

Fertilización hidrosoluble N-P-K, en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*)

Soluble N-P-K fertilization in the production of tomato seedlings

A. Escalona¹, J. Anzola¹, I. Acevedo², V. Rodríguez¹ y J. Contreras¹

¹Decanato de Agronomía, ²Decanato de Cs. Veterinarias. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.

Resumen

Con el objeto de evaluar diferentes dosis de fertilizante hidrosoluble 13-40-13 en la producción de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*), se realizó un ensayo en las instalaciones de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Tarabana, municipio Palavecino, estado Lara. Se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos (dosis 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 y 3 g.L⁻¹ de 13-40-13) y cuatro repeticiones. Se determinó la altura de plántulas, grosor del tallo, longitud de las raíces, masa seca y área foliar. Las variables que definen el crecimiento y producción de masa fresca y seca comenzaron a medirse a los 3 días después de la primera fertilización (21 días después de la siembra), y se realizaron cuatro mediciones con intervalos de tres días. Se encontró que a los 21 y 24 días después de la siembra la dosis de 3 g.L⁻¹ presentó los mayores valores, mientras que a los 27 y 30 días la mejor dosis para la mayoría de las variables evaluadas fue 2,5 g.L⁻¹. Sin embargo, con la aplicación de 1,5 a 2 g.L⁻¹ del fertilizante hidrosoluble 13-40-13 se presentó posturas de tomate de calidad, considerando la respuesta de crecimiento y extracción del N y K, ya que se obtiene mayor eficiencia en costo-rendimiento.

Palabras clave: Fertilizante hidrosoluble, plántulas, *Solanum lycopersicum*.

Abstract

In order to evaluate different doses of soluble 13-40-13 fertilizer in the production of seedlings of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill), a trial was conducted in the facilities of the UCLA Tarabana, Palavecino municipality, Lara state. We used a completely randomized design with seven treatments (doses 0; 0.5; 1; 1.5; 2; 2.5 and 3 g.L⁻¹ 13-40-13) and four replications. We determined seedling height, stem diameter, root length, fresh and dry mass and leaf area.

Recibido el 19-2-2010 ● Aceptado el 7-2-2012

Autor de correspondencia e-mail: eargelia@ucla.edu.ve; ingridacevedo@ucla.edu.ve; jorgecontreras@ucla.edu.ve

The variables that define the growth and production of fresh and dry weight began to be measured at 3 days after the first fertilization (21 days after sowing) and four measurements were made at intervals of three days. It was found that at 21 and 24 days after sowing the dose of 3 g.L⁻¹ showed the highest values, whereas at 27 and 30 days the best dose for most variables evaluated was 2,5 g.L⁻¹. However the application of 1.5 to 2 g.L⁻¹ of 13-40-13 soluble fertilizer made of tomato quality positions, considering the growth response and removal of N and K, as greater efficiency in cost-performance.

Key words: water-soluble fertilizer, seedlings, *Solanum lycopersicum*.

Introducción

Las hortalizas son la fuente más económica de vitaminas y minerales para el hombre, en tal sentido uno de los principales desafíos de la olericultura, es poder ofrecer hortalizas de calidad y en cantidades suficientes para satisfacer la demanda del consumidor, por lo tanto para afrontar este reto se están utilizando nuevos sistemas de producción con tecnologías sofisticadas, donde las buenas prácticas agrícolas deben ir acompañadas de los procesos y flujos a lo largo de las cadenas productivas (INIA, 2005).

En la producción agrícola Venezolana uno de los principales problemas es la baja eficacia en el abonamiento y en la elaboración de programas de fertilización adecuados (Benzing, 2001). A fin de completar la demanda y obtener plántulas vigorosas y aptas para el trasplante, por ende es indispensable la aplicación continua de nutrientes (Preciado-Rangel *et al.*, 2010).

Según Hernández *et al.* (2009) la fertilización constituye una de las prácticas de manejo indispensables para la producción sostenible de la tecnología del cultivo protegido de las hortalizas. Más aun, en el cultivo protegido de tomate, el aporte de agua y de un alto

Introduction

Vegetables are cheapest way to consume vitamins and minerals for men and women, in this sense, one of the main challenges of the olericulture is offering good quality vegetables and in enough quantities to satisfy the demand of the consumer, therefore, to face this challenge are being used new production systems with sophisticated technologies, where the good agriculture practices of production must be accompanied by processes and flows throughout the productive chain (INIA, 2005).

In the Venezuelan agriculture production, one of the main problems is the low efficiency of manure and in the elaboration of adequate fertilizing programs (Benzing, 2001). With the aim of completing the demand and obtaining vigorous and apt plants for the transplant, is necessary the continuous application of nutrients (Preciado-Rangel *et al.*, 2010).

According to Hernández *et al.*, (2009) the fertilization constitutes one of the most important handling practices for the sustainable production of protected crop technology of vegetables. In the protected crop of

porcentaje de los nutrientes se realiza generalmente mediante el riego por goteo e inyectores de fertilizantes, dependiendo del estado fenológico de las plantas, así como del ambiente en que estas se desarrollan (Cun *et al.*, 2008).

Montero *et al.*, 2008 considera que la fertirrigación puede maximizar la utilización de nutrientes por las plantas y minimizar el potencial de pérdida de nutrientes por debajo de la zona radical.

Es por ello que la comprensión de cómo la fertirrigación afecta el crecimiento de posturas de tomate sería esencial para el diseño e implementación de un programa de fertilización en semillero. Por lo planteado el propósito de este ensayo fue evaluar diferentes dosis de fertilizante hidrosoluble para la obtención de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*).

Materiales y métodos

Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó bajo un cobertizo en el vivero del área de propagación de plantas del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, ubicado en Tarabana, municipio Palavecino, estado Lara, Venezuela. Ubicado a una altitud de 500 msnm, con coordenadas geográficas de 10° 05' de LN y 69° 16' de LO, con 820 mm de precipitación promedio anual, temperatura promedio de 25,5°C, humedad relativa de 73%, insolación de 7,1 h.día⁻¹ y una evaporación de 2049 mm.año⁻¹.

Material experimental

Se utilizaron semillas certificadas de tomate (*Solanum lycopersicum*)

tomato, the provision of water and of a high percentage of nutrients is generally done by drip irrigation and fertilizers injectors, depending of the phenologic state of the plant, as well as the environment where these develop (Cun *et al.*, 2008).

Montero *et al.*, 2008 consider that the fertirrigation can maximize the usage of nutrients by the plants and minimize the potential of nutrients' lost under the radical area. For this reason, the comprehension of how the fertirrigation affects the growth of tomato would be essential for designing and implementing a fertilization program in seedbed. Therefore, because of the latter, the aim of this research was to evaluate different soluble fertilization doses for obtaining tomato seedlings (*Solanum lycopersicum*).

Materials and methods

Location of the essay

The essay was done on a threshold at the nursery of the propagation area of plants, belonging to the Agronomy Faculty of "Universidad Centroccidental Alvarado", located in Tarabana, Palavecino municipality, Lara state, Venezuela. Located at an altitude of 500 masl with geographic coordinates of 10° 05' of NL and 69° 16' WL, with 820 mm of annual average precipitations, average temperature of 25.5°C, relatively humidity of 73%, insolation of 7.1 h·day⁻¹ and evaporation of 2049 mm.year⁻¹.

Experimental material

Certified tomato seeds were used (*Solanum lycopersicum*) of Río Gran-

variedad Río Grande. Se emplearon 14 bandejas de 128 celdas cada una. El sustrato utilizado para germinar y desarrollar las plántulas con fines meramente experimental fue turba canadiense, aunque a nivel comercial otros sustratos más “amigables” con el ambiente son utilizados. Se sembraron dos semillas por lóculo, para luego realizar raleo y dejar una sola plántula en el mismo, conformando un total de 1792 plántulas. El riego se aplicó con una frecuencia de $2.\text{día}^{-1}$ de 15 minutos cada uno, a razón de 2 L por bandeja.

La fertilización se realizó cuando las plántulas presentaron la primera hoja activa. Se aplicó fertilizante 13-40-13 hidrosoluble, el cual contiene 8,7% nitrógeno amoniacal, 4,3% nitrógeno nítrico, 40% anhídrido fosfórico total, 13% K_2O , 0,1% MgO , 0,01% B, 0,02% Cu, 0,05% Mn, 0,001% Mo, 0,02% Zn.

Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por 7 dosis del fertilizante 13-40-13 hidrosoluble, conformadas por 0, 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 y 3 g.L^{-1} . Las fertilizaciones fueron aplicadas cada tres días durante 10 días. Las aplicaciones se realizaron con bomba de presión constante con capacidad de 1,5 L. La primera se realizó en horas de la tarde y a partir de la segunda se realizaron en horas de la mañana. El experimento tuvo una duración de 30 días.

Diseño de experimento

El ensayo se realizó utilizando un diseño completamente al azar de siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron diferentes dosis de fertilizante 13-40-13 hidrosoluble (0, 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 y 3 g.L^{-1}).

de variety. 14 trays of 128 cells each were employed. The substrate used to germinate and develop the seedlings with merely experimental purposes was Canadian peat, though at commercial levels other friendlier substrates with the environment were used. Two seeds per loculus were sowed, later, were removed thinning and only by seedling was let, conforming a total of 1792 seedlings. The irrigation was applied with a frequency of $2.\text{day}^{-1}$ of 15 minutes each at reason of 2L per tray.

The fertilization was done when the seedlings presented the first active leaf. Soluble fertilizer 13-40-13 was applied, which contains 8.7% of ammonium nitrate, 4.3% nitric nitrogen, 40% total phosphoric dioxide, 13% K_2O , 0.1% MgO , 0.01% B, 0.02% Cu, 0.05% Mn, 0.001% Mo, 0.02% Zn.

Treatments

Treatments were constituted by 7 doses of soluble fertilizer 13-40-13 formed by 0, 0.5; 1; 1.5; 2; 2.5 and 3 g.L^{-1} . Fertilizations were applied every three days for 10 days. The applications were done with a constant pressure bomb with a 1.5 L of capacity. The first was done in the afternoon and after the second application, were done in the morning. The experiment lasted 30 days.

Experiment's design

The essay was done using a completely randomized design with seven treatments and 4 replications. The treatments were different doses of soluble fertilizer 13-40-13 (0, 0.5; 1; 1.5; 2; 2.5 and 3 g.L^{-1}).

Evaluated variables

The variables that define the growth and production of fresh and dry

Variables evaluadas

Las variables que definen el crecimiento y producción de masa fresca y seca; comenzaron a medirse a los 21 días después de la siembra (dds), lo cual corresponde a 3 días después de la primera fertilización. Se realizaron cuatro muestreos con intervalos de 3 días; descartando las plántulas de las celdas de los bordes. Es importante destacar que tanto el área foliar como el análisis de tejidos fueron evaluados durante la última medición.

Caracterización del contenido de N P K foliar

Se tomaron 20 plantas por repeticiones para un total de 80 plántulas por tratamiento y todas se mezclaron para el análisis de una muestra compuesta, descartando las que se encontraban en los bordes; luego se lavaron con ácido clorhídrico (HCL) diluido al 0,02%, con el fin de eliminar cualquier materia extraña a la planta; posteriormente fueron colocadas en bolsas de papel de 2 kg previamente perforadas y llevadas a estufa a una temperatura de 60°C, por 24 horas.

Una vez secas las muestras fueron pasadas por un molino Wiley malla 20, para luego ser incineradas a 500°C por 5 horas, elaborando luego el extracto con ácido nítrico al 32,5%; posteriormente se utilizó espectrometría UV-visible con Molibdato de Amonio para la determinación del contenido de fósforo. Además se realizó por Espectrometría de absorción atómica el contenido de potasio y el Método de Kjeldahl para el nitrógeno (López y López. 1985).

Altura de la planta: Una vez colectadas las 4 plántulas por tratamiento se procedió a medirlas con una

matters started to measure 21 days after the sow (dds), which correspond to 3 days after the first fertilization. Four samples were done with 3-day intervals, discharging all seedlings of the borders. It is important to mention that both the foliar area and the tissues analysis were evaluated during the last measure.

Characterization of the foliar content of N P K

20 plants per replication were taken, for a total of 80 seedlings per treatment and all were mixed for the analysis of a compound sample, discharging those of the border, then, were washed with hydrochloric acid (HCL) diluted at 0.02%, with the aim of eliminating any strange element of the plant; later, were put in plastic bags of 2 kg, which were previously perforated, and taken to the stove at a temperature of 60°C for 24 hours.

Once dried, the samples were taken to a grinder Wiley net 20, and then incinerated at 500°C for 5 hours, elaborating later the extract with nitric acid at 32.5%, subsequently, was used UV-visible spectrometry with Ammonium Molibdate to determining the phosphorous content. Also, by atomic absorption spectrometry was done the content of potassium and using the Kjeldahl method was determined the nitrogen (López and López, 1985).

Height of the plant: once collected the 4 seedlings per treatment, were measured with a ruler from the stem's neck to the apical extreme of it in centimeter.

Diameter of the stem: this variable was measured using a vernier of 0.05 mm of approximation, the

regla desde el cuello del tallo hasta el extremo apical de la misma en centímetros.

Diámetro del tallo: Esta variable se midió con ayuda de un vernier de aproximación 0,05 mm, la medida se realizó cercana a la base del tallo con unidad de medida en milímetros.

Área foliar: Para la cálculo del área foliar se procedió a dibujar la lámina foliar de todas las hojas en papel milimetrado cuyos cálculos fueron realizados por el método de malla.

Longitud de la raíz: Se procedió a extender las raíces y luego se midieron con una regla desde el cuello hasta la punta de la raíz principal con unidad de medida en centímetros.

Masa seca de la parte aérea y radical: Una vez separadas las plántulas en parte aérea y radical, fueron pesadas y colocadas en estufa por un periodo de 48 horas, a una temperatura de 60°C; posteriormente fueron pesadas para obtener la masa seca.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados a través del paquete estadístico Statistix versión 8, utilizando el análisis de la varianza y la prueba de media de Tukey-Kramer, a un nivel de significancia del 5%.

Resultados y discusión

Caracterización del contenido de N P K foliar

El contenido de N foliar en plántulas fertilizadas con dosis creciente de 13-40-13 hidrosoluble aumentó con la misma hasta la aplicación de 2,5 g.L⁻¹ con un valor de 1,06 a 4,08% de N (figura 1). Se puede inferir que la dosis de 3 g.L⁻¹ no fue eficiente, produ-

measure was done close to the stem's base with measure's unit in millimeters.

Foliar area: for calculating the foliar area was drawn the foliar lamina of all leafs in millimeter paper, which calculations were done by the net method.

Longitude of the root: was proceeded to extend the roots and were later measure with a ruler from the neck to the point of the main root, with measure's unit in centimeters.

Dry matter of the top and radical area: once separated the seedlings in air and radical parts, were weighted and put on a stove for 48 hours, at a temperature of 60°C, later, were weighted to obtain the dry matter.

Statistical analysis

The data obtained was analyzed using the statistical software Statistix, version 8, using the variance analysis and Tukey- Kramer mean test, at a significance level of 5%.

Results and discussion

Characterization of the foliar content of N P K

The foliar content of N in fertilized seedlings with ascendant doses of soluble 13-40-13 increased until the application of 2.5 g.L⁻¹ with a value of 1.06 to 4.08% of N (figure 1). It can be inferred that the dose of 3 g.L⁻¹ was not enough, producing losses of it incrementing the quantity of ammoniacal and nitric nitrogen that when are not absorbed by the plant start the nitrification and percolate processes by washing. Likewise, Parrá-Terraza *et al.*, (2010) found better response of the tomato's plant applying

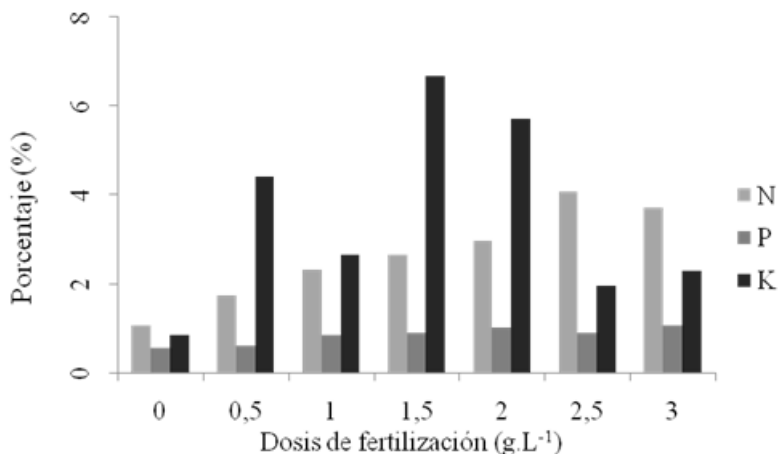


Figura 1. Contenido de N - P - K foliar por tratamiento en plántulas de tomate a los 30 días después de la siembra.

Figure 1. N - P - K foliar content per treatment in tomato's seedlings 30 days after sowing.

ciendo pérdida del mismo, al incrementar la cantidad de nitrógeno amoniacal y nítrico que al no ser absorbidos por la planta se inician los procesos de nitrificación y percolado por lavado. Igualmente, Parra-Terraza *et al.* (2010) encontraron mejor repuesta de la planta de tomate al aplicar mayor porcentaje de nitrógeno amoniacal y ureico que nítrico. Por otra parte Urbina-Sánchez *et al.* (2006) encontraron valores similares a la dosis de 2,5 g.L⁻¹ de N de 4,3% asociado a la mayor altura de plántula.

De igual modo, el contenido de P en plántulas fertilizadas con dosis creciente de 13-40-13 hidrosoluble aumentó con la misma, aunque en niveles leves (desde 0,55 a 1,06% P). Por ende, se puede aplicar dosis bajas con respecto al P, ya que la respuesta de asimilación del mismo fue similar y al utilizar dosis altas se incrementan los costos. Así mismo, Urbina-Sánchez *et al.* (2006) encon-

higher percentage of ammoniacal and urea nitrogen than nitric. On the other hands, Urbina-Sánchez *et al.*, (2006) found similar values at doses of 2.5 g.L⁻¹ of N of 4.3% related to the highest height of the seedling.

Likewise, the P content in fertilized seedlings with ascendant doses of soluble 13-40-13 increased with it, though in low levels (from 0.55 to 1.06% O). Thus, low doses can be applied respect to P, since the assimilation response of it was similar, and when using high doses the expenses increase. Likewise, Urbina-Sánchez *et al.*, (2006) found similar values of this research with the extraction of P from 0.9 to 1%.

The K content with the application of ascendant soluble doses of 13-40-13, increased until using 1.5 g.L⁻¹ and decreased with the highest doses, with values from 0.85 to 6.67% of K (figure 1). It can inferred that the

traron valores similares a este ensayo con la extracción de P de 0,9 a 1%.

En cambio el contenido de K con la aplicación de dosis creciente de 13-40-13 hidrosoluble, incrementó hasta la utilización de 1,5 g.L⁻¹ y descendió con las mayores dosis, con valores de 0,85 a 6,67% de K (figura 1). Se puede inferir que las dosis altas del fertilizante hidrosoluble 13-40-13 (desde 2 g.L⁻¹) no fueron aprovechadas por la planta con respecto a la asimilación del K.

Urbina-Sánchez *et al.* (2006) encontraron valores similares a este ensayo con la extracción de K en las dosis altas y baja del fertilizante hidrosoluble de 1 a 1,4% de K. Sin embargo, el potasio presentó valores normales, excepto el testigo y las dosis altas (2,5 y 3 g.L⁻¹), de acuerdo a las tablas referenciales de Marschner (1995) 3-6% de K

Las variables área foliar, masa fresca y seca de parte aérea y longitud de las raíces solamente se corresponden con las concentraciones del nitrógeno, sin asociación con las concentraciones de fósforo y potasio.

En termino general la dosis más recomendable, considerando la respuesta del N y K sería 1,5 a 2 g.L⁻¹ del fertilizante hidrosoluble 13-40-13 15, ya que se obtiene las menores pérdidas del fertilizante y costo, con respuesta de crecimiento óptimo de la planta.

Altura de plántula

Durante todo el ensayo, se encontraron diferencias ($P < 0,05$) en las alturas de las plántulas de tomate según la dosis del fertilizante (cuadro 1), presentando el testigo el menor valor. Estos resultados se corresponden con Armenta (1998), el cual expresa que hay efectos favorables en la altura de

high doses of the soluble fertilizer 13-40-13 (from 2 g.L⁻¹) were not considered by the plant in comparison to the assimilation of K.

Urbina-Sánchez *et al.*, (2006) found similar values of this research with the extraction of K in high and low doses of soluble fertilizer from 1 to 1.4% of K. However, the potassium presented normal values, except the witness and high doses (2.5 to 3 g.L⁻¹), according to the referential tables of Marschner (1995) 3-6% of K.

The variables foliar area, fresh and dry mass of the air area and longitude of roots only correspond to the concentrations of nitrogen, without association to the concentrations of phosphorus and potassium.

In general term, the most recommendable dose, considering the response of N and K would be 1.5 to 2 g.L⁻¹ of the soluble fertilizer 13-40-13 15, since are obtained less losses of the fertilizer and cost, with response to the optimum growth of the plant.

Height of the seedling

During the essay, were found differences ($P < 0.05$) in the height of tomato seedlings according to the dose of the fertilizer (table 1), presenting the witness the lowest value. These results agree to Armenta (1998), who expresses that there are favorable effects in the height of the seedlings just by adding small doses of fertilizers.

However, 24 days after the sow (dds), the three highest doses of fertilizer presented the highest values (table 1), which indicates that only by effect of these doses, seedlings kept their accelerated exponential growth by effects of the nutrients, as indicated by Epstein and Bloom (2006).

Cuadro 1. Altura (cm) de las plántulas de tomate a los 21, 24, 27 y 30 días después de la siembra según la dosis del fertilizante 13-40-13.**Table 1. Height (cm) of tomato's seedlings at 21, 24, 27 and 30 days after sowing according to the fertilizer dose 13-40-13.**

Dosis del fertilizante g.L ⁻¹	Días después de la siembra			
	21	24	27	30
0	3,35 ^f	4,0 ^f	4,08 ^f	4,25 ^e
0,5	3,90 ^e	6,63 ^e	7,28 ^e	8,48 ^d
1	4,43 ^d	11,03 ^d	12,03 ^d	15,34 ^c
1,5	4,43 ^d	12,60 ^c	14,10 ^c	17,38 ^b
2	4,93 ^c	15,13 ^b	16,38 ^b	18,98 ^a
2,5	5,50 ^b	16,50 ^a	16,20 ^b	19,43 ^a
3	6,43 ^a	16,68 ^a	17,18 ^a	20,05 ^a
Coefficiente de Variación	9,27	4,78	7,13	7,27

Medias con la misma letra por columnas son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

plántulas, con sólo agregar pequeñas dosis de fertilizantes.

Sin embargo, a partir de los 24 días después de la siembra (dds), las tres dosis más altas del fertilizante, presentaron los mayores valores (cuadro 1), lo que indica que solamente por efecto de esas dosis, las plántulas lograron mantener su crecimiento acelerado tipo exponencial por efecto de los nutrientes, tal como lo indican Epstein y Bloom (2006).

Más aún, a los 24 dds con la dosis de 1,5 g.L⁻¹ las plantas presentaron altura de 12 cm, consideradas óptimas para el trasplante (Casanova y Gómez, 2003), reduciendo el tiempo de producción de las mismas en cinco días. De igual modo Anaya *et al.* (2009) señalan que la aplicación del producto EcoMic[®] (hongos micorrizógenos arbusculares) logró

At 24 dds with the dose of 1.5 g.L⁻¹ plants presented a height of 12 cm, considered optimum for the transplant (Casanova and Gómez, 2003), reducing the production time of these in five days. Likewise, Anaya *et al.* (2009) mention that the application of the product EcoMic[®] (arbuscular mycorrhizal fungus) reduced the days of the transplant with the doses of 5% and 10%.

However, Pulido *et al.* (2003) consider as optimum height for the transplant plants of 16 cm at 25 days; which was obtained after the application of 2.5 g.L⁻¹; though Rodrigues *et al.*, (2010) at 33 dds found height of tomato's plant of 7 cm approximately.

Diameter of the stem

The diameter of the stem presented significant differences

disminuir los días al trasplante con las dosis de 5% y 10%.

Sin embargo, Pulido *et al.* (2003) consideran como altura óptima para el trasplante a los 25 días plántulas de 16 cm. La cual se obtuvo a partir de la aplicación de 2,5 g.L⁻¹; aunque, Rodrigues *et al.* (2010) a los 33 dds encontraron altura de planta de tomate de 7cm aproximadamente.

Diámetro del Tallo

El diámetro del tallo presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) según la dosis del fertilizante aplicado en el semillero. Durante todo el desarrollo del semillero el mayor diámetro del tallo se encontró en la dosis 3 g.L⁻¹ y los menores valores en el testigo (cuadro 2).

Considerando que el diámetro óptimo de tallo debe ser superior a 3 mm a los 30 días (Casanova y Gómez,

$P < 0,05$) according to the dose of the applied fertilizer in the seedbed. During the development of the seedbed, the highest diameter of the stem was found in the dose of 3 g.L⁻¹ and the lowest values in the witness (table 2).

Considering that the optimum diameter of the stem must be superior to 3 mm at 30 days (Casanova and Gómez, 2003), in this research were obtained seedlings with recommended diameters at 27 dds with doses after 2 g.L⁻¹, indicating that have better vigor and strength of the seedlings, which will allow a lower stress at the moment of the transplant.

Likewise, Anaya *et al.*, (2009) found stem diameter of tomato's seedlings higher to 3 mm at 30 days with the application of mycorrhiza, thus considering that these have a bio-

Cuadro 2. Diámetro de tallo (cm) de las plántulas de tomate a los 21, 24, 27 y 30 días después de la siembra según la dosis del fertilizante 13-40-13.

Table 2. Stem diameter (cm) of tomato's seedlings at 21, 24, 27 and 30 days after sowing according to the fertilization dose 13-40-13.

Dosis del fertilizante g.L ⁻¹	Días después de la siembra			
	21	24	27	30
0	0,126 ^e	0,149 ^d	0,163 ^g	0,155 ^g
0,5	0,144 ^d	0,210 ^c	0,210 ^f	0,253 ^f
1	0,148 ^{cd}	0,222 ^c	0,264 ^e	0,306 ^e
1,5	0,153 ^c	0,247 ^b	0,278 ^d	0,350 ^d
2	0,157 ^b	0,252 ^b	0,303 ^{cb}	0,358 ^{cb}
2,5	0,164 ^{ab}	0,259 ^{ab}	0,333 ^{ab}	0,369 ^{ab}
3	0,175 ^a	0,270 ^a	0,340 ^a	0,372 ^a
Coeficiente de Variación	5,35	7,23	3,97	1,74

Medias con la misma letra por columnas son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

2003), en este ensayo se obtuvieron plántulas con diámetros recomendados a los 27 dds con dosis a partir de 2 g.L⁻¹, indicando que presentan mejor vigor y fortaleza de las plántulas, lo que permitirá un menor estrés al momento del trasplante.

De igual modo, Anaya *et al.* (2009) encontraron diámetro del tallo de plántulas de tomate mayor de 3mm a los 30 días con la aplicación de micorriza, por lo que consideraron que ejerce un efecto bioestimulante sobre el crecimiento vegetal, que incrementa la absorción de elementos esenciales en la planta tales como el nitrógeno y el fósforo.

Así mismo, Quesada y Méndez. (2005) encontraron diámetro de tallo en plántulas de tomate de 3,92 mm a los 23 dds al aplicar 12-60-0 en una concentración de 2,5 g.L⁻¹ a los cuatro, ocho y 12 dds y aplicaciones de 20-20-20 en una concentración de 2,5 g.L⁻¹ a los seis, 10, 14, 16, 18, 20 y 22 dds.

Área Foliar

En cuanto a los resultados obtenidos para el área foliar se encontraron diferencias significativas durante todo el ensayo según la dosis del fertilizante. Se puede observar (cuadro 3) que a los 21 y 24 días después de la siembra se aumentó el área foliar al incrementar las dosis del fertilizante, presentando el mayor valor del mismo al aplicar 3 g.L⁻¹ y el menor valor en el testigo. Sin embargo, a los 27 y 30 días después de la siembra el mayor valor lo presentaron las plántulas fertilizadas con 2,5 g.L⁻¹ (cuadro 3).

Al comparar estos resultados con el contenido de N foliar (figura 1), se corresponden con lo reportado por Le *et al.*, (1998), los cuales señalan que la

stimulating effect on the vegetal growth, which increased the absorption of essential elements in the plant, such as nitrogen and phosphorous.

Also, Quesada and Méndez (2005) found stem diameter in tomato's seedlings of 3.92 mm at 23 dds applying 12-60-0 in a concentration of 2,5 g.L⁻¹ at 6, 10, 14, 16, 18, 20 and 22 dds.

Foliar area

Regarding the results obtained for the foliar area, significant differences were found during essay according to the dose of the fertilizer. It can be observed (table 3) that at 21 and 24 days after the sow increased the foliar area when increasing the fertilizer dose, presenting the highest value of it applying 3 g.L⁻¹ and the lowest value in the witness. However, at 27 and 30 days after sowing, the highest value was presented by fertilized seedlings with 2.5 g.L⁻¹ (table 3).

Comparing these results to the content of foliar N (figure 1), these correspond to the reported by Le *et al.*, (1998), who mention that the relation between the foliar area and the nitrogen's concentration is not lineal, therefore, a stabilization of the curve occurs after certain nitrogen concentration if the plant. Guimarães (2001) found a foliar area in tomato's plants superior to the ones of the current research, at 30 days, besides of Quesada and Méndez (2005) at 23 dds.

Longitude of roots

In relation to the results obtained when analyzing the variable root's longitude, significant differences were found (P<0.05) according to the dose of the applied fertilizer. In table 4 can

Cuadro 3. Área foliar (cm²) de las plántulas de tomate a los 21, 24, 27 y 30 días después de la siembra según la dosis del fertilizante 13-40-13.**Table 3. Foliar area (cm²) of tomato's seedlings at 21, 24, 27 and 30 days after sowing according to the fertilization dose 13-40-13.**

Dosis del fertilizante g.L ⁻¹	Días después de la siembra			
	21	24	27	30
0	1,205 ^g	1,158 ^g	1,176 ^g	1,400 ^g
0,5	1,335 ^f	1,865 ^f	2,004 ^f	3,170 ^f
1	1,385 ^e	2,660 ^e	3,317 ^e	5,057 ^e
1,5	1,547 ^d	2,860 ^d	3,950 ^d	7,082 ^d
2	2,015 ^c	3,665 ^c	4,400 ^c	8,482 ^c
2,5	2,320 ^b	3,782 ^b	5,837 ^a	10,508 ^a
3	2,420 ^a	4,350 ^a	4,865 ^b	9,018 ^b
Coefficiente de Variación	2,67	0,29	2,26	0,45

Medias con la misma letra por columnas son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

relación entre el área foliar y la concentración de nitrógeno no es lineal, por lo tanto, ocurre una estabilización de la curva a partir de cierta concentración nitrogenada en la planta. Guimarães (2001) encontró área foliar en plantas de tomate superiores a lo de este trabajo a los 30 días, además de Quesada y Méndez. (2005) a los 23 dds.

Longitud de raíces

Con respecto a los resultados obtenidos al analizar la variable longitud de raíces, se encontró diferencias significativas ($P < 0,05$) según la dosis del fertilizante aplicadas. En el cuadro 4 se puede observar que a los 21, 24 y 27 días después de la siembra la mayor longitud de raíces de las plántulas se encontraron donde se aplicó dosis desde 2 a 3 g.L⁻¹, y los menores valores en testigo. Sin embargo, a los 30 días después de la siembra se

be observed that at 21, 24 and 27 days after sowing, the highest roots' longitude of seedlings were found where was applied the dose from 2 to 3 g.L⁻¹, and the lowest values in the witness. However, 30 days after sowing, was found that the highest longitude of the roots were only shown by fertilized seedlings with 2 and 2.5 g.L⁻¹.

It must be say that the increment in the roots' longitude to the highest doses of the fertilizer was associated to a higher growth of the plant. However, Epstein and Bloom (2006) mentioned that when increasing the availability of nutrients these are used in higher quantity for the development of the biomass above soil surface and the growth of roots is reduced.

However, Pulido *et al.*, (2003) considered as optimum the roots'

Cuadro 4. Longitud de raíces (cm) de las plántulas de tomate a los 21, 24, 27 y 30 días después de la siembra según la dosis del fertilizante 13-40-13.

Table 4. Roots' longitude (cm) of tomato's seedlings at 21, 24, 27 and 30 days after sowing according to the fertilization dose 13-40-13.

Dosis del fertilizante g.L ⁻¹	Días después de la siembra			
	21	24	27	30
0	9,80 ^f	9,61 ^d	15,43 ^d	16,00 ^d
0,5	11,00 ^{ef}	13,81 ^c	20,35 ^c	21,10 ^c
1	12,00 ^{de}	14,83 ^{bc}	21,28 ^c	23,28 ^c
1,5	12,97 ^{cd}	14,93 ^{bc}	25,6 ^b	27,35 ^b
2	14,50 ^{bc}	16,31 ^{ab}	27,77 ^{ab}	29,52 ^{ab}
2,5	15,62 ^{ab}	16,57 ^{ab}	28,92 ^a	30,42 ^a
3	16,60 ^a	17,52 ^a	27,62 ^{ab}	27,62 ^b
Coefficiente de Variación	10,94	13,28	9,22	7,27

Medias con la misma letra por columnas son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

encontró que la mayor longitud de raíces sólo lo presentaron las plántulas fertilizadas con 2 y 2,5 g.L⁻¹.

Cabe destacar que el incremento en la longitud de las de raíces con las mayores dosis del fertilizante, estuvo asociados a mayor crecimiento de la planta. Sin embargo, Epstein y Bloom (2006) señalaron que al aumentar la disponibilidad de nutrientes, estos son utilizados en mayor cantidad para el desarrollo de la parte aérea y se disminuyen el crecimiento de las raíces.

Sin embargo, Pulido *et al.* (2003) consideraron óptima la longitud de raíces con valores superiores a 10 cm, encontrados en este ensayo desde los 21 dds con la aplicación del fertilizante hidrosoluble 13-40-13, indicando que se obtuvo plántulas con longitud adecuada de raíces a partir de dosis 0,5 g.L⁻¹, lo cual puede estar asociada al

longitude with values superior to 10 cm, found on this research within 21 dds with the application of soluble fertilizer 13-40-13 indicating that seedlings were obtained with adequate longitude of roots after the dose 0.5 g.L⁻¹, which might be related to the provision of phosphorous and the assimilation of it (figure 1).

Dry mass of the top area

Significant differences ($P < 0.05$) were found in the dry mass of the biomass above soil surface of seedlings, according to the dose of the applied fertilizer. In table 5 can be observed that the dry mass of the air part behaved the same way as the fresh mass of it, where during the essay the lowest values were found in the witness. The highest values of the dry mass of above surface of seedlings were found when was applied 2; 2.5 and 3

aporte fósforo y a la asimilación del mismo (figura 1).

Masa seca de la parte aérea

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en la masa seca de la parte aérea de las plántulas según la dosis del fertilizante aplicado. En el cuadro 5, se puede observar que la masa seca de la parte aérea se comportó de igual modo que la masa fresca de la misma, donde durante todo el ensayo los menores valores se encontraron en el testigo. Los mayores valores de masa seca de la parte aérea de las plántulas se encontraron cuando se aplicó 2; 2,5 y 3 g.L⁻¹ a los 21 dds, en la dosis de 3 g.L⁻¹ a los 24 dds y con 2,5 a los 27 y 30 dds.

Según Armenta (1998), al incrementar la dosis de nitrógeno en una solución genera efectos favorables para

g.L⁻¹ at 21 dds, in the dose of 3 g.L⁻¹ at 24 dds and with 2.5 at 27 and 30 dds.

According to Armenta (1998), when incrementing the dose of nitrogen in a solution are generated favorable effects for the variables height of the seedling and dry mass of it.

Other authors indicated that, in general, fertilizations with N affect positively the stem's diameter, number of leafs of seedlings (Basocuu and Nicola, 1995) and the foliar area. However, it is important to mention that at 27 and 30 days after sowing, seedlings submitted to dose of 2.5 g.L⁻¹ surpass the seedlings where was applied the highest dose. Similar results were mentioned by Barros (2003), where when evaluating doses of 200, 400 and 600 mg.L⁻¹ of N, found that the doses of 200 and 400 mg.L⁻¹

Cuadro 5. Masa seca (g) de la parte aérea de las plántulas de tomate a los 21, 24, 27 y 30 días después de la siembra según la dosis del fertilizante 13-40-13.

Table 5. Dry mass (g) of the air top of tomato's seedlings at 21, 24, 27 and 30 days after sowing according to the fertilization dose 13-40-13.

Dosis del fertilizante g.L ⁻¹	Días después de la siembra			
	21	24	27	30
0	0,013 ^c	0,022 ^e	0,025 ^e	0,026 ^g
0,5	0,014 ^{bc}	0,027 ^{ed}	0,046 ^f	0,075 ^f
1	0,016 ^{bc}	0,033 ^{dc}	0,074 ^d	0,119 ^e
1,5	0,017 ^b	0,034 ^c	0,081 ^{cd}	0,136 ^d
2	0,021 ^a	0,049 ^b	0,089 ^{bc}	0,172 ^c
2,5	0,021 ^a	0,051 ^b	0,120 ^a	0,221 ^a
3	0,023 ^a	0,061 ^a	0,093 ^b	0,192 ^b
Coefficiente de Variación	17,2	16,27	10,65	12,01

Medias con la misma letra por columnas son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

las variables altura de plántula y masa seca del mismo.

Otros autores indicaron que, en general, las fertilizaciones con N afectan favorablemente el diámetro de tallo, el número de hojas de las plántulas (Basocuu y Nicola, 1995) y el área foliar. Sin embargo, es importante destacar que a los 27 y 30 días después de la siembra, las plántulas sometidas a dosis de 2,5 g.L⁻¹ logran superar a las plántulas donde se aplicó la mayor dosis. Resultados similares fueron señalados por Barros (2003), donde evaluando dosis de 200, 400 y 600 mg.L⁻¹ de N, encontró que las dosis de 200 y 400 mg.L⁻¹ presentaron los valores más altos en diámetro, número de hojas y materia fresca.

Los valores de masa seca aérea encontrados en este trabajo fueron inferiores a lo reportados por Bozokalfa (2008) con 1,99 g, Quesada y Méndez. (2005) de 0,93 g a los 23 dds, Urbina-Sánchez *et al.* (2006) con 0,16 g a los 20 dds y Guimarães (2001) a los 30 días. Sin embargo Preciado-Rangel *et al.* (2010) encontraron valores inferiores de 3,26 mg.

Por otra parte, Da Costa *et al.* (2007) encontraron valores similares a este ensayo de masa seca aérea de 0,012 g en sustrato de 100% de composta de residuos de la industria de algodón a los 20 dds.

Masa seca de raíces

La masa seca de raíces presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) según la dosis del fertilizante aplicado a las plántulas de tomate. Se puede observar (cuadro 6) que los menores valores se encontraron en el testigo durante todo el ensayo. Mientras que los mayores valores se encontraron en

presented the highest values in diameter, number of leaves and fresh matter.

Values of dry matter above soil surface found on this research were inferior to the reported by Bozokalfa (2008) with 1.99 g, Quesada and Méndez. (2005) of 0,93 g at 23 dds, Urbina-Sánchez *et al.* (2006) with 0.16 g at 20 dds and Guimarães (2001) at 30 days. However, Preciado-Rangel *et al.* (2010) found inferior values 3.26 mg.

On the other hand, Da Costa *et al.*, (2007) found similar values to the ones of this research of air dry mass of 0.012 g in substrate of 100% of residues compost of the cotton industry at 200 dds.

Dry mass of roots

The dry mass of roots presented significant differences ($P < 0,05$) according to the dose of the fertilizer applied in tomato's seedlings. It can be observed (table 6) that the lowest values were found in the witness during the essay; while the highest values were found in the doses of 2; 2.5 and 3 g.L⁻¹ until 27 dds and at the end of the essay the best results were obtained applying 2 and 2.5 g.L⁻¹.

It is important to mention, in relation to the results obtained at 30 dds, that the highest dose used in the essay, the values of it reduced excepting the stem's diameter. Meanwhile, Barros (2004) applying 150, 300 and 450 mg.L⁻¹ N and a control without application of N, found that the treatment 150 mg.L⁻¹ and the control presented the highest values in diameter and dry matter.

It is possible to indicate that this response might obey the nutritional unbalance caused by the

Cuadro 6. Masa seca de raíces (g) de las plántulas de tomate a los 21, 24, 27 y 30 días después de la siembra según la dosis del fertilizante 13-40-13.

Table 6. Dry mass of roots (g) of tomato's seedlings at 21, 24, 27 and 30 days after sowing according to the fertilization dose 13-40-13.

Dosis del fertilizante g.L ⁻¹	Días después de la siembra			
	21	24	27	30
0	0,010 ^c	0,016 ^c	0,016 ^c	0,017 ^f
0,5	0,012 ^{bc}	0,019 ^{bc}	0,022 ^{bc}	0,031 ^e
1	0,012 ^{bc}	0,020 ^b	0,025 ^b	0,036 ^{de}
1,5	0,012 ^{bc}	0,021 ^b	0,027 ^b	0,043 ^{cd}
2	0,014 ^{ab}	0,028 ^{ab}	0,033 ^a	0,047 ^{ab}
2,5	0,016 ^a	0,030 ^a	0,037 ^a	0,050 ^a
3	0,016 ^a	0,033 ^a	0,034 ^a	0,043 ^{bc}
Coefficiente de Variación	21,55	23,68	14,85	12,26

Medias con la misma letra por columnas son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($P \geq 0,05$).

las dosis de 2; 2,5 y 3 g.L⁻¹ hasta los 27 dds y al final de ensayo los mejores resultados fueron al aplicar 2 y 2,5 g.L⁻¹.

Es importante destacar con respecto a los resultados obtenidos a los 30 dds con relación a que la dosis más alta utilizada en el ensayo los valores de esta disminuyeron con excepción del diámetro del tallo. Mientras que Barros (2003), al aplicar 150, 300 y 450 mg.L⁻¹ N y un control sin aplicación de N, encontró que el tratamiento 150 mg.L⁻¹ y el control presentaron los mayores valores en diámetro y materia seca.

Es posible indicar que esta respuesta podría obedecer al desbalance nutricional causado por la alta concentración de elementos en la solución nutritiva. Así mismo, la masa seca tanto para raíz como para tallo fue afectado por las dosis observándose que

high concentration of elements in nutritive solution. Likewise, the dry matter for both root and stem, was affected by the doses, observing that seedlings with adequate doses obtain the highest dry matter, and on the contrary, low doses or overdose provoke a descend of it. The variable dry weight in root and stem were increasing at the time that passed the age of seedlings. On this matter, Pire and Colmenarez (1996) reported that the dry weight increases with the age of the crop.

The dry mass values of roots found in this research were inferior to the reported by Bozokalfa (2008) with 0.58 g, Guimarães (2001) at 30 days and Urbina-Sánchez *et al.* (2006) with 0.10 in 20 dds, though superior to the reported by Preciado-Rangel *et al.* (2010) of 3.24 mg.

plántulas con dosis adecuadas obtienen la mayor masa seca y por el contrario dosis bajas o sobre dosis provoca descenso en la misma. La variable peso seco en raíz y tallo fueron incrementándose a medida que transcurría la edad de las plántulas. Al respecto, Pire y Colmenarez (1996) reportaron, que el peso seco se incrementa con la edad del cultivo.

Los valores de masa seca de raíces encontrados en este trabajo fueron inferiores a lo reportados por Bozokalfa (2008) con 0,58 g, Guimarães (2001) a los 30 días y Urbina-Sánchez *et al.* (2006) con 0,10 en 20 dds. Aunque superiores a los reportados por Preciado-Rangel *et al.* (2010) de 3,24 mg.

Aunque Quesada y Méndez. (2005) encontraron valores de masa seca de raíces similares a este ensayo en plántulas de tomate a los 23 dds de 0,02 g. y Balaguera *et al.* (2008) con 0,06 g. Igualmente, Da Costa *et al.* (2007) encontraron valores de 0,011 g de masa seca de raíces en sustrato de 100% de composta de residuos de la industria de algodón.

Conclusiones

Las dosis crecientes del fertilizante hidrosoluble 13-40-13 se correspondió con el incremento de la asimilación del N hasta 2,5 g.L⁻¹, del P en niveles reducidos, y del K hasta la aplicación de 1,5 g.L⁻¹.

La altura planta, longitud de raíces y diámetro de tallo óptimo en postura de tomate se logró a los 24 días después de la siembra, adelantando la producción de la plántula para el trasplante en cinco días, con la aplicación de 1,5 a 2 g.L⁻¹ del fertilizante hidrosoluble 13-40-13.

Even though Quesada and Méndez (2005) found dry mass values of roots similar to the ones of this essay in tomato's seedlings at 23 dds of 0.02 g and Balaguera *et al.* (2008) with 0.06 g. Likewise, Da Costa *et al.* (2007) found values of 0.011 g of dry mass of roots in substrate of 100% of residual compost of the cotton industry.

Conclusions

The ascendant doses of soluble fertilizer 13-40-13 corresponded to the assimilation increment of N until 2.5 g.L⁻¹, of P in reduced levels and of K until the application of 1.5 g.L⁻¹.

The height of the plant, longitude of roots and the optimum stem diameter of tomato was achieved at 24 days after the sowing, advancing the production of the seedling for the transplant in five days, with the application of 1.5 to 2 g.L⁻¹ of the soluble fertilizer 13-40-13.

The variables dry mass of above surface and roots increased with the ascendant dose of soluble fertilizer 13-40-13 until 24 days after sowing.

End of english version

Las variables masa seca de parte aérea y raíces incrementaron con las dosis creciente del fertilizante hidrosoluble 13-40-13 hasta los 24 días después de la siembra.

Literatura citada

Anaya, K., A Castillo, G Vega, L. González y E. Tamayo. 2009. Efecto de la inoculación del EcoMic sobre el

- desarrollo de las plántulas del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo cultivos protegidos en el municipio Bayamo. Revista Electrónica Granma Ciencia. 13 (2): 1-11.
- Armenta B. 1998. Relaciones óptimas de aniones y cationes en la solución nutritiva en riego por goteo para la producción de tomate. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 127 p.
- Balaguera, H., J. G. Álvarez-Herrera y J. D. Rodríguez. 2008. Efecto del déficit de agua en el trasplante de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Agronomía Colombiana 26 (2): 246-255.
- Barros, M. 2003. Evaluación de la fertilización nitrogenada para la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con propósito agroindustrial en sistema flotante. Tesis (Ing Agr) Universidad de Talca. Fac. de Ciencias Agrarias. 45 p.
- Basocuu, L. y S. Nicola. 1995. Supplementary light and pretransplant nitrogen effects on tomato seedling growth and yield. Acta Hort. 396: 313-319.
- Benzing, A. 2001. Agricultura orgánica fundamentos para la región andina. Edit. Néctar verloger villingen schurming. Alemania. 645 p.
- Bozokalfa, M.K. 2008. Irrigation temperature effects on seedling growth and transplant quality of tomato, pepper and eggplant. Spanish Journal of Agricultural Research 6(1): 120-124.
- Casanova, A. S. y O. Gómez. 2003. Manual para la producción protegida de hortalizas. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana 113p.
- Cun, R., C. Duarte y L. Montero. 2008. Producción orgánica de tomate mediante la aplicación de humus de lombriz y EcoMic en condiciones de casa de cultivo. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 17(3): 22-25.
- Da Costa, C. A., S. J. Ramos, R. A. Sampaio, D.O. Guilherme y L. Fernandes. 2007. Fibra de coco e residuo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. Horticultura Brasileira 25 (3): 387-391.
- Epstein, E. y A. Bloom. 2006. Nutrição mineral de plantas: Principios y perspectivas. Trad. M. E. T. Nunes. Ed. Planta: Londrina, Brasil, 403 p.
- Guimarães, T. 2001. Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação. Trabajo de grado de Maestría en Agronomía. Universidade de São Paulo. Brasil. 72 p.
- Hernández, M., M. Chailloux, V. Moreno, M. Mojena y J. Salgado. 2009. Relaciones nitrógeno-potasio en fertirriego para el cultivo protegido del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y su efecto en la acumulación de biomasa y extracción de nutrientes. Cultivos Tropicales. 30(4): 71-78.
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). 2005. El Cultivo de Hortalizas en Venezuela. Serie Manuales de Cultivo INIA N° 2. Maracay. 192 p.
- Le, J., S. Adamowicz y P. Robin. 1998. Modeling plant nutrition of horticultural crops: A review. Scientia Horticulturae, 74(1/2):47-82.
- López, R. y M. López. 1985. El diagnóstico de suelo y plantas (Métodos de campo y laboratorio). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 351p.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed. Academic Press. London. 889p.
- Montero, L., C. Duarte, M. León, R. Cun y B. Rodríguez. 2008. Fertirrigación ecológica en el cultivo del tomate en condiciones protegidas. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 17(3):18-21.
- Parra-Terraza S., E. Salas-Núñez, M. Villarreal-Romero, S. Hernández-Verdugo y P. Sánchez-Peña. 2010. Relaciones nitrato/ amonio/ urea y concentraciones de potasio en la producción de plántulas de tomate. Revista Chapingo Serie Horticultura 16 (1): 37-48.
- Pire R. y D. Colmenarez. 1996. Propiedades físicas de componentes de sustratos

de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. *Bioagro*, 15(1):55-63.

Preciado-Rangel, P., A. G. Torres, M. A. Segura-Castruita, M. Fortis-Hernández, J. L. García-Hernández, E. O. Rueda-Puente y E. Sánchez-Chávez. 2010. Evaluación de la orina humana como fuente de nutrientes en la producción de plántulas de tomate. Instituto Tecnológico de Torreón. *Universidad y Ciencia*-26(2):171-178.

Pulido, L. E., N. Medina y A. Cabrera. 2003. La biofertilización con rizobacterias y hongos micorrízicos arbusculares en la producción de posturas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y cebolla (*Allium cepa* L.). I. crecimiento vegetativo. *Cultivos Tropicales* 24 (1): 15-24.

Quesada G. R. y C. S. Méndez. 2005. Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana* 16(2): 171-183.

Rodrigues, E.T., P. Leal, E. Costa, T.S. de Paula y V. do A Gomes. 2010. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* 28 (4): 483-488.

Urbina-Sánchez, E., G. A. Baca-Castillo, R. Núñez-Escobar, M. T. Colinas-León, L. Tijerina-Chávez y J. L. Tirado-Torres. 2006. Cultivo hidropónico de plántulas de jitomate en zeolita cargada con K^+ , Ca^{2+} O Mg^{2+} y diferente granulometría. *Agrociencia* 40: 419-429.