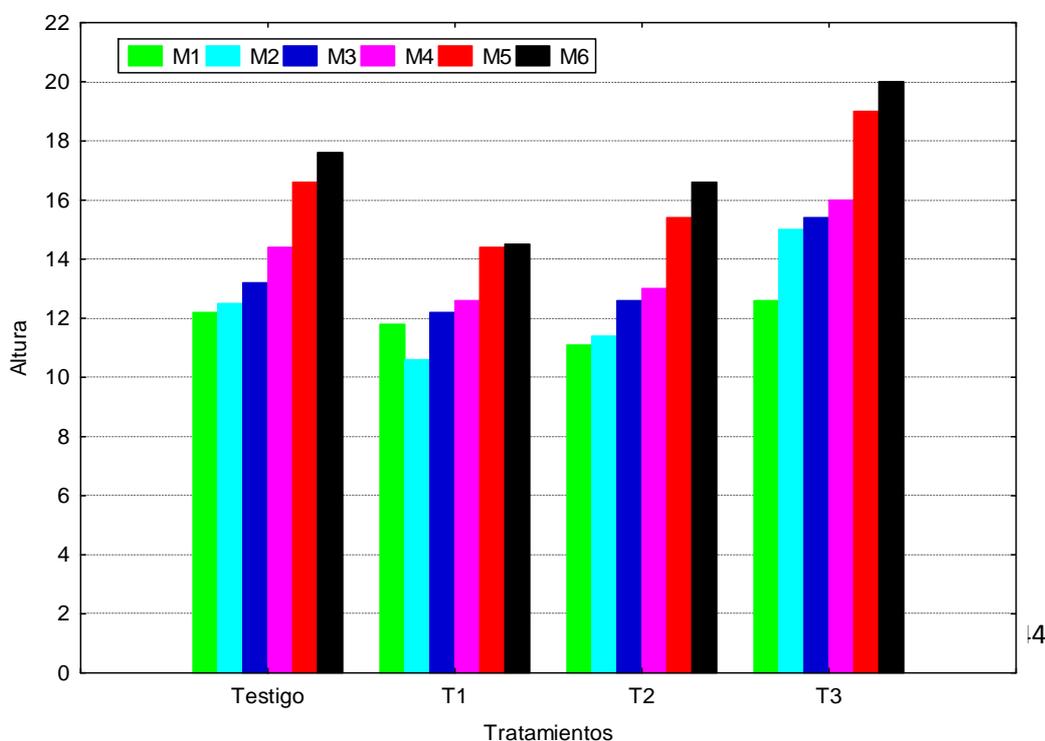
Enseguida se encontró el T2 presentando una altura en el último muestreo de 16.6 cm, siendo así un 17 % menor al T3 y 5.7 % menor al testigo,

por último el T1 obtuvo una altura de 14.5 cm siendo así un 27.5 % inferior al T3 y 17.7 % menor al testigo.

En otras palabras, las diferencias atrás mencionadas presumiblemente se deban al arranque del crecimiento inicial de las plántulas el cual está en función a la disposición del fosforo dispuesto en cada tratamiento pues el incremento diario por ejemplo del T3, fue de 0.67 cm siendo este el máximo desarrollo posiblemente que en este tratamiento se aplico de manera foliar el fosforo teniendo una mayor zona de contacto.

En seguida se ubica el testigo presentando este un incremento diario de 0.5 cm al igual que el T2 y al final se encontró el T1 obteniendo un desarrollo diario de 0.2 cm.

Graf.2. Comportamiento de la variable altura en cm a través de los diferentes muestreos (M<sub>1, 2, 3...</sub>) en el cultivo de jitomate evaluado con tres tratamientos aplicando harina de hueso y un testigo.



## Comportamiento de la variable numero de hojas con prueba de tukey

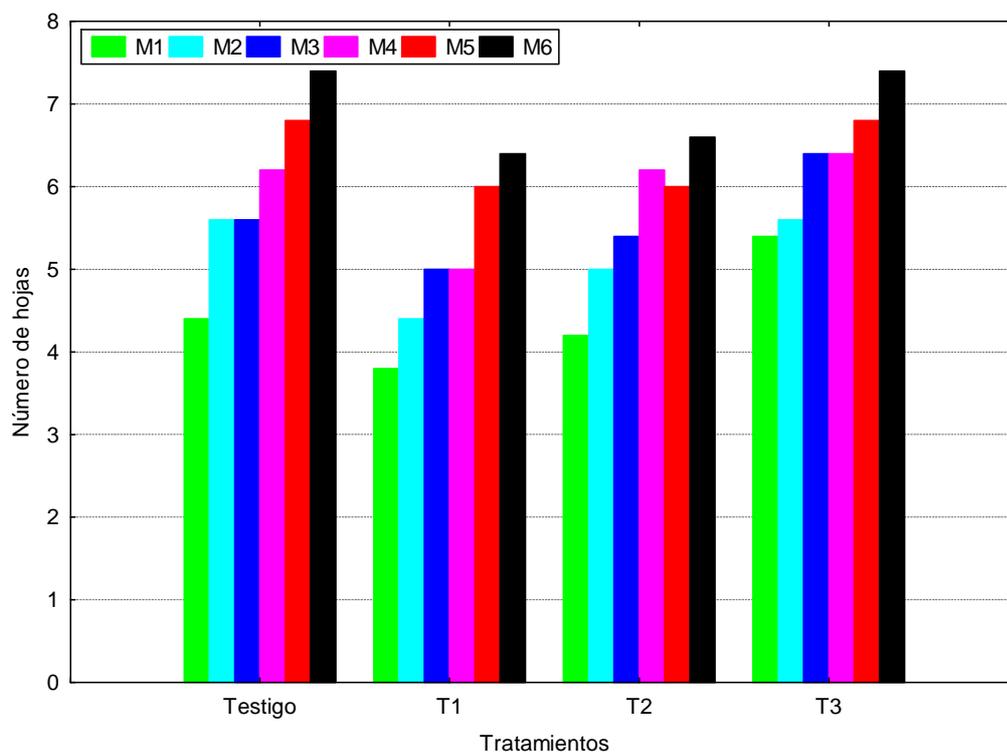
Sin embargo a diferencia de las otras variables atrás mencionadas, en la (Figuras 3), se observó que el comportamiento de la variable numero de hojas en el T3 y el testigo al compararlas no hay diferencias, pero al compararlos en los muestreos se encontró que son altamente significativos.

Así justamente el T3 y el testigo obtuvieron la mejor respuesta con un máximo de hojas a nivel plántula de 7 (estadísticamente 7 es igual a 7.4 hojas para este tratamiento) en el último muestreo, es menester pues que entre ellos no existe diferencia alguna. Esta igualdad entre estos dos tratamientos probablemente se deba a que en los tratamientos que se les aplicó la harina de hueso en el suelo la alta cantidad de calcio que poseen estos allí afectó o bloqueó al fósforo y más aparte el calcio que tiene el suelo donde se trabajó, en otras palabras la cantidad de calcio que existe en el suelo y en el hueso, bloquearon al fósforo.

Más sin embargo al comparar el testigo con el T2 se encontró que hay poca diferencia al presentar este un número total de hojas de 7

(estadísticamente 7 es igual a 6.6 para este tratamiento), lo que significa que el testigo es un 10.81 % mayor al T2, de igual forma para el T1, que presento un total de hojas de 6 (estadísticamente 6 es igual a 6.4 en este tratamiento) lo que representa un que el testigo, es un 13.51 % mayor al T1.

Graf. 3. Comportamiento del variable número de hojas en los diferentes muestreos (M<sub>1, 2, 3...</sub>) en el cultivo de jitomate evaluado con tres tratamientos aplicando harina de hueso y un testigo.



## Comportamiento de la variable color

Como se aprecia en la tabla 1, el color en todos los tratamientos es el mismo habiéndose hecho una sola observación a los 9 días de haberse establecido el cultivo, por lo tanto, se puede decir que en esta etapa de la planta, la harina de hueso no muestra ninguna diferencia para este cultivo en las condiciones que se llevó a cabo.

Tabla 1. Coloración de las hojas de Jitomate en sus diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	CLAVE	COLOR
T3R5	3/6 5 GY	Verde militar fuerte
T0R3	3/6 5 GY	Verde militar fuerte
T2R3	3/6 5 GY	Verde militar fuerte
T1R3	3/6 5 GY	Verde militar fuerte

## VII.- CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados, análisis obtenidos y las condiciones en que se realizó el experimento, se nos permite concluir que la harina de hueso es una fuente viable de fosforo al influir de una manera significativa en algunas características del desarrollo de la planta de jitomate.

## VIII.- LITERATURA CITADA

- Aguilar G. L., Escalante E. J., Fusicovsky Z. L., Tijerina C. L., Mark E. E.- 2005.- Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. TERRA Latinoamericana. 23(3):303-310.
- Aguilar, J. L., Grageda, O. A., Vuelvas, M. A., Martínez, M., Solís, E., Medina, T., Ramírez A.- 2005.- Eficiencia de fertilizantes aplicados con Fertirriego en chile ancho (*Capsicum annuum*).- Agricultura técnica en México (2): 177-189pp.
- Altamirano, M. T., Aparicio, A.- 2002.- Efecto de la lombricomposta como sustrato alternativo en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oaxacana* y *Pinus rudis*.- Foresta veracruzana (1): 35-40pp.
- Alvarado, A., Iturriaga, I., Smyth, J., Portuge, Edrard.- 2009.- Efecto de la fertilización sobre el rendimiento y la absorción de nutrimentos de la papa en un andisol de Juan Viñas, Costa Rica.- Agronomía costarricense (1): 45-61pp..
- Alvarez, H, J. G, Daza, M. C, Mendoza, F.C.- 2008.- Aplicación de un fertilizante enriquecido con silicio y materia orgánica en arroz (*Oryza sativa L.*) Cultivado en Ibagué y el Guamo.- Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín (2): 4605-4617 pp.

- Amado, J.P, Ortiz, P.- 1999.- Producción de frijol bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada y fosfórica usando agua residual en bustillos, Chih.- Terra (17): 337-343pp.
- Amado, J.P, Ortiz, P.- 2001.- Consecuencia de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de avena irrigada con agua residual.- Terra (19): 175-182.
- Ancona, L., Pech, V., Flores, A.- 2006.- Perfil del mercado de la vermicomposta como abono para jardín en la ciudad de Mérida, Yucatán, México.- Revista Mexicana de Agronegocios (10): 1-15.
- Añez, B.- Espinoza, W.- 2003.- Respuestas de la lechuga y del repollo a la fertilización química y orgánica.- Revista forest (2): 73-82pp.
- Arcila, P., Valencia, M., Morales, O.- 2002.- Efecto de diferentes sustratos sobre el crecimiento de plántulas de dominico-hartón en el Quindío.- Acorbat, memorias (15): 431-435 pp.
- Arellano, M., Gutiérrez, M. A.- 2006.- Rendimiento y calidad poscosecha de tomate bajo diferentes esquemas de fertilización al suelo.- Revista chapingo, serie horticultura (12): 113-118pp.
- Arzeno, J. L., Corvalán, E. R., Guardo, N., Sanchez, D.S.- 2008.- Residualidad del fosforo por fertilización en un suelo ustocrepto udico del valle de Lerma.- AACCS (9); 1-4pp.
- Astegiano, E.D, Favaro, C. I, Bouzo, C. A.- 2001.- Estimación del área foliar en distintos cultivares de tomate (*Lycopersicum esculentum*) utilizando medidas foliares lineales.- Prot. Veg. Vol (2): 183-190 pp.
- Barrios, D. L., Hernández, O. A., Martínez, J., Núñez, A., Perea, E.- 2009.- Aplicación foliar de quelatos de zinc en nogal pecanero.- Revista chapingo, serie horticultura (15): 205-210pp.

- Basso, C., Villafañe, R., Torres, S., Díaz J.- 2008.- Evaluación de la uniformidad del riego y efecto del Fertirriego nitrogenado en un huerto de lechosa (*Carica papaya*).- Bioagro (2): 105-110pp.
- Buñay, M, D. E.- 2009.- Respuesta a la fertilización orgánica en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en el canton guano provincia de Chimborazo.- Tesis de licenciatura.- Escuela superior politécnica de Chimborazo.- Facultad de recursos naturales.- Riobamba, Ecuador.
- Capulín, J., Nuñez, R., Etchevers B., Baca, G. A.- 2001.- Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía.- Agrociencia (35): 287-299.
- Capulín, J., Núñez, R., Aguilar, J. L., Estrada, M., Sánchez, P., Mateo, J. J.- 2007.- Uso de estiércol líquido de bovino acidulado en la producción de pimiento morrón.- Revista chapingo, serie horticultura (13): 5-11pp.
- Cárdenas, K., Rojas, E.- 2003.- Efecto del poclobutrazol y los nitratos de potasio y calcio sobre el desarrollo del mango "TOMMY ATKINS".- Bioagro (15): 83-90pp.
- Cervantes, R., Zuñiga, Ma. R., Covarrubias, J. M.- 2007.- Uso de fertilizantes foliares en la producción de pimiento morro a "cielo abierto" en un calcisol.- Ciencia hortícolas (12): 161pp.
- CFA.- 2004.- Manual de fertilizantes para horticultura.- Ed, Limusa.-México, D. F.- 297pp.
- Cooke, G.W.- 1978.- Fertilizantes y sus usos.- 7 ed.- Ed, C. E. C. S. A.- México, D. F.- 180pp.

- Cueto, J. A., Reta, D. G., Barrientos, J. L., Gonzáles, G., Salazar, E.-2006.- Rendimiento de maíz forrajero en respuesta a fertilización nitrogenada y densidad de población.- *Revista fitotecnia mexicana* (29): 97-101.
- De grazia, J., Tiftonell, P., Perniola, O. S., Caruso, A., Chiesa, A.- 2003.- Precocidad y rendimiento en zapallito redondo de tronco *Cucurbita máxima* var. *zapallito* (Carr.) Millán, en función de la relación nitrógeno: potasio.- *Agricultura técnica* (4): 428-435.
- Díaz, A., Ortegon, A., Garza, I.- 2007.- Influencia de micorrizas arbuscular en el crecimiento y rendimiento de cártamo.- Ed, Díaz-Franco, A. y N. Mayek-Pérez.- *La biofertilización como tecnología sostenible*.- México, D. F.- 203-205pp.
- Díaz, A., Peña, M. A.- 2008.- Productividad de sorgo en campo asociado con micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense*.- *Redalyc* (24): 34-38pp.
- Duran, A, López, V., Tosquy, O. H.- 2007.- Respuesta de variedades de frijol química y biológica en un suelo fluvisol de Veracruz.- Ed, Díaz-Franco, A. y N. Mayek-Pérez.- *La biofertilización como tecnología sostenible*.- México, D. F.- 194-196pp.
- Durán, L., Henríquez, C.- 2010.- El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta.- *Agronomía mesoamericana* (1): 85-93 pp.
- Félix, J. A., Sañudo, R. R., Roja, G. E., Martínez, R., Olalde, V.- 2008.- Importancia de los abonos orgánicos.- *Ra Ximhai* (4): 57-67pp.
- Fernández, R.- 2001, Efecto de la fertilización nitrogenada invernal sobre la acumulación de forraje de un pastizal natural de la pampa deprimida, Argentina.- *Agricultura técnica* (3): 319-325.

- Fraga, H. C., García, J. L., Troyo, E.- 2007.- Efecto de la aplicación de composta y estiércol en la producción de lechuga.- Congreso ciencias hortícolas (7): 129.
- García, J. G., Mendoza, A., Jacques, C., Cruz, A., Serrano, F.- 2007.- Producción y evaluación de un biofertilizante (*Azospirillum spp.*) para el norte de México.- Ed, Díaz-Franco, A. y N. Mayek- Pérez.- La biofertilización como tecnología sostenible.- México, D. F.- 220-22pp.
- Gibert, P. M.- 2010.- Harina de hueso.- abc DIGITAL.- Disponible en: (línea): [www.abc.com.py/nota/harina-de-hueso/](http://www.abc.com.py/nota/harina-de-hueso/).
- Giorgetta, B., Dallari, P., Buteler., M.- 1993.- Efectos de la fertilización fosforada sobre la producción de minituberculos de papa en invernadero.- Revista latinoamericana de la papa (6): 89-102pp.
- Hernández, B, G.- 1997.- Efecto del calcio y boro en la producción de fruto de Manzano (*Malus domestica*) var. Red delicious.- Tesis de licenciatura.- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.- Departamento de Horticultura, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Hernández, C. F., Sosa, F. A., Sanzano, G. A., Morandini, M., Rojas, H., Devani, M. R.- 2009.- Efectos de distintas alternativas de fertilización fosforada en la secuencia trigo-soja sobre el fósforo asimilable y los rendimientos en la provincia de Tucumán, Argentina.- Revista ind. y agric. de Tucumán (2): 31-36pp.
- Hernández, I. M., Chailloux, M., Salgado, J. M., Marrero, V., Ojeda, A., McDonald, J.- 2002.- Efecto de la fertilización nitrogenada y la biofertilización en la calidad y conservación postcosecha del tomate.- Temas de ciencia y tecnología (6): 17-24pp.

- Herrera, J., Martínez, M. T., Castillo, A. M., Barrientos, A. F., Colinas, M. T., Pérez, C. A., Aguilar, J.J.- 2007.- Aspersiones de calcio en la concentración nutrimental de hoja, cáscara y fruto de aguacate hass.- Revista chapingo, serie horticultura (1): 21-27pp.
- Hirzel, J., Rodríguez, N., Zagal, E.- 2004.- Efecto de diferentes dosis de fertilización inorgánica con N, P, K y fuente orgánica (estiércol de broiler) sobre la producción de maíz y la fertilidad del suelo.- Agricultura técnica (4): 365-374.
- Lee, V.- 1974.- Determinación de la fertilización optimo-económico en el cultivo del trigo, CD, Delicias, Chih.- Centro de investigaciones agrícolas del noreste (1): 265-278pp.
- Lesur, L., 2006.- Manual de fertilización y productividad del suelo agrícola: una guía paso a paso.- Ed, trillas.- México, D. F.- 64pp.
- Loredo, C., Espinosa, D., Ferrera, R., Castellanos, J., Pérez, J.- 2008.- Biofertilización bacteriana del pasto buffel.- Ed, Díaz-Franco, A. y N. Mayek- Pérez.- La biofertilización como tecnología sostenible.- México, D. F.- 55-66pp.
- Manjarrez, M. J., Ferrera, R., González, M. C.- 1999.- Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano.- Terra latinoamericana (17): 9-15 pp.
- Márquez, C., Cano, P., Rodríguez N.- 2008.- Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero.- Agricultura técnica en México (34): 69-74pp.
- Márquez, F., Sánchez, J., Urbano, D., Dávila, C.- 2007.- Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína.- Zootecnia tropical (4): 253-259pp.

- Martínez, J.- 2007.- Crecimiento y rendimiento de sorgo de grano con biofertilización en el centro de Nuevo León.- Ed, Díaz-Franco, A. y N. Mayek- Pérez.- La biofertilización como tecnología sostenible.- México, D. F.- 83-91pp.
- Martínez, M. A., Jasso, C.- 2007.- Efecto del biofertilizante y la preparación del suelo en la producción de maíz, sorgo, y sorgo x Sudán en la zona media potosina.- Ed, Díaz-Franco, A. y N. Mayek- Pérez.- La biofertilización como tecnología sostenible.- México, D. F.- 251-253pp.
- Matias, S. S., Aquino, B., Freitas, J., Camacho, J.- 2008.- Efecto de la fertirrigación con N y K en el crecimiento de la palma de coco enano verde de Jiqui.- Bioagro (3): 177-183pp.
- Meléndez, L., Hernandez, A., Fernandez, S.- 2006.- Efecto de la fertilización foliar y edáfica sobre el crecimiento de plantas de maíz sometidas a exceso de humedad en el suelo.- Bioagro (2): 107-114pp.
- Meléndez, L., Lisazo, J., Ramírez, R.- 2001.- Efecto de la fertilización nitrogenada sobre dos variedades de Maíz sometidas a exceso de humedad en el suelo.- Bioagro (3): 111-116 pp.
- Mellado, A., Volke, V., Tapia, M., Sanchez, P., Quevedo, A.- 2005.- Respuesta del papayo al riego y a la fertilización N-P-K en un vertisol.- Terra latinoamericana (23): 137-144pp.
- Méndez, M. J., Viteri, S. E.- 2007.- Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en cucaita, Boyacá.- Agronomía colombiana (25).
- Montenegro, A., Mera, M.- 2009.- La fertilización fosfatada puede incrementar el rendimiento de cultivos productivos de chicharo (*Lathyrus sativus*) en suelos

- con retención de fosforo.- Chilean journal of agricultural research (2): 244-251pp.
- Moreno, A., Valdés, M. T., Zarete, T.- 2005.- Desarrollo de tomate en sustrato de vermicompost/ arena bajo condiciones de invernadero.- Agricultura técnica (1): 26-34 pp.
- Munsell Color Services.- 1997.- The Munsell Book of Color.- Removable Samples In Two Binders.- Imprenta Munsell Color Services. U. S. A.- Vol. 1 pp. 40.
- N. P. F. I.- 1994.- Manual de fertilizantes.- 2 da ed.- Ed, Limusa.- México, D. F.- 292pp.
- Nieto, A., Murillo, B., Troyo, E., Larrinaga, J, A., García, J. L.- 2002.- El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas.- Interciencia (27): 417-421pp.
- Noda, Y.- 2009.- Las micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos.- Pastos y forrajes (32): 1-10pp.
- Ochoa, E., Figueroa, U., Cano, P., Preciado, P., Moreno, A., Rodríguez, N.- 2009.- Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* mil.) en invernadero.- Revista chapingo, serie horticultura (15): 245-250pp.
- Olalde, V., Serratos.- 2007.- Biofertilizantes: micorrizas y bacterias promotoras de crecimiento.- Ed, Díaz-Franco, A. y N. Mayek- Pérez.- La biofertilización como tecnología sostenible.- Mexico, D. F.- 67-72pp.
- Olivia, M. A., Rincón, R., Zenteno, E., Pinto, A., Dendooven, Luc., Gutiérrez, F.- 2008.- Rol del vermicompostaje frente al estrés por cloruro de sodio en el crecimiento y fotosíntesis en plántulas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.).- Gayana Bot (1): 10-17 pp.

- Opazo, J., Razeto, B.- 2001.- Efecto de diferentes fertilizantes potásicos en el contenido foliar de nutrientes, producción y calidad de fruta en naranjo.- Agricultura técnica (4): 470-478pp.
- Orellano, B, F. E- 1997.-Efecto de dos abonos orgánicos y tres niveles de fertilización química en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) .- Tesis de posgrado.- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.- Programa de graduados.- Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Padilla, F. J., Hernández, J. L.- 2007.- La biofertilización como tecnología sostenible.- Ed, Díaz-Franco, A. y N. Mayek-Pérez.- Plaza y Valdés, Mexico, D. F.- 255pp.
- Páez. A, Paz. V, López, C. J.- 2000.- Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Rio grande en la época Mayo-Julio. Efecto del sombreado.- Rev. Fac. Agron (17): 173-184pp.
- Parra, S., Salas, E., Villarreal, M., Hernández, S., Sanchez, P.- 2010.- Relaciones nitrato/ amonio/ urea y concentraciones de potasio en la producción de plántulas de tomate.- Revista chapingo serie horticultura (1): 37-47.
- Pecina, V., Díaz, A., Garza, Idalia.- 2007.- Efecto de la micorriza arbuscular en sorgo bajo dos condiciones de humedad.- Ed, Díaz-Franco, A. y N. Mayek- Pérez.- La biofertilización como tecnología sostenible.- México, D. F.- 211-214pp.
- Peña, J. J., Grageda, O. A., Vera, J. A.- 2002.- Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas (15N).- Terra latinoamericana (20): 51-56pp.
- Pérez, G, J. O- 1975.- Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y cantidad de proteína del grano de trigo.- Tesis de licenciatura.- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.- Escuela Superior de Agricultura, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Pérez, M. L, Granados, A.J.- 2001.- Fertilización nitro-fosforica en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa brot.*) de riego, en Irapuato, Gto, México.- Acta universitaria (11): 19-25 pp.
- Pérez, O., Cigales, Ma. R., Orozco, M., Pérez, K. G.- 2004.- Tensión de humedad del suelo y fertilización nitrogenada en melón cantaloupe.- Agrociencia (38): 261-272pp.
- Pool, N. L, León, M, N. S, Pereznegrovas, G. V.- 1998.- Harina de hueso adicionada a suelos de la zona cafetalera de los altos de Chiapas, Mexico.- Terra latinoamericana (16): 71-77 pp.
- R Development Core Team (2007).- R: Alnguage and environment for statistical computing.- R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria.- ISBN 3900051-07-0, URL.
- Reddy, M., Katsumi, O.- 2004.- Vermicompostaje de paja de arroz y sus efectos sobre el crecimiento del sorgo.- Ecología tropical (2): 327-331pp.
- Rodríguez, M. M, Soto, O. R, Parest, S. E, Aleman. 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 (1): 71-76 pp.
- Rodríguez, R. F, Duryea, M. L, White, T. L.- 2002.- Fertilización nitrogenada y concentración de carbohidratos en plantas de *Pinus palustris* Mill. Producidas a raíz desnuda.- Agrociencia (36): 683-691.
- Romero, A. C., Jiménez, F., Muschler, R.- 2000.- Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*.- Revista agroforestería en las Américas (7).

- Romina, V. C, González, G. M, Conti, E. M.- 2009.- Cambio en las propiedades del suelo de huerta y rendimiento de *Beta vulgaris (L)* por el uso de enmiendas orgánicas.- Ci. Suelo (2): 271-275 pp.
- Ron, M. M., Loewy, T.- 1987.- Efecto residual de la fertilización fosfórica en trigo sobre un haplustol típico.- Ciencia del suelo (5): 65-70pp.
- Rueda, I.- 1991.- La industria de los fertilizantes en México.- Ed, Instituto de investigaciones económicas.- México, D. F.- 124pp.
- Ruiz, R., Sadzawka, A.- (2002).- Uso del análisis químico del K del suelo como indicador de la nutrición potásica en la vid y modificaciones por la fertilización potásica.- IIA (3): 1-10pp.
- Ruiz. C, Russián. T, Tua. D.- 2007.- Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla.- Agronomía tropical (1):7-14pp.
- Salina, R. J., Díaz, A., Garza, I.- 2007.- Labranza y biofertilización como manejo de sostenibilidad en la producción de frijol.-Ed, Díaz-Franco, A. y N. Mayek-Pérez.- La biofertilización como tecnología sostenible.- Mexico, D. F.- 73-82pp.
- Sánchez, J. A , Sala, M. C, Sánchez, A, Gonzales, R.-2007.- Incidencia de la fertilización orgánica sobre la producción y calidad un cultivo de apio ecológico.- Actas de horticultura (48): 566-569.
- Sauri, M. R., Castillo, E. R.- 2002.- Utilización de la composta en procesos para la remoción de contaminantes.- Ingeniería (6): 55-60 pp.
- Sawan, M. Z., Hafez, S. A., Basyony, A. E., Abou, R.- 2007.- Efecto de la fertilización con potasio y de la aplicación foliar de zinc y fósforo en el rendimiento de aceite y proteína y en las propiedades del aceite de algodón.- Grasa y aceites (58): 40-48pp.

- Seguel, O., García de Cortázar, V., Casanova, M.- 2003.- Variación en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con adición de enmiendas orgánicas.- Agricultura técnica (3): 287-297pp.
- Soto, P., Jahn, E., Arredondo, S.- 2004.- Mejoramiento del porcentaje de proteína en maíz para ensilaje con el aumento y parcialización de la fertilización nitrogenada.- Agricultura técnica (2): 156-162.
- Stella, A., Rosales, F. E., Romero, J., Romero, C., Jiménez R., Acuña, O., Tabora, P., Segura, R., Pocasangre, L. E., Villalobos, M.- 2006.- Estandarización de enmiendas orgánicas para banano en América latina y el carib.- Acorbat (17): 234-240 pp.
- Suniga, Q. J., Razuri, R. L., Romero, E., Montilla, E.- 2008.- Fertilización, mediante Fertirriego, durante diferentes etapas del ciclo de cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) en condiciones de bosque seco premontano.- Agricultura andina (15): 56-65pp.
- Torres, G, M. R.- 1996.-Efecto de la nutrición foliar en la calidad del fruto en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*).- Tesis de licenciatura.- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.- Departamento de Parasitología, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Torres, I.- 1999.- Fertilización fosfórica en minituberculos de papa para semilla.- Centro agrícola (2): 11-12.
- Vázquez, N. J., Solano, J. J., Vázquez, R., Aguirre, V., Bahena, M. E., Oliver, R., Granjeno, A. E., Orihuela, A., Flores, I. F.- 2009.- Efecto de enmiendas orgánicas y fertilización química en la producción de pasto Taiwán *Pennisetum purpureum* Schaum.- Investigación agropecuaria (2): 205-218 pp.

- Velasco, J., Ferrera, R., Almaraz, J. J.- 2001.- Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cascara.- Terra (19): 241-248pp.
- Viloria, A., Arteaga, L., Diaz, L., Delgado, D.- 2003.- Efecto de fertilización con NPK y la distancia de siembra sobre el rendimiento de la cebolla.- Bioagro(2): 129-133pp.
- Villa, A., Zavaleta, E., Vargas, M., Gómez, O., Ramírez, S.- 2008.- Incorporación de vermicomposta para el manejo de *Nacobbus aberrans* en jitomate (*Lycopersicon esculentum*).- Revista chapingo, serie horticultura (3): 249-255 pp.
- Widman, F., Herrera, F., Cabañas, D. D.- 2005.- El uso de composta proveniente de residuos sólidos municipales como mejorador de suelos para cultivos en Yucatán. Estudios preliminares.- Ingeniería (9): 31-38pp.
- Zavaleta, P., Olivares, L. J., Montiel, D., Chimal, A., Scheinvar, L.-2001.- Fertilización organica en xoconostle (*Opuntia joconostle* y *O. matudae*).- Agrociencia (35): 609-614.