

# EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

## THE USE OF ORGANIC FERTILIZERS IN THE PRODUCTION OF VEGETABLES UNDER GREENHOUSE CONDITIONS

Jesús Arcadio Muñoz Villalobos<sup>1</sup>; Miguel Agustín Velásquez Valle<sup>1</sup>; Esteban Salvador Osuna Ceja<sup>2</sup>; Hilario Macías Rodríguez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>CENID-RASPA, km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango. MÉXICO.

Correo-e: villalobos.arcadio@inifap.gob.mx (\*Autor para correspondencia)

<sup>2</sup> INIFAP, km 32 Carretera Aguascalientes, Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. MÉXICO.

### RESUMEN

En la conservación de la calidad del suelo es esencial la aplicación de fertilizantes naturales, ya que todos los métodos utilizados por la agricultura orgánica garantizan la presencia de microorganismos benéficos que facilitan la fijación de nutrientes y la absorción por las plantas. En suelos cultivables, la adición de materiales orgánicos se utiliza entre otras cosas, para mejorar la fertilidad y propiedades del suelo, tales como la agregación y capacidad de retención de agua. El chile (*Capsicum annuum* L.) es una de las especies cultivadas más importantes en México y otros países. Un manejo sostenible y ecológico es el uso de la materia orgánica en el suelo y en la preparación de sustratos para el establecimiento del cultivo en condiciones controladas de clima, plagas y enfermedades. De acuerdo con esta problemática, se planteó la necesidad de realizar un proyecto con la variedad criolla de chile Pulla en un sustrato compuesto con mezclas de un suelo migajón arenoso más composta, donde se incluyeron como tratamientos tres dosis de composta (10, 25 y 50 t·ha<sup>-1</sup>). El objetivo fue determinar la dosis óptima de fertilización orgánica para sostener la producción y evaluar el efecto sobre el desarrollo fenológico y producción en el cultivo. Con el análisis estadístico se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Los resultados a corto plazo mostraron que los tratamientos de 25 t·ha<sup>-1</sup> de composta y el testigo con fertilización química, alcanzaron los rendimientos más altos y mejoraron el comportamiento fenológico de la planta. La conclusión fue que la dosis óptima de composta va de 10 t·ha<sup>-1</sup> a 25 t·ha<sup>-1</sup>.

PALABRAS CLAVE: Composta, fertilización orgánica, agricultura orgánica.

### ABSTRACT

In the preservation of the quality of the soil is essential the implementation of natural fertilizers, because all methods used by organic agriculture guarantee the presence of beneficial microorganisms that facilitate the fixing of nutrients and absorption by plants. In arable soils, the addition of organic matters is used among other things, to improve fertility and soil properties, such as aggregation and water holding capacity. The pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of the most important species cultivated in Mexico and other countries. A sustainable and ecological management is the use of organic matter in soil and in the preparation of substrates for the establishment of the crop under controlled conditions of climate, pests and diseases. According to this problem, arose the need for a project using the variety creole of Pepper Pulla in a substrate composed with a mixture of sandy soil and compost, where three doses of compost (10, 25 and 50 t·ha<sup>-1</sup>) were included as treatments. The objective was to determine the optimal dose of organic fertilization to sustain production and to assess the effect on phenological development and crop production. The statistical analysis showed significant differences between treatments. Short term results showed that treatments of 25 t·ha<sup>-1</sup> of compost and the control with chemical fertilization had the highest yields and improved plant phenological behavior. The conclusion was that the optimal dose of compost goes from 10 t·ha<sup>-1</sup> to 25 t·ha<sup>-1</sup>.

KEYWORDS: Compost, organic fertilization, organic agriculture.



Recibido: 20 de junio, 2012

Aceptado: 30 de agosto, 2013

doi: 10.5154/r.rchsza.2012.06.022

[http:// www.chapingo.mx/revistas](http://www.chapingo.mx/revistas)

## INTRODUCCIÓN

Entre 1972 y 1992, la utilización mundial de abonos pasó de 73.8 a 132.7 millones de toneladas (FAO, 1991). El consumo mundial de abonos se ha elevado a 141.4 millones de toneladas en 1999 (ODEPA, 2007). Los principales países consumidores de abonos orgánicos son quince, y en primero y segundo lugar están China y USA con un consumo anual de 55.69 y 19.9 millones de toneladas, respectivamente, mientras que México se coloca en el decimoquinto lugar, ya que apenas consume 1.8 millones de toneladas (Willer y Yussefi, 2001). A nivel mundial, cerca de 15.8 millones de hectáreas son manejadas de manera orgánica y es factible pensar que todas realizan aplicaciones de abonos orgánicos como la composta. Latinoamérica ocupa el tercer lugar mundial en superficie de producción orgánica después de Oceanía y Europa (Willer y Yussefi, 2001).

La aplicación de residuos orgánicos se recomienda para mejorar la fertilidad y propiedades físicas del suelo (Pagliai *et al.*, 2004). El mejoramiento de las propiedades físicas y químicas se logra a través de la promoción e incremento de la actividad microbiana beneficiando la agregación, aireación y capacidad de retención de agua (Doran *et al.*, 1998; Stamatiadis *et al.*, 1999). En los sistemas convencionales de labranza, sobre todo las rastras de discos, se provoca la desagregación del suelo y se acelera la oxidación de la materia orgánica, además de propiciar la formación de capas de suelo disperso en la superficie, con lo cual, según esto, se obtiene una buena cama de siembra para las semillas (Wilding y Lin, 2006). En niveles más profundos se favorece la formación de capas endurecidas, debido principalmente a la presión que ejercen los implementos (Dexter y Birkas, 2004). La forma en que los suelos son cultivados actualmente, necesita ser reevaluada (Franzluebbbers, 2002). Las prácticas alternativas de labranza pueden promover el mejoramiento del suelo en términos de contenido de carbón y agregación (Marbet, 2002). Las prácticas agrícolas con el uso intensivo de la maquinaria y bajos ingresos de materia orgánica provocan deterioro de la estructura del suelo por compactación (Barzegar *et al.*, 2000).

El chile (*Capsicum annuum* L.) es una de las especies cultivadas más importantes en México y otros países. Uno de los problemas más trascendentes que enfrenta no sólo este cultivo, sino la agricultura en general, es la capacidad de los suelos para sostener los cultivos en su máximo desarrollo debido a la pérdida sostenida de su fertilidad (Ruíz, 1996; Nieto *et al.*, 2002). Una de las recomendaciones que se hace con mayor énfasis para conservar la fertilidad del suelo, es la aplicación de abonos orgánicos a fin de garantizar la presencia de microorganismos que ayuden en la fijación de nutrientes y posibiliten su absorción por las plantas (Scullion *et al.*, 1998). Actualmente se han hecho un gran número de trabajos encaminados a determinar una dosis de composta para la producción de hortalizas. El objetivo general que se persigue en la mayoría de los trabajos, que se han desarrollado a lo largo de las últimas décadas, es obtener una dosis

## INTRODUCTION

Between 1972 and 1992, the worldwide use of fertilizers increased from 73.8 to 132.7 million of tons (FAO, 1991). Global consumption of organic fertilizers has risen to 141.4 million of tons in 1999 (ODEPA, 2007). The main organic fertilizers consuming countries are fifteen, the first and second place are for China and USA with an annual consumption of 55.69 and 19.9 million of tons, respectively, while Mexico ranks fifteenth, because it barely consumes 1.8 million of tons (Willer and Yussefi, 2001). Worldwide, about 15.8 million hectares are managed organically and we can expect that all use organic fertilizers such as compost. Latin America ranks third in the world in area of organic production after Oceania and Europe (Willer and Yussefi, 2001).

The use of organic waste is recommended to improve fertility and soil physical properties (Pagliai *et al.*, 2004). The improvement of the physical and chemical properties is achieved through the promotion and increase of microbial activity benefiting aggregation, aeration and water holding capacity (Doran *et al.*, 1998; Stamatiadis *et al.*, 1999). In conventional tillage systems, especially harrowing, soil disaggregation is provoked and oxidation of organic matter is accelerated, along with promoting the formation of layers of soil scattered on the surface, whereby, according to this, a good seedbed for seeds is obtained (Wilding and Lin, 2006). At deeper levels, the formation of hardened layers is favored mostly due to the pressure by the tools (Dexter and Birkas, 2004). The way in which soils are currently cultivated, needs to be reevaluated (Franzluebbbers, 2002). Alternative tillage practices can promote soil improvement in terms of carbon content and aggregation (Marbet, 2002). Agricultural practices with intensive use of machinery and low income of organic matter provoke deterioration of soil structure by compaction (Barzegar *et al.*, 2000).

Pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of the most important species cultivated in Mexico and other countries. One of the most significant problems facing not only the crop, but the agriculture in general, is the capacity of soils to sustain crops in its peak due to the sustained loss of fertility (Ruíz, 1996; Nieto *et al.*, 2002). One of the recommendations with more emphasis to conserve soil fertility is the use of organic fertilizers to ensure the presence of microorganisms helping in the fixing of nutrients and absorption by plants (Scullion *et al.*, 1998). At the present time, a large number of studies have been done to identify a dose of compost for vegetable production. The general objective pursued in most studies developed over the last decades is getting a dose of organic fertilizer that meets or exceeds crop yields. Pepper crop has shown greater yield response to the dose of 25 t·ha<sup>-1</sup> of compost; dose of 50 t·ha<sup>-1</sup> and 100 t·ha<sup>-1</sup> of compost have shown a greater effect on soil physical properties (Nieto *et al.*, 2002).

These days we have problems of environmental degradation and health due to highly technical agriculture practiced in

de aplicación de abonos orgánicos que iguale o supere los rendimientos del cultivo. El cultivo del chile ha mostrado una mayor respuesta en rendimiento a la dosis de 25 t·ha<sup>-1</sup> de composta y con las dosis de 50 t·ha<sup>-1</sup> y 100 t·ha<sup>-1</sup> de composta han mostrado un mayor efecto sobre las propiedades físicas del suelo (Nieto *et al.*, 2002).

En la actualidad, se tienen problemas de deterioro ambiental y de salud generados por la agricultura altamente tecnificada que se practica en la mayoría de los países del mundo. La justificación de producir chile con fertilización orgánica es la necesidad de obtener alimentos inocuos para la salud de las personas, y por otra parte reciclar desechos orgánicos (estiércoles, desechos de mercados, basura orgánica en general, etc.) que se producen en cantidades importantes. Asimismo, la adición de abonos orgánicos ayuda en la disminución de los costos de producción del cultivo (Willer y Yussefi, 2000). En el presente estudio se planteó el uso de diferentes dosis de composta con el propósito de obtener la mejor fertilización químico-orgánica de chile e integrar tecnologías orgánicas de producción de esta hortaliza. Así, el objetivo del estudio fue obtener una dosis óptima de fertilización orgánica al suelo, tomando como indicadores el desarrollo fenológico y el rendimiento del cultivo de chile.

## METODOLOGÍA

### Producción de plántulas para el trasplante

La siembra se realizó durante los primeros días del mes de marzo de 2009 en charolas de 200 cavidades, con un sustrato comercial tipo Peat Moss. Las charolas se regaron diariamente. Una vez emergidas las plántulas, se aplicaron riegos cada tercer día con dosis de 1.0 g de fertilizante comercial por litro de agua con formulación 19-19-19 y 0.5 g de 12-43-12 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O para su fortalecimiento, que son la cantidad y tipo de fertilizante utilizados en la región para este cultivo. Las charolas con las plántulas se mantuvieron bajo una malla sombra con apertura del 50 % hasta su trasplante. Las plántulas se plantaron con un tamaño de 15 cm a finales de mayo.

**Ubicación del invernadero.** El trabajo se desarrolló en un invernadero ubicado en el ejido "25 de Diciembre", municipio de Nazas del estado de Durango. El cultivo se estableció en macetas con capacidad de 12 kilogramos de suelo con una textura migajón-arenosa, y se aplicó el riego agregando la cantidad deseada por maceta durante el ciclo vegetativo y la etapa de producción. La variedad de chile usada fue un material criollo de la región conocido como chile Pulla, con características vegetativas tipo mata, cuyo carácter principal es la emisión de racimos de fruto

**Diseño experimental.** Se usó un arreglo de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron tres dosis de composta: 10, 25 y 50 t·ha<sup>-1</sup> y el tratamiento testigo (manejo convencional del productor, con fertilizante químico) sin la aplicación de

most countries. The rationale for producing pepper with organic fertilization is the need of having safe food for the health of people, and on the other hand to recycling organic waste (manure, waste from markets, organic waste in general, etc.) produced in significant quantities. Also, the addition of organic fertilizers helps in reducing crop production costs (Willer and Yussefi, 2000). This study propose the use of different doses of compost in order to have the best chemical-organic fertilizer of pepper and integrate organic technologies of production of this vegetable. Thus, the objective of this study was to have an optimal dose of organic fertilizer to the soil, using the phenological development and pepper crop yield.

## METHODOLOGY

### Production of seedlings for transplanting

Sowing was done during the first day of March 2009 using trays with 200 cavities with a commercial substrate type Peat Moss. The trays were watered daily. Once the seedlings were emerged, irrigation was applied every third day using a doses of 1.0 g of commercial fertilizer per liter of water with formulation 19-19-19 and 0.5 g of 12-43-12 of N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O for strengthening, which are the amount and type of fertilizer used in the region for this crop. The trays with seedlings were kept under a shadow mesh with opening of 50 % until transplanting. At the end of May, seedlings were planted with a size of 15 cm.

**Greenhouse location.** This study was developed in a greenhouse located in the ejido "25 de Diciembre", municipality of Nazas, Durango. The crop was established in pots with a capacity of 12 kilograms of soil with a loam-sandy texture, and irrigation was applied by adding the desired amount per pot during the vegetative cycle and production stage. The variety of pepper used was a creole species known as Pepper Pulla, with vegetative features (bush), whose main character is the emission of clusters of fruit.

**Experimental design.** An arrangement of a randomized complete block with four treatments and four replications was used. Treatments consisted of three doses of compost: 10, 25 and 50 t·ha<sup>-1</sup> and the control treatment (farmer conventional management using chemical fertilizer) without the use of compost. Organic fertilization was applied 15 days before transplanting. The spacing of the plants was 40 cm between pots, and a distance of 70 cm between rows. The response variables recorded were plant height, number of flowers and fruit, average fruit weight and yield in t·ha<sup>-1</sup>. The ability of the seedling to overcome transplant stress depends on the structural and functional changes of the root, and the rapid root growth with the generation of new roots, particularly the proportion of lateral roots (Leskovar and Stoffella, 1995) helping to reduce the time exposed to stress, allowing the absorption of water and nutrients, and restarting the vegetative growth to achieve maximum productivity (Leskovar, 1998; Dufault, 1998).

composta. La fertilización orgánica se aplicó 15 días antes del trasplante. El espaciamiento de las matas fue de 40 cm entre maceta y maceta, y una distancia entre hileras de 70 cm. Las variables de respuesta registradas fueron altura de la planta, número de flores y frutos, peso promedio de frutos y el rendimiento en t·ha<sup>-1</sup>. La capacidad de la plántula para superar el estrés al trasplante depende de los cambios estructurales y funcionales de la raíz, así como del rápido crecimiento radical con la generación de nuevas raíces, particularmente la proporción de raíces laterales (Leskovar y Stoffella, 1995) que ayuden a disminuir el tiempo expuesto al estrés, permitiendo la absorción de agua y nutrimentos, y reanudando el crecimiento vegetativo para poder alcanzar un máximo en productividad (Leskovar, 1998; Dufault, 1998).

En el Cuadro 1 se muestran las características químicas de la composta artesanal utilizada. De acuerdo con los valores obtenidos en el análisis, ésta se puede definir como una composta promedio considerando su riqueza en porcentaje de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Existen algunos indicadores y parámetros que permiten establecer criterios para valorar la calidad de una composta como aquellos que toman en cuenta el contenido y estabilidad de materia orgánica, nutrimentos y contaminantes; así como aquellos que permitan conocer los materiales de que dispuso el animal para su alimentación. Además de considerar los materiales que se compostean y las condiciones en que se realizó el proceso, el contenido de nutrimentos al finalizar la elaboración de la composta depende en gran medida del procedimiento que se siguió para su composteo. Puede tener más o menos nutrimentos, dependiendo de los contenidos iniciales en los materiales de partida (alimentación de las vacas) o de las posibles pérdidas o transformaciones a lo largo del proceso. También el contenido en materia orgánica (MO y su estabilidad) dependerá de cómo se ha llevado a cabo el proceso.

CUADRO 1. Contenido de nutrientes de la composta al momento de su aplicación en la producción de chile jalapeño bajo condiciones de invernadero.

TABLE 1. Compost nutrient content at the time of application in the production of jalapeño pepper under greenhouse conditions.

Nutriente / Nutrient	Contenido / Content (%)
Nitrógeno / Nitrogen	1.34
Fósforo / Phosphorus	0.58
Potasio / Potassium	2.34
Calcio / Calcium	2.9
Magnesio / Magnesium	0.6
M. O. / O. M.	30

Table 1 shows the chemical characteristics of the compost used. In accordance with the values obtained in the analysis, it can be defined as average compost considering its richness in percent of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium. There are some indicators and parameters that establish criteria for assessing the quality of compost such as those taking into account the content and stability of organic matter, nutrients and pollutants; and those that reveal the materials consumed by the animal. Besides considering the materials composted and the conditions of the process, the nutrient content, at the end of preparing compost, depends largely on the procedure followed. Compost can have more or less nutrients, depending on the initial contents in the starting materials (cow feeding) or any loss or transformations throughout the process. Also the content of organic matter (OM and stability) will depend on how the process is carried out.

## RESULTS AND DISCUSSION

Jalapeño pepper grown under greenhouse conditions showed significant differences in plant height and yield with respect to the control among compost dose treatments. The highest yield was recorded for the treatment of 25 t·ha<sup>-1</sup> of compost with an average yield of 8.7 t·ha<sup>-1</sup>, slightly lower than the control treatment with 200-200-00 of N-P-K chemical fertilization, as shown in Table 2.

Pepper plants with respect to the variable plant height showed significant differences in the treatments with 10 and 25 t·ha<sup>-1</sup> of compost, and the control provided an equal plant height; while the highest dose (50 t·ha<sup>-1</sup>) of organic fertilizer showed a slower growth in height from 2.0 to 7.5 cm (Figure 1). Differences in plant height with organic fertilizer showed that it is possible to produce a crop without chemical fertilizers. The treatment with higher fruit production corresponded to an application of 25 t·ha<sup>-1</sup> of compost.

CUADRO 2. Altura de planta y de rendimiento de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en producción bajo fertilización orgánica con composta.

TABLE 2. Plant height and yield of jalapeno pepper (*Capsicum annuum* L.) in production under organic fertilization with compost.

Dosis de composta / Dose of compost (t·ha <sup>-1</sup> )	Altura de Planta / Plant height (cm)	1 <sup>er</sup> Corte / 1 <sup>st</sup> Cut t·ha <sup>-1</sup>
TESTIGO / CONTROL	30.2a	9.3a
10 t·ha <sup>-1</sup>	30.8a	4.7c
25 t·ha <sup>-1</sup>	30.0a	8.7a
50 t·ha <sup>-1</sup>	27.5c	7.1ab

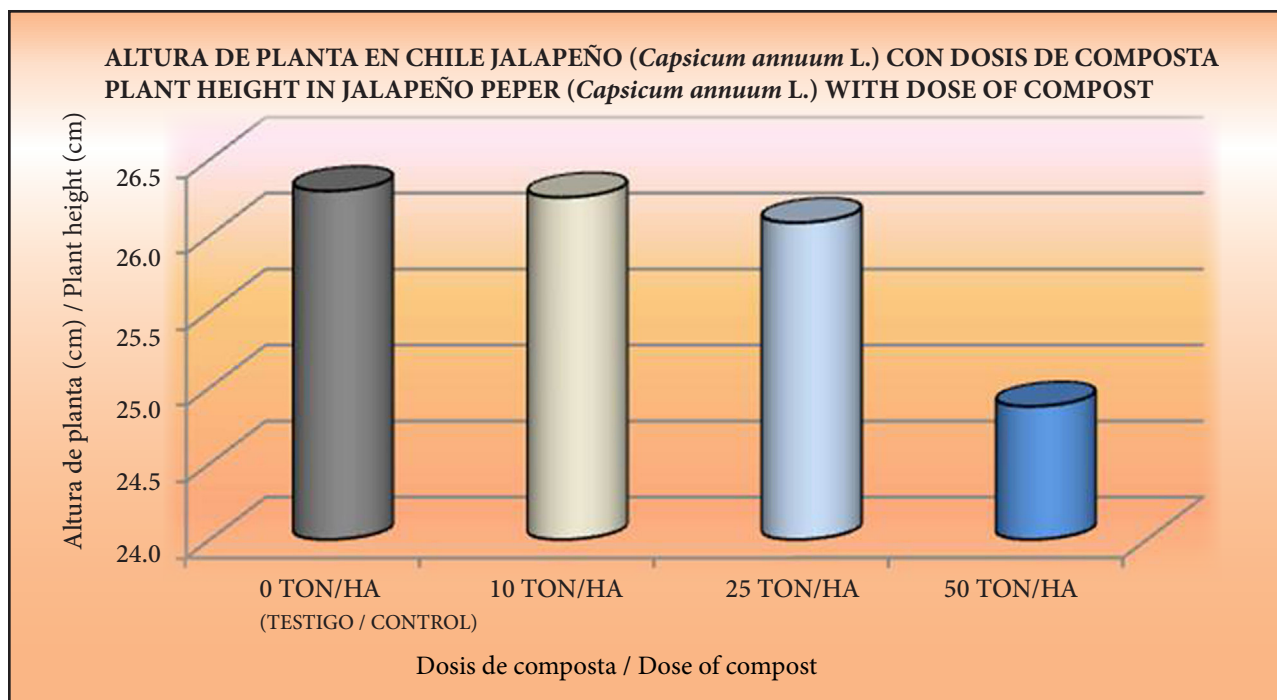


FIGURA 1. Altura de planta en chile jalapeño a diferentes dosis de fertilización con composta.

FIGURE 1. Plant height in jalapeno pepper (*Capsicum annuum* L.) with dose of compost.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cultivo de chile jalapeño en macetas bajo condiciones de invernadero, mostró diferencias significativas en altura de planta y rendimiento con respecto al testigo entre los tratamientos de dosis de composta. El rendimiento más alto se registró para el tratamiento de 25 t·ha<sup>-1</sup> de composta con un rendimiento promedio de 8.7 t·ha<sup>-1</sup>, ligeramente inferior al tratamiento testigo con fertilización química 200-200-00 de N-P-K, como puede apreciarse en el Cuadro 2.

Las plantas de chile respecto de la variable altura de planta mostraron diferencias significativas en los tratamientos con 10 y 25 t·ha<sup>-1</sup> de composta, y el testigo presentó una altura de planta igual; mientras que la dosis más alta (50 t·ha<sup>-1</sup>) de abono orgánico mostró un menor crecimiento en altura hasta de 2.0 a 7.5 cm (Figura 1). Las diferencias en altura de planta con el abono orgánico mostraron que es posible producir un cultivo sin necesidad de usar fertilizantes químicos. El tratamiento con mayor producción de frutos correspondió a una aplicación de 25 t·ha<sup>-1</sup> de composta.

## CONCLUSIONES

Los efectos del abono orgánico (composta) influyen en el desarrollo fenológico del cultivo del chile debido a los nutrientes que aportan, como el nitrógeno, fósforo, potasio y calcio a mediano y largo plazos.

Se tuvo una mayor respuesta fenológica y de rendimiento con un tratamiento de composta de 25 t·ha<sup>-1</sup>, ya que mostró un mayor crecimiento vegetal y una mayor producción de frutos.

## CONCLUSIONS

The effects of organic fertilizer (compost) influence the phenological development of the crop due to the contributing nutrients, such as nitrogen, phosphorus, potassium and calcium in the medium and long term.

We had a greater phenological response and yield using a compost treatment of 25 t·ha<sup>-1</sup>, because it showed greater plant growth and fruit production.

Further studies are needed to assess specifically the effect of compost on the physiology of the plant, according to the results obtained.

End of English Version

Es necesario realizar nuevos estudios que permitan evaluar de forma específica el efecto de la composta en la fisiología de la planta, de acuerdo con los resultados obtenidos.

#### LITERATURA CITADA

- Barzegar, A. R.; Assodar M. A.; Asari, M. 2000. Effectiveness of sugarcane residue incorporation at different water contents and the Proctor compaction loads in reducing soil compactibility. *Soil & Tillage Research*, 57, 167-172.
- Dexter, A. R.; Birkas, M. 2004. Prediction of the soil structures produced by tillage. *Soil & Tillage Research*, 79, 233-238.
- Doran, J. W.; Elliott, E. T.; Paustian, K. 1998. Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. *Soil & Tillage Resear*, 49, 3-18.
- Dufault, R. J. 1998. Vegetable transplant nutrition. *HortTechnology*, 8(4), 515-523.
- FAO (1991) Manejo del suelo producción y uso de composteo en ambientes tropicales. Boletín de Suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. p.178.
- Franzluebbers, A. J. 2002. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil & Tillage Research*, 66, 95-106.
- Leskovar, D. I. 1998. Transplant production and performance: Root and shoot modification by irrigation. *HortTechnology*, 8(4), 510-514.
- Marbet, R. 2002. Stratification of soil aggregation and organic matter under conservation tillage systems in Africa. *Soil & Tillage Research*, 66, 119-128.
- Nieto-Garibay A.; Murillo-Amador B.; Troyo-Diéguez E.; Larrinaga-Mayoral J. A.; García-Hernández, J. L. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas. INCI Vol.27 No.8. Caracas ago. pp. 208-216.
- ODEPA. 2007. Estudio del mercado nacional de agricultura orgánica 2007. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias -- Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago de Chile. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura. pp. 4-176.
- Pagliai, M.; Vignozzi, N.; Pellegrini, S. 2004. Soil structure and the effect of management practices. *Soil Till. Res*, 79, 131-143.
- Ruíz F. J. F. 1996. Agricultura Orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Universidad Autónoma Chapingo. p. 164.
- Scullion, J.; Eason, W. R.; Scott, E. P. 1998. The effectivity of arbuscular mycorrhizal fungi from high input conventional and organic grassland and grass-arable rotations. *Plant Soil* 204, 243-254.
- Stamatiadis, S.; Werner, M.; Buchanan, M. 1999. Field assessment of soil quality as affected by compost and fertilizier application in a broccoli field (San Benito Country, California). *Appl. Soil Ecol*, 12, 217-225.
- Wilding, L. P.; Lin, H. 2006. Advancing the frontiers of soil science towards a geosciences. *Geoderma*, 131, 257-274.
- Willer H.; Yussefi, M. 2000. Organic Agriculture Worldwide. INFOAM. Disponible en [http://www.soel.de/inhalte/publikationen/s\\_74\\_02.pdf](http://www.soel.de/inhalte/publikationen/s_74_02.pdf).
- Willer H.; Yussefi, M. 2001. *Organic Agriculture Worldwide*. BioFach, SÖL-Sonderausgabe Stiftung Ökology & Landbau, IFOAM, Alemania, p. 133.

#### ANEXO CUADRO DE DATOS DE LA FIGURA 1.

Altura de planta en la primera fecha de muestreo en chile jalapeño variedad apache.  
Plant height in the first date of sampling in jalapeño peper variety apache.

	0 t·ha <sup>-1</sup> (testigo / control)	10 t·ha <sup>-1</sup>	25 t·ha <sup>-1</sup>	50 t·ha <sup>-1</sup>
I	24.0	28.7	26.5	25.5
II	25.8	25.7	26.5	26.7
III	29.5	27.2	23.5	21.8
IV	25.8	23.5	27.8	25.5
μ	26.3	26.3	26.1	24.9