

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Efecto de Tres Fertilizantes Orgánicos en el Rendimiento del Chile Jalapeño
(*Capsicum annum L.*)

Por:

ELIZABETH SÁNCHEZ ZACATECO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Agosto de 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Efecto de Tres Fertilizantes Orgánicos en el Rendimiento del Chile Jalapeño
(*Capsicum annum L.*)

Por:

ELIZABETH SÁNCHEZ ZACATECO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Antonio Juárez Maldonado

Asesor Principal



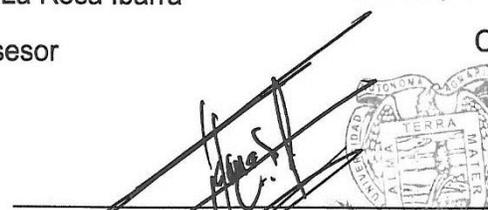
Dr. Manuel De La Rosa Ibarra

Coasesor



Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Agosto de 2016

DEDICATORIA

A MIS PADRES: Aniceto Sánchez Sánchez y Silvina Zacateco Sánchez, por el apoyo incondicional y amor que me han brindado durante mi preparación profesional, sin su amor y cariño no hubiera llegado a la meta. A mi padre, por el esfuerzo que realizaste trabajando muy duro para, poder apoyarme económicamente, simplemente gracias y te quiero mucho padre.

A MIS HERMANOS Y SOBRINOS: ustedes con sus consejos y ánimos también fueron parte de mi formación, gracias por estar ahí cuando los necesite mucho, los quiero a todos hermanos y hermana.

A MIS AMIGOS: por las personas que conocí durante mi preparación y que más que amigos, fueron como mi segunda familia, el apoyo incondicional siempre estuvo presente y por eso se los agradezco mucho Mariana, Diana y Erick.

A JBAP: tú amor, por apoyarme y haber estado presente en todos los días de mi vida en momentos malos y buenos, eres una gran persona de buen corazón y no me queda más que decirte gracias amor, por formar parte de mí y de mis logros.

A Dios: por darme la sabiduría, salud y fuerza para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA TERRA MATER: fue sin duda alguna, mi segunda hogar, donde aprendí muchas cosas sobre la vida y gracias por haberme acogido y dado la oportunidad de ser parte de esta gran casa de estudios.

A LOS PROFESORES: a todos aquellos que con su esfuerzo y dedicación transmitieron los conocimientos necesarios en mí, para ser una persona capaz de enfrentar problemas laborales, los conocimientos que me transmitieron son tan complejas que siempre estaré agradecida.

A MIS ASESOR PRINCIPAL DE LA TESIS Y COASESORES: al Dr. Antonio Juárez Maldonado, gracias por aceptar trabajar conmigo y apoyarme a desarrollar este tema, con sus consejos, conocimiento y guía he terminado el experimento bajo su supervisión sin su apoyo incondicional no sería posible. Al Dr. Manuel De La Rosa Ibarra, gracias por los conocimientos transmitidos sobre como redactar un trabajo de investigación, fue de mucha ayuda para concluir el trabajo. Al Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente, gracias por formar parte de este proyecto y por el conocimiento que nos transmitió durante las clases que fue de gran ayuda para concluir el trabajo, los consejos y la motivación nunca se olvida. Los tres fueron mis mejores profesores que no olvidare.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	Vi
RESUMEN	Vii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	3
Objetivos específicos.....	3
HIPÓTESIS	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
La problemática actual del campo agrícola.....	5
La agricultura orgánica en el mundo y en México.....	6
La política de fomento a la Agricultura Orgánica.....	7
Importancia de la agricultura orgánica.....	8
Ventajas y desventajas de la agricultura orgánica.....	10
Efecto de los abonos orgánicos en el suelo.....	13
Efecto del uso de abonos orgánicos en el ambiente.....	15
Importancia del consumo de productos orgánicos.....	16
Importancia del chile jalapeño.....	17
Fertilización.....	19
La fertilización orgánica.....	19
Requerimiento nutricional del cultivo del chile.....	20
Abonos orgánicos como fertilizantes.....	22
Lombricomposta como fertilizante orgánico.....	25
Composta como fertilizante orgánico.....	27
Té de composta como fertilizante orgánico.....	28

METODOLOGÍA	30
Localización.....	30
Producción de la plántula.....	30
Preparación del terreno.....	31
Trasplante y aplicación de tratamientos.....	31
Variables evaluadas.....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
Variables del crecimiento y desarrollo de la planta.....	36
Variables del rendimiento.....	41
Variables de la calidad del fruto.....	43
CONCLUSIONES	47
LITERATURA CITADA	48

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1.-** Variables agronómicas del cultivo del chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) producidas con diferentes dosis y tipos de fertilizantes orgánicos.....36
- Tabla 2.-** Variables de tamaño del chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) producidas con diferentes dosis y tipos de fertilizantes orgánicos.....38
- Tabla 3.-** Análisis de varianza y comparación de medias para el rendimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) producidas con diferentes fertilizantes orgánicos.....41
- Tabla 4.-** Variables de la calidad del fruto del chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) producidas con diferentes tipos y dosis de fertilizantes orgánicos.....43

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño experimental.....	31
Figura 2. Aplicación de tratamientos en el suelo antes del trasplante del chile jalapeño.....	32
Figura 3. Tamaño de frutos, producidas con diferentes fertilizantes orgánicos.....	40

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en Buena Vista, Saltillo, Coahuila, en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El objetivo fue evaluar tres tipos de fertilizantes orgánicos con diferentes formas y dosis de aplicación para determinar cuál induce un mejor rendimiento y calidad del chile jalapeño. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta (AP), número de hojas (NH), número de frutos/planta (NF/P), rendimiento promedio/planta (RP/P), diámetro polar (DPF) y ecuatorial del fruto (DEF). En los frutos se determinó la vitamina C y el Rendimiento. Se utilizó un diseño bloques completamente al azar, con cinco tratamientos y un testigo, con treinta repeticiones. Al aplicar 200 g de composta + 250 ml de té registro una AP de 54.76 cm con una diferencia de 22.39 cm al testigo (sin fertilización), NH 163.35 con una diferencia de 99.9 respecto al testigo, NF/P 18.11 con una diferencia de 8.31 al testigo, el RP/P es de 374.77 g, logrando obtener un rendimiento de 11.24 ton/ha, mientras que el testigo 5.24 ton/ha, el DEF fue mejor en el tratamiento 600 g de lombricomposta/planta con 25.38 mm, el DPF fue mejor en el testigo con 75.07 mm, para la síntesis de la vitamina C, el mejor tratamiento fue la aplicación de 600 g de composta con un valor de 81.88 mg/100 mientras que el testigo alcanzó un valor de 54.27 mg/100. Con los resultados de este trabajo, se llega a la conclusión, de que la incorporación de abonos orgánicos de forma sólido y líquido con diferentes dosis, tiene efectos diferentes en las variables de crecimiento, rendimiento y calidad de los frutos del cultivo de chile jalapeño.

Palabras clave: nutrición, cosecha, calidad.

INTRODUCCIÓN

La erosión y pérdida de la fertilidad de los suelos agrícolas por el uso inadecuado de fertilizantes químicos ha llevado al agricultor a buscar nuevas alternativas de fertilización, una solución para ellos, es la agricultura orgánica, que comprende una serie de técnicas para producir alimentos con insumos orgánicos de alta calidad (Heras *et al*, 2003). Los insumos más ocupados por los agricultores es el estiércol de bovino, la gallinaza, porcinoza, abonos verdes, bocashi, té de composta, composta y lombricomposta, demostrando que con el uso de estos se obtiene el rendimiento y la calidad deseada de los cultivos, sin generar impactos negativos en la estructura física y química del suelo (FONAG, 2010).

Estudios realizados por Mendoza y Proaño (2008), obtuvieron un rendimiento de 79.4 ton/ha de tomate al aplicar 1500 L/ha de biofertilizante de bovino y un rendimiento de 74.2 ton/ha al aplicar 150N-50P-150K Kg/ha de fertilizantes sintéticos. Montañaño *et al*. (2009), encontraron un rendimiento de 64.89 ton/ha de berenjena al aplicar 100% de humus y 61.40 ton/ha al aplicar 75% de humus con 25% de fertilizantes químicos 14N-14P-14K. Por lo anterior, se muestra que la materia orgánica procesada o natural, cubre los requerimientos nutricionales necesarios de los cultivos, mejorando la fertilidad y estructura del suelo, ya que, la incorporación de nutrientes es de manera natural (Pomares, 2006).

El chile (*Capsicum annum L.*) es una hortaliza que se cultiva prácticamente en todo el mundo. México es el primer país consumidor de este producto y es un ingrediente esencial para los platillos mexicanos. El chile jalapeño (*Capsicum annum L.*) es un producto de alta demanda, por lo que se han buscado métodos

para obtener un mayor rendimiento cuidando el medio ambiente (Lesur, 2006). El cultivo del chile orgánico se han demostrado rendimientos favorables, estudios realizados por Vázquez-Vázquez et al. (2011), al aplicar 40 Mg/ha de estiércol solarizado de bovino, obtuvieron 58.07 Mg/ha del chile jalapeño y al aplicar 160 y 80 Kg/ha de N y P mediante fertilizantes químicos solamente obtuvieron 54.60 Mg/ha. En otro estudio similar, encontraron un rendimiento en el chile piquín de 4.32 ton/ha al aplicar a una proporción de 50:50 de té de composta y arena, mientras que, con la solución inorgánica y arena obtuvieron 4.75 ton/ha (Márquez-Quiroz et al, 2013). Nieto-Garibay et al. (2002), al aplicar 25, 50 y 100 ton/ha de composta, encontraron que el mayor rendimiento del chile variedad Anaheim, se obtuvo al aplicar 25 toneladas de composta con 16.093 ton/ha y el mayor número de frutos promedio por planta, se presentó en la dosis de 25 ton/ha con un total de 45.71 frutos por planta en los tres cortes.

La aplicación de fertilizantes inorgánicos de amplio espectro, ha traído como consecuencia la pérdida microbiana del suelo, por lo tanto, hay poca descomposición de la materia orgánica, originando la escasa liberación y disponibilidad de nutrientes, causando la baja productividad de los cultivos.

Por lo anterior, es necesario estudiar varios tipos de fertilizantes orgánicos y con diferentes dosis de aplicación para aportar información representativa sobre el mejor tipo y forma de fertilizante a aplicar, así como, la dosis adecuada que permita mejorar el rendimiento y calidad de los cultivos, considerando el ambiente.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar tres tipos de fertilizantes orgánicos con diferentes formas y dosis de aplicación para determinar cuál induce un mejor rendimiento y calidad del chile jalapeño (*Capsicum annum L.*).

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Evaluar las variables relacionadas con el rendimiento del cultivo del chile jalapeño.
- Evaluar las variables relacionadas al vigor de las plantas del chile jalapeño para determinar el efecto que tienen los fertilizantes en el crecimiento y desarrollo de la planta.
- Evaluar la concentración de vitamina C para determinar cómo influyen los abonos orgánicos en la calidad nutracéutica del fruto.

HIPÓTESIS

La forma y dosis del fertilizante orgánico influye significativamente sobre el rendimiento y la calidad del chile jalapeño (*Capsicum annum* L.).

REVISIÓN DE LITERATURA

La problemática actual del campo agrícola

En el campo, la erosión y la deforestación reducen el ingreso presente y futuro de los campesinos. Todo ello afecta a los productores, intermediarios y consumidores, al azolverse las presas y alterarse la estabilidad de las cuentas hidrográficas. También hay repercusiones para el planeta y para las futuras generaciones al perderse importantes ecosistemas y reducirse la biodiversidad (Brunel y Seguel, 2011). Los costos ambientales son percibidos ampliamente pero, por su naturaleza, es difícil medirlos. Algunas estimaciones recientes sugieren que estos costos pueden ser significativamente elevados. En un estudio realizado por el Banco Mundial, se calculó el costo monetario de la erosión, la contaminación del agua y el suelo, la sobreexplotación de los mantos acuíferos en toda la República Mexicana, así como el costo de la contaminación atmosférica de la ciudad de México, indica que las pérdidas económicas por la reducción de la fertilidad natural de la tierra, a causa de la erosión, son al menos de 1 000 millones de dólares anuales. Los costos en salud por la contaminación de las aguas y la inadecuada disposición de residuos sólidos pueden alcanzar cifras hasta de 3 000 millones de dólares, todos estos factores reducen la productividad de los suelos y con ello se está provocando la desertización (Pérez, 2002).

Los cambios en las propiedades del suelo, provocados por la erosión, producen alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad de sostener una agricultura productiva (FAO, 2000).

La agricultura orgánica en el mundo y en México

Para mejorar la fertilidad del suelo y conservar un paisaje que beneficie tanto al productor como al turista, ampliar la capacidad de empleos así como conservar las tradiciones de la comunidad campesina, el campo necesita un cambio profundo que permita la vida digna de las generaciones contemporáneas y de las futuras. Estos son en esencia los criterios del desarrollo sustentable, que puedan brindar al productor del campo ingresos similares a otras esferas productivas y obtener con ello productos sanos y servicios ambientales que sean reconocidos y remunerados por toda la sociedad, logrando además que los sistemas de producción no causen daños a la naturaleza y no contaminen el medio ambiente. Podemos decir que en la actualidad el único camino hacia el desarrollo sustentable en el campo es la agricultura orgánica fomentada a través de políticas agrícolas y ambientales a nivel nacional, estatal y municipal tanto para su producción como para la sociedad en general (Pérez, 2002).

Es por eso, que en varios países ya empiezan a darle más importancia la agricultura orgánica. En el mundo se registran más de 24 millones de hectáreas cultivadas orgánicamente y más de 10.7 millones de áreas de recolección silvestres. Entre los países con mayor superficie orgánica cultivada está en primer lugar Australia, con 10 millones de hectáreas, seguido por Argentina con casi 3 millones, e Italia con 1.2 millones. A estos países les siguen en importancia Estados Unidos, Brasil, Uruguay, Gran Bretaña, Alemania, España y Francia. En Estados Unidos la superficie orgánica creció de 370 000 hectáreas a 950 000 en tan sólo 10 años. En Europa, el proceso de conversión ha sido mucho más

espectacular, gracias a las favorables políticas de apoyo a este tipo de agricultura. Así, la superficie orgánica europea creció de 111 000 hectáreas en 1985 a más de 5.5 millones en el año 2003, lo que corresponde a 2% de la superficie agrícola total. México ocupa el 18º lugar mundial, con casi 216 000 hectáreas (Gómez y Cruz, 2004).

México está ubicado en el contexto internacional como país productor y exportador de alimentos orgánicos, incluso es el primer productor de café orgánico. En el país, el sector orgánico es el subsector agrícola más dinámico, pues ha aumentado su superficie cultivada orgánicamente de 23 000 ha en 1996 a 103 000 ha en 2000, y para 2002 se estimó que alcanzó las 216 000 ha. Para el año 2000, esta agricultura fue practicada por más de 33 000 productores en 262 zonas de producción de 28 estados de la República. En México, los principales estados productores de alimentos orgánicos son Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero, que concentran 82.8% de la superficie orgánica total. Tan sólo Chiapas y Oaxaca cubren 70% del total (Gómez *et al*, 2010).

La política de fomento a la Agricultura Orgánica

La agricultura Orgánica está siendo reconocida e impulsada en México después de casi veinte años (al aprobarse la LPO), a diferencia de otros países que desde tiempo atrás ya contaban con una regulación específica como el caso de Australia, Francia y Dinamarca. La Ley de Productos Orgánicos (publicada en el Diario Oficial de la Federación el 07 de febrero de 2006) es el inicio de una política de fomento a la agricultura Orgánica en México, cuyos objetivos principales son (Pérez, 2002).

- a) Fomentar el desarrollo de estos sistemas productivos en el territorio nacional, para la recuperación de cuencas hidrológicas, aguas, suelos, ecosistemas, así como sistemas agropecuarios deteriorados por las prácticas convencionales de producción y reorientarlas a prácticas sustentables y amigables a los ecosistemas.
- b) Fomentar la producción de alimentos libres de sustancias dañinas al hombre y a los animales para con ello contribuir a la soberanía y a la seguridad alimentarias en sectores más desprotegidos.
- c) Fomentar el desarrollo de un mercado nacional de consumidores de productos orgánicos, ecológicos, naturales.

Importancia de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo a minimizar el uso de recursos no renovables reduciendo o eliminando el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana, recibe diversos nombres: Orgánica, biodinámica, natural, alternativa, regenerativa ó biológica, sin embargo, todas ellas tienen características muy similares (SAGARPA, 2009).

Codex (2005), define que la agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos, y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en el empleo de prácticas de gestión prefiriéndolas respecto al empleo de insumos externos a la finca, teniendo en cuenta que las condiciones regionales

requerirán sistemas adaptados localmente. Esto se consigue empleando, siempre que sea posible, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos, para cumplir cada función específica dentro del sistema, ambos autores coinciden en que la agricultura orgánica tiene más peso en mejorar la fertilidad del suelo y dejar de contaminar el ambiente.

La fertilidad natural de un suelo está determinada en gran parte por la presencia de materia orgánica en éste. La materia orgánica del suelo es el conjunto de residuos vegetales y animales de todas las clases, más o menos descompuestos y transformados por la acción de los microorganismos. Los principales microorganismos que se encuentran son bacterias, hongos y algas. Bajo la acción de estos microorganismos los residuos se van descomponiendo y transformando más o menos lentamente, en compuestos orgánicos variados (Sepúlveda *et al*, 2010).

La incorporación de abonos orgánicos ha demostrado obtener rendimientos favorables comparados con la agricultura convencional. El mango alcanza un rendimiento de 14.35 ton/ha bajo fertilización orgánica y 9.20 ton/ha bajo la producción convencional, la guayaba alcanza 16.50 ton/ha y 13.40 ton/ha convencional, el café cereza 2.80 ton/ha orgánico y 1.28 ton/ha convencional, estos son algunos ejemplos que demuestran la gran eficiencia del usos de los abonos orgánicos (García *et al*, 2010).

Cáceres (2002), en un estudio realizado sobre las dos sistemas de producción orgánico he inorgánico, afirma que ambos subtipos campesinos han diseñado sistemas productivos bastante heterogéneos, son los productores vinculados a la

agricultura orgánica quienes han alcanzado un mayor grado de diversificación productiva y son también quienes tienen mayores posibilidades de alcanzar su seguridad alimentaria.

La agricultura orgánica tiene importancia ecológica: conservan la biodiversidad en la agricultura, además del rol que ella puede jugar en el restablecimiento del balance ecológico de los agroecosistemas, de manera de alcanzar una producción sustentable. La biodiversidad promueve una variedad de procesos de renovación y servicios ecológicos en los agroecosistemas; cuando estos se pierden, los costos pueden ser significativos (Altieri y Nicholls, 2000).

Importancia económica: los investigadores están demostrando cada vez más que es posible obtener un balance entre el medio ambiente, los rendimientos sostenibles, la fertilidad del suelo mediada biológicamente y el control natural de plagas, a través del diseño de agroecosistemas diversificados y el uso de tecnologías de bajo insumo y de bajo costo, con estas prácticas se generaran mayores ingresos para los productores y aparte el precio será mucho mayor en comparación de un producto inorgánico (Altieri y Nicholls, 2000).

Importancia social: contribuye al desarrollo rural y a la lucha contra la pobreza y el hambre, propiciando modos de vida seguros, saludables y económicamente viables en comunidades rurales (Reyes, 2015).

Ventajas y desventajas de la agricultura orgánica

La agricultura cambió la vida de los seres humanos, su descubrimiento permitió que pasaran de vivir una vida nómada por medio del traslado, la recolección de

frutos y caza de animales, a asentarse en comunidades y vivir una vida sedentaria, donde podían cultivar lo que deseaban comer. La agricultura orgánica existe desde el momento en que los primeros humanos establecieron sus cultivos, ya que, en ese entonces no contaban con la tecnología necesaria para realizar fertilizantes sintéticas (Borge, 2012).

El uso de abonos orgánicos tiene sus ventajas y desventajas tal como se muestra a continuación:

Ventajas

- Aumenta la diversidad biológica del sistema en su conjunto.
- Incrementar la actividad biológica del suelo.
- Mantiene la fertilidad del suelo a largo plazo.
- Reutiliza los desechos de origen vegetal y animal a fin de devolver nutrientes a la tierra, reduciendo al mínimo el empleo de recursos no renovables.
- Se basa en recursos renovables y en sistemas agrícolas organizados localmente.
- promueve un uso saludable del suelo, el agua y el aire, y reduce al mínimo todas las formas de contaminación de estos elementos que puedan resultar de las prácticas agrícolas.

- manipula los productos agrícolas haciendo hincapié en el uso de métodos de elaboración cuidadosos, a efectos de mantener la integridad orgánica y las cualidades vitales del producto en todas las etapas (Codex, 2005).

El porcentaje de colonización de micorrizas en el suelo aumenta 20 y 30 % más al incorporar bocashi que el humus de lombriz y sin abono, mientras que la composta tiene un lugar intermedio, estos datos son presentados por (Álvarez-Solís *et al*, 2010).

Desventajas

En el manejo orgánico del suelo (forestal y agrícola) pueden presentarse algunas situaciones que pudieran ser interpretadas como desventajas pero que a largo plazo serán superadas. Dichas situaciones son:

- Efecto lento, ya que el suelo se adapta a cierto manejo y al retirarle al 100% los compuestos a los que estaba acostumbrado dicho suelo, puede no ser muy provechoso.
- Los resultados se esperan a largo plazo, el cambio debe ser gradual, ya que poco a poco el suelo restituirá los procesos de formación y degradación de la materia orgánica hasta llegar a un nivel donde solo requerirá una mínima cantidad de nutrientes para mantener dicha actividad.
- El periodo de transición para que un suelo sea orgánico oscila entre los 3 a 5 años, dependiendo del manejo previo del suelo y de los factores medio ambientales, puede extenderse hasta los 8 años.

- Estar conscientes de que los costos en el manejo del suelo aumentan al hacerlo orgánicamente, pero de igual forma se tendrán plantas y frutos de mejor calidad, traduciéndose esto en más ingresos y menor costo del manejo del suelo en un futuro (Felix *et al.*, 2008).
- Tecnología y asistencia técnica limitada
- Baja disponibilidad de insumos orgánicos
- Dificultad en garantizar el cumplimiento de métodos orgánicos
- Certificación obligatoria y costosa
- Mercados limitados con altas exigencias (SAGARPA, 2014).

Los abonos orgánicos presentan un contenido más variado de nutrientes, a pesar de sus bajas concentraciones. Esto puede ser considerado como una ventaja. Por ejemplo, el suministro de abonos orgánicos puede eliminar las deficiencias de micronutrientes. Por otro lado, ciertos abonos orgánicos, principalmente los derivados de residuos urbanos (compost de basureros, residuos del tratamiento de aguas negras, etc.), suelen presentar concentraciones peligrosas de metales pesados como el plomo, cadmio, estaño y mercurio, productos altamente contaminantes (Cubero y Vieira, 1999).

Tal como mencionan los autores, el uso de abonos orgánicos presenta ventajas que son de impacto positivo para el suelo, agua y ambiente, así como, para proveer una buena y sana alimentación.

Efecto de los abonos orgánicos en el suelo

Los sistemas de agricultura convencional están basados en la aplicación de abonos minerales solubles, pero en muchos casos no se tienen en cuenta los mecanismos de absorción de la planta, los equilibrios existentes entre ésta y el suelo, ni los bloqueos o sinergias entre los nutrientes. Estas estrategias de fertilización se basan en la aportación de nutrientes en exceso para obtener los máximos rendimientos, aún a costa de generar consumos de lujo y favorecer la aparición plagas, debido a cambios en la composición nutritiva de los tejidos vegetales; con esta práctica también se promueve la degradación ambiental por la lixiviación de nutrientes, la pérdida de materia orgánica del suelo, erosión y se genera la necesidad de emplear grandes cantidades de herbicidas, fungicidas y plaguicidas (Valenzuela *et al*, 2013).

En una revisión bibliográfica realizada por Julca-Otiniano *et al.* (2006), se encontró que los autores concuerdan que el uso de abonos orgánicos en la agricultura tienen efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, así, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y mejorando el intercambio gaseoso. Cuando se refiere al efecto sobre las propiedades químicas del suelo, los autores mencionan que aumenta la capacidad de cambio de suelo, la reserva de nutrientes para la vida vegetal y la capacidad tampón del suelo favorece la acción de los abonos minerales y facilita su absorción a través de la membrana celular de las arcillas y en cuanto a su efecto sobre las propiedades biológicas, favorece los procesos de mineralización, el

desarrollo de la cubierta vegetal, sirve de alimento a una multitud de organismos y estimula el crecimiento de la planta en un sistema ecológica equilibrada.

López-Mtz. (2001), menciona que la incorporación de abonos orgánicos tiene impactos positivos en la estructura física y química del suelo, en el trabajo realizado al incorporar gallinaza, estiércol de bovino, caprino y composta mejoró la neutralización del pH del suelo, incorpora mayor cantidad de nutrientes, tiene efecto positivo en la conductividad eléctrica, la concentración de materia orgánica tiende a aumentar y resguarda mayor humedad, por lo que, la incorporación de los abonos orgánicas son prácticas recomendables para la agricultura orgánica, no solo para el incremento del rendimiento de cultivos, si no para, mejorar las características de los suelos agrícolas.

Efecto del uso de abonos orgánicos en el ambiente

Los estudios disponibles hablan de que la producción ecológica reduce las emisiones de dióxido de carbono entre un 40% y un 60% con la transformación de convencional a ecológico, dependiendo de la orientación productiva, debido a la no utilización de fertilizantes nitrogenados y plaguicidas químicos, y el bajo uso de fertilizantes potásicos, fosfóricos y alimentos concentrados (González, 2011).

Sandoval *et al.* (2003), en una revisión bibliográfica realizada, encontró que los autores coinciden en que la actividad agrícola genera gases con efecto invernadero favoreciendo el calentamiento global. Estos gases son el producto de insumos, fertilizantes, agroquímicos, uso de maquinaria, entre otros. También la oxidación de la materia orgánica del suelo, erosión del suelo y quema de los

rastrojos son prácticas que contribuyen a la liberación de carbono al ambiente. Sin embargo, en contraposición a lo anterior, se plantean nuevos modelos productivos que incluyen la rotación de cultivos y cero labranza conservando el rastrojo del cultivo anterior, permitiendo dar protección a la superficie del suelo, incorporar abonos orgánicos y la incorporación del carbono al sistema, ayudaría a minimizar el calentamiento global.

La agricultura promueve la utilización de sustancias y prácticas menos nocivas para el ambiente, incluyendo los organismos que viven en este, la materia orgánica contribuye al mantenimiento de los ciclos de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica (que involucra la mineralización y la síntesis de sustancias húmicas), la capacidad de retención de agua y la degradación de contaminantes (Salazar *et al.*, 2007).

La utilización de los residuos orgánicos generados por la actividad agrícola y por el procesamiento de sus productos, es vital para el control de una fuente importante de contaminación de las aguas superficiales (Cubero y Vieiria, 1999).

Importancia del consumo de productos orgánicos

Actualmente los consumidores buscan adquirir alimentos más saludables y naturales, donde no intervengan agentes químicos y sintéticos ya que ha influido toda la información medio-científico que deja explícita la relación entre los agroquímicos y la incidencia de padecimientos alérgicos y enfermedades como malformaciones, esterilidad y cáncer (López, 2011).

Los alimentos ecológicos pueden convertirse en la base de una alimentación sana y nutritiva. Suelen estar libres de sustancias contaminantes como los fitosanitarios y muchos de los aditivos usados para la preparación, manipulación y conservación de los alimentos. Los estudios disponibles destacan, además, sus cualidades nutricionales. Consumir productos ecológicos es además un acto de consumo responsable que permite mantener y conservar los ecosistemas, los servicios ambientales imprescindibles y mitigar el cambio climático (González, 2011).

El consumo de productos orgánicos tiene ventajas:

Mejoran el sistema inmunológico, fortalecen y dificultan el contraer enfermedades y son sustentables (Gómez *et al*, 2003).

México sobresale en la generación de variedades de chile en el mundo, alrededor del 90% de chile que se consume a nivel mundial es de origen mexicano. Las principales variedades de chile que se cultivan en el país son el jalapeño, serrano, poblano, morrón y habanero (SAGARPA, 2012).

En México los principales productores del chile jalapeño son Chihuahua con 562.2 toneladas anuales con una participación de 23.6 %, Sinaloa con 556.5 toneladas con una participación de 23.3%, le sigue Zacatecas con 348.8 toneladas lo que ocupa un 14.7 %, seguido de San Luis Potosí con 174.9 toneladas lo que ocupa el 7.3 % de la producción, seguido Michoacán con 83.8 toneladas lo que ocupa un 3.5 % al igual que sonora y Jalisco con 79.4 toneladas y el resto del país con 490.7 toneladas lo que ocupa un 20.6% de la producción (SHCP, 2014).

Importancia del chile jalapeño

El nombre del chile jalapeño proviene de la ciudad de Xalapa, Veracruz. Es un chile picante, sus frutos son firmes, de buen sabor y aspecto atractivo, por lo que tiene muy buena aceptación en el mercado, tanto nacional como extranjero (CONAPROCH, 2014).

Es de gran importancia alimentaria por los usos de los frutos naturales o procesados de *Capsicum annuum* son múltiples. Aparte del consumo en fresco, cocido, o como un condimento o "especia" en comidas típicas de diversos países, existe una gran gama de productos industriales que se usan en la alimentación humana: congelados, deshidratados, encurtidos, enlatados, pastas y salsas. En la medicina: entran en la composición de algunos medicamentos utilizados para combatir la atonía gastrointestinal y algunos casos de diarrea (Cano, 1998).

Tradicionalmente, el chile se ha usado como alimento (vegetal y condimento), ha sido un importante icono de la cultura y cocina mexicana, ha participado en la expresión oral como en los dichos, refranes, albures, música. También es planta de ornato, medicina y componente de rituales (Rodríguez, 2012). Los chiles frescos contienen el doble de vitamina C que el limón y la naranja y casi seis veces más que la toronja. En la medicina, la oleorresina *capsicum* es aprovechado en algunos fármacos por sus efectos sobre las membranas mucosas y su acción para aliviar malestares como tos, resfriados, bronquitis, asma, garganta irritada y congestionada (CONAPROCH, 2014).

El chile es una fuente económica muy importante en México, en el año 2003 se sembró una superficie de 18.88, 86 hectáreas y estas, solo se cosecho 15.390,86, lo que se obtuvo una producción de 229.508,61 toneladas y el precio por tonelada

fue de 2.591,40 logrando a obtener un ingreso de 594.748.382,30 pesos (CONAPROCH, 2014).

Fertilización

Se puede definir la fertilización como el aporte de los nutrientes, en cantidad y calidad, adecuados a las necesidades de las cosechas, para ayudar a que alcancen su máximo rendimiento y calidad. Los sistemas de fertilización se fundamentan en el monitoreo de los elementos minerales del suelo, y su extracción y aprovechamiento por las plantas, con la finalidad de aportarles la dosis de los elementos necesarios, en el momento apropiado, y con el método más conveniente para el cultivo (Valenzuela *et al*, 2013).

La fertilización es la incorporación de nutrientes en el cultivo, es la parte más importante de todo el manejo del cultivo, ya que, de esta depende el buen desarrollo y crecimiento de la planta, evitando la deficiencia nutricional reflejándose en el rendimiento y calidad (Gliessman, 1998). La incorporación de nutrientes consiste en mantener la productividad de los cultivos para satisfacer las demandas de alimentos y mantener la materia prima (FAO, 1999). Al fertilizar se incorporan los macro elementos más importantes para que la planta se desarrolle en un tiempo más rápido y de un rendimiento satisfactoria para abastecer la demanda de los consumidores, en pocas palabras, la fertilización es la comida de las plantas, (Moreno *et al.*, 2011).

La fertilización orgánica

Según Altieri y Nicholls. (2000), la fertilización orgánica intenta proporcionar un medio ambiente balanceado, rendimiento y fertilidad de suelos sostenidos y control natural de plagas, mediante el diseño de agroecosistemas diversificados y el empleo de tecnologías auto-sostenidas. IFA (1992), menciona que al aplicar abono orgánico reduce la erosión del suelo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad, mejorando significativamente de esta manera su fertilidad. El uso de fertilizantes orgánicos como estiércoles, humus y composta es una forma de nutrir el suelo de manera natural y para que un predio sea manejado orgánicamente, se debe evitar el uso de plaguicidas, herbicidas, etc, (González y Pomares, 2008).

De igual forma al incorporar abono orgánico mejora la utilidad del productor tal como menciona Muñoz y Lucero (2008), en un análisis de costo-beneficio (C/B) muestra que la mayor relación C/B es para el tratamiento con 300 kg/ha 13N-26P-6K y con 800 kg/ha de abono orgánico, por lo que cada peso invertido se recuperó \$1,47 pesos y el tratamiento que generó la mayor pérdida fue el de 900 kg/ha 13N-26P-6K y 1200 kg/ha de abono orgánico, con una relación beneficio-costos de 0.94, generando una pérdida de \$0.06 por peso invertido. Por lo tanto podemos concluir que al fertilizar con abonos orgánicos mejora las características físico-químico del suelo, es menos costoso, es más amigable con el ambiente y sobre todo se producen alimentos sanos sin residuos tóxicos.

Requerimiento nutricional del cultivo del chile

La obtención del chile en forma orgánica puede darle un plus a la comercialización del producto, aseguró Víctor Olalde. El investigador desarrolló en su laboratorio

fertilizantes y biofungicidas que permiten cultivar el chile sin la aplicación de fungicidas y optimizar la toma de nutrientes, el mismo autor, ha estudiado el uso de compostas para la producción orgánica y el manejo de residuos contaminantes. Estos biofertilizantes son microorganismos benéficos se asocian a la raíz de la planta, como los hongos micorrizas y bacterias promotoras del crecimiento (CONAPROCH, 2014).

Cuando se habla de requerimiento nutricional del cultivo, no es más que, la cantidad de micronutrientes y macronutrientes que necesita un cultivo para poder obtener un buen rendimiento expresado en toneladas. En una revisión de literatura científica se encontró que el requerimiento nutrimental específico del cultivo de chile, es como se indica a continuación (en kg/ton): Nitrógeno(N) 2.4 - 4.0; Fósforo (P_2O_5) 0.4 - 1.0; Potasio (K_2O) 3.4 - 5.29, Calcio (CaO) 0.55 - 1.80 y Magnesio (MgO) 0.28 - 0.49 estas cantidades es para obtener una tonelada de la producción (Salazar-Jara y Juarez-López, 2013).

Estudios demuestran que la absorción de nutrimentos del cultivo del chile a los 194 días es de (mg/planta) 2663 N, 326.8 P, 3822 K, 1043 Ca, 348.1 Mg y 351.1 S. El período entre los 96 y 138 días las plantas absorben el 84, 89, 87 y 82% del K, N, S, y el Mg ya que la planta se encuentra en plena fructificación, con crecimiento vegetativo aparente y con el segundo ciclo de floración. Para el caso del Ca, a los 166 días la planta ha absorbido el 83%del total ya que presentó valores de biomasa acumulada alto, se observó que el K y el N fueron los nutrimentos más utilizados por las plantas, conocer la nutrición del chile permite obtener hacer un uso eficiente de los fertilizantes (Azofeita y Moreira, 2008).

También al aplicar solución de nutrientes a diferentes concentraciones (75, 50 y 25 %) en dos sustratos (Tezontle y Tezontle+lombricomposta), la extracción de macronutrientes a los 40 días en la planta del chile serrano, encontraron que al 75% la planta absorbió mayor cantidad de nutrientes con 51.6 de N, 5.3 de P, 62.8 de K, 6.9 de Mg mientras que el Ca se absorbió más en la concentración del 50% con 28.6 g/Kg. En cuanto al tipo de sustrato, la mayor cantidad de nutrientes absorbidas fue en el de Tezontle con Lombricomposta con 48.3 de N, 5.1 de P, 64.4 de K, 29 de Ca y 7.3 de Mg g/Kg a los 80 días después del trasplante encontraron que el 45.7 de N, 48.6 de K, 12.4 de Mg se obtuvo a una concentración del 75%, el P y Ca se extrajo en mayor cantidad en una concentración al 50%. En cuanto al tipo de sustrato nuevamente se encontró mayor concentración de macronutrientes en la mezcla de Tezontle con Lombricomposta con 43.4 de N, 2.6 de P, 50.8 de K, 62.6 de Ca y 12.8 de Mg g/Kg (Cruz-Crespo *et al*, 2014). Por lo tanto, de acuerdo a la información citada, cabe mencionar que el Ca y el K son los elementos más absorbidos en la fructificación de la planta mientras que el nitrógeno se absorbe más en la etapa de crecimiento.

Abonos orgánicos como fertilizantes

Son varios los tipos de abonos orgánicos que se pueden utilizar en las fincas ecológicas o en un predio agrícola. Algunos ejemplos son el compost, los biofermentos, bocashi, lombricomposta, lixiviado (té), los abonos verdes y estiércoles crudos, todos estos abonos orgánicos funcionan como sustitutos de los fertilizantes sintéticos (Picado y Añasco, 2005).

El humus es un fertilizante orgánico, en forma líquido que se obtiene durante el proceso del composteo y es más favorable ya que económicamente es más barato y rentable para el productos (Mora y Molina, 2010).

Méndez-Moreno *et al.* (2012), menciona en un estudio realizado, que el humus de lombriz o lombricomposta promueve que las plantas de maíz tengan mayor rendimiento de grano en comparación con las plantas sin biofertilización. Así mismo la fertilización con lombricomposta combinada con la aplicación foliar del té de humus estimuló a que las plantas crecieran con mayor biomasa. Recomienda que para los productores que buscan producción de grano, la biofertilización con humus de lombriz es lo más conveniente, sin embargo para los que deseen producir forraje, conviene la aplicación de té de humus de lombriz de manera foliar.

Ochoa-Martínez *et al.* (2009), al comparar los rendimientos del tomate utilizando solución nutritiva, té de composta, té diluido y composta, encontró que el mayor rendimiento se encontró en la solución nutritiva con 21. 8 kg/m², así como el mayor peso y diámetro ecuatorial del tomate, pero en las plantas que se le aplico té de composta no se presentó diferencia nutricional en la planta lo cual se determina que el té de composta cubre el requerimiento nutricional del cultivo aunque no logre aumentar rendimientos.

Rodríguez *et al.* (2009), al evaluar el té de composta como fertilizante para la producción de tomate en invernadero, evaluando Granito y Romina en tres tratamientos de fertilización; F1= arena mas solución nutritiva, F2= arena más te de composta y F3= mezcla de arena y composta, menciona que el rendimiento y

la calidad de tomate no fueron afectados por los tratamientos, lo cual sugieren que al no haber diferencias, el té de compost puede ser considerado como un fertilizante alternativo orgánico.

En la fertilización orgánica, utilizando bocashi, humus de lombriz con bocashi y sin abono, encontraron diferencias significativas en el cultivo del chile jalapeño, el mayor número de hojas se presentó en la fertilización de B+H con 61.5 hojas mientras que el puro bocashi solamente presento 56.7 hojas y el testigo con 26.9 hojas, la mayor altura se registró en el uso de B con 20.2 cm seguido del B+H con 19.1 cm y el testigo con 10.4cm, en cuanto al peso fresco del follaje B obtuvo el mejor resultado con 9.9 g seguido del B+H con 8.9 g y el testigo con 1.9 g, en el peso seco nuevamente la mejor fue el B con 2.2 g seguido del B+H con 2.1 g y el testigo con 0.7 g. El mayor rendimiento se presentó en la fertilización de bocashi con humus de lombriz obteniendo 1.85 ton/ha seguido del bocashi con 1.58 ton/ha y sin abono con 1.36 ton/ha. En cuanto a la calidad del chile, el ancho del fruto estadísticamente no fueron significativas ya que con la fertilización del bocashi el fruto alcanzo 47.87 mm seguido del B+H con 45.38 mm y 48.64 mm en el testigo, en el peso tampoco hubo diferencias significativas en el bocashi alcanzó 9.04 g seguido del B+H con 8.50 g y 8.24 g en el testigo, el largo del fruto tampoco hubo diferencias significativas ya que quedaron de la siguiente manera: testigo sin abono con 48.64 mm seguido del bocashi con 47.87 mm y B+H con 45.38 mm, es un estudio muy completo, donde se muestra claramente el efecto de los fertilizantes en el desarrollo y crecimiento de las plantas. (Mendoza, 2012).

En un estudio realizado en Sinaloa en la producción del chile jalapeño probaron diferentes fertilizantes para buscar el mejor rendimiento y encontraron que en el tratamiento orgánico utilizando humus obtuvieron en el primer corte 13250 Kg/ha de chile jalapeño y en el segundo corte fue de 24620 Kg/ha, en el semiorgánico (humus y químico) el rendimiento en el primer corte fue de 15785 Kg/ha y en el segundo corte fue de 28732 Kg/ha y en el químico en su primer corte fue de 15428 Kg/ha y en el segundo corte fue de 27950 Kg/ha (Santoyo y Martínez, 2008).

Al estudiar cuatro tratamientos (T1 Vermicomposta A con 50% de arena y 50% de lombricomposta, T2 biocompost B con 50% de arena y 50% de lombricomposta, T3 vermicompost B con 50% de arena y 50% de lombricomposta y T4 100% arena con solución nutritiva) , en este trabajo encontraron que la mayor altura de las plantas se encuentra en la aplicación del T1 y T2 con 24 y 25 cm respectivamente, la que presento menor altura fue el T2 con solo 14cm y el total del rendimiento fue de 6.93 en el testigo, seguido del T3 con 5.24, T1 con 4.95 y por último el T2 con 4.05 Kg/m² (Fortis-Hernandez *et al*, 2012).

Lombricomposta como fertilizante orgánico

La lombricomposta es un abono orgánico sólido y es la desintegración de la materia orgánica hecha por una sola especie, en este caso, la lombriz californiana. Es un abono que aporta minerales para nutrir la planta, modifica la población microbiana, regula el PH, contiene ácidos húmicos y fúlvicos. (CICEANA, 2005).

Este abono contiene las siguientes características, una humedad 68%, PH 7, 2.35 % de N, 1.88 % de P, 3.34 % de Ca, Mg 0.78 %, K 0.30 %, S 0.46 %, Fe 5149

mg/kg, Cu 181 mg/kg, Zn 813 mg/kg, Mn 633 mg/kg y B 25 mg/kg, estos estudios realizados por (Durán-Umaña y Henríquez-Henríquez, 2010).

Olivares-Campos *et al.* (2012), en su trabajo de investigación, los resultados mostraron que el contenido nutricional de N foliar en plantas de lechuga tratadas con composta y lombricomposta, fue similar respecto a la aportación equivalente del fertilizante nitrogenado inorgánico. También observo diferencias en el contenido de Ca, Mg, Zn y Mn foliar en las diferentes técnicas de fertilización. Se obtuvieron las mejores condiciones de materia orgánica y en la concentración de macronutrientes en los suelos con fertilización a base de lombricomposta y composta, por lo que nuevamente se demuestra que el uso de abonos orgánicos puede reemplazar la fertilización química.

El uso de la lombricomposta en el cultivo de la cebollita cambray ha demostrado tener un efecto positivo en el desarrollo y rendimiento del cultivo, estudios realizados por Rodríguez *et al.* (2010), menciona que al aplicar 1.5 y 3 toneladas de lombricomposta equivale a 60 y 120 kg de nitrógeno respectivamente, en su trabajo de evaluación encontró que las variables de altura, peso seco y numero de hojas no hubo diferencia en comparación con la fertilización química al igual que en el ancho del bulbo, por lo que determina que la lombricomposta puede sustituir la fertilización química.

Alonso (2004), Encontró que al combinar fertilizante química (50-25-25) + liquido de lombriz (600 L/ha) se obtiene un rendimiento de 75.22 ton /ha de cilantro (T4), mientras que la mayor altura se presentó al aplicar composta (20 ton/ha) + liquido

de lombriz (400 L/ha) con 27.27 cm (T6) y el peso fresco fue mayor en el tratamiento 4 y el peso seco fue en el tratamiento 6.

En el cultivo habanero aplicaron cuatro fertilizantes orgánicos (composta, lombricomposta, infusión de estiércol y bocashi), los abonos sólidos se aplicaron cada 20 días por 200 g/planta y el líquido se aplicó una vez por semana 3 litros/ bomba de 20 litros y encontraron que la mayor altura de la planta se presentó en el té de estiércol con 52 cm, en cuanto al diámetro del tallo fue en la aplicación de la lombricomposta con 0.859 cm, en el peso del fruto fresco se obtuvo mayor con la lombricomposta con 949 g/planta, el mayor rendimiento se presentó aplicando lombricomposta con 17.6 ton/ha (López *et al*, 2012).

Muñoz *et al.* (2012), encontraron que al aplicar 25 ton/ha de composta se obtiene un rendimiento de 21.7 ton/ha del chile jalapeño, mientras que en el testigo químico 200-200-00 de N-P-K 19.6 ton/ha y al aplicar 50 ton/ha de composta solo se obtuvo 17.9 ton/ha de jalapeño.

Composta como fertilizante orgánico

La composta es un fertilizante sólido que sirve como mejorador del suelo, ya que la germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas es más favorable cuando se aplica este tipo de fertilizante. Widman *et al.* (2005), encontró en un estudio de investigación evaluando la germinación del frijol y tomate, que al aplicar composta + tierra la germinación fue más rápida, así como el desarrollo y crecimiento de la planta en comparación con el testigo (solo tierra).

En la producción de frijol y rábano aplicando composta encontraron que en el rábano obtenían 7.9 cm de longitud del bulbo, 12.3 cm de ancho de la hoja, 3.2 cm diámetro del fruto, 52.5 cm de altura de la planta, 27.4 g/planta y 9.04 ton/ha superado el testigo sin fertilización. En el frijol encontraron 53.8 cm de altura de la planta, 12.3 cm de ancho de la hoja, con 14.4 vainas y un rendimiento de 2.1 ton/ha (Gómez-Álvarez *et al.*, 2008).

Estudio realizado por López-Mtz *et al.* (2001), menciona que para obtener un rendimiento de 5.66 ton/ha del grano de maíz se recomienda aplicar entre 20 a 30 ton/ha de composta ya que es una alternativa para sustituir los fertilizantes químicos.

Rodríguez *et al.* (2005), encontró que al aplicar 80 ton/ha de compost NB + 0,4 ton/ha de abono con NPK 12-24-12 fraccionado en 2 momentos en el cultivo del pimiento 4.89 frutos/planta con un peso promedio de 68.13 g, mientras que, al aplicar 80 ton/ha de compost NB fraccionado en 2 momentos: siembra y aporque, en suelo sin previa siembra ni tratamiento, un promedio de 4.69 frutos/planta con un peso promedio de 63.70 g del pimiento.

Té de composta como fertilizante orgánico

El té de composta, es una herramienta que ha probado ser muy efectiva para controlar algunos patógenos y ha tomado fuerza durante los últimos años. La aplicación del té de composta de manera foliar en la producción de la albahaca dulce llega a obtener un rendimiento de 48.23 ± 6.2 g/planta (Francescangeli, 2013).

La mezcla de arena + compost + vermicompost (relación 2:1:1; v:v) + té de vermicompost al 2.5 % de concentración muestran mayor rendimiento con una media de 64.3 Mg/ha sin alterar la calidad del fruto, por lo que, es posible satisfacer la demanda nutrimental del cultivo con el uso de té de vermicompost solo o en combinación, por lo que tiene potencial como alternativa para producir chile jalapeño orgánico bajo condiciones protegidas, esto según (López, 2014).

También estudios realizaos en el cultivo de la acelga, encontraron que la aplicación de té induce a tener 7 hojas de acelga, con una altura de 25.2 cm, con un peso fresco aéreo de 19.7g y 1.6 peso seco, mientras que la combinación de té + solución nutritiva 7.55 hojas con una altura de 29.5 cm y 40.1 del peso fresco aérea y 1.7 del peso seco, de acuerdo a los datos, se observa una clara diferencia de las variables, aunque con un manejo más adecuado se pueden llegar a igualar los rendimientos bajo la aplicación de té (Patlax, 2013).

Álvarez-Solís *et al.* (2010), reportaron un rendimiento de 2.74 ton/ha de grano de maíz al aplicar composta y un rendimiento de 3.02 ton/ha al aplicar lombricomposta, con los resultados de otros autores, cabe destacar que el uso de abonos orgánicos pueden llegar a reemplazar los fertilizantes sintéticos ya que da bueno resultados en la producción de algunos cultivos que no demandan gran cantidad de elementos minerales y puedan ser cubiertos por los abonos orgánicos.

METODOLOGÍA

Localización

El presente trabajo se realizó a campo abierto, esta se encuentra en Buena Vista Saltillo Coahuila, en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado detrás del jardín botánico con las coordenadas 25°21,27.17 latitud N, 101°02'00.16 longitud O y 1763 msnm , el clima de la región, es representado por BSO K(x') (e); donde los términos significan; Bso.- Es el más seco de los BS, con un coeficiente de P/T de 385 ; K.- Templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18°C, la del más frío entre -3°C y la precipitación media anual es de 345 mm/ año (García, 2004). El tipo de suelo para el área de trabajo es arcilloso, con poca materia orgánica y una pendiente menor de 1 %.

Producción de la plántula

Para la siembra de las semillas del chile jalapeño variedad grande, se usó una charola de 200 cavidades, se colocó el *peat moss* en una cubeta de 20 litros y se mojó con agua hasta nivel de saturación, después se llenó la charola con el sustrato y se colocó una semilla por cavidad, se tapó nuevamente con una capa de *peat moss*, una vez que ya se sembraron las semillas se colocó la charola en una bolsa negra y cuando las plantas ya emergieron se sacó la charola, después las plántulas se regaron con agua durante una semana, pasando esta semana fue regada con la solución nutritiva Steiner al 30% por 39 días hasta el día del trasplante.

Preparación del terreno

Primeramente se delimito un área de 12.5 m de largo y 6.20 m de ancho, posteriormente se realizó el deshierbe manualmente con palas y azadón removiendo el suelo y rompiendo los terrones, finalmente se hicieron 6 camas con 12.5 m de largo y 60 cm de ancho con una distancia de 1m entre cama, estas fueron divididas en 3 particiones tal como se muestra en la Fig. 1, donde se formaron 3 bloques con una distancia de 1m y en cada bloque se distribuyeron los 6 tratamientos al azar.

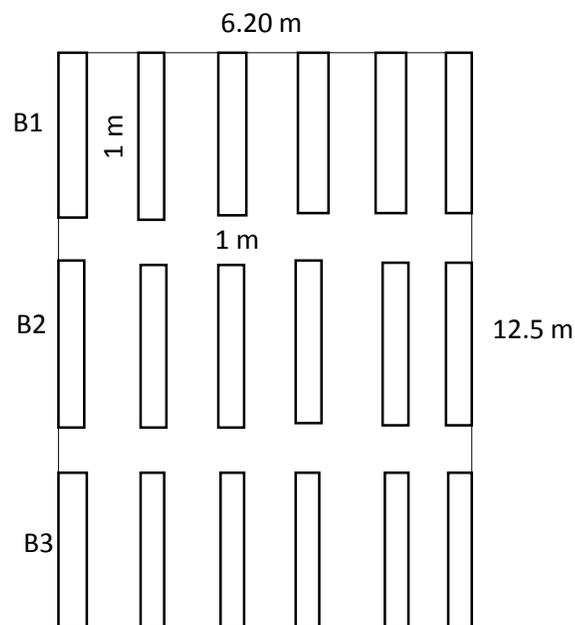


Figura 1. Diseño experimental

Trasplante y aplicación de tratamientos

Se instaló el sistema de riego dos días antes del trasplante, se realizó un riego pesado y se aplicaron los diferentes tratamientos de fertilización tal como se muestra en la Fig.2, en cada orificio del suelo se aplicó 200 g de composta/planta

+ té de composta 250 ml, 600 g de composta sobre planta, 200 g de lombricomposta/planta + té de composta 250 ml, 600 g de lombricompos/planta, 250ml de té de composta y el testigo (sin fertilización), posteriormente se colocaron las plantas. El trasplante se realizó el 11 de Abril del año 2015, 46 días después de la emergencia (DDE) de la planta. La distancia entre planta y planta fue de 35 cm, se colocaron 10 plantas de forma lineal, se dejó un espacio de un metro y nuevamente se colocaron 10 plantas en la cama y así sucesivamente hasta completar los bloques, en total se colocaron 60 plantas por bloque, por lo que en total fueron 180 plantas evaluadas, después del trasplante se aplicó un riego. Durante el ciclo del cultivo se fue desyerbando cada vez que fue necesario, el riego se realizó todos días, el té de composta se estuvo aplicando cada 20 días. La lombricomposta y composta solo se aplicó dos veces, una antes del trasplante y otra 15 días después del trasplante (DDT), para la preparación del té de composta se diluyo un litro de té concentrado en 9 litros de agua.



Figura 2. Aplicación de tratamientos en el suelo antes del trasplante del chile jalapeño

Los fertilizantes orgánicos fueron procesados desde el rancho “Los Rancheros México”, que se encuentra en Fresnillo Zacatecas. El material fue procesado a

base de estiércol vacuno, utilizando lombrices como degradadoras de la materia orgánica y para la composta fue a base de microorganismos que se desarrollaban durante el proceso.

Variables evaluadas

Durante el ciclo del cultivo se midió la altura de las plantas con una regla, se contó el número de hojas por planta, el número de frutos por planta, se midió el diámetro polar y ecuatorial del fruto con un vernier digital, se pesaron los frutos, se determinó el peso fresco y seco de las plantas. Para analizar la calidad del fruto, se determinó el PH, CE, % de ácido cítrico, vitamina C, potencial de óxido reducción y sólidos solubles totales (SST).

La evaluación de variables dependientes como el conteo de número de hojas por planta y altura se realizó un día después del trasplante, posteriormente fue cada 20 días logrando obtener 6 mediciones, para medir la altura solamente se ocupó una regla y material para anotar los datos, cuando las plantas empezaron a generar frutos se realizaron tres cortes, en cada corte, se realizó el conteo de frutos por planta, se midió el diámetro polar y ecuatorial de cada fruto con un vernier digital y se pesó cada fruto en una balanza analítica marca Item pa-1502 con una capacidad de 1510 g. Para determinar la biomasa se arrancaron las plantas sobrevivientes al final del ciclo del cultivo de cada tratamiento, se trozó cada planta y se metió en una bolsa estraza, se llevó al laboratorio y se pesó en fresco, posteriormente se metieron en una estufa marca Drying Oven modelo DH69240A a una temperatura de 78°C por 3 días para obtener el peso seco.

Para determinar el Ph, CE, grados brix, potencial de óxido reducción y ácido cítrico se realizó lo siguiente:

- Se pesó 10 g del fruto fresco sin semillas.
- Posteriormente se machacó en un mortero de tal manera que se desintegrara la pulpa por completo agregándole agua destilada.
- Cuando la muestra ya estaba bien molida, se tomaba una porción muy pequeña y se pasaba a un equipo llamado refractómetro para determinar los grados brix en el fruto.
- De la muestra que sobro, de ahí mismo se le determino el PH y CE con un potenciómetro y el ORP.
- Para calcular el ácido cítrico se pasó 10 ml de la muestra molida en una matraz Erlenmeyer y se tituló con NaOH al 0.1 N, se registraba la cantidad de ácido gastado y mediante la siguiente formula se determinaba la concentración del ácido cítrico presente en los frutos:

$$\frac{(\text{Volumen gastado de NaOH}) (\text{Normalidad de NaOH}) (\text{meq. de ácido cítrico})}{100} / \text{Volumen de muestra.}$$

Para la determinación de la vitamina C, se siguió el método de titulación con 2.6 diclorofenolindofenol propuesta por (Padayatt et al., 2001).

- Se pesó 10 g del fruto, en estado fresco.
- Se pasó a un mortero y se molió hasta lograr su desintegración.
- Posteriormente con unas gasas se filtró la muestra y se tomaba 10 ml para la titulación.

- En la titulación se registraba la cantidad de 2,6 diclorofenolindofenol gastado y mediante la siguiente formula se determinó la vitamina C:

Acidez Titulable (% de ácido cítrico) = (Volumen gastado de NaOH) (Normalidad de NaOH) (meq. de ácido cítrico) (100)/ volumen de muestra.

El diseño experimental que se ocupó en este trabajo, fue bloques completos al azar, con cinco tratamientos más el testigo con treinta repeticiones. Se realizó una ANOVA y una prueba de medias de acuerdo a LSD ($p \leq 0.05$). Todos los análisis estadísticos se realizaron en el software Infostat.

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1= 200 g/planta de composta combinado con té de composta 250 ml

T2= 600 g/planta de composta

T3= 200 g/planta de lombricomposta combinado con té de composta 250 ml

T4= 600 g/planta de lombricomposta

T5= 250 ml/planta de Té de composta

T6= testigo absoluto (sin aplicación de fertilizantes).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de crecimiento y desarrollo de la planta

El análisis de varianza mostró que casi en todas las variables evaluadas se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En la Tabla 1 se presentan los resultados de las variables agronómicas, en la Tabla 2 se muestra el tamaño de los frutos, en la Tabla 3 el rendimiento y en la Tabla 4 se presentan los resultados de la calidad del chile jalapeño.

Tabla 1.- Variables agronómicas del cultivo del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) producidas con diferentes dosis y tipos de fertilizantes orgánicos.

Tratamientos	A.P (cm)	N° DE HOJAS	P.F.H.T (g)	P.S.H.T (g)
200 g/planta de composta + té de composta 250 ml	54.76a	163.35a	211.51a	49.00a
600 g/planta de composta	45.37b	161.87a	173.43ab	38.87ab
200 g/planta de lombricomposta + té de composta 250 ml	43.56b	148.34a	173.05ab	37.37ab
600 g/planta de lombricomposta	45.62b	137.40a	181.17ab	39.58ab
250 ml/planta de Té de composta	38.70bc	94.73b	114.99b	24.17b
Testigo	32.37c	63.45b	128.25ab	25.09b

AP= altura de la planta. P.F.H.T peso fresco de hojas y tallo. P.S.H.T= peso seco de hojas y tallo. Medias con una letra común no son significativamente diferentes de acuerdo a LSD ($p \leq 0.05$).

De acuerdo a los datos que se muestran en la Tabla 1, para la variable altura, los tratamientos mostraron un incremento en comparación al testigo (sin fertilización),

mostrando una diferencia significativa. El tratamiento 200g/planta de composta+té, es la que presento la mayor altura con 54.76 cm, seguido del tratamiento de 600 g/planta de composta con 45.37 cm, mientras que el testigo (sin fertilización) solamente alcanzo 32.37 cm, esto representa una diferencia de 22.49 cm entre el testigo y el tratamiento de 200g/planta de composta+ té. Nieto-Garibay *et al.* (2002), al aplicar 50 ton/ha de composta en el cultivo del chile Anaheim indujeron una altura de 73.19 cm y el testigo sin aplicación de fertilizantes alcanzó solo 68.5 cm. Muñoz *et al.* (2012), al aplicar 10 ton/ha de composta en el cultivo del chile Pulla, encontraron que las plantas solamente alcanzaron una altura de 30.8 cm de altura. Estos resultados, es contrario a los resultados de esta investigación ya que ambos autores utilizaron el mismo abono pero con diferentes dosis.

Para la variable número de hojas, en todos los tratamientos se presentó un incremento en comparación con el testigo, siendo una diferencia significativa (Tabla 1). El tratamiento de 200g/planta de composta+té indujo una media de 163 hojas/planta, mientras que el tratamiento 250ml/planta de té y el testigo (sin fertilización) fueron las que obtuvieron menor número de hojas con 63.45 y 94.73 respectivamente. Mendoza (2012), al aplicar Bocashi+ foliar en el chile jalapeño obtuvo 61.5 hojas, mientras que en el testigo sin abono 26.9 hojas, por lo que, los resultados que se obtuvieron en este trabajo fueron mucho mayores.

Para la variable peso fresco de la planta, el peso más alto se obtuvo en el tratamiento de 200g/planta de composta+té con 211.51 g seguido del tratamiento de 600g/planta de composta con 173.43 g, mientras que el peso más bajo se presentó en el tratamiento 250ml/planta de té con un valor de 114.99 g y el testigo

con 128.25 g, existiendo diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 1). En el peso seco, nuevamente el tratamiento de 200g/planta de composta+té fue el mejor con 49.00 g, los tratamientos con menor peso fueron el de 250ml/planta de té con 24.17 g y el testigo con 25.09 g. Mendoza (2012), obtuvo 9.9 g de materia fresca y en el testigo 1.9 g, además el peso seco fue de 1.8 g, siendo el más bajo el testigo con 0.7 g a los 63 días después del trasplante, por lo que estos datos son menores a los resultados de este trabajo con una diferencia de 47.2 g en el peso seco y 201.61 g en el peso fresco, la diferencia entre este trabajo, es que, la biomasa se calculó después de los cortes cuando la planta ya había llegado a su máximo desarrollo y crecimiento. .

Tabla 2.- Variables de tamaño del chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) producidas con diferentes dosis y tipos de fertilizantes orgánicos.

Tratamientos	N° DE FRUTOS	P.P.F (g)	D.P.F (mm)	D.E.F (mm)
200 g/planta de composta + té de composta 250 ml	18.11 a	17.17 ab	68.08 b	23.05 b
600 g/planta de composta	9.72 b	17.07 b	68.46 b	22.72 b
200 g/planta de lombricomposta + té de composta 250 ml	11.86 ab	18.36 ab	72.31ab	24.11ab
600 g/planta de lombricomposta	14.65 ab	20.28 a	74.92 a	25.38 a
250 ml/planta de té de composta	11.35 ab	17.45 ab	69.00ab	22.93 b
Testigo	9.18 b	19.36 ab	75.07 a	23.39 b

P.P.F= peso promedio del fruto. D.P.F= diámetro polar del fruto. D.E.F= diámetro ecuatorial del fruto. Medias con una letra común no son significativamente diferentes de acuerdo a LSD ($p \leq 0.05$).

Para la variable número de frutos, en todos los tratamientos se presentó un incremento en comparación con el testigo, existiendo diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 2). El tratamiento de 200g/planta de composta+té fue el que presentó mayor número de frutos con 18.11, mientras que el testigo fue el que presentó menor número de frutos con un promedio de 9.18 frutos/planta. Nieto-Garibay *et al.* (2002), encontró que al aplicar 25 ton/ha de composta tuvo en promedio 16.37 frutos/planta chile Anaheim y para su testigo 11.79 frutos/planta, datos similares a este trabajo.

El mejor peso promedio de los frutos se presentó en el tratamiento de 600g/planta de lombricomposta, con un promedio de 20.28 g, el testigo fue el tratamiento que ocupó el segundo lugar en el peso promedio del fruto con 19.36 g (Tabla 2). Macías *et al.* (2012), menciona que al aplicar gallinaza + 80N en el cultivo del chile jalapeño, obtuvo un peso promedio del 15.27 g y el más bajo de 11.7 g. Comparando los resultados con este trabajo, cabe mencionar que se obtuvieron frutos con mayor peso.

El diámetro polar del fruto, fue mejor en el testigo con un valor de 75.07 mm, seguido del tratamiento de 600 g/planta de lombricomposta con un valor de 74.92 mm. Los tratamientos con menor diámetro fueron el de 200 g/planta de composta+té y el de 600 g/planta de composta, existiendo diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo, en esta variable el mejor fue el testigo, ya que los frutos que se cosecharon tenían un buen diámetro polar, pero no se obtuvo el mejor rendimiento (Tabla 2).

Mientras que para la variable diámetro ecuatorial del fruto, fue mejor la aplicación de 600g/planta de lombricomposta con un valor de 25.38 mm, seguido del tratamiento 200g/planta de lombricomposta+té con 24.11 mm, el que presento menor diámetro ecuatorial fue el tratamiento de 600g/planta de lombricomposta con 22.72, el testigo alcanzó un valor de 23.39 mm existiendo una diferencia significativa entre el tratamiento de 600 g/planta de lombricomposta y el testigo (Tabla 2). Estudios realizados por Moron y Alavón. (2014), al aplicar dos toneladas de lombricomposta en 155,000 plantas del chile jalapeño registraron 72.5 mm de diámetro polar en el fruto, dicho resultado es inferior al obtenido de este trabajo con una diferencia de 2.42 mm del mejor tratamiento. En el diámetro ecuatorial obtuvieron 25.8 mm valor muy similar de este trabajo. Macías *et al.* (2012), al aplicar gallinaza + 80 de N obtuvieron frutos con un diámetro polar de 52 mm y en su testigo 46 mm, mientras que en el diámetro ecuatorial registraron 23 mm y el testigo con 20 mm, comparando con los resultados de este trabajo se observa que en éste se encontraron mejores resultados con frutos de mejor tamaño (Figura 3).



Figura3. Tamaño de frutos, producidas con diferentes fertilizantes orgánicos.

De acuerdo a la norma establecida (NMX-FF-25-1982), se menciona que uno de los parámetros considerados del chile jalapeño para el comercio, es la longitud del fruto, que se clasifican de la siguiente manera: A= menor a 3 cm, B=3-4.5 cm, C= 4.6-6 cm, D= 6.1-7.5 cm y E= mayor de 7.5. Los resultados obtenidos de este trabajo muestran que se obtuvieron frutos de calidad ya que estaban por encima de los 6.1 cm, en la Figura 3.

Variables del rendimiento

En la Tabla 3, se muestra el rendimiento promedio sobre planta y el rendimiento sobre hectárea, donde se puede observar que hay diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo.

Tabla 3.- Análisis de varianza y comparación de medias para el rendimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) producidas con diferentes fertilizantes orgánicos.

Tratamientos	R.P/P (g)	Rendimiento Ton/ha
200 g/planta de composta + té de composta 250 ml	374.77a	11.24a
600 g/planta de composta	181.29 b	5.43 b
200 g/planta de lombricomposta + té de composta 250 ml	241.89 ab	7.25 ab
600 g/planta de lombricomposta	300.89 ab	9.02 ab
250 ml/planta de Té de composta	217.41 ab	6.52 ab
Testigo	174.84 b	5.24 b

RP/P=rendimiento promedio por planta. Medias con una letra común no son significativamente diferentes de acuerdo a LSD ($p \leq 0.05$).

Como se observa en la Tabla 3, todos los tratamientos superaron el testigo, sin embargo solamente la incorporación de abono de 200g/planta de composta+té fue estadísticamente superior al testigo con un rendimiento de 374.77 g por planta, por equivalente a 11.24 ton/ha. Este fue seguido del tratamiento 600g/planta de lombricomposta con un peso promedio de 300.89 g por planta equivalente a 9.02 ton/ha y el más bajo como se esperaba fue el testigo (sin fertilización) con 174.84 g por planta equivalente a 5.24 ton/ha. Entre el testigo y el mejor tratamiento existe una diferencia de 6 ton/ha en el rendimiento. Mendoza (2012), encontraron al fertilizar el chile jalapeño con Bocashi+folir un rendimiento de 1.8 ton/ha y su testigo 1.36 ton/ha, por lo que, en este trabajo fue mayor el rendimiento. Mientras que Nieto-Garibay (2002), logró obtener un rendimiento de 8.04 ton/ha de chile Anaheim al aplicar 25 ton/ha de composta y para su testigo un rendimiento de 7.18 ton/ha, datos similares a los resultados de este trabajo de investigación. Macías *et al.* (2012), al realizar una combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, reporto un rendimiento de 65.20 ton/ha al aplicar gallinaza+80N, también reporto un rendimiento de 43.30 ton/ha al aplicar 150N+150P, mientras que para su testigo (sin fertilización) 16.20 ton/ha datos muy superiores a este trabajo. Con los resultados de este trabajo y de los demás autores, cabe mencionar que el uso de abonos orgánicos tiene un efecto positivo en el rendimiento y calidad del chile jalapeño, pero si se hace una combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos el rendimiento potencial puedes ser mayor.

Variables de la calidad del fruto

En la Tabla 4, se muestran el resultado de las variables evaluadas para la calidad del chile, y como se puede observar, en la mayoría de las variables hubo diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo.

Tabla 4.- Variables de la calidad del fruto del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) producidas con diferentes tipos y dosis de fertilizantes orgánicos.

Tratamientos	SST	ORP (mV)	CE (mS/cm)	pH	% AC	Vit. C
200 g/planta de composta + té 250 ml	1.93 b	-94.83 a	2.04 a	6.53 ab	0.09 b	53.39 b
600 g/planta de composta	2.00 b	-57.63 a	2.25 a	6.24 ab	0.09 b	81.88 a
200 g/planta de lombricomposta + té 250 ml	2.63 ab	21.17 a	2.36 a	5.91 ab	0.17 a	68.93 ab
600 g de lombricomposta	2.20 b	4.40 a	2.24 a	6.74a	0.08 b	70.99 ab
250 ml de té de Composta	3.40 a	-104.13a	1.51 ab	5.75 ab	0.12 ab	67.76 ab
Testigo	3.33 a	-42.03 a	0.78 b	5.59 b	0.15 ab	54.27 b

CE=conductividad eléctrica. ORP= potencial de óxido reducción. PH= Potencial de hidrogeno, %AC= porcentaje de ácido cítrico. Vit C= vitamina C mg/100 g PF. Medias con una letra común no son significativamente diferentes de acuerdo a LSD ($p \leq 0.05$).

Para la variable SST, los mejores tratamientos fueron la aplicación de 250 ml de té con 3.40 y el testigo con 3.33, mientras que los que presentaron menor concentración de SST fueron los tratamientos 200 g de composta/ planta + té con

1.93 y 600g/planta de composta con 2.00 (Tabla 4). Miranda (2014), al utilizar *Bacillus sp*, como un biofertilizante orgánico en el chile serrano, encontró 7.33 y 8.23 de SST, valores muy superiores a los resultados de este trabajo ya que para este autor entre más alto sea la concentración de SST en el fruto es de mejor calidad.

En la variable potencial de óxido reducción, no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero cabe mencionar que, los tratamientos con valores negativos indican que tienen mayor concentración de antioxidantes. Para este trabajo el mejor tratamiento fue la aplicación de 250 ml de té con -104.13, seguido del tratamiento 200g de composta/planta + té con un valor de -94.83, dejando en el último lugar la aplicación de 600g de composta/planta con un valor de 4.40 Tabla 4. Juárez-Maldonado *et al.* (2016), menciona que una reducción en los valores de potencial redox indica un mayor potencial antioxidante, lo que indica una calidad nutritiva mayor en la fruta.

Para la variable conductividad eléctrica (CE) hubo diferencia significativa en los tratamientos. El mejor tratamiento fue el de 200 g de lombricomposta/planta + té con 2.36, dejando el último lugar el testigo con 0.78 (Tabla 4). Es mejor, ya que, se ha abordado el estudio de la conductividad eléctrica como índice de madurez en frutos (Rueda, 2013), Además es un indicador del contenido de sales, a mayor CE mayor será el contenido de estas.

Para el potencial Hidrogeno (pH), mostro diferencias estadísticamente significativas, de acuerdo a los datos que se presenta en la Tabla 4. Se observa que la incorporación de abonos orgánicos aumenta el pH en comparación con el

testigo, el mayor pH se registró en el tratamiento 600 g de lombricomposta/ planta con 6.74, seguido del tratamiento 200g de composta/planta + té con un valor de 6.53 y dejando en último lugar el testigo con 5.59. Miranda (2014), registro un pH en los frutos del chile serrano 5.47 y 6.04 al aplicar *Bacillus sp* como fertilizante orgánico, dichos datos son inferiores a los resultados de este trabajo de investigación, esto significa que los frutos cosechados son menos ácidos por lo que, influyen en el sabor del fruto.

El % de ácido cítrico, como se puede observar en la Tabla 4, presento diferencias estadísticamente significativa, destacando que el tratamiento 200 g de lombricomposta/planta + té fue el que presentó un valor más alto con 0.17 %, seguido del testigo con 0.15% y la que se ubica en el último lugar es el tratamiento 600 g de lombricomposta/ planta con 0.08 %, estos valores va relacionado al pH. Juárez-Maldonado *et al.* (2016), menciona que entre más bajo sea el % AC el fruto es de mejor calidad. Miranda (2014), reporto hasta 2.29 y 3.03 % de ácido cítrico en el chile serrano, datos muy superiores a este trabajo de investigación.

La vitamina C es un antioxidante, por lo que, influye mucho en la calidad del fruto. En este trabajo se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 4), mencionando que el tratamiento de 600 g de composta/planta fue la que presento mayor cantidad de Vitamina C con 81.84 mg, mientras que el en testigo se obtuvo 54.27 mg, con una diferencia de 27.57 mg. La aplicación de abonos orgánicos favorece la acumulación de la vitamina C en los frutos. Miranda (2014), encontró una cantidad de 184.7 mg en el chile serrano al aplicar *Bacillus sp*, datos muy superiores a los resultados de este trabajo, esto se debe a que la aplicación

de un biofertilizante que contiene microorganismos son capaces de liberar diferentes tipos de compuestos que pueden influir directamente en la calidad del fruto.

CONCLUSIONES

La incorporación de abonos orgánicos de forma sólida y líquida con diferentes dosis tiene efectos diferentes en las variables de crecimiento y calidad de los frutos del cultivo de chile jalapeño.

La incorporación de abonos orgánicas es favorable para la generación de la vitamina C en el fruto, el pH, % de Ácido cítrico, potencial de óxido reducción y conductividad eléctrica, pero no lo es, para los sólidos solubles totales.

La combinación de fertilizantes orgánicos indujo un mayor rendimiento del chile jalapeño, sin embargo para la calidad del fruto fue mejor sin la combinación de los fertilizantes.

LITERATURA CITADA

- Alonso R, N. 2004. Efecto de la Aplicación de Composta, Lombricomposta y Biodigestados Líquidos en el Crecimiento, Rendimiento y Calidad de Follaje en el Cultivo de Cilantro (*Coriandrum sativum* L.). Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agrónomo en Producción. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 126 pp.
- Altieri, M. y N.I. Nicholls. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Red de Formación Ambiental Para América Latina. México, D.F. 257 pp.
- Álvarez-Solís, J.D., D. Gómez-Velasco., N. S. León-Martínez., F. A. Gutiérrez-Miceli. 2010. Manejo Integrado de Fertilizantes y Abonos Orgánicos en el Cultivo de Maíz. *Agrociencia*. (44): 575-586.
- Azofeita, A. y M.A. Moreira. 2008. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Agronomía Costarricense*. 32 (1): 20-29.
- Borge, M. 2012. Agricultura Orgánica: solución de sostenibilidad. *Éxito Empresarial*. (196):1-3.
- Brunel, N y O. Seguel. 2011. Efecto de la erosión en las propiedades del suelo. *Agro Sur*. 39(1):1-12.
- Cáceres, D. 2002. Agricultura orgánica versus agricultura industrial: su relación con la diversificación productiva y la seguridad alimentaria. *Agroalimentaria*. 009(16):29-39.

- Cano A, M. F.1998. Potencial Exportable de Chiles en Fresco, de una Zona libre de Plagas. Guatemala. 51 pp. Consultado el 23/03/2016 el <http://www.mflor.mx/materias/temas/cultivochiles/cultivochiles.htm>
- CICEANA. 2005. Lombricomposta: La lombriz coopera con nosotros para transformar nuestros desechos en fertilizante orgánico. Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América. México, D.F. 43 pp.
- Codex. 2005. Alimentos Producidos Orgánicamente. 2ª edición. Organización de las Naciones unidas Para la Alimentación y Agricultura. 74 pp.
- CONAPROCH. 2014. Comité Nacional. Plan Rector. Sistema Producto Chile. 86 pp. Consultado el 06/03/2016 en http://www.conaproch.com/descargas/PLAN_RECTOR_2014.pdf.
- Cruz-Crespo, E., A. Can-Chulim., R. Bugarín-Montoya., J. Pineda-pineda., R. Flores-Canales., P. Juárez-López y G. Alejo-Santiago. 2014. Concentración nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato. *Fitotecnia México*.37 (3):290-295.
- Cubero, D y M.J. Vieira. 1999. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos. XI Congreso Nacional Agronómico/ III Congreso Nacional de Suelos. Conferencia 70. 61-67.
- Durán-Umaña, L y C. Henríquez-Henríquez. 2010. El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta. *Agronomía Mesoamericana*. 21(1):85-93.

- FAO. 1999. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 30 pp.
- FAO.2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. 234 pp. Consultado el 05/08/2016 en <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw8s.pdf>.
- Félix H, J.A., R.R. Sañudo., G. E. Rojo., R. Martinez y V. Olalde.2008. Importancia de los Abonos Orgánicos. Ra Ximhai. 4(1):57-67.
- FONAG. 2010. Abonos Orgánicos: Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Fondo Para la Protección del Agua. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. 25 pp.
- Fortis-Hernández, M., P. Preciado-Rangel, J.L. García-Hernández, A. Navarro B, J.A. González, Y J.M. Omaña S. 2012. Sustratos orgánicos en la producción del chile pimiento morrón. Ciencias Agrícolas. 3 (6):5-6.
- Francescangeli, M.O. 2013. Té de Compost Control de Mildiu Lanoso (*Peronospora belbahrii*) y Suplemento Nutricional en Albahaca Dulce (*Ocimum basilicum -var. Genovese*). Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 34 pp.
- García, E., 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de köppen. Libro 5ta edición. Universidad Autónoma de México. México, D.F. 245 pp.
- García, H.J.L., E. Salazar., I. Orona., M. Fortis y H. I. Trejo. 2010. Agricultura Orgánica. Tercera Parte. Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango, México. 438 pp.

- Gliessman, R. S. 1998. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Sleeping Bear Press. Washington, EUA. 359 pp.
- Gómez, C. M.A., L. Gómez y R. Schwentesius. 2003. México como abastecedor de productos orgánicos. Comercio Exterior. 53(2).128-138.
- Gomez, C.M.A., R.S. Rindermann., J.O. Rufino y L.G. Tovar. 2010. Situación y Desafíos del Sector Orgánico de México. Ciencia Agrícola. 1(4): 593-608.
- Gómez, T. L. Y M.A.G. Cruz. 2004. La Agricultura Orgánica en México y en el Mundo. CONABIO. Biodiversitas. (55):13-15.
- Gómez-Álvarez, R., G. Lázaro-Jerónimo y J.A. León-Nájera. 2008. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco, México. Universidad y Ciencia. 24 (1):11-20.
- González M, M. 2011. La Importancia de la Agricultura Ecológica Para el Medio Ambiente, el Empleo y la Salud. Ambienta. (95): 10-25.
- González, V. y F. Pomares 2008. La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Catarroja Valencia, España. 24 pp.
- Heras, j., C. Fabeiro., R. Meco. 2003. Fundamentos de la Agricultura Ecológica Realidad Actual y Perspectivas. De la edición Universidad de la Castilla-La Mancha. Ciudad Real, España. 374pp.

- IFA.1992. Los fertilizantes y su uso. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Paris, Francia. 632 pp.
- Juárez-Maldonado, A., H. Hortega-Ortíz., F. Pérez-Labrada., G. Cadenas-Pliego y A. Benavides-Mendoza. 2016. Cu Nanoparticles absorbed on chitosan hydrogels positively alter morphological, production, and quality characteristics of tomato. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 89: 183 – 189.
- Julca-Otiniano, A., L. Meneses-Florián., R. Blas-Sevillano y S. Bello-Amez. 2006. La Materia Orgánica, Importancia y Experiencias de su Uso en la Agricultura. *IDESIA (Chile)*. 24(1):49-61.
- Lesur, L. 2006. Manual del cultivo del chile. Trillas. México, D.F. 80 pp.
- López- Mtz, J.D., A. Díaz E., E. Martínez R y R.D. Valdez C.2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra*. 19 (4):293-299.
- López, A. M., J.E. Poot y M.A. Mijangos. 2012. Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* L.) al suministro de abono orgánico. *UDO Agrícola*. 12 (2):307-312.
- López, E. S.T. 2014. Té de Vermicompost: Alternativa Para la Producción de Chile Jalapeño Bajo Condiciones Protegidas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 57 pp.

- López, P.K. 2011. El mercado de productos orgánicos: oportunidad de diversificación y diferenciación para la oferta exportable costarricense. PROCOMER. Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica Dirección de Inteligencia Comercial. 50 pp.
- Macías D, R., R. L Grijalva y F. R Contreras.2012. Respuesta de la Aplicación de Estiércol y Fertilizante sobre el Rendimiento y Calidad del Chile Jalapeño. Biotecnia. 14 (3):2-7.
- Márquez-Quiroz, C., S. Teresa, P. Cano-Ríos y A. Moreno-Reséndez.2013. Fertilización orgánica: una alternativa para la producción de chile piquín bajo condiciones protegidas. Chapingo Serie Horticultura. 19(3):279-286.
- Méndez-Moreno, O., N.S. León-Martínez., F.A. Gutiérrez-Miceli., R. Rincón-Rosales y J.D. Alvarez-Solís. 2012. Efecto de la Aplicación de Humus de Lombriz en el Crecimiento y Rendimiento de Grano del Cultivo de Maíz. Gayana Bot. 69(esp):49-54.
- Mendoza, M. y J. Proaño. 2008. Evaluación del efecto de tres niveles de N-P-K dos de biofertilizante a través del fertirriego en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*). XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo 29-31 de Octubre. Guayas, Ecuador. 16 pp.
- Mendoza, N. J.A. 2012. Producción y calidad de *Capsicum annum* y *Allium cepa* bajo tecnologías orgánicas. Tesis Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. 58 pp.

- Miranda, M.F.D. 2014. Efecto del manejo orgánico sobre la producción, la calidad nutrimental y nutracéutica del chile serrano (*Capsicum annuum* L.). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro. C.U. Santiago de Querétaro, Querétaro. 96 pp.
- Montaño, M.N.J., J.A. Simosa M y A.J. Perdomo. 2009. Respuesta de tres cultivares de berenjena (*Solanum melogena* L.) a diferentes combinaciones de fertilizante orgánico y fertilizante químico. ODU Agrícola. 9 (4):807-815.
- Mora, U.F.A. y D.J. Molina B. 2010. Influencia de los abonos orgánicos en la productividad del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de licenciatura de ingeniero agrícola. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador. 78 pp.
- Moreno, P. R., T. García, J.M. Storch, H. Muñoz, E. Yáñez. Y E. Pérez. 2011. Fertilización y corrección edáfica de suelos agrícolas con productos orgánicos. Tecnología y Desarrollo. 9: 1-34.
- Morón, A y J.A Alavón. 2014. Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con manejo orgánico o convencional. Investigación y Difusión Científica Agropecuaria. 18(3): 35-40.
- Muñoz, L.A y A.M, Lucero. 2008. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla *Solanum phureja*. Agronomía Colombiana. 26 (2):340-346.
- Muñoz, V. J.A., M.A. Velásquez y H. Macías. 2012. Uso de composta en la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. Agrofaz. 12 (3): 9-15.

- Nieto-Garibay, A., B. Murillo-Amador, E. Troyo-Diéquez, J.A. Larrinaga-Mayoral. Y J.L. García-Hernández. 2002. El uso de composta como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum* L.).Interciencia. 27 (8):417-421.
- NMX-FF-025-1982.Norma Mexicana Productos Alimenticios no Industrializados para uso Humano-Fruta Fresca Chile-(*capsicum sp*) Especificaciones. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. 9 pp.
- Ochoa-Martínez, E., U. Figueroa-Viramontes., P. Cano-Ríos., P. Preciado-Rangel., A. Moreno-Reséndez Y N. Rodríguez-Dimas. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Chapingo Serie Horticultura. 15 (3): 245-250.
- Olivares-Campos. M.A., A. Hernández-Rodríguez., C. Vences-Contreras., J.L. Jáquez-Balderrama y D. Ojeda-Barrios.2012. Lombricomposta y Composta de Estiércol de Ganado Vacuno Lechero Como Fertilizantes y Mejoradores de Suelo. Universidad y Ciencia. 28(1):27-37.
- Padayatt, S.J., R. Daruwala., Y. Wang., P.K. Eck., J. Song., W.S. Koh and M. Levine. 2001. Vitaminc:from molecular actions to optimum intake. In: E. Cadenas and L. Packer (eds.). Handbook of antioxidants. CRP press. Washington, DC, USA. 117-145 pp.
- Patlax, M. O. 2013. Té de Lombricomposta y Solución Nutritiva en la Producción de Acelga (*Beta vulgaris* var. cicla) en Invernadero con Sistema de Raíz

- Flotante. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa de Enríquez, Veracruz, México. 80 PP.
- Pérez, C. J. 2002 a. La Política de Fomento a la Agricultura Orgánica. En Boletín sobre Agricultura ecológica. (1): 7-13.
- Pérez, C. J. 2002 b. Agricultura ecológica: una alternativa al desarrollo sustentable en el campo mexicano. En boletín cuadernos agroecológicos. (2): 2-6.
- Picado, J y A. Añasco. 2005. Preparación y Uso de Abonos Orgánicos Sólidos y Líquidos. Serie Agricultura Orgánica N° 8. Corporación Educativa Para el Desarrollo Costarricense. San José, Costa Rica. 66 pp.
- Pomares, F. 2006. Bases de la fertilización ecológica en cultivos hortícola. Vida Rural (234): 29-31.
- Reyes. 2015. Los Siete Principios de un Sistema Alimentario que se Preocupa por la Gente. Greenpeace Internacional. Ottho Heldringstraat, Amsterdam, Países Bajos. 68 pp.
- Rodríguez, D. N., P. Cano., U. Figueroa., E. Favela., A. Moreno., C. Márquez., E. Ochoa y P. Preciado. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Terra latinoamericana. 27 (4):319-327.
- Rodríguez, O. J. C., C. Loredó., J. A. Alcalá., L. Beltrán., J. de J. Tapia., C. Villar y J. L. García. 2010. Efecto de Dosis y Momento de Aplicación de Lombricomposta en la Producción de Cebollita Cambray (*Allium cepa*). Agrofaz. 10 (2): 99-106.

- Rodríguez, R. J.C., Á.E. Marcano y N. Montaña. 2005. Rendimiento del Pimentón en Respuesta al Compost Nutribora Combinado con un Fertilizante Mineral y a Diferentes Distancias de Siembra. *Agronomía Trop.* 55(3): 411-427.
- Rodríguez, V. K. 2012. Importancia del chile *Capsicum annuum*. L como un recurso alimentario en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 69 pp.
- Rueda, C.I.J. 2013. Estudio de la influencia de factores pre- y poscosecha en la calidad y vida útil del tomate tipo Raf. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Técnico Agrícola. Universidad de Almería, España. 174 pp.
- SAGARPA.2009.Secretaría de Energía: Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México. 10 pp. Consultado el 02/104/2016 en http://awsassets.panda.org/downloads/folletoerenmex_sener_gtz_isbn.pdf.
- SAGARPA.2012. México, Potencia Productora de Chile. Mérida, Yucatán, México. 2 pp. Consultado el 15/04/2016 en <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/yucatan/Boletines/2012/agosto/Documents/201208B058.PDF>
- SAGARPA.2014. Ventajas y desventajas de la producción orgánica. 15 pp. Consultado el 20/02/2016 en http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias_mitigacion.pdf.
- Salazar, S. E., H. I Trejo., I. O Castillo., C. Vázquez., J. D. López., M. Fortis., A. Flores., F. J. Sánchez., J. A. Léos., F. Jiménez.2007. Uso y Aprovechamiento de Abonos Orgánicos e Inocuidad. Facultad de

- Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Gómez Palacio Durando, México 617 pp.
- Salazar-Jara, F.I y P. Juárez-López. 2013. Requerimiento macronutricional en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.). Biociencias. 2 (2): 27-34.
- Sandoval, E. M., N. Tolpe., E. Zagal., M. Mardones y J. Junod. 2003. El Secuestro de Carbono en la Agricultura y su Importancia con el Calentamiento Global. Theoria. 12: 65-71.
- Santoyo, J. J.A. y C.O. Martínez A. 2008. Nutrición orgánica y mineral para la producción de chiles picosos. Fundación Produce Sinaloa, A.C. Sinaloa, México. 30 pp.
- Sepúlveda, S. F., Tapia F y S. Ardiles. 2010. Beneficios de la Materia Orgánica en los Suelos. INIA URURI, Regio de Arica y Parinacota. Ministerio de Agricultura. Informativo N°23: 1-4.
- SHCP.2014. Panorama del Chile. Secretaria de Hacienda y Crédito Público. Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario Rural Forestal y Pesquero. 2 pp.
- Valenzuela, L M., T. Díaz y J. M. Osuna. 2013. Abonos Orgánicos en Hortalizas. Consultado el 12/04/2016 en <http://www.culturaorganica.com/html/articulo.php?ID=1>.
- Vázquez-Vázquez, C., J.L. García-Hernández, E. Salazar-Sosa, J.D. López-Martínez, R.D. Valdez-Cepeda, I. Orona-Castillo, M.A. Gallegos-Robles. y P. Preciado-Rangel. 2011. Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalapeño. Chapingo Serie Horticultura. 17 (1):69-74.

Widman, A. f., F. Herrera y D.D. Cabañas. 2005. El uso de composta proveniente de residuos sólidos municipales como mejorador de suelos para cultivar en Yucatán. *Revista Académica* 9(3):31-38.