

**LA CACHAZA COMO ENMIENDA ORGÁNICA DEL TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* MILL.) VAR. ROMA (HÍBRIDO) EN EL ASENTAMIENTO COJEDES-SARARE DEL ESTADO PORTUGUESA**

**THE CACHAZA AS ORGANIC AMENDMENT OF TOMATO (*SOLANUM LYCOPERSICUM* MILL.) VAR. ROME (HYBRID) IN THE COJEDES-SARARE SETTLEMENT OF THE PORTUGUESE STATE**

**Autores:** Guillermo Armando Pérez García<sup>1</sup>

Alciro Segundo Torres Pérez<sup>2</sup>

**Institución:** <sup>1</sup>Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez  
Báez, Cuba

<sup>2</sup>Universidad Politécnica Territorial del Estado Portuguesa  
República Bolivariana de Venezuela

**Correo electrónico:** [guillermo@unica.cu](mailto:guillermo@unica.cu)

**RESUMEN**

Con el objetivo de evaluar el comportamiento agroproductivo y económico del tomate variedad Roma (Híbrido) ante el efecto de la fuente orgánica de cachaza en el asentamiento Cojedes-Sarare del Estado Portuguesa, se evaluaron algunas características físico-químicas del suelo, antes y después de aplicar la materia orgánica y componentes del rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) e indicadores económicos durante la campaña 2012-2013, para lo que se estableció un diseño de bloques al azar con tres tratamientos (T1-testigo, T2-Químico y T3-Cachaza) y cuatro réplicas. La aplicación de cachaza al suelo antes del trasplante del tomate Roma Híbrido, propició un incremento significativo en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y conductividad eléctrica, esta última variable mostró valores que indican que la dosis de cachaza utilizada no produce salinidad. Los tratamientos orgánico y químico

influyeron significativamente en las variables del crecimiento analizadas; altura de las plantas, diámetro del tallo, diámetro ecuatorial y polar del fruto. De la misma forma se comportaron las variables número de flores, frutos y porcentaje de cuaje. Los tratamientos orgánico y químico influyeron significativamente en las variables del rendimiento analizadas; masa del fruto, rendimiento por planta y rendimiento por hectárea. Aunque se obtuvieron las mayores ganancias en los tratamientos orgánico y químico, las mismas fueron superiores en el tratamiento orgánico, por el menor costo de la cachaza.

**Palabras clave:** Tomate, Materia Orgánica, Cachaza.

## ABSTRACT

In order to evaluate the agro-productive and economic behaviour of the tomato variety Rome (Hybrid) to the effect of the organic source of phlegm in locate Cojedes-Sarare of the Portuguese State, some physical-chemical characteristics of the soil were evaluated, before and after applying the organic matter and components of the yield of the tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) and economic indicators during the campaign 2012-2013, for what a design of random blocks with three treatments (T1-witness, T2-chemical and T3-phlegm) and four replications were established. The application of phlegm to the soil before the transplant of the tomato Hybrid Rome, propitiated a significant increment in organic matter, nitrogen, phosphorus and electric conductivity, this last variable showed values that indicate that the dose of phlegm used, doesn't produce salinity. The organic and chemist treatments influenced significantly in growth variables analyzed; plants height, stem diameter, equatorial and polar diameter of the fruit. Of the same one is formed the variable number of flowers, fruits and percentage they behaved of it clots. The organic and chemist treatments influenced significantly in yield variables analyzed; fruit mass, yield/plant and yield/hectare. Although, were obtained the biggest earnings in the organic and chemical treatments, the same ones were superior in organic treatment, because the smallest phlegm cost.

**Keyword:** Tomato, Organic Matter, Phlegm.

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) es la hortaliza más importante en el mundo. La producción mundial de tomate en el año 2012 fue de 159 millones de toneladas, mientras en la República Bolivariana de Venezuela se alcanzaron 198,328 toneladas, lo que la ubica como el quinto productor de América del Sur (FAOSTAT, 2013). Su producción se encuentra localizada en los estados Aragua, Carabobo, Guárico, Lara, Monagas, Portuguesa y Zulia (MPPAT, 2011).

El incremento de la producción hortícola, particularmente del tomate, pudiera convertirse en una alternativa productiva que supla la actual demanda para los pobladores del asentamiento Cojedes - Sarare y así abaratar los costos de producción, al tener en cuenta lo expresado por INFOAM (2003); Ramesh *et al.* (2005); Márquez y Cano (2005), quienes señalaron que los consumidores están cada vez más interesados en el consumo de alimentos inocuos.

En este asentamiento del municipio San Rafael de Onoto del Estado Portuguesa, la producción de tomates por métodos convencionales se realizó por más de 30 años y ello ha conducido al deterioro de la calidad del producto, expresado en la disminución de las producciones y baja calidad del producto cosechado (MPPAT, 2011).

El papel de biosólidos de las agroindustrias, las aguas residuales y los residuos de alimentos procesados, una vez que son adecuadamente tratados a través del proceso de composteo y/o vermicomposteo (Negi y Suthar, 2013; Lim *et al.* 2012; Valdez-Pérez *et al.* 2011; Warman y AngLopez, 2011), son algunas de las fuentes potenciales de elementos nutritivos de los sistemas de producción orgánica (Ramesh *et al.* 2005).

Los materiales orgánicos contienen elementos nutritivos de lenta liberación, los cuales además se encuentran en formas fácilmente disponibles para las plantas, a medida que las especies vegetales los van demandando (Atiyeh *et al.* 2001). De hecho existen evidencias de que la incorporación de materiales orgánicos a los suelos y sustratos de crecimiento favorecen el desarrollo y la productividad de diversos cultivos hortícolas, tales como lechuga [*Lactuca*

*sativa* L.] (Steffen *et al.* 2010), tomate [*Solanum lycopersicum* Mill.] (Gutiérrez-Miceli *et al.* 2007), ajo [*Allium sativum* L.] (Argüello *et al.* 2006), pimiento [*Capsicum annuum* L.] (Arancon *et al.* 2004a).

Actualmente el costo y la disponibilidad de fertilizantes químicos, así como la necesidad de conservar el ambiente, demandan una utilización de estos insumos cada vez más racional y ajustada a los requerimientos del cultivo (González y Pérez, 2011; Betancourt y Pierre, 2013). En Venezuela se producen anualmente más de 300.000 toneladas de cachaza y la mayor parte no es aprovechada (MPPAT, 2011).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento agroproductivo y económico del tomate variedad Roma (Híbrido) ante el efecto de la fuente orgánica de cachaza y la fertilización mineral en el asentamiento Cojedes-Sarare del Estado Portuguesa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló entre los años 2012 y 2013 en la localidad de Sarare-Cojedes, Municipio San Rafael de Onoto, Estado Portuguesa que se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas: al noreste del estado, entre los 09° 33' 13" y 09° 47' 14" de latitud Norte y los 68° 54' 33" y 69° 05' 22" de longitud Oeste, en la región Centro Occidental de Venezuela. La altitud media es de 175 m.s.n.m., el clima es de tipo tropical húmedo, con temperatura media anual de 26.5 °C. El suelo utilizado fue del orden Inceptisol, según Soil Survey Staff (2003).

Las características del suelo en el área experimental están reflejadas en las Tablas 1 y 2.

Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura
0-20	48	34	18	Franca

Tabla 1. Características del suelo en el horizonte (0.00 – 0.20 m). Composición granulométrica.

Profundidad (cm)	pH	MO (%)	CE dS m <sup>-1</sup>	N mg.kg <sup>-1</sup>	P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) mg.kg <sup>-1</sup>	K (K <sub>2</sub> O) mg.kg <sup>-1</sup>
0-20	7,6	1,68	1,52	12,4	11,4	70

Tabla 2. Características químicas del horizonte genético (0.00 – 0.20 m).

El comportamiento de las principales variables meteorológicas en la etapa de ejecución de la investigación se muestra en la tabla 3.

Variable	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Temperatura media (°C)	27,7	28,4	27,7	27,2	27,3
Pluviometría (mm)	188	11,6	53,1	0	3,4
Humedad relativa media (%)	86	81	81	75	75

Tabla 3. Comportamiento de las variables meteorológicas durante la investigación.

Se trasplantó tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) variedad Roma (Híbrido) a una distancia de 1,30 x 0,20 m en parcelas de 10,40 m<sup>2</sup>, establecidas en un diseño de bloques al azar, con tres tratamientos y tres réplicas. Las plantas para el trasplante se obtuvieron de un vivero de cultivo protegido en el Estado Lara, con cuatro hojas y tallo de 5 mm.

Las labores agrotécnicas se desarrollaron según lo señalado en el Manual de las hortalizas en Venezuela (Colmenares, 2004).

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1: Control (sin aplicación mineral, solamente con los niveles que poseía el suelo)

T2: Abono químico convencional (NPK; 10-20-20 a razón de 300 kg/ha).

T3: Cachaza (4t/ha)

Con el objetivo de determinar el efecto de la cachaza en el suelo, se realizó una caracterización del mismo, antes del trasplante y al concluir el ciclo del

cultivo. Para ello se realizaron análisis de suelo y se determinaron algunas características físicas y químicas de este. El análisis de suelo se realizó según los métodos que se señalan en la tabla 4.

Determinación	Método
Distribución del tamaño de partículas	Bouyoucos.
Fósforo ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )	Olsen, extraído con solución de Bicarbonato de Sodio 0,5 M a pH= 8,5. Relación suelo-solución 1:20.
Potasio ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )	Olsen, extraído con solución de Bicarbonato de Sodio 0,5 M a pH= 8,5. Relación suelo-solución 1:20.
Nitrógeno ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )	Kjendahl
pH	Método potenciométrico digital. Relación suelo-agua 1:5.
Materia Orgánica (%)	Combustión húmeda. Walkley-Black
Conductividad eléctrica (CE) $\text{dS.m}^{-1}$	Conductimetría. Relación Suelo-agua, 1:5.

Tabla 4. Métodos seguidos en el análisis de suelo.

Evaluaciones del crecimiento, desarrollo y rendimiento:

Altura de las plantas (cm): Con una regla graduada desde la base del tallo hasta la yema apical, a partir de los 15 días después del trasplante y hasta los 75 después del trasplante (ddt). Las evaluaciones se realizaron en 20 plantas por tratamiento.

Diámetro del tallo (mm): Se midió con un pie de rey por la parte media de la planta, a los 45 días después del trasplante. Las evaluaciones se realizaron en 20 plantas por tratamiento.

Diámetro ecuatorial del fruto (cm): En el centro de 20 frutos se midió con pie de rey.

Diámetro polar del fruto (cm): Se determinó con pie de rey la longitud de 20 frutos desde la región basal a la apical.

Número de flores: Se realizó el conteo de flores desde el primero hasta el cuarto racimo. La sumatoria de cada racimo se estableció como el número de flores por planta.

Número de frutos: Se realizó el conteo de frutos desde el primero hasta el cuarto racimo. La sumatoria de cada racimo se estableció como el número de frutos por planta.

Porcentaje de cuaje: Relación entre frutos formados y flores emitidas hasta el cuarto racimo. Los datos en % fueron transformados según  $2\text{arsen}\sqrt{p}$  para su procesamiento estadístico.

Masa promedio del fruto (g): Se seleccionaron 20 frutos por tratamiento y se realizó el pesaje en la primera cosecha.

Rendimiento (kg/planta): Se determinó a partir de la masa total de frutos comerciales cosechados en 20 plantas por tratamiento.

Rendimiento ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ): Se determinó a partir de la masa total de frutos comerciales cosechados por parcela, ponderados a una hectárea.

Análisis económico.

El análisis económico se desarrolló según las consideraciones de Aspiolea *et al.* (1993). Se tuvo en cuenta el costo de producción total en cada uno de los tratamientos. Se determinó la ganancia en función de los costos por hectárea, los rendimientos y los precios de venta.

Análisis estadísticos.

En el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el utilitario Statgraphics plus versión 5.0. Se comprobó el ajuste a la distribución normal de los datos de cada tratamiento (Kolmogorov-Smirnov) y la homogeneidad de las varianzas (Levene). Se desarrolló ANOVA de un factor y prueba HSD de Tukey. La probabilidad máxima de cometer error de tipo I fue 0.05. Para la variable altura se determinaron ecuaciones de regresión. Los datos de porcentaje de cuaje fueron transformados según  $2\text{arcsen}\sqrt{p}$  para su procesamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la aplicación orgánica (cachaza) en el suelo.

La tabla 5 muestra las características químicas del suelo antes de iniciar la investigación. El pH es ligeramente alcalino, el valor de materia orgánica es pobre (1,68%) en el estrato de 0-20 cm. El valor de CE ( $1,5\text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) es normal

para el establecimiento del cultivo del tomate. En lo referente a N se considera un suelo pobre ya que la concentración encontrada fue de  $12,4 \text{ mg.kg}^{-1}$ , el contenido de P es bajo y el valor del K es medio lo que indica que el suelo requiere fertilización química u orgánica para un buen desarrollo del cultivo.

Profundidad (cm)	pH	MO (%)	CE $\text{dS.m}^{-1}$	N $\text{mg.kg}^{-1}$	$\text{P}_2\text{O}_5$ $\text{mg.kg}^{-1}$	$\text{K}_2\text{O}$ $\text{mg.kg}^{-1}$
0-20	7,6	1,68	1,50	12,4	11,4	70

Tabla 5. Características físicas y químicas del suelo antes de la aplicación de la cachaza.

Características físico-químicas del suelo al final del ciclo vegetativo del cultivo y después de aplicar la cachaza.

Al final del ciclo, la MO se incrementó significativamente en el tratamiento orgánico con relación al testigo y al tratamiento químico (Tabla 6).

Tratamientos	MO (%)	CE $\text{dS.m}^{-1}$	N $\text{mg.kg}^{-1}$	$\text{P}_2\text{O}_5$ $\text{mg.kg}^{-1}$	$\text{K}_2\text{O}$ $\text{mg.kg}^{-1}$
T1- Testigo	1,68 b	1,50 b	23,2 b	11,4 c	70 a
T2- Químico	1,68 b	1,62 b	26,4 b	26,8 b	72 a
T3- Orgánico	1,80 a	2,65 a	35,65 a	41,2 a	75 a
Es	0,01	0,04	2,68	2,40	0,02

Tabla 6. Características físicas y químicas del suelo después de la aplicación de la cachaza. Medias con letras desiguales difieren estadísticamente (ANOVA de un factor, prueba HSD de Tukey  $p \leq 0,05$ ).

Con respecto a la conductividad eléctrica (CE) el tratamiento orgánico (cachaza) mostró el mayor valor, con diferencias estadísticas respecto al testigo y al tratamiento químico, los que no difieren entre si. El rango óptimo de salinidad para la producción agrícola se considera normal hasta un valor de  $4 \text{ dS.m}^{-1}$  y con este tratamiento se alcanzó  $2.65 \text{ dS.m}^{-1}$ , esto indica que la dosis de cachaza utilizada (4 t/ha) no produce salinidad.

El valor de N al final del ciclo del cultivo del tomate mostró los mayores valores en el tratamiento con cachaza, el que manifestó diferencias estadísticas con los demás, aunque los niveles para todos los tratamientos se consideran adecuados. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Salazar *et al.* (2004) cuando encontraron un incremento en la materia orgánica y nitratos en los tratamientos donde se aplicó estiércol.

Con relación al fósforo hubo diferencias estadísticas entre todos los tratamientos, el mayor valor en el tratamiento orgánico, seguido del químico y por último el testigo. Se ha comprobado que el fósforo cedido por la cachaza presenta una mayor disponibilidad para el cultivo de las hortalizas que el de los abonos minerales (Gómez, 2002; Vivas, 2010), en tal sentido puede ser aprovechado de mejor manera por las plantas y quedar gran cantidad de fósforo asimilable para el cultivo siguiente.

De acuerdo con Díaz (2005) en estudios realizados en diferentes suelos, determinaron que los efectos fertilizantes de la cachaza se pueden esperar a partir de los 3 meses después de su aplicación y su acción residual se puede prolongar hasta 3 años para algunos nutrientes. El presente resultado demuestra que antes de los tres meses puede obtenerse acción de la misma, si es aplicada de forma descompuesta y seca, tal como se realizó en esta investigación.

El comportamiento del potasio no mostró diferencias estadísticas, lo que se puede atribuir a que la cachaza utilizada no poseía niveles que pudieran variar el contenido del mismo, aunque hay autores como Gómez (2002) que señalan el nivel de potasio en la caña de azúcar puede ser alto, lo que está en dependencia del material que dio origen a la misma.

Efecto de los tratamientos en el crecimiento y desarrollo.

La dinámica de crecimiento en altura de las plantas de tomate, de acuerdo a los tratamientos, se muestra en las ecuaciones de regresión lineal, en las que todos los ajustes para los mismos fueron aceptables, ya que los coeficientes de correlación oscilaron entre 0,93 y 0,97 (Figura 1).

Los coeficientes de correlación más altos obtenidos en el tratamiento T3 (orgánico) y T2 (Químico) indican la relación más alta entre el tiempo (ddt) y los tratamientos.

De acuerdo con los modelos establecidos para cada tratamiento se mostró menor crecimiento de las plantas en T1 (Testigo) y un comportamiento muy homogéneo en los otros tratamientos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2009) quienes encontraron mejor comportamiento en la altura del tomate cuando utilizaron compost y lo compararon con un tratamiento químico. Moreno-Resendez *et al.* (2005) no encontraron diferencia en la altura de las plantas al evaluar tomate en sustratos con diferentes tipos de compost, en comparación con la forma inorgánica. Otros autores, señalaron que el humus al 50% de volumen aumenta notablemente el porte de las plantas (Márquez-Hernández *et al.* 2008).

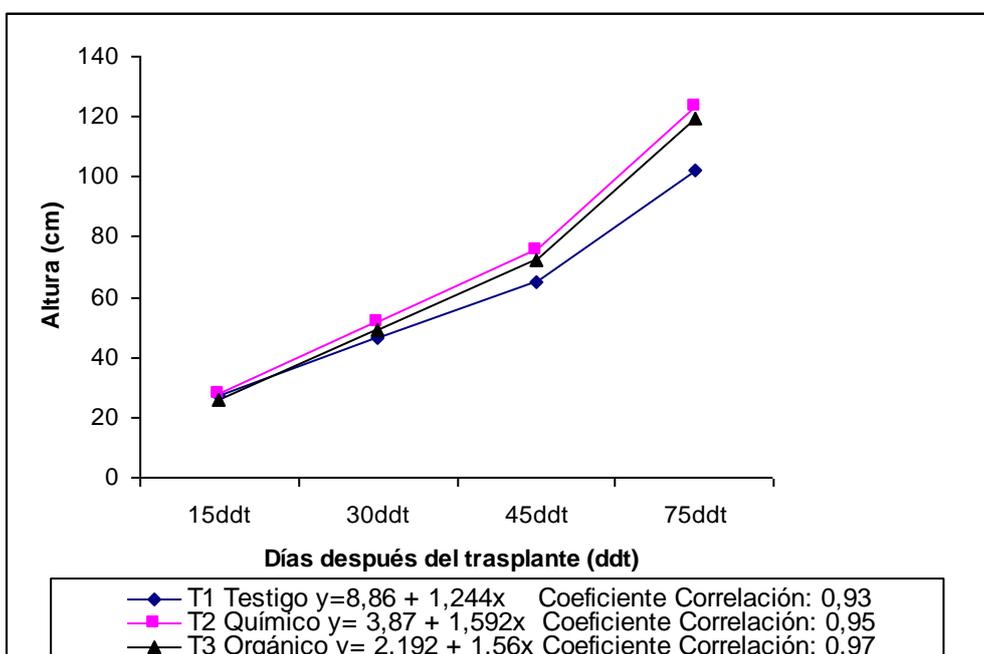


Figura 1. Ecuaciones de regresión para la variable dependiente altura de la planta de tomate e independiente, días después del trasplante.

El incremento en altura de las plantas, aumenta el número de hojas y por tanto el nivel de clorofila y aumenta la fotosíntesis total, lo que causa un aumento de la masa del fruto y del rendimiento.

El diámetro del tallo contribuye a la solidez de las plantas, transfiriéndole resistencia al acame y rajaduras. En la figura 2 se muestra el comportamiento de este indicador, donde se observa que los tratamientos orgánico y químico alcanzaron los mayores valores, sin diferencias estadísticas entre ellos y si con respecto al testigo.

Aunque no hay diferencias entre el tratamiento químico y el orgánico, este último le proporciona al suelo propiedades y calidad que, tal como señala Peña *et al.* (2005) y Altieri y Nicholls, (2007), la materia orgánica de gran riqueza y calidad biológica, proporciona a la raíz y posteriormente al tallo, una influencia sobre las propiedades biológicas tales como: mejora en los procesos energéticos, modificación de la actividad enzimática, lo que favorece la síntesis de ácidos nucleicos, así como sirve de amortiguador en la regulación de la disponibilidad de los nutrientes según las necesidades de las plantas.

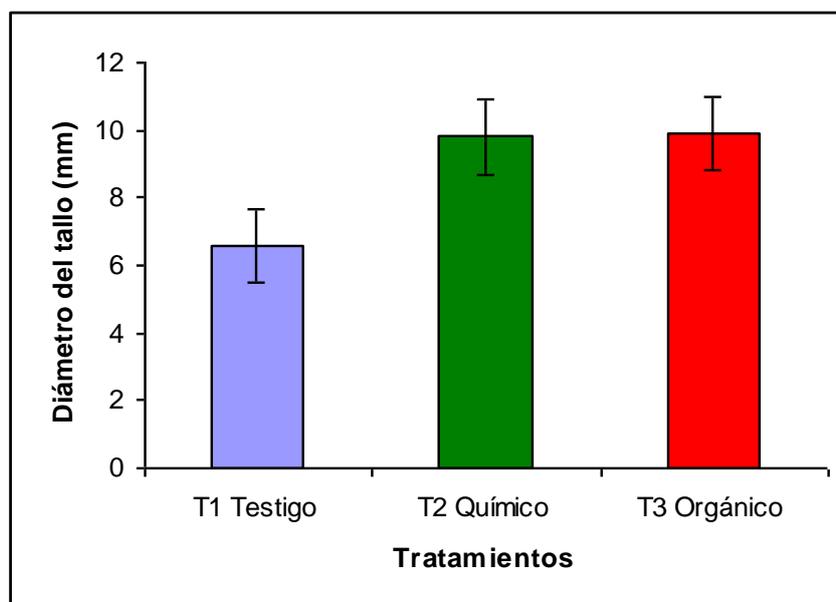


Figura 2. Diámetro del tallo de las plantas de tomate Roma (Híbrido) de acuerdo con los tratamientos. (ANOVA de un factor, prueba HSD de Tukey  $p \leq 0,05$ ). El símbolo sobre las barras representa las medias  $\pm ES$  ( $n=20$ )

El efecto de los tratamientos sobre el diámetro ecuatorial y polar del fruto se muestra en las figuras 3 y 4. En ambos casos los tratamientos químico y orgánico fueron superiores, sin diferir estadísticamente entre ellos y si con relación al testigo.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2009) en estudios en tomate, quienes detectaron diferencias altamente significativas en el diámetro polar entre diferentes formas de fertilización orgánica.

Hay tres indicadores que deciden la producción en el cultivo del tomate, a saber el número de flores y frutos hasta el cuarto racimo determinan definitivamente en la producción, pero el porcentaje de cuaje relativo a la cantidad de flores que se convierten en frutos es lo más importante y determinante.

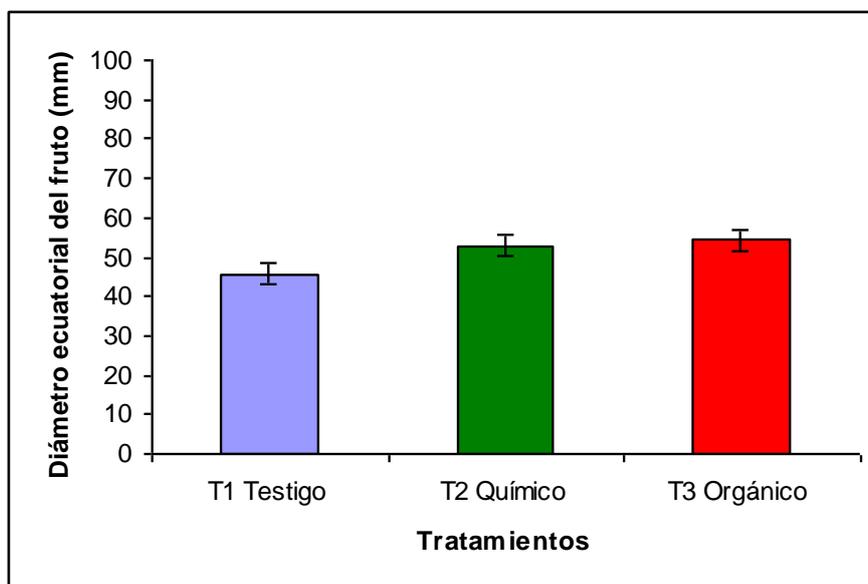


Figura 3. Diámetro ecuatorial del fruto de tomate Roma (Híbrido) de acuerdo con los tratamientos. (ANOVA de un factor, prueba HSD de Tukey  $p \leq 0,05$ ). El símbolo sobre las barras representa las medias  $\pm ES$  ( $n=20$ ).

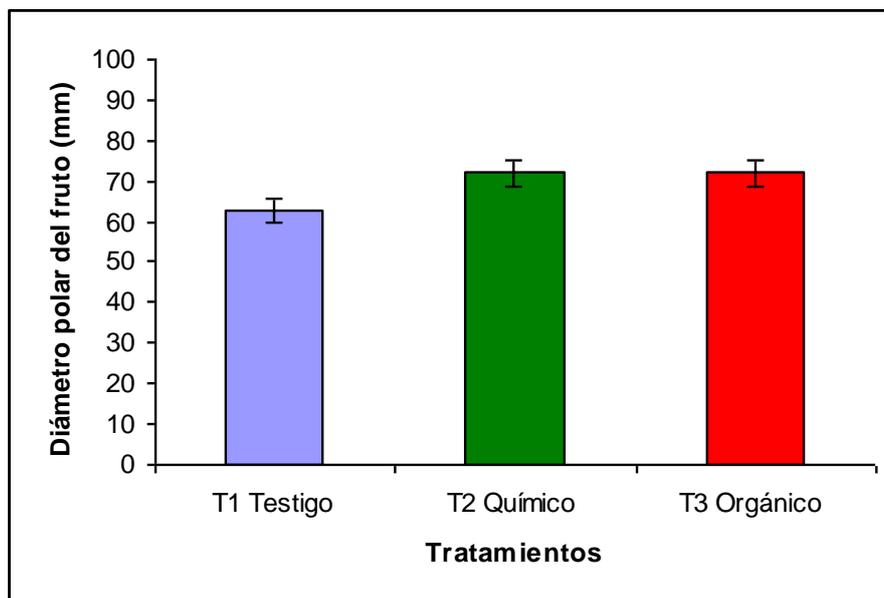


Figura 4. Diámetro polar del fruto de tomate Roma (Híbrido) de acuerdo con los tratamientos. (ANOVA de un factor, prueba HSD de Tukey  $p \leq 0,05$ ). El símbolo sobre las barras representa las medias  $\pm ES$  ( $n=20$ ).

El tratamiento orgánico (cachaza) mostró el valor más alto en el número de flores por planta, con diferencias significativas respecto a los demás, ya en el conteo del número de frutos, tanto el tratamiento orgánico, como el químico no mostraron diferencias entre ellos, con los mayores valores referentes al testigo (Tabla 7).

Igual comportamiento que en el número de frutos se encontró en el porcentaje de cuaje, con los mayores valores en el tratamiento orgánico y químico. Esto es muestra de que la cachaza produce un efecto determinante en el cuaje de las flores, debido a su constitución. Tal efecto se ha comprobado debido a que el fósforo cedido por la cachaza presenta una mayor disponibilidad para el cultivo de las hortalizas, que el de los abonos minerales (Gómez, 2002).

Según Díaz (2005) la cachaza generalmente es rica en fósforo, calcio y nitrógeno y pobre en potasio, esta incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo, aumenta el contenido o la capacidad de retención de humedad del mismo y durante su descomposición se produce gran cantidad de  $CO_2$  que al transformarse en  $H_2CO_3$ , junto con otros ácidos de origen orgánico,

disuelven los nutrientes insolubles en suelos de pH alcalino, como es el caso de los utilizados en esta investigación. Todos estos elementos redundan en una mayor eficiencia del cuaje.

En el tratamiento químico, que mostró el mayor valor del cuaje se suministran de forma directa estos nutrientes, pero el uso de los abonos orgánicos produce mínima contaminación del ambiente entre otros elementos positivos (Rodríguez *et al.* 2009).

Tratamientos	Número de Flores	Número de Frutos	Cuaje (%)
T1 Testigo	20,00 b	16 b	80 b
T2 Químico	23,57 b	22 a	93 a
T3 Orgánico	26,70 a	24 a	90 a
Es	0,41	0,47	1,62

Tabla 7. Número de flores, frutos y cuaje del tomate variedad Roma (Híbrido) a partir de una muestra de 20 plantas por tratamiento. Medias con desiguales letras difieren estadísticamente. (ANOVA de un factor, prueba HSD de Tukey  $p \leq 0,05$ )

Efecto de los tratamientos en el rendimiento.

Como se muestra en la figura 5, los tratamientos orgánico y químico presentaron la masa del fruto mayor, sin diferencias estadísticas entre ellos y si con respecto al testigo.

López-Espinosa *et al.* (2013), quienes evaluaron la aplicación de fertilizantes orgánicos en chile jalapeño concluyeron que no se disminuyó la masa ni el tamaño del fruto bajo esta fuente de fertilización en comparación con la fertilización inorgánica. Este hecho está relacionado con lo indicado por Arancon *et al.* (2004b), quienes aplicaron vermicompost a un campo de fresas y aumentó significativamente el contenido de citoquininas, las cuales junto con las auxinas presentes en semillas inmaduras de frutos jóvenes, influyen en la regulación de la división y alargamiento celular y por lo tanto son inductores del

crecimiento y aumento de la masa del fruto, como lo mencionan Raven *et al.* (1992).

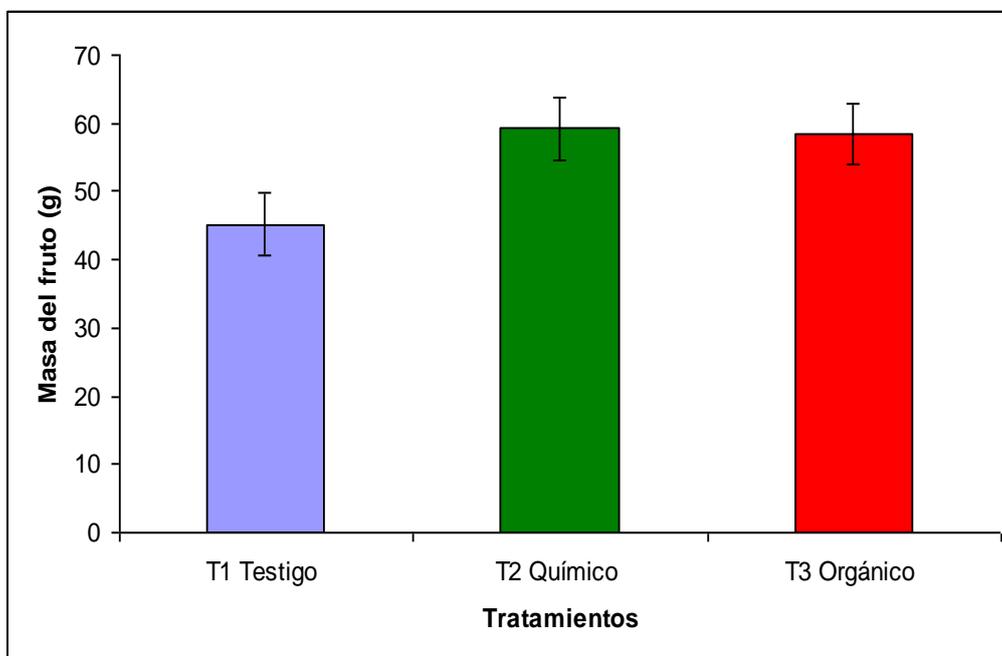


Figura 5. Masa del fruto de tomate Roma (Híbrido) de acuerdo con los tratamientos. (ANOVA de un factor, prueba HSD de Tukey  $p \leq 0,05$ ). El símbolo sobre las barras representa las medias  $\pm ES$  ( $n=20$ ).

Resultados similares fueron obtenidos por Rodríguez *et al.* (2008), quienes indicaron un incremento en la masa del fruto de tomate desarrollado en un sustrato con compost en comparación con el testigo.

Los rendimientos por planta y toneladas por hectárea se muestran en las figuras 6 y 7. En ambos indicadores los tratamientos químico y orgánico fueron los de mayor valor, estos no tuvieron diferencias entre ellos, pero fueron superiores al testigo.

Estos resultados están en correspondencia con lo señalado por Rodríguez *et al.* (2009), quienes sugirieron que al no haber diferencias en rendimiento entre las fuentes orgánicas e inorgánicas de nutrientes, el té de compost puede ser considerado como un fertilizante alternativa para la producción orgánica de tomate en condiciones de invernadero, en tal sentido la cachaza utilizada en esta investigación puede ser utilizada en condiciones de campo para sustituir

los fertilizantes químicos, siempre que los valores de nutrientes presentes en el suelo se correspondan con las cantidades expresadas en este trabajo.

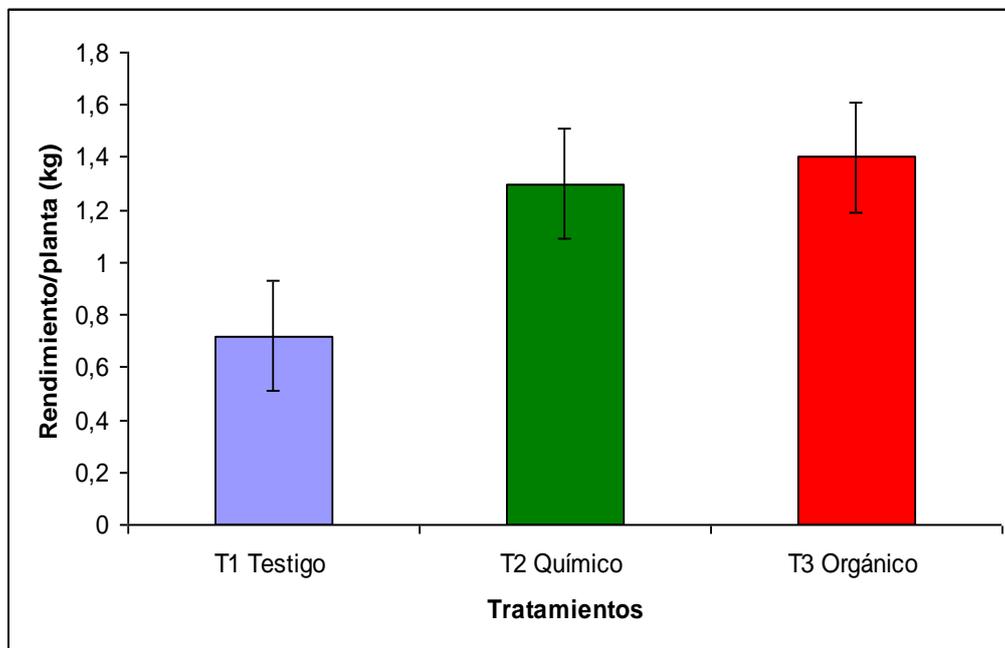


Figura 6. Rendimiento por planta de tomate Roma (Híbrido) de acuerdo con los tratamientos. (ANOVA de un factor, prueba HSD de Tukey  $p \leq 0,05$ ). El símbolo sobre las barras representa las medias  $\pm ES$  ( $n=20$ ).

En investigación sobre el efecto de diferentes materiales orgánicos, Márquez *et al.* (2008), indicaron que la mezcla de 37.5 y 50% de humus y arena cubren las necesidades nutricionales del cultivo del tomate, para obtener altos rendimientos por planta y hectárea sin adición de fertilizantes inorgánicos.

También Márquez y Cano (2005), señalaron que el estiércol compostado, combinándolo con sustratos inertes para mejorar las características físicas y químicas del mismo, es una opción para la producción orgánica de tomate en invernadero, al sobrepasar los rendimientos obtenidos en campo.

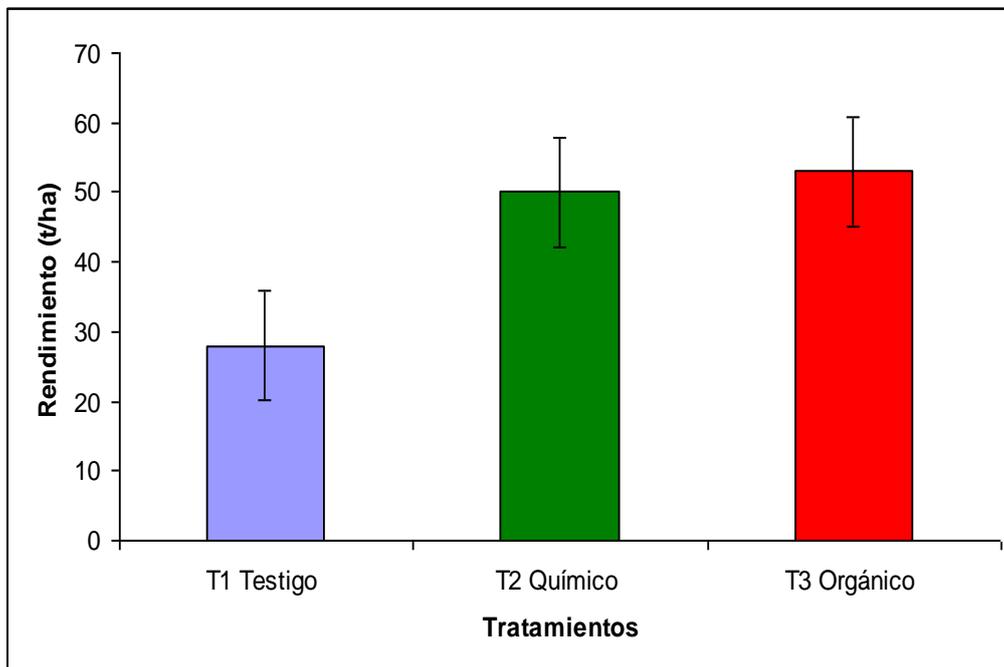


Figura 7. Rendimiento por hectárea de tomate Roma (Híbrido) de acuerdo con los tratamientos. (ANOVA de un factor, prueba HSD de Tukey  $p \leq 0,05$ ). El símbolo sobre las barras representa las medias  $\pm ES$  (Masa de planta x Población de plantas).

Análisis económico.

Como se muestra en la tabla 8, el costo de producción en el testigo es el más bajo, por no aplicar fertilizante mineral, ni orgánico. Debido al precio del fertilizante inorgánico, se eleva el costo de producción en el tratamiento dos, mientras que el tratamiento orgánico donde se utiliza la cachaza, aunque es más alto que el testigo, es más bajo que el tratamiento inorgánico.

Tratamientos en Tomate.	Costo por hectárea (Bs)	Precio de venta del kg. (Bs)	Rendimiento kg/ha	Valores por ventas (Bs)	Ganancias (Bs)
T1: Control (sin aplicación mineral).	88193,28	10,0	28 000	280000	191806,72
T2: (Fertilizante químico).	89075,28	10,0	50 000	500000	410924,72
T3: Cachaza.	88593,28	10,0	53 000	530000	441406,72

*Tabla 8. Costos y ganancias de acuerdo con los tratamientos utilizados.*

Al considerar el precio de venta oficial, igual para los tres tratamientos (10,0 Bs), es determinante el rendimiento obtenido, el mismo fue bajo en el testigo, debido precisamente a una disponibilidad insuficiente de nutrientes, ya que no se aplicó ningún tipo de abono o fertilizante. En los tratamientos dos y tres, aunque fueron superiores los costos, también fueron superiores los rendimientos y por tanto las ventas, de manera que se obtuvieron mayores ganancias en los mismos, superiores en el tratamiento orgánico por el menor costo de la cachaza.

Se ha comprobado que los fertilizantes minerales contaminan el ambiente, fundamentalmente el manto freático. Según criterios de Rodríguez *et al.* (2007), aunque hay que valorar siempre el factor económico, nos enfrentamos a una situación donde el reto fundamental es producir alimentos de manera sostenible, es por ello que los abonos orgánicos han adquirido gran importancia, ya que son productos que incrementan la disponibilidad de nutrientes en el suelo y generan sustancias que estimulan el crecimiento vegetal, lo que se revierte en una agricultura más orgánica y sustentable, además repercute positivamente en el equilibrio de las poblaciones microbianas que habitan el mismo.

De esta manera el tratamiento orgánico (cachaza) mostró resultados económicos, ambientales y sociales favorables al compararse con el químico.

## **CONCLUSIONES**

La aplicación de cachaza al suelo antes del trasplante del tomate Roma Híbrido, propició un incremento significativo en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y conductividad eléctrica, esta última variable mostró valores que indican que la dosis de cachaza utilizada no produce salinidad.

Los tratamientos orgánico y químico influyeron significativamente en las variables del crecimiento, desarrollo y rendimiento. Aunque se obtuvieron las

mayores ganancias en los tratamientos orgánico y químico, las mismas fueron superiores en el tratamiento orgánico, por el menor costo de la cachaza.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ALTIERI, MA., NICHOLLS, C: «Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación». *Ecosistemas* 16 (1): 3-12. 2007.
- ARANCON, NQ, EDWARDS CA, ATIYEH RM, METZGER JD: «Effects of vermicompost produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers». *Bioresource. Technol*, 93:139-144. 2004.
- ARANCON NQ, EDWARDS CA, BIERMAN P, WELCH C, METZGER JD: «Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. effects on growth and yields». *Bioresource. Technol*, 93: 145-153. 2004.
- ARGÜELLO JA, LEDESMA A, NÚÑEZ SB, RODRÍGUEZ CH, DÍAZ-GOLDFARB MDC: «Vermicompost effects on bulbing dynamics nonstructural carbohydrate content, yield, and quality of 'Rosado Paraguayo' garlic bulbs». *HortScience*, 41(3): 589-592. 2006.
- ATIYEH RM, EDWARDS CA, SUBLER S, METZGER JD: «Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth». *Bioresource. Technol*, 78, 11-20. 2001.
- BETANCOURT P., PIERRE F: «Extracción de macronutrientes por el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill. Var. Alba) en casas de cultivo en Quíbor, Estado Lara». *Bioagro* 25 (3):181-188. 2013.
- COLMENARES, J.: «Manejo agronómico de las hortalizas, manual de las hortalizas en Venezuela», Caracas, Editorial Centella, 2004.
- DÍAZ, S. Y.: «Nuevos sustratos para una agricultura ecológica en huertos intensivos de la Provincia de Camagüey». Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Ciego de Ávila. Pp 65. 2005.

FAOSTAT: «FAO Statistics Division». Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Visitado 10 de diciembre de 2013.

GÓMEZ, F.: «Bioabonado de la cachaza». Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%Rizzo/azucar/cachaza.htm>. Visitado en Visitado 10 de Diciembre de 2013.

GONZÁLEZ, GM. PÉREZ BY.: «Nutrición orgánica del cultivo y manejo de plagas. En: Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura sub-urbana», Vol. I: 267-279. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, INISAV. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura, 2011.

GUTIÉRREZ-MICELI FA, SANTIAGO-BORRAZ J, MONTES MJA, CARLOS NC, ABUD-ARCHILA M, OLIVA MAL, RINCÓN ROSALES R, DENDOOVEN L.: «Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.)», *Bioresource. Technol*, 98, pp. 2781-2786. 2007.

INFOAM. INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS.: «Normas para la producción y procesado orgánico», Victoria, Canadá, 2003.

LIM SL, WU TY, SIM EYS, LIM PN, CLARKE C.: «Biotransformation of rice husk into organic fertilizer through vermicomposting», *Ecol Eng*, 41:60-64. 2012.

LÓPEZ-ESPINOSA ST, MORENO-RESÉNDEZ A, CANO-RÍOS P, RODRÍGUEZ-DIMAS N, ROBLEDO-TORRES V, MÁRQUEZ-QUIROZ C: «Organic fertilization: An alternative to produce jalapeño pepper under greenhouse conditions» *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 2013.

MÁRQUEZ H., C. Y CANO R., P.: «Producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero», *Actas Portuguesas de Horticultura* 5 (1):219-224. 2005.

MÁRQUEZ-HERNÁNDEZ, C., P. CANO-RÍOS Y N. RODRÍGUEZ-DIMAS.: «Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero, en *Agric. Téc.* » pp. 69-74, México, 2008.

- MORENO-RESENDEZ, A., M. T. VALDÉS-PEREZGASGA Y T. ZARATE-LÓPEZ.: «Desarrollo de tomate en sustrato de vermicomposta/ arena bajo condiciones de invernadero». *Agric. Téc. (Santiago)* 65: 27-34. 2005.
- MPPAT. MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA AGRICULTURA Y TIERRAS: «Anuario». *VII Censo Agrícola Nacional*, 200pp. Venezuela. 2011.
- NEGI R., SUTHAR S.: «Vermistabilization of paper mill wastewater sludge using *Eisenia fetida*», en *Bioresource Technol*, 128, pp. 193-198, 2013.
- PEÑA, T. E. RODRÍGUEZ, A; CARRIÓN, M Y GONZÁLEZ, R: "Generalización del Humus de Lombriz en la producción de posturas en Cepellón para la Agricultura Urbana". En Inédito. Archivo. INIFAT. Disponible en: [http://www.ucf.edu.cu/URBES/Presentaciones/ElizabethPeña-Posturas/de\\_cepellón.ppt](http://www.ucf.edu.cu/URBES/Presentaciones/ElizabethPeña-Posturas/de_cepellón.ppt). Visitado el 29 de noviembre de 2013.
- RAMESH P, SINGH M, RAO AS.: «Organic farming: Its relevance to the Indian context», *Current Sci*, 88(4): 561-568. 2005.
- RAVEN PH, EVERT RF, EICHHORN SE.: *Biología de las plantas*. Traducido al español por Santamaria R, Lloret F, Mas M, Cardona MA, Volumen 2. pp. 773 Editorial Reverté. Barcelona, España. 1992.
- RODRÍGUEZ, A., N. COMPANIONI, E. PEÑA, F. CAÑET, J. FRESNEDA, J. ESTRADA, R. REY, E. FERNÁNDEZ, L. L. VÁZQUEZ, R. AVILÉS, N. AROZARENA, B. DIBUT, R. GONZÁLEZ, J. L. POZO, R. CUN, F. MARTÍNEZ.: «Manual técnico para organopónicos, Huertos intensivos y organoponía semiprotegida», 2007.
- RODRÍGUEZ, DN, N., P. CANO-RÍOS, U. FIGUEROA-VIRAMONTES, A. PALOMO-GIL, F. FAVELA-CHÁVEZ, V. DE P. ÁLVARES-REYNA, C. MÁRQUEZ-HERNÁNDEZ, A. MORENO-RESÉNDEZ.: «Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato», en *Fitotec. Mex.* 31: 265-272. 2008.
- RODRÍGUEZ DN., CANO PR., FIGUEROA UV., FAVELA C E., MORENO RA., MÁRQUEZ HC., OCHOA EM., PRECIADO RP.: «Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero», *Terra Latinoamericana* 27, pp. 319-327, 2009.
- SALAZAR SE., VÁZQUEZ CV., LEOS RJ., FORTIS HM., MONTEMAYOR TJ., FIGUEROA V R., LÓPEZ JM.: «Mineralización del estiércol bovino y su impacto en la

calidad del suelo y la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo riego sub-superficial». *Internacional Journal of Experimental Botany*. 53rd ANNIVERSARY, pp. 259-273. 2004.

STEFFEN GPK, ANTONIOLLI ZI, STEFFEN RB, MACHADO RG.: «Cáscara de arroz y estiércol bovino como sustrato para la multiplicación de lombrices de tierra y la producción de plántulas de tomate y lechuga». *Acta Zool Mex. Nueva Ser*, 26(SPE2): 333:343. 2010.

SOIL SURVEY STAFF.: *Clave para la taxonomía de suelos*. p 306 Colegio de Postgraduados. Chapingo. México, 2003.

VALDEZ-PÉREZ MA, FERNÁNDEZ-LUQUEÑO F, FRANCO-HERNÁNDEZ O, FLORES LB, DENDOOVEN L.: «Cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in limed or unlimed waste water sludge, vermicompost or inorganic amended soil». *Sci Hort*, 128: 380-387. 2011.

VIVAS, A.: «Introducción a los suelos y al conocimiento de las plantas», p.623, México.

WARMAN PR., ANGLÓPEZ MJ.: Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. *Bioresource. Technol*, 101:4479-4483. 2010.