

## Evaluación de lombricomposta y tezontle en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero\*

### Evaluation of vermicompost and tezontle in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) In greenhouse

Alejandro Alonso López<sup>1</sup>, Catalino Jorge López Collado<sup>1§</sup>, Isabelle Barois Boullard<sup>2</sup>, Artemio Palafox Caballero<sup>3</sup> y Enrique Quiñones Monfil<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campus Veracruz-Colegio de Postgraduados, km. 26.5 carretera federal Veracruz-Xalapa, vía Paso de Ovejas. Predio Tepetates, Municipio de Manlio Fabio Altamirano. A. P. 421. (alealonso@colpos.mx). <sup>2</sup>Departamento de Suelos-Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz. (isabelle.barois@inecol.edu.mx). <sup>3</sup>Campo Experimental-Cotaxtla-INIFAP, Veracruz. (palafox012@hotmail.com). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: cjl2000@hotmail.com.

#### Resumen

En México, el jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es de las hortalizas de mayor importancia por el valor de su producción y superficie cultivada. Uno de los factores que en los últimos años limitan su producción son: sequías prolongadas, suelos erosionados, plagas y enfermedades. Con el propósito de evaluar los cambios que produce la lombricomposta y el tezontle en el desarrollo y crecimiento de jitomate se llevó a cabo el presente trabajo bajo invernadero. Los tratamientos fueron: tratamiento 1 tezontle+vermicomposta+carbón (47.5%+47.5%+5%), tratamiento 2 tezontle+vermicomposta+carbón (57.5%+37.5%+5%), tratamiento 3 tezontle+vermicomposta+carbón (67.5%+27.5%+5%), tratamiento 4 tezontle (100%) y tratamiento 5 suelo+lombricomposta (95%+5%). El tratamiento 5 fue el tratamiento testigo. Se utilizaron dos bancales de 10 x 1 m por tratamiento, haciendo un total de 10 bancales, con 10 repeticiones. El trabajo se realizó en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Se analizó bajo un diseño completamente al azar. Se midieron las variables: altura, número de hojas, número de inflorescencias, número de frutos totales, número de frutos cosechados, peso promedio de frutos y rendimiento. Se realizó un análisis de varianza y pruebas de comparación de medias con Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Se concluyó que no existen

#### Abstract

In Mexico, the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Is one of the most important vegetables for the value of their production and acreage. One factor that in recent years limited their production are: prolonged droughts, eroded soils, pests and diseases. In order to evaluate the changes produced by vermicomposting and tezontle in the development and growth of tomato was carried out this work in greenhouses. The treatments were: Treatment 1 tezontle + vermicompost + coal (47.5% + 47.5% + 5%), Treatment 2 tezontle + vermicompost + coal (57.5% + 37.5% + 5%), Treatment 3 tezontle + vermicompost + coal (67.5% + 27.5% + 5%), Treatment 4 tezontle (100%) and five treatment vermicompost soil + (95% + 5%). Treatment 5 was the control treatment. Two beds of 10 x 1 m per treatment, making a total of 10 terraces, with 10 repetitions. The work was conducted in the city of Xalapa, Veracruz. Was analyzed under a completely randomized design. Height, number of leaves, number of inflorescences, number of total fruits, number of harvested fruits, average fruit weight and yield: the variables were measured. An analysis of variance and mean comparison tests with Tukey ( $\alpha=0.05$ ) was performed. It was concluded that there are no significant differences among the five treatments. However, according to trends and performance based, land use as substrate is recommended.

diferencias significativas entre los cinco tratamientos. Sin embargo, de acuerdo a las tendencias y con base al rendimiento, se recomienda el uso de suelo como sustrato.

**Palabra clave:** *Lycopersicon esculentum*, hidroponía, tezontle.

## Introducción

Un suelo al estar sometido a cualquier tipo de cultivo se encuentra en una dinámica en la que se pierden minerales y materia orgánica más aprisa de lo que puede remplazarlos (García, 1996).

Un objetivo de la agricultura es poder lograr una cosecha constante, elevada en cantidad, de calidad y a la vez utilizar menos mano de obra; con elevados porcentajes de garantías de éxito del cultivo (Resh, 1992).

Existen técnicas tan antiguas que han ido evolucionando hacia los cultivos intensivos o "protegidos", desarrollándose, no ya los invernaderos clásicos, sino grandes extensiones de cultivos hortícolas y ornamentales bajo la protección de diversos tipos de plásticos o mallas, de acuerdo a la zona, bien sean túneles o en invernaderos con estructuras ligeras de bajo costo.

Desde el punto de vista agrícola, deben generarse tecnologías propias a las condiciones señaladas anteriormente, que se pueda llevar a cabo aún en condiciones donde el suelo y el agua son limitantes para la agricultura convencional, y que sean factibles de llevarse a la práctica por los productores del país (Sánchez 1983). Con respecto a esto se han reportado rendimientos de 3 kg planta<sup>-1</sup> en tezontle y 2.4 kg planta<sup>-1</sup> en suelo (Partela *et al.*, 1997).

Los sustratos son los medios sólidos inertes y orgánicos que tiene la función de anclar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración, cambiar el agua y captar los nutrimentos que la planta necesita.

Como una alternativa y para ampliar el número de opciones que el agricultor pueda tener para aprovechar al máximo sus recursos disponibles se propuso el presente trabajo de investigación cuyos objetivos fueron: 1) producir jitomate en forma intensiva con lombricomposta y tezontle bajo invernadero; 2) seleccionar y analizar el mejor tratamiento; y 3) evaluar el comportamiento y eficiencia del mejor tratamiento.

**Keyword:** *Lycopersicon esculentum*, hydroponics, tezontle.

## Introduction

A soil when subjected to any crop is in a dynamic in which minerals and faster than it can replace them (García, 1996) organic matter is lost.

One goal of agriculture is to achieve a steady harvest, high in quantity, quality while using less manpower; with high percentages of guaranteed success of the crop (Resh, 1992).

There are as old techniques that have evolved into intensive or "protected" crop to grow, not classical greenhouses, but large areas of horticultural and ornamental crops under the protection of various types of plastic or mesh, according to the area, are well tunnels or greenhouses with inexpensive lightweight structures.

From an agricultural point of view, proprietary technologies should be generated to the conditions listed above, you can perform even under conditions where the soil and water are limitations to conventional agriculture, and that are feasible to be implemented by producers in the country (Sánchez 1983). In this regard have been reported yields of 3 kg plant<sup>-1</sup> in tezontle and 2.4 kg plant<sup>-1</sup> in soil (Partela *et al.*, 1997).

The substrates are inert organic solid media and serves to anchor the roots of light protecting and allowing breathing, change water and nutrients capture the plant needs.

As an alternative and to expand the number of options that farmers can take to maximize their available resources this research was proposed with the following objectives: 1) to produce tomato intensively with vermicompost and tezontle greenhouse; 2) identify and analyze the best treatment; and 3) evaluate the performance and efficiency of the best treatment.

## Conceptual framework

Agriculture is a complex phenomenon that involves sociopolitical and cultural factors, which interact in the unit where agriculture is practiced. To address complex problems has been proposed systems theory (Chekland, 1993), which

## Marco teórico conceptual

La agricultura es un fenómeno complejo porque intervienen factores político-social-cultural, los cuales interactúan en la unidad donde se practica la agricultura. Para abordar problemas complejos se ha propuesto la teoría de sistemas (Chekland, 1993), el cual propone a esta teoría como un método transdisciplinario de consulta el cual puede ser utilizado por cualquier disciplina (transdisciplina). Por otro lado Trebuil (1990), propone que antes de iniciar cualquier acción de integración y desarrollo en la agricultura regional es necesario conocer la coherencia interna de los agroecosistemas el cual pretende ser una propuesta para el desarrollo de la agricultura en el cual puede abordarse a través de análisis cualitativos y cuantitativos del fenómeno (Conway, 1990).

Además de lo anterior, se tiene como propósito generar conocimiento para el diseño de mejores agroecosistemas a través de alternativas de uso de recursos naturales, con la premisa de que existe información sobre la estructura y funcionalidad del agroecosistema jitomate regional; por lo que el conocimiento que se genere estará acorde con los agroecosistemas regionales que actualmente se suscitan.

## Situación problemática

Las hortalizas ocupan un lugar importante en la economía de nuestro país. Con solo 3% de la superficie agrícola cultivada anualmente (20 millones de ha), proporcionan aproximadamente 11% del volumen y 20% del valor total de la producción agrícola nacional (Valadéz, 1990; Hernández, 1990).

De las hortalizas que se producen en México, el jitomate es el primero en importancia por el valor de la producción y el segundo por la superficie cultivada; además para su producción requiere elevado número de mano de obra (Valadéz, 1990), lo que constituye una fuente de empleo muy importante. Durante la última década (1980- 1990), la superficie de cultivo de jitomate fue de 70 mil ha; por ciclo agrícola y del volumen total exportado de hortalizas, esta especie representó alrededor de 30% (Rodríguez, 1992).

A nivel nacional, el estado de Veracruz ocupaba el tercer lugar en cuanto a superficie cultivada de jitomate, producción destinada principalmente al mercado nacional (Valadéz, 1990).

proposed this theory as a transdisciplinary inquiry method which can be used by any discipline (transdiscipline). On the other Trebuil (1990) hand, proposes that before any action integration and development in regional agriculture is necessary to know the internal consistency of agroecosystems which is intended as a proposal for the development of agriculture in which can be addressed through qualitative and quantitative analysis of the phenomenon (Conway, 1990).

In addition to the above, it aims to generate knowledge to design better agroecosystems through alternative use of natural resources with the premise that there is information on the structure and functionality of the agroecosystem regional tomato; so the knowledge generated will be consistent with regional agro currently arise.

## Problematic situation

Vegetables occupy an important place in the economy of our country. With only 3% of agricultural acreage annually (20 million ha), provide approximately 11% by volume and 20% of the total value of domestic agricultural production (Valadéz, 1990; Hernandez, 1990).

Of the vegetables grown in Mexico, the tomato is the first in importance by the production value and the second by the cultivated area; in addition to its production requires large number of manpower (Valadéz, 1990), which is a very important source of employment. During the last decade (1980- 1990), the tomato acreage was 70 000 ha; by agricultural cycle and the total exports of vegetables, this species represented about 30% (Rodriguez, 1992).

Nationally, Veracruz state ranked third in terms tomato acreage, production mainly for the domestic market (Valadéz, 1990).

From 1985-1986 cycle, in the central part of the state the tomato was damaged to the extent that acreage gradually lowered until the 1990-1991 cycle virtually abandoned the crop. This impacted significantly on the economy of the region, as only in the municipalities of La Antigua and Actopan, approximately 241 acres of tomato (CNA, 1993) were grown, generating an important source of income and employment of labor.

A partir del ciclo 1985-1986, en la zona centro del estado el jitomate fue dañado a tal grado que la superficie cultivada bajó paulatinamente hasta que en el ciclo 1990-1991 prácticamente se abandonó el cultivo. Esto repercutió considerablemente en la economía de la región, pues tan sólo en los municipios de La Antigua y Actopan, se cultivaron aproximadamente 241 hectáreas de jitomate (CNA, 1993), lo que generó una fuente importante de ingresos y de empleo de mano de obra.

El recuperar la capacidad productiva de la región es de gran importancia, si consideramos que los precios del jitomate en el mercado se han elevado, tanto que para muchas familias de escasos recursos es gravosa su adquisición.

La producción estatal de jitomate es muy baja, de tal manera que dependemos de la producción de otros estados. La fuerte caída de la producción de jitomate se debe en gran parte a los efectos de plagas, enfermedades, sequías prolongadas y erosión de suelos.

Con base en lo anterior, preguntamos ¿qué alternativas se pueden utilizar para que los agroecosistemas sean productivos?, se plantea una reconversión de cultivo de campo a invernadero (El Financiero, 1999), la utilización de lombricomposta como sustrato, tezontle como mejorador y sustancias nutritivas como nutrimentos (fertiirrigación), que sería una respuesta a los problemas productivos en el campo (El Financiero, 2000), y de ésta forma tener una alternativa para la producción de jitomate en forma intensiva y fuera de temporada, siendo una opción para las familias mexicanas de producir jitomate y otras hortalizas de traspatio para venta y consumo familiar.

## Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Xalapa, Veracruz, en un invernadero de 200 m<sup>2</sup>, localizado geográficamente a 19° 32' latitud norte y 96° 55' longitud oeste, una altitud de 1 460 m. De acuerdo al sistema climático de Köppen, modificado por García (1973), el tipo climático prevaleciente es C(fm) b(i') g que representa al templado-húmedo, con lluvias todo el año. La temperatura media anual de 17.9°C en el cual se establecieron 5 tratamientos (Cuadro 1).

Recovering the productive capacity of the region is of great importance, considering that tomato prices in the market have risen, while for many poor families is burdensome acquisition.

State tomato production is very low, so we depend on the production of other states. The sharp drop in tomato production is due in large part to the effects of pests, diseases, prolonged drought and soil erosion.

Based on the above, ask what alternatives can be used to agroecosystems ?, productive reconversion growing field emissions (El Financiero, 1999), the use of vermicompost as a substrate, tezontle as a builder and substances arises nutritious as nutrients (fertigation), which is a response to production problems in the field (El Financiero, 2000), and in this way have an alternative for the production of tomato intensively and out of season, with an option for Mexican families to produce tomatoes and other vegetables backyard for sale and home consumption.

## Materials and methods

The work was conducted in the city of Xalapa, Veracruz, in a greenhouse of 200 m<sup>2</sup>, geographically located at 19° 32' north latitude and 96 ° 55' west longitude, an altitude of 1 460 meters. According to the Köppen climate system, modificado by Garcia (1973), the prevailing climate type is C (fm) b (i ' ) g representing, humid temperate with rainfall throughout the year. The average annual temperature of 17.9 ° C in 5 treatments (Table 1) were established.

### Cuadro 1. Mezclas de los sustratos.

Table 1. Mixtures of substrates.

Tratamiento	Sustrato	Cantidad (%)
1	Lombricomposta-tezontle-carbón	47.5-47.5-5
2	Lombricomposta-tezontle-carbón	37.5-57.5-5
3	Lombricomposta-tezontle-carbón	27.5-67.5-5
4	Tezontle	100
5	Lombricomposta-suelo	95-5

The experiment was conducted under a completely randomized design with five treatments and 10 repetitions.

El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y 10 repeticiones.

Se cernieron el tezontle, lombricomposta, carbón triturado y suelo por separado con malla de acero de diámetro de 5 mm; desinfectándolos con Quintozeno a una dosis de 3 L ha<sup>-1</sup>. Se mezclaron como se muestra en el cuadro 1, para después depositarla en bolsas de plástico negro de 21 cm de largo y 18 cm de diámetro (abierta), cuatro litros de sustrato; 0.5 litros de tezontle > 0.5 mm de diámetro al fondo, para mejor drenaje seguido de tres litros de sustrato a evaluar y por último 0.5 litros de tezontle > de 5 mm de diámetro que sirve para evitar evaporación del agua.

El semillero se realizó en germinadores de unicel de 200 cavidades, utilizando como sustrato germinaza y growing a una proporción de 3:1 respectivamente y semilla de jitomate saladette H-882. Trasplantándolo a los cincuenta días de su siembra a una distancia de 47.5 cm entre planta y planta, en bancales de 10 m de largo por un metro de ancho, con una densidad de población de 21 plantas por hilera sumando 42 plantas por bancal (dos hileras), distribuidas al tres bolillos dando un total de 420 plantas en los diez bancales, dándonos una densidad de 4.2 plantas por metro cuadrado (Cuadro 2).

Distribución de los 5 tratamientos en el invernadero.

### Cuadro 2. Distribución de los tratamientos.

Table 2. Distribution of treatments.

Tratamiento	Plantas por tratamiento	Repeticiones	Total de plantas con 10 repeticiones
1	84	10	84
2	84	10	84
3	84	10	84
4	84	10	84
5	84	10	84
Total			420

La preparación de la solución se realizó, diluyendo perfectamente cada micro elemento de manera individual en las cantidades mencionadas en el Cuadro 3 y agregándose a un tanque de 1 m<sup>2</sup>, posteriormente se agregaron los macro elementos de forma individual en las cantidades mencionadas en el Cuadro 4.

El riego se inició con solución nutritiva de forma manual con un vaso dosificador con las cantidades mencionadas en el Cuadro 7, adicionando los macros y micro nutrientes que se describen en el Cuadro 3 y 4.

Tezontle hovered, vermicompost, coal crushed and ground separately with steel mesh diameter of 5 mm; Quintozene disinfecting with a dose of 3 L ha<sup>-1</sup>. Were mixed as shown in Table 1, and then deposit it in black plastic bags 21 cm long and 18 cm in diameter (open), four liters of substrate; 0.5 liters tezontle > 0.5 mm diameter at the bottom, for better drainage followed by three liters of soil and finally assess tezontle 0.5 liters > 5 mm in diameter which serves to prevent water evaporation.

The seed germination was conducted in cavities 200 Styrofoam, germinaza using as substrate and growing at a rate of 3: 1 respectively and tomato seed saladette H-882. Transplanting fifty days after sowing at a distance of 47.5 cm between plants in beds of 10 m long by one meter wide, with a population density of 21 plants per row adding 42 plants per patch (two rows), distributed through three bobbin giving a total of 420 plants in ten terraces, giving a density of 4.2 plants per square meter (Table 2).

Distribution of 5 treatments in the greenhouse.

The preparation of the solution was made perfectly diluting each individual micro element in the quantities shown in Table 3 and adding to a tank of 1 m<sup>2</sup>, then the macro elements individually were added in the quantities shown in Table 4.

Irrigation was done with nutrient solution manually with a measuring cup with the quantities shown in Table 7, adding the macro and micro nutrients that are described in Table 3 and 4.

The tutoring held Ramie tying it with the top of each bag to a wire tensioning plant on top, reinforcing bamboo, followed by pruning axillary buds, to induce a single guide.

Insect control is performed by spraying a preparation with neem tree at a dose of 50 g / l, leaving it to soak 24 h before application. Only in the seedling stage was applied



**Cuadro 3. Microelementos.****Table 3. Microelements.**

Elemento	Fórmula	(%)	Impureza/peso en gr L <sup>-1</sup>	Alicuota en ml m <sup>-3</sup>
Fe	Fe SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	99	100.5 + 133,5 edtana	39.6
Cu	CuSO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O	99.8	7.88	25.0
Mn	MnCl <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O	99.6	36.16	55.0
Zn	ZnSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	99	22.22	10.0
B	H <sub>3</sub> Bo <sub>3</sub>	99.59	28.70	60.0
Mo	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> MO <sub>7</sub> O <sub>2</sub> 4F2	82.2	15.67	50.0

**Cuadro 4. Macro elementos.****Table 4. Macro elements.**

Nombre	Fórmula	Peso en gramos
Nitrato de amonio	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	120
Nitrato de potasio	KNO <sub>3</sub>	758
Nitrato de calcio	Ca (NO <sub>3</sub> )	492
Sulfato de magnesio	Mg SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O	492
Superfos de calcio triple	CaH <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	204

El tutoreo se llevó a cabo con hilo rafia amarrándola de la parte superior de la bolsa de cada planta a un alambre tensado en la parte superior, reforzándolo con bambú, seguido de una poda de yemas axilares, para inducirla a una sola guía.

El control de insectos se realizó asperjando un preparado con árbol del nim a una dosis de 50 g/l, dejándola remojar 24 h antes de la aplicación. Sólo en la fase de plántula se aplicó hexaclorohexahidrometano 2, 4, 3-óxido a una dosis de 1.5 ml./l. La prevención de hongos se realizó asperjando propyl (3-(dimethylamino) propyl) carbamato monohydroclorido a una dosis de 1.5 ml L<sup>-1</sup>.

Para evitar las altas temperaturas dentro del invernadero, se llevó a cabo el encalado del plástico en su totalidad, utilizando para ello, cal de piedra que se diluyó y se aplicó con bomba de asperjar. Las temperaturas se midieron tres veces al día (9:00 am; 14:00 pm y 18:00 h) y en tres sitios diferentes (arriba, centro y abajo). Las variables que se midieron fueron: rendimiento, altura, número de inflorescencias, flores, frutos cosechados, frutos totales, entrenudos, hojas, peso promedio de frutos, realizando el muestreo semanalmente. Capacidad de campo en mililitros, número de riegos por tratamiento, litros de solución nutritiva por tratamiento y temperatura de manera diaria. El análisis estadístico de los datos se realizaron con Statistica, los cuales fueron: media, varianza, desviación estándar, gráficas, análisis de varianza y prueba de medias de Tukey.

hexaclorohexahidrometano 2, 4, 3-oxide at a dose of 1.5 ml. /L. Mold prevention was conducted by spraying propyl (3-(dimethylamino) propyl) monohydroclorido at a dose of 1.5 ml L<sup>-1</sup> carbamate.

To avoid high temperatures in the greenhouse, held liming entirely plastic, using, lime stone was diluted and applied with spray pump. Temperatures were measured three times a day (9:00 am, 2:00 p.m. and 18:00 h) and at three different sites (top, middle and bottom). The variables measured were: yield, height, number of inflorescences, flowers, fruit harvested, total fruits, internodes, leaves, average fruit weight, performing weekly sampling. Field capacity in milliliters per number of irrigation treatment liter of nutrient solution by temperature treatment and daily basis. Statistical analysis of data was performed using Statistica, which were: mean, variance, standard deviation, graphs, analysis of variance and Tukey test.

**Results and discussion**

Height, number of leaves, internodes, inflorescence, total fruit, average fruit weight and performance.

Table 5 shows the statistical analysis with Tukey for the variables presented in tomato crop type Saladette H - 882, which indicate no significant difference at 95% among the five treatments. This same behavior was found by comparing the production of tomato growing in greenhouse soil and tezontle (Ojo de agua *et al.*, 2008).

## Resultados y discusión

Altura, número de hojas, de entrenudos, de inflorescencias, de frutos totales, peso promedio de frutos y rendimiento.

En el Cuadro 5 se presenta el análisis estadístico con Tukey para las variables en cultivo de jitomate tipo Saladette H-882, los cuales indican que no existe diferencia significativa al 95% entre los cinco tratamientos. Este mismo comportamiento se encontró comparando la producción de tomate creciendo en suelo y tezontle en invernadero (Ojo de agua *et al.*, 2008).

**Cuadro 5. Análisis estadísticos con Tukey de las variables.**  
**Table 5. Statistical analysis with Tukey variables.**

Tratamiento	Relación suelo-sustrato %	Rendimiento en g.	Frutos totales	Media en altura	Núm. hojas	Entrenudos	Flores	Inflorescencias	Peso frutos g
Tez-lom-carbón	57.5-37.5-5	1086 a	25.7 a	88.7 a	12 a	19.3 <sup>a</sup>	27.9 a	5.5 a	59.2 <sup>a</sup>
Tez-lom-carbón	47.5-47.5-5	1069 a	25.8 a	93.5 a	12 a	20.3 <sup>a</sup>	27.6 a	5.1 a	60.8 <sup>a</sup>
Tezontle	100	1047 a	19.1 a	95.4 a	11.7 a	21.1 <sup>a</sup>	29.2 a	5.7 a	68.1 <sup>a</sup>
Tez-lomb-carbón	67.5-27.5-5	1039 a	24.8 a	87.7 a	11.6 a	19.0 <sup>a</sup>	26.1 a	4.8 a	60.7 <sup>a</sup>
Suelo-lomb.	95-5	808 a	21.6 a	83.0 a	12.6 a	17.9 <sup>a</sup>	31.1 a	5.8 a	65.5 <sup>a</sup>

Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos (Tukey,  $\alpha=0.95$ ).

### Frutos cosechados

En el Cuadro 6 se presenta el análisis estadístico con Tukey para la variable frutos cosechados en cultivos de jitomate tipo saladatte H-882, los cuales indican que los tratamientos 1, 2 y 3 superaron al 5 en 34.7%, 31% y 30.6% respectivamente.

**Cuadro 6. Análisis estadístico con Tukey de frutos cosechados.**

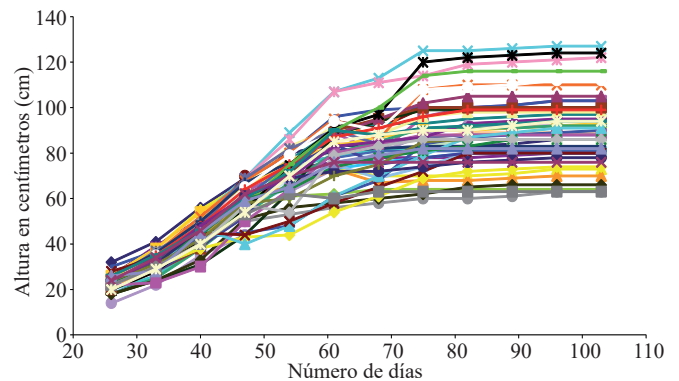
**Table 6. Statistical analysis with Tukey harvested fruits.**

Tratamiento	(%)	Frutos cosechados
Tezon-lomb-carbón	57.5-37.5-5	18.4a
Tezon-lomb-carbón	47.5-47.5-5	17.4b
Tezon-lomb-carbón	67.5-27.5-5	17.3c
Tezontle	100	15.4
Suelo-lomb.	95-5	12.0d

Letras diferentes indican que existe diferencia significativa entre tratamiento (Tukey,  $\alpha=0.05$ ).

### Cantidad de solución nutritiva utilizada

En el Cuadro 7 nos muestra el gasto en agua estimado en el ciclo del cultivo del jitomate Saladette H-882, del cual mostró que el tratamiento cinco sea el que alcanzó más solución nutritiva, siendo el más eficiente.



**Figura 1. Curva de crecimiento de jitomate H-882.**  
**Figure 1. Growth curve of tomato H-882.**

### Harvested fruits

Table 6 shows the statistical analysis with Tukey for varying fruits harvested in tomato crops is presented saladatte type H-882, which indicate that treatments 1, 2 and 3 exceeded 5 in 34.7%, 31% and 30.6% respectively .

### Amount of nutrient solution used

Table 7 shows the estimated expenditure on water in the tomato crop cycle Saladette H-882, which showed that treatment is five which reached more nutrient solution, the most efficient.

### Substrate temperature

Figure 3 shows the temperature in three different places; top, middle and bottom of the greenhouse, we observed that the whitewashing of low temperature plastic, with an average temperature unwhitewashed of: 26.6, 27.5 and 27.2 above, center and bottom respectively and plaster of 21.3, 21.8 and 21.4 respectively, having a reduction of 5.6 °C. Between the months of March to June weather conditions were extremes, as high temperatures, heavy rain and hail were presented, so the plastic cover was crucial for success of the crop.

**Cuadro 7. Cantidad de solución nutritiva utilizada.**  
**Table 7. Number of nutrient solution used.**

Tratam	Repet	CC en ml.	Riegos/semana	Riesgos / trat.	Litros/Pla/ciclo	Núm. semanas	Eficiencias G/plata/lts/trat
1	10	375	5	75	281	15	38
2	10	275	5	75	206	15	46.09
3	10	275	10	150	412	15	25.17
4	10	250	14	210	525	15	19.9
5	10	1000	3	45	45	15	179.5

**Temperatura del sustrato**

En la Figura 3 muestra la temperatura en tres lugares diferentes; arriba, centro y abajo del invernadero, se observó que al encalar del plástico baja la temperatura, teniendo una temperatura media sin encalar de: 26.6, 27.5 y 27.2 arriba, centro y abajo respectivamente y encalado de 21.3, 21.8 y 21.4 respectivamente, teniendo una reducción de 5.6°C. Entre los meses de marzo a junio las condiciones climatológicas fueron extremosas, ya que se presentaron altas temperaturas, lluvias torrenciales y granizadas, por lo que la cubierta con plástico fue fundamental para llegar al éxito del cultivo.

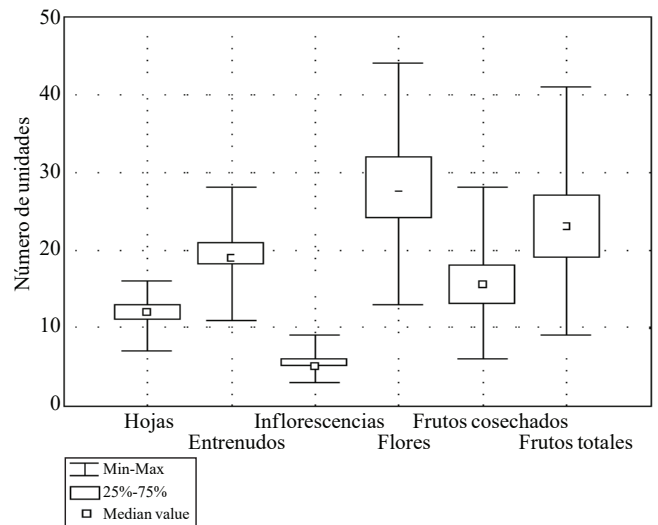
**Conclusiones**

No se determinó ninguna diferencia significativa Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) en cuanto a rendimiento en lombricomposta, tezontle, carbón y solución nutritiva, en comparación con el suelo.

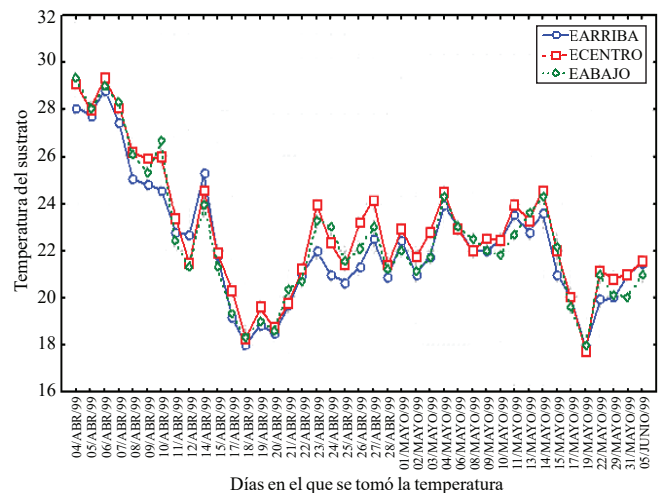
El uso de tezontle o suelo como sustrato, favorecen de la misma manera el crecimiento y desarrollo de jitomate. El rendimiento de jitomate con respecto al número de riegos indicó que el tratamiento con suelo como sustrato fue el más eficiente en el uso de agua.

El uso de cal para cubrir el plástico en días con temperaturas altas, baja la temperatura dentro del invernadero.

El uso de cubiertas de plástico en la zona de estudio es importante, por las condiciones de altas temperaturas, lluvias torrenciales y granizadas.



**Figura 2. Parámetros fisiotécnicos en jitomate H-882.**  
**Figure 2. Fisiotécnicos parameters in tomato H-882.**



**Figura 3. Temperaturas internas del sustrato, en tres posiciones dentro del invernadero.**  
**Figure 3. Internal temperatures of the substrate, in three positions inside the greenhouse.**



## Literatura citada

- Chekland, P. 1993. Pensamiento de sistemas, prácticas de sistemas. Grupo Noriega Editores. México. 367 p.
- Conway, G.R. 1990. Agroecosystem. *In*: Jones, J. G. W. and Street, P. R. systems theory applied to agriculture and the food chain. Elsevier Applied Science, London. 113-130 pp.
- Comisión Nacional del Agua. 1993. Ciudad Cardel, Veracruz.
- El Financiero. 1999. Obliga la sequía a la costosa reconversión de cultivos en Nuevo León. 16 p.
- El Financiero. 2000. La fertiirrigación, respuesta a los problemas productivos en el campo. 30 p.
- García, P. R. E. 1996. La lombricultura y el vermicompost en México. *In*: Coloquio sobre agricultura sustentable: una opción sustentable para el agro mexicano. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo México. 27 p.
- Hernández, F. C. 1990. La producción de hortalizas en México. Síntesis hortícola. 4(1):40-46.
- Resh, M. H. 1992. Cultivos hidropónicos; nuevas técnicas de producción. 3ª. Edición. Editorial Mundi-Prensa, España, 369 p.
- Rodríguez, L. E. 1992. Virus que atacan al jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en México y Métodos de Control. Tesis de Licenciatura. UACH (Universidad Autónoma Chapingo). Chapingo, México. 91 p.
- Ojodeagua J. L.; Arredondo, L.; Castellanos, R. J. Z.; Muñoz, R. J. J.; Alcántar, G. G.; Tijerina, Ch. L.; Vargas, T. P. y Enríquez, R. S. 2008. Eficiencia de suelo y tezontle en sistemas de producción de tomate en invernadero. *Rev. Fitotec. Mex.* 31(4):367-374.
- Partela, S.; Vilella, F. and Bartoloni, N. 1997. Greenhouse tomato cultivation: comparison of traditional and hydroponics methods. Departamento de Producción Vegetal, Universidad de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina.* 193-198 pp.

## Conclusions

Tukey no significant difference ( $\alpha=0.05$ ) was not determined in terms of performance in vermicompost, volcanic rock, coal and nutrient solution, compared with the ground.

Tezontle using soil or substrate, in the same way favor the growth and development of tomatoes. Tomato yield relative to the number of said irrigation soil treatment with substrate was the most efficient in the use of water.

The use of lime to cover the plastic hot conditions, the low temperature inside the greenhouse.

The use of plastic sheeting in the study area is important, for the conditions of high temperatures, torrential rains and hailstorms.

*End of the English version*



Trebuil, G. 1990. Principles and steps of methods diagnosis on agrarian systems: a case study from sathing phra area Southern Thailand. *In*: farming systems research and development in Thailand. Prince of Songla University, Kasetsart University y Technological Resarrch and Exchange Grup. Thailand. 29-63 pp.

Valadéz, L. A. 1990. Producción de hortalizas. (Ed.). Limusa. México. 248 p.