



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

cpc@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión
Tecnológica de Santiago de Cuba
Cuba

Montero-Limonta, Gerardo; Romero-Arias, Greilis; Paneque-Pérez, Luís Ángel; Molina-
Lores, Lilian Bárbara

INFLUENCIA DE ALTERNATIVAS NUTRICIONALES POR FERTIRRIEGO SOBRE EL
TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) EN CONDICIONES PROTEGIDAS

Ciencia en su PC, núm. 3, julio-septiembre, 2017, pp. 39-52

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181353026004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

INFLUENCIA DE ALTERNATIVAS NUTRICIONALES POR FERTIRRIEGO SOBRE EL TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM L.) EN CONDICIONES PROTEGIDAS

INFLUENCE OF NUTRITIONAL ALTERNATIVES BY THE TOMATO FERTIGATION (SOLANUM LYCOPERSICUM L.) IN PROTECTED CONDITIONS

Autores:

Gerardo Montero-Limonta, gmontero@uo.edu.cu¹

Greilis Romero-Arias, cpc@megacen.ciges.inf.cu. Empresa de Granos Palma Soriano. Santiago de Cuba, Cuba.

Luís Ángel Paneque-Pérez, Universidad UNOGA. Jeremie, Haití.

Lilian Bárbara Molina-Lores, ibarbara@uo.edu.cu¹

¹Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

En la Unidad de Cultivos Protegidos Campo Antena, perteneciente a la Empresa Hortícola Santiago, Santiago de Cuba, se evaluó la influencia de las alternativas nutricionales del fertirriego sobre el desarrollo y rendimiento del tomate (Solanum lycopersicum L.). Se empleó un diseño completamente al azar con tres réplicas y cuatro tratamientos. Tratamiento 1: un control riego por tecnología (FT), tratamiento 2: fertirriego con tecnología aplicada para el sistema más lodo de la digestión anaerobia del estiércol vacuno (FTLDA), tratamiento 3: fertirriego con tecnología aplicada más agua tratada magnéticamente (FTTMA), tratamiento 4: combinados FTLDATMA. Los resultados se analizaron por comparación múltiple de media en el paquete estadístico ANOVA y la significación por Tukey = 5 %. El tratamiento 4 fue el de mejor comportamiento en las variables altura 0,490 a (m), grosor del tallo 26,985 a (mm), con un rendimiento de 91,75 a (t. ha⁻¹).

Palabras clave: fertirriego, lodo, tratamiento magnético.

ABSTRACT

*In evaluation process of the influence of nutritional alternatives by fertigation, on the development and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.), in Santiago de Cuba, in the Protected Crops Unit "Campo Antena" belonging to the Santiago Company, A completely randomized design with three replicates and four treatments was used, treatment 1: an irrigation control by technology(FT),treatment 2: Fertigation with technology applied to the more sludge system of anaerobic bovine manure digestion (FTLDA), treatment 3: Fertigation With applied technology plus magnetically treated water (FTTMA),treatment 4:combined FTLDATMA. The results were analyzed by multiple comparison of mean in the statistical package ANOVA and significance by Tukey = 5% Treatment 4 was the best performance in the variables height 0.49 a (m), thickness 26.985 a (mm) of the stem, with a yield of 91.75 a (t.ha-1).*

Key words: fertigation, sludge, magnetical treatment.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es un cultivo hortícola de amplia demanda a nivel mundial, sus frutos tienen una amplia aceptación y preferencia por sus cualidades gustativas y la posibilidad de uso en estado fresco o procesado. Sus aportes en vitaminas y minerales a la dieta humana pueden ayudar a reducir el riesgo de diferentes enfermedades (Gómez y Rodríguez, 2006).

En el mundo se han registrado producciones de hasta 600 t.ha⁻¹ de tomate. Este cultivo ocupa una producción global de más de 159 millones de toneladas, en una superficie de 4,7 millones de hectáreas y un rendimiento promedio de 34 t.ha⁻¹. Entre los 20 países mayores productores en el mundo se destacan China (48 576 853 t), India (16 826 000 t), Estados Unidos (12 624 700 t), Turquía (11 000 340 t) y Egipto (8 105 526 t), así como los países de mayor superficie cultivada (FAO, 2011).

Entre los países de América Latina y el Caribe, Cuba se ubica en el sexto lugar en superficie cosechada, en el décimo en cuanto a producción en toneladas métricas y en el 29 por su rendimiento promedio, que no sobrepasa las 12 t.ha⁻¹, uno de los más bajos del mundo. Este resultado se debe a diferentes causas, entre estas la falta de variedades con adaptación climática, la susceptibilidad a enfermedades y plagas de las variedades utilizadas, las prácticas inadecuadas de manejo, la pobre organización del mercado y las severas pérdidas poscosecha (FAO, 2011).

Una de las vías para incrementar los rendimientos de esta hortaliza y extender los calendarios de cosechas, que garanticen un suministro fresco a la población durante todo el año, es el sistema de cultivo protegido (Casanova *et al.*, 2007). A nivel mundial este se reconoce como una tecnología agrícola de avanzada, que puede influir eficazmente en las producciones de hortalizas (MINAGRI, 2010).

El estado cubano introdujo inicialmente 26 instalaciones, de tecnología israelí y española, capaces de producir volúmenes superiores a las 200 t/ha/año. Posteriormente, con el diseño y generalización de la casa tropical cubana, se extendió la superficie de cultivo protegido a 170 ha, con un rendimiento promedio de 150 toneladas por hectárea al año (IIHLD, 2010).

Esta tecnología requiere de suelos altos, profundos y con buen drenaje interno y externo, con un pH de 5,6 a 6,5, buena topografía, libre de obstáculos y comprobada sanidad en relación con la presencia de nematodos (Campanioni, Paéz, Ojeda y Murphy, 2005).

Fertirrigación significa literalmente aplicación simultánea del agua de riego, productos orgánicos y fertilizantes; generalmente de manera localizada y con elevada eficiencia (Moreno, 2010).

El colectivo de autores del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), con más de 10 años de experiencia en la materia, y el Centro de Estudio de Biotecnología Industrial (CEBI) han aplicado y evaluado la influencia que ejerce el agua tratada magnéticamente sobre los nutrientes y los lodos efluentes de la digestión anaerobia del estiércol vacuno, aplicados por el fertirriego al tomate (Isaac, Funt, Ferrer, Montero y Sardad, 2011).

Una de las problemáticas más acentuadas para la explotación de la tecnología en Campo Antena es el insuficiente manejo nutricional por el fertirriego, que afecta los rendimientos del cultivo del tomate. Esto puede estar determinado por la génesis de las fuentes de abasto de agua, la disponibilidad de materia orgánica, así como las propiedades de los nutrientes empleados en la fertirrigación del tomate. De ahí que el objetivo del trabajo fue determinar el efecto de las alternativas nutricionales por el fertirriego para el incremento de los rendimientos del tomate (*Solanum lycopersicum* L.), bajo condiciones protegidas, en Campo Antena, Santiago de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el período de noviembre de 2014 a febrero de 2015 en la Unidad de Cultivo Protegido Campo Antena, perteneciente a la Empresa Hortícola Santiago de la provincia Santiago de Cuba.

Los experimentos se desarrollaron sobre un suelo pardo sin carbonatos, según la versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández, 1999). Sus principales características son: predominio de un relieve ligeramente ondulado, a pesar de presentar un área llana con una pendiente de 1 %, con presencia de

algunas cañadas; capa arable medianamente humificada, profundidad efectiva de 30 a 40 cm, drenaje superficial e interno bueno, velocidad de infiltración: 33 %, contenido de materia orgánica: 2,3 %, capacidad de campo: 45,7 %, densidad aparente: 1,59 g/cm³, densidad real: 2,09 g/cm³. Esta información fue obtenida en el Departamento de Génesis de la dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes de Santiago de Cuba (MINAGRI, 2010). Se emplearon casas de 800 m²

Se investigó el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.), híbrido Agean; con un diseño completamente al azar con tres réplicas y cuatro tratamientos:

Tratamiento 1: testigo fertirriego por tecnología (FT)

Tratamiento 2: fertirriego con tecnología aplicada para el sistema de cultivos protegidos más lodo de la digestión anaerobia del estiércol vacuno (FTLDA).

Tratamiento 3: fertirriego con tecnología aplicada al cultivo protegido más agua tratada magnéticamente (FTTMA).

Tratamiento 4: fertirriego con tecnología aplicada al cultivo protegido más lodo de la digestión anaeróbica del estiércol vacuno más agua tratada magnéticamente (FTLDATMA).

Se realizó el análisis de la calidad del agua de riego para evitar las concentraciones excesivas de sales, que obstruyen los goteros; corregir excesos de iones bicarbonatos, regular el pH y balancear correctamente la solución nutriente.

Se debe analizar el agua de riego, como mínimo, una vez en la época de seca y otra en la de lluvia, así como tantas veces varíe significativamente la conductividad eléctrica de la misma.

Los análisis realizados fueron:

a) Conductividad eléctrica (C.E.)

b) pH

c) CO₃⁻², HCO₃⁻, Cl⁻, SO₄⁻.

d) Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺.

La preparación de la solución nutriente se realizó mediante un balance nutricional adecuado por fase de desarrollo del cultivo, teniendo en consideración:

a) Análisis del agua de riego.

b) Soluciones nutrientes ideales para cada fase de desarrollo del cultivo.

Los pasos a seguir en el balance nutricional, en dependencia de las condiciones de cada lugar, comprendieron: Regulación del pH del agua, al neutralizar los bicarbonatos del agua de riego con la adición de ácidos fosfórico y nítrico, teniendo en consideración que siempre hay que dejar sin neutralizar 0.5 miliequivalentes por litro del ión bicarbonato ($0.5 \text{ meq/L HCO}_3^-$); Aporte de calcio, magnesio y sulfatos en función de su contenido en el agua de riego y lo que demanda la solución ideal; Aporte de nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos, en función de lo que demanda la solución ideal. En cada etapa fisiológica del cultivo las aplicaciones del lodo se efectuaron por el fertirriego, según dosificación (g/p/d) (Moreno, 2007); el agua atravesó los imanes permanentes, recibiendo la inducción magnética en este intervalo de tiempo (Isaac *et al.*, 2011).

Tiempo de experimentación: 120 días

Se seleccionaron 80 (plantas) al azar por cada tratamiento para el seguimiento del cultivo en la casa de tapado. La medición de la altura de la planta se efectuó desde la base hasta el último brote de hojas en el ápice del tallo, con la ayuda de una regla graduada de un milímetro de aproximación; el diámetro, en dos puntos de la parte central del tallo con un pie de rey. En la fase de postura se evaluó a los 24 días después de la siembra de las semillas (dds) y en el trasplante definitivo a los 21 y 45 días después del trasplante (ddt).

El número de frutos (u.planta^{-1}) se determinó por conteo directo en las plantas seleccionadas por tratamientos y se utilizó el valor promedio. Para la masa fresca promedio de los frutos (g.fruto^{-1}) se seleccionaron al azar los frutos maduros, se pesaron y luego se promedió el valor.

En el caso del rendimiento comercial y según los calibres establecidos por la norma vigente creada al efecto, se clasificaron los frutos por categorías y se pesaron por separado para cada uno de los tratamientos. Este resultado se convirtió en kilogramos y luego en t.ha^{-1} , se multiplicó por el precio de venta y se realizaron los análisis económicos. El objetivo era aproximarse de la forma más exacta posible al rendimiento potencial máximo del cultivo empleado, manteniendo

en todo momento el equilibrio con el medioambiente, para evitar la degradación de las condiciones y recursos agroclimáticos.

El rendimiento (kg. planta^{-1}) fue monitoreado desde el inicio hasta el final de la cosecha, se determinó la masa fresca de todos los frutos en las recolecciones efectuadas en las plantas seleccionadas por tratamientos y se calculó el valor promedio de la producción por cada planta, casa de cultivo y hectárea.

Los datos obtenidos para cada variable respuesta y experimento fueron evaluados estadísticamente mediante prueba de normalidad de varianza. Los resultados se analizaron por comparación múltiple de media en el paquete estadístico ANOVA y la significación por Tukey = 5 %. En todos los casos se emplearon programas profesionales computarizados.

RESULTADOS

Todos los tratamientos respondieron de manera positiva a las aplicaciones, con diferencias significativas entre ellos. El (T4) fue el de mejor comportamiento, con valores acordes con los exigidos por las normas técnicas para la tecnología seguida del (T2), el cual alcanza un valor dentro de los rangos óptimos.

En el (T4) la altura (m) de las plantas a los 21 y 45 días después del trasplante (ddt) (Figura 1) alcanzó mejor comportamiento, de manera general, con respecto al resto; a pesar de que (T3) y (T2) presentan niveles aceptables para ambos períodos.

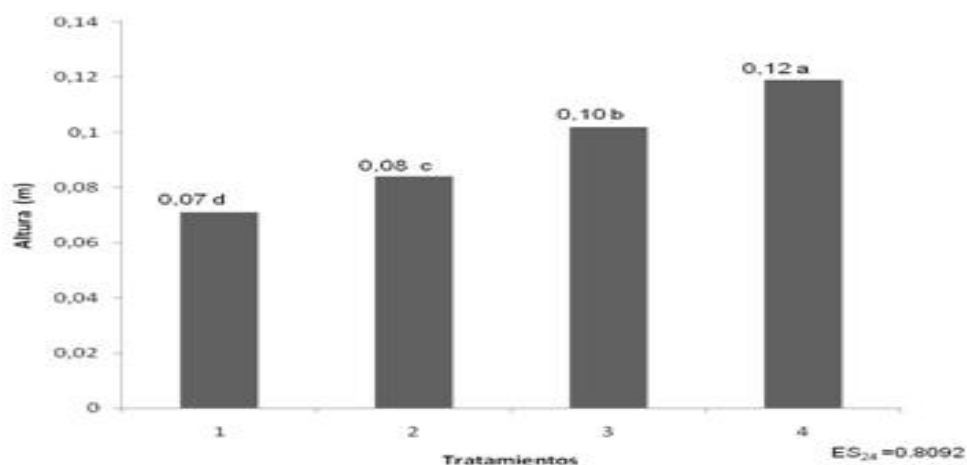


Figura 1 Altura (m) de las plantas a los 24 (dds)

Tratamiento 1: FT, Tratamiento 2: FTLDA, Tratamiento 3: FTTMA, Tratamiento 4: FTLDATMA

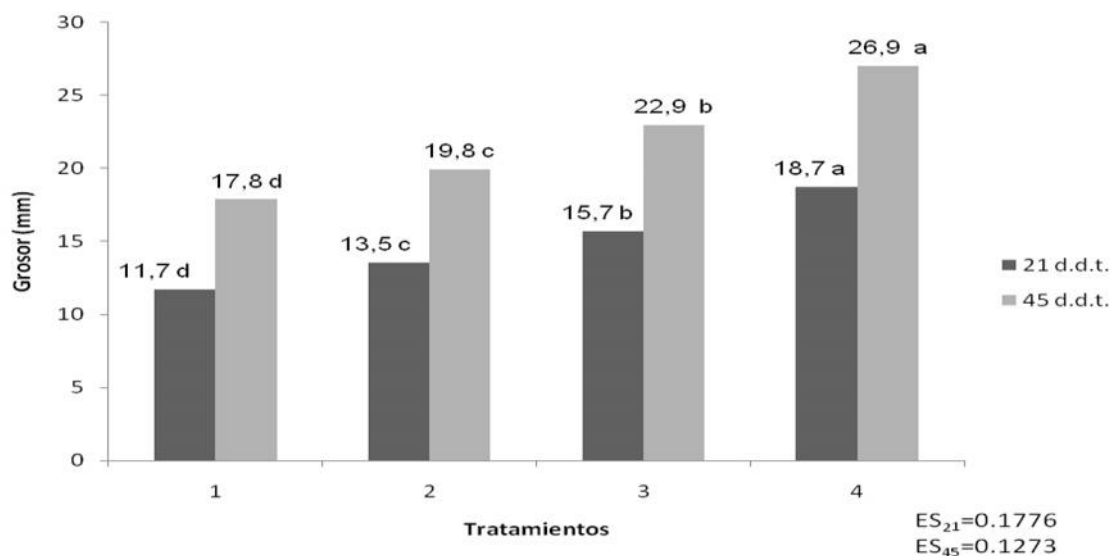


Figura 2 Grosor (mm) de las plantas a los 21 y 45 (d.d.t.)

Tratamiento 1: FT, Tratamiento 2: FTLDA, Tratamiento 3: FTTMA, Tratamiento 4: FTLDATMA

El grosor del tallo, dentro del ciclo del cultivo a los 21 y 45 días después del trasplante (Figura 2), muestra la respuesta de los diferentes tratamientos. Las plantas respondieron positivamente a cada uno de ellos, el mejor comportamiento fue el tratamiento 4 en ambos momentos.

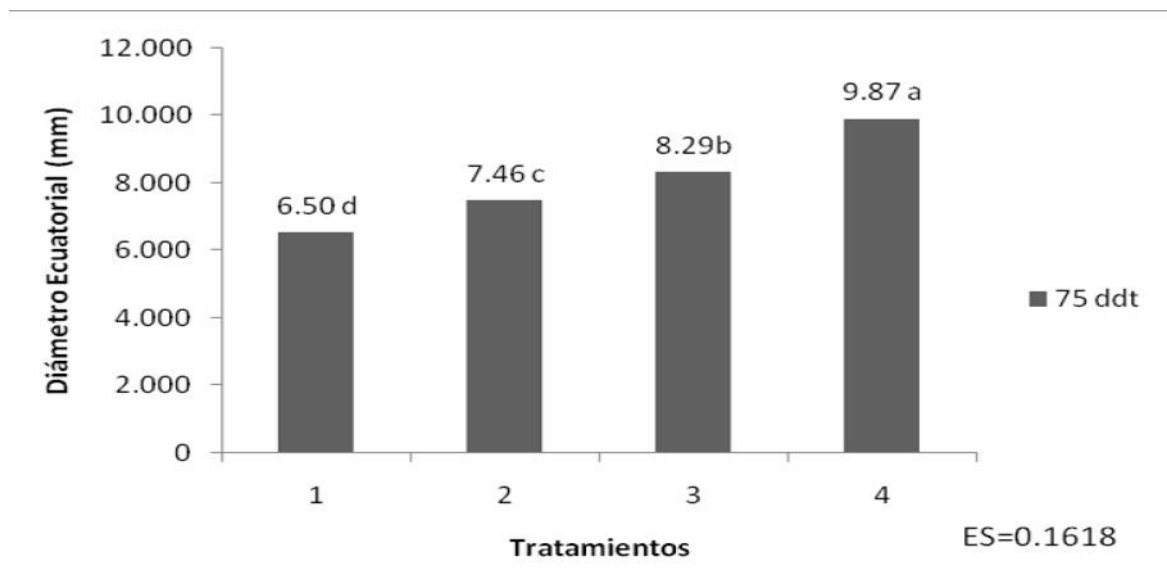


Figura 3 Diámetro ecuatorial (mm) de los frutos a los 75 (d.d.t).

Tratamiento 1: FT, Tratamiento 2: FTLDA, Tratamiento 3: FTTMA, Tratamiento 4: FTLDATMA

En la fase de cosecha se tomaron 4 puntos diferentes distribuidos por cada tratamiento, en estos fueron evaluados 10 frutos, para un total de 40 frutos por tratamientos. Se midió el diámetro ecuatorial de los mismos, este varió desde 6,50 hasta 9,87(mm). Este último valor correspondió al tratamiento 4, categorizado en su generalidad como extra.

En las figuras 4 y 5 el mejor resultado del rendimiento le correspondió al tratamiento 4 (FTLDATMA), con 91,75 t. ha⁻¹ con respecto al testigo y superior a los tratamientos 2 y 3; lo cual demostró la efectividad de la combinación de los tratamientos aplicados en armonía con el agroecosistema.

El rendimiento permite evaluar los indicadores económicos. Todos los tratamientos presentaron buenas ganancias, correspondiéndole al tratamiento 4 los mejores resultados, ya que alcanzó una ganancia de 19,281 miles de pesos.

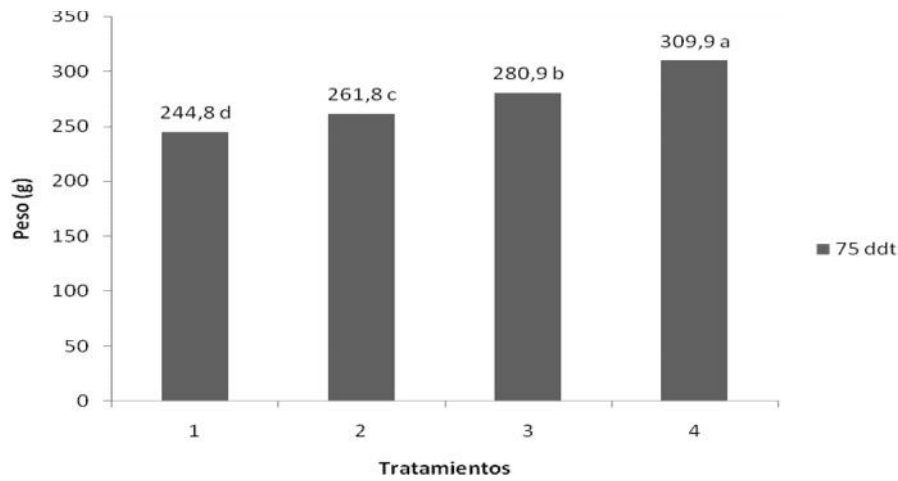


Figura 4 Peso (g) promedio de los frutos

Tratamiento 1: FT, Tratamiento 2: FTLDA, Tratamiento 3: FTTMA, Tratamiento 4: FTLDATMA

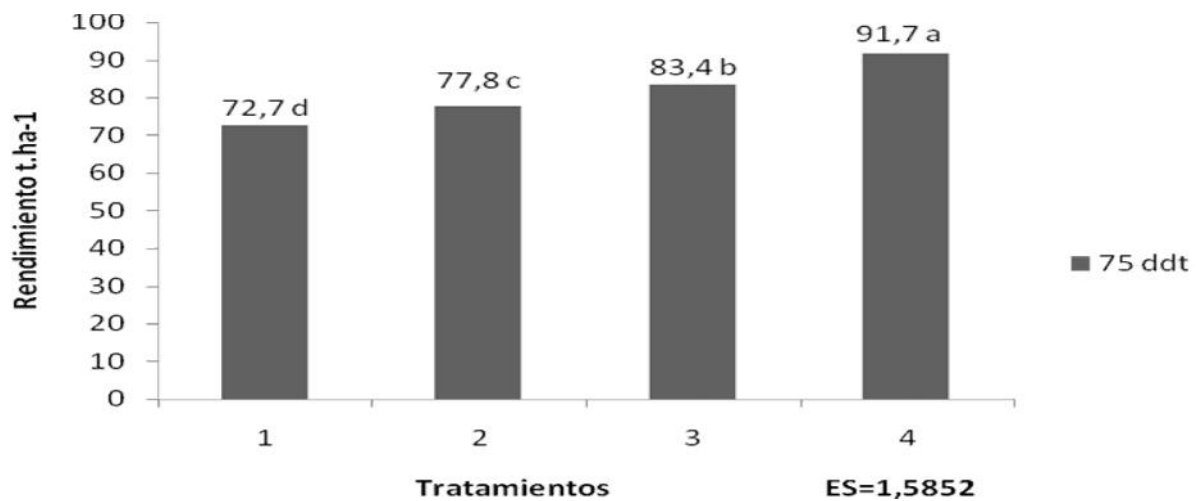


Figura 5 Rendimiento en t. ha⁻¹

Tratamiento 1: FT, Tratamiento 2: FTLDA, Tratamiento 3: FTTMA, Tratamiento 4: FTLDATMA

DISCUSIÓN

Este resultado pudo deberse a la influencia que ejerce el agua tratada magnéticamente sobre los nutrientes y los diferentes oligoelementos contenidos en los lodos efluentes de la digestión anaerobia del estiércol vacuno, aplicados por el fertirriego al tomate. La integración de la tecnología de digestión anaerobia como método eficiente para el reciclaje de la materia orgánica, la utilización de la misma, sola o combinada con las otras técnicas biotecnológicas y de fertirrigación, aseguran el uso y manejo efectivo de los recursos internos de los agroecosistemas y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas a mediano y largo plazo.

Isaac *et al.* (2011) refieren que durante el proceso de producción de las plántulas el tratamiento magnético genera sobre el agua, sola o combinada con otros elementos nutricios, cambios, tales como: regulación del pH hasta rangos cercanos al óptimo (5,5 a 6,5), proceso de absorción, ya que valores extremos producen en los iones especies químicas no aptas para la absorción; el agua tratada magnéticamente posee una menor tensión superficial que el agua sin tratar, lo cual facilita la ósmosis, ya que la tensión superficial supone una barrera para que los iones atraviesen la raíz ionizante. Otro de los efectos del tratamiento magnético es que favorece la ionización de las especies químicas; es decir, se favorecen los iones frente a las sales.

El cultivo a los 21 y 45 ddt exige más nutrientes para todas sus funciones, por lo que la combinación de estas dos alternativas nutricionales puede ser la causa de los resultados alcanzados en la altura y grosor del tallo, ya que los lodos efluentes de la digestión anaerobia del estiércol vacuno tienen más nutrientes que el estiércol de silo o de depósitos de oxidación. Lo anterior se debe a que en el digestor hay menos lixiviación y no hay pérdidas por evaporación o volatilización, añade humus y apoya la actividad microbiológica de los suelos (García, 2009). Asimismo, incrementa la porosidad del terreno y la propiedad de retención de humedad. A diferencia del fertilizante químico, el biofertilizante es eficaz por un espacio de tiempo mayor, esto se conoce como efecto residual.

La aplicación del campo electromagnético pudo provocar un incremento en la absorción de los nutrientes, los cuales participan directamente en el metabolismo de las células y en la obtención de la energía necesaria para la división celular en el grosor de las plantas.

Hernández, Nasarova, Chailloux, Salgado (2008) alcanzaron similares resultados para otras variables de crecimiento; por ejemplo, la mayor producción diaria de biomasa para las hojas, el tallo y la raíz en el cultivo del tomate tiene lugar entre los 41 y 55 días después del trasplante, momento que coincide con el período de máximo crecimiento vegetativo e inicio de la cosecha.

Con respecto al diámetro ecuatorial del fruto, todos los tratamientos presentaron un buen comportamiento, los (T3) y (T4) con valores de (8,24b) y (9,87a) fueron los que estuvieron por encima de la media nacional.

Resultados similares fueron descritos por Quevedo (2004), que destaca la importancia de lograr diámetros ecuatoriales superiores a 8,3 cm, uno de los principales indicadores de la calidad; el mismo se ve favorecido por la aplicación combinada de los lodos y los campos magnéticos.

El peso en gramos⁻¹ del fruto es el indicador medible que permite determinar el rendimiento. El tratamiento 4, con 309.97 (g), fue el de mejor comportamiento con respecto al testigo y fue superior a los tratamientos 2 y 3 respectivamente.

Autores como Casanova *et al.*, 2007 plantean que el sistema de cultivos protegidos es una de las vías para mejorar los rendimientos del tomate y extender los calendarios de cosechas, de modo que se garantice a la población un suministro fresco durante todo el año. A nivel mundial esta tecnología se reconoce como una tecnología agrícola de avanzada, que puede influir eficazmente en las producciones de hortalizas (Alarcón, 2006).

Hasta estos momentos no existen indicios ni evidencias de efectos perjudiciales de los campos magnéticos. Se ha comprobado que el tratamiento magnético del agua (TMA) no produce contaminación ambiental, ya que no implica riesgos de contaminación del agua; por lo cual las plantas que se expongan a estos efectos serán inocuas para el medioambiente. Con la utilización de esta técnica se puede reducir el uso de fertilizantes químicos y lograr un aprovechamiento más racional

de la biotecnología vegetal con el desarrollo de especies de interés agrícola y comercial para el país. Los resultados obtenidos con otras variedades fueron excepcionales (cebolla, zanahoria, tomate y arroz), con un aumento de las cosechas de hasta un 118 %, a pesar de haberse reducido el consumo de agua.

CONCLUSIONES

Las variables altura y diámetro del tallo de las plantas se favorecieron con la aplicación combinada de lodos líquidos efluentes, productos de la descomposición anaerobia y tratamiento magnético del agua en el fertirriego. El tratamiento 4 (FTLDATMA) fue el de mejor comportamiento en estos indicadores a los 45 días después del trasplante.

Las variables grosor (mm), peso (g) de los frutos y rendimiento también se beneficiaron en el T4 (FTLDATMA), el de mejor comportamiento en estos indicadores a los 75 días después del trasplante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón Vera, A. L. (2006). *Curso Internacional de Cultivo Protegido*. España: Fertirriego Agrícola S.A.

Campanioni, N., Paéz, E., Ojeda, Y. y Murphy, C. (2005). *La agricultura urbana en Cuba. Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible*. La Habana, Cuba: Ediciones ACTAF.

Casanova, A. S., Gómez, O., Hernández, M.; Chailloux, M.; Depestre; Pupo, F. R. ...Vilarno, L. (2007). *Manual para la producción protegida de hortalizas*. La Habana: Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova.

Cuba. Ministerio de la Agricultura (MINAGRI) (2010). *Génesis de la dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes de Santiago de Cuba*. Santiago de Cuba, Cuba.

García Amado, K. (2009). *Codigestión anaeróbica de estiércol y lodos de depuradora para producción de biogás* (Tesis presentada en opción al título de Máster en Gestión Integral del Agua).

Gómez, O. y Rodríguez, G. (2006). *Impacto del cultivar en el sistema de producción protegida de tomate*. La Habana: Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova.

Hernández, A. (1999). *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. La Habana: Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura (MINAGRI).

Hernández, M., Nasarova, L., Chailloux, M. y Salgado, J. M. (2008). Evaluación agronómica de fertilizantes líquidos cubanos en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido HA-3019. *Cultivos tropicales*, 29(1), 73-81.

Instituto de Investigación Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD). (2010). *Lineamiento para el desarrollo del Sistema Productivo de Cultivos Protegidos*. La Habana: Grupo Técnico Asesor de Cultivo Protegido.

Isaac, E., Funt, Y., Ferrer, A., Montero, G. y Sardad, E. (2011). *Paquete tecnológico del TMA de riego en Cultivos Protegidos*. Santiago de Cuba, Cuba: Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA).

Moreno, P. V. (2007). *Procedimiento para el manejo de la nutrición y el control de fertilización en casa de cultivo protegido*. (2a ed.) La Habana: Grupo Empresarial Frutícola.

Moreno, V. J. (2010). *Procedimientos para el manejo de la nutrición y el Control de la fertirrigación en las Casas de Cultivos*. La Habana: Grupo Empresarial Frutícola.

Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2011). *Los fertilizantes y su empleo. Guía de bolsillo para extensionistas*. Roma: autor.

Quevedo, P. (2004). *Utilización de los lodos de digestión anaerobia como bioabonos en plantas ornamentales* (Tesis en opción al título de Máster en Biotecnología). Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.

Recibido: octubre de 2016

Aprobado: febrero de 2017