

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Efecto sobre el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en condiciones agroecológicas

Effect on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) of different doses of organic fertilizer bocashi under agroecological conditions

Ana Boudet Antomarchi¹, Tony Boicet Fabr e¹, Santos Dur n Ricardo², Yanitza Meriño Hern ndez¹

¹ Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo km 17  , Bayamo, Granma, CP 85100

² Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) "Carlos Bastida Arguella", Bayamo, Granma, CP 85100

E-mail: aboudeta@udg.co.cu

RESUMEN

El trabajo investigativo se realizó en áreas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria "Carlos Bastida Arguella" del municipio Cauto Cristo provincia de Granma, Cuba, durante el período comprendido entre noviembre de 2013 y febrero de 2014, sobre un suelo fluvisol a una distancia de plantación de 0,90 x 0,30 m, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en el comportamiento productivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad "Vyta". Los tratamientos consistieron en la aplicación de tres dosis de abono orgánico bocashi y un control sin aplicación, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron el rendimiento y sus componentes (número de racimos por planta, número de frutos por planta, masa de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial de los frutos y grosor del mesocarpio). A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza de clasificación doble con el empleo del programa estadístico SPSS versión 22. En caso de diferencias significativas se realizó la prueba de Tukey para la comparación de las medias. Los resultados obtenidos mostraron que las aplicaciones del abono orgánico influyeron positivamente sobre el rendimiento y sus componentes. Los valores del rendimiento se incrementaron significativamente con el aumento de la materia orgánica desde las dosis de 2,33 a 2,66 y desde está a 2,99 t ha⁻¹. El control sin aplicación fue significativamente inferior que cualquiera de las tres dosis del abono orgánico.

Palabras clave: Bocashi, componentes del rendimiento, rendimiento, *Solanum lycopersicum*

ABSTRACT

The research work was carried out in areas of the Agricultural Production Cooperative "Carlos Bastida Arguella" in Cauto Cristo municipality of Cuban province of Granma in the period between November 2013 and February 2014, on a fluvisol soil at a plantation distance of 0.90 x 0.30 m, in order to evaluate the effect of different doses of organic manure bocashi on the productive response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) variety "Vyta". The treatments consisted of the application of three doses of manure "bocashi" and a control without application. A randomized complete block design with three repetitions was used and the evaluated variables were: the yield and its

components (number of bunches per plant, number of fruits per plant, mass of fruits per plant, polar and equatorial diameter of the fruit and mesocarp thickness). The data obtained were submitted to a variance analysis of double classification with the use of SPSS version 22. In case of significant differences between treatments a Tukey test was performed for comparison of means. The results showed that treatment with application of organic manure had a positive influence on the yield and majority of yield components values. The yields values were higher in the three doses of organic manure than in the control treatment and yield increased with the increase of dosage of organic manure.

Keywords: Bocashi, yield components, yield, *Solanum lycopersicum*

INTRODUCCIÓN

La degradación de los recursos naturales por la aplicación de agroquímicos en la agricultura moderna ha obligado a la sociedad a buscar alternativas de producción más amigables con el medioambiente. La producción agropecuaria, no ajena a este problema global ha generado alternativas sustentables y ecológicas, destacando la agricultura orgánica con un creciente desarrollo tanto en un ámbito nacional como global (SAG, 2011).

En este sentido los abonos orgánicos constituyen tecnologías racionales y aparecieron como una de las prácticas más promisorias e innovadoras para los sectores agrícolas y forestales (Álvarez *et al.*, 2011).

Los fertilizantes, abonos y biofertilizantes orgánicos son insumos que no contienen agroquímicos, con efectos residuales naturales, se caracterizan por contener menores cantidades de nutrientes comparados con los fertilizantes sintéticos, sin embargo, poseen la cualidad de ser más integrales en su acción benéfica (Arriaga, 2015). Además constituyen un excelente producto para la aplicación a las tierras erosionadas (Hezhong *et al.*, 2013).

Evaluar los efectos de diferentes dosis de abono orgánico tipo bocashi sobre indicadores de rendimiento en el cultivo del tomate constituye el objetivo del presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el período comprendido entre noviembre de 2013 y febrero de 2014 en la CPA "Carlos Bastida Arguello" del municipio Cauto Cristo provincia de Granma sobre un suelo Fluvisol (Hernández *et al.*, 1999), de topografía llana con las siguientes características, según laboratorio provincial de suelos: PH en KCl

5,1; P₂O₅ 12,8 (cmol kg⁻¹); K₂O 8,3 (cmol kg⁻¹) y materia orgánica (M.O.) 1,70 (%).

Las metodologías utilizadas por el laboratorio para las determinaciones fueron: pH (KCL), Potenciométrico; materia orgánica (M.O.), Colorimetría; Fósforo y Potasio asimilable (Oniani).

Los datos climáticos referentes a la temperatura media, precipitaciones y la humedad relativa, fueron tomados del registro de la Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la provincia.

La investigación se realizó en condiciones de campo utilizando un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, en parcelas de 12 m² con 4 surcos y 10 plantas por surco, para un total de 40 plantas por parcela, ocupando un área de 154 m². En el momento de la cosecha, para eliminar el efecto de borde, se tomó como área de cálculo los surcos centrales. La distancia de plantación fue de 0,90 x 0,30 m. Las atenciones al cultivo se realizaron según indicaciones para el cultivo (MINAGRI, 2011).

Los tratamientos consistieron en:

- T₁ aplicación de 2,33 t ha⁻¹ de abono
- T₂ aplicación de 2,66 t ha⁻¹ de abono
- T₃ aplicación de 2,99 t ha⁻¹ de abono
- T₄ tratamiento control sin aplicación de abono

Elaboración del abono orgánico bocashi

Se procedió a la elaboración del abono orgánico según la Guía de Elaboración y usos del bocashi de la FAO (2011), utilizando los siguientes materiales: Carbón vegetal 45,3 kg; estiércol vacuno 45,0 kg; cal agrícola 3,0 kg; polvo de arroz 23,0 kg; cascarilla de arroz 23,0

kg; suelo fértil 45,3 kg; melaza 2,0 L; levadura de pan 50,0 g y agua.

Características del abono utilizado: CE (ds m^{-1}) 2,42; pH 7,52; N_2 1,25; P_2O_5 (%) 2,05; K_2O (%) 2,7; M.O. (%) 32,4.

El abono orgánico bocashi se aplicó al momento del trasplante, colocándose en el fondo del surco, cubriéndose con una pequeña cantidad de suelo para evitar el contacto directo con las raíces de las posturas, según las dosis para cada tratamiento.

Variables evaluadas y metodología empleada

Número de racimos por planta, número de frutos por planta, masa frutos por plantas (g), diámetro polar de los frutos (cm), diámetro ecuatorial de los frutos (cm), grosor del mesocarpio (mm) y rendimiento de frutos ($t ha^{-1}$).

Para la determinación del número de racimos por plantas, número de frutos por planta y la masa de frutos por planta se tomaron al azar 10 plantas por tratamientos y por repeticiones en las cosechas.

El diámetro polar y ecuatorial de los frutos y el grosor del mesocarpio fue medido con un pie de rey, para ello se tomaron al azar 10 frutos por tratamiento y por réplica en las cosechas.

El rendimiento agrícola se estimó en toneladas por hectárea tomando en cuenta el número de plantas en una hectárea.

Los resultados obtenidos fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación doble y en caso de diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey utilizando el paquete estadístico SPSS versión 22 de 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones climáticas

Los elementos del clima durante el periodo que duró la investigación (Figura 1), propiciaron el desarrollo normal del cultivo, las temperaturas oscilaron entre 26 y 27,2 °C, aspecto este que influyó positivamente, pues de acuerdo con Arriaga (2015), la temperatura óptima para el crecimiento está entre 21 y 27 °C y para el cuajado de las flores entre 23 y 26 °C.

La humedad relativa con valor promedio de 80 % mantuvo un comportamiento estable, el mismo autor refiere que el valor óptimo para el cultivo oscila entre 60 y 80 %, humedad muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades fungosas y dificulta la fecundación debido a que el polen se compacta, cuando es muy baja dificulta la fijación del polen al estigma de las flores.

Las precipitaciones caídas durante el período (entre 10 y 70,2 mm) cubrieron las necesidades de agua en las diferentes etapas de desarrollo, aunque estuvieron por debajo de lo exigido constituyeron importantes ingresos de humedad al suelo por lo que no fue necesario aplicar riego.

Componentes del rendimiento

Los resultados de los tratamientos aplicados sobre los componentes del rendimiento número de racimos por planta, número de frutos por planta y la masa promedio de los frutos (Tabla 1) alcanzaron su mayor valor en el tratamiento donde se aplicó 2,99 $t ha^{-1}$ de bocashi con diferencias estadísticas significativas con el resto de los

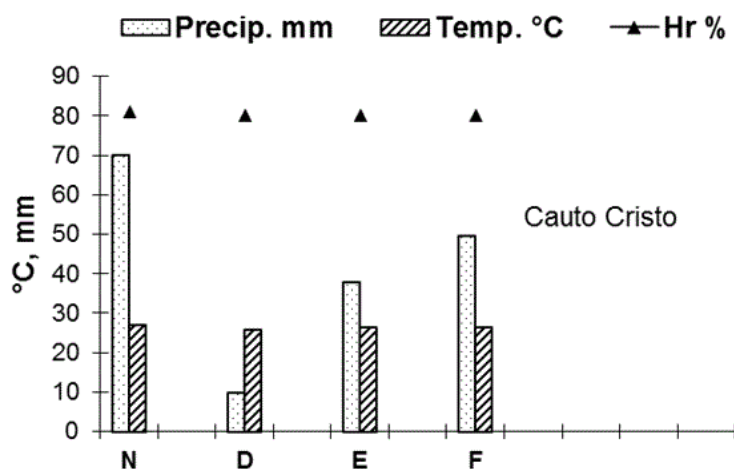


Figura 1. Comportamiento de las principales variables climáticas

tratamientos; para el número de racimos por planta entre los tratamientos T_1 y T_2 no existieron diferencias y para la masa promedio de los frutos, entre los tratamientos T_2 y T_3 , siendo los de mejores resultados. En todos los indicadores evaluados la aplicación del abono, independientemente de la dosis utilizada, superó al tratamiento control.

Barrera *et al.* (2011) encontraron diferencias altamente significativas en la longitud del dedo central de la primera y tercera mano del racimo de plátano Hartón, en trabajos realizados con la combinación de diferentes abonos orgánicos, concluyendo que los abonos orgánicos incrementaron el peso del racimo, longitud de los dedos de la primera y tercera mano y el grosor de los dedos de la primera mano, aunque no lograron afectar positivamente el número de dedos por racimo y el grosor de los dedos de la tercera mano. Estos resultados confirmaron que las aplicaciones de abonos orgánicos suplieron las necesidades para un buen llenado de fruto.

En trabajos realizados por Arriaga (2015), al comparar el resultado de la fertilización química y una mezcla de abonos orgánicos en el cultivo del tomate bola en condiciones de invernadero encontró que el peso promedio de los frutos de la muestra fue de 188,87 g en el tratamiento

químico, y de 214,6 en el tratamiento orgánico, esto representó según el autor, un aumento en el peso de 13,62 %. Concluyendo que el tratamiento orgánico, dio 23 % más alto que el tratamiento control (fertilización convencional).

Componentes de los frutos

Respecto a los componentes de los frutos (Tabla 2), los mayores resultados fueron obtenidos en los tratamientos T_2 y T_3 sin diferencias entre ellos, y para el grosor del mesocarpio los valores en ambos tratamientos fueron de 9,3 mm con diferencias significativas referente al resto.

Resultados obtenidos por De la Cruz *et al.* (2010) no mostraron diferencia significativa en el espesor del pericarpio del fruto en tratamientos de fertilización con una media general de 0,8 cm de espesor.

En la misma tabla se observa que el diámetro polar alcanzó valores que oscilaron entre 4,03 y 5,53 cm, los valores mayores correspondieron a los tratamientos donde se aplicó el abono orgánico en dosis de 2,66 y 2,99 sin diferencias entre ellos.

Similar comportamiento manifestó el diámetro ecuatorial con valores que oscilaron entre 5,6 y 7,6 cm, sin diferencias entre los tratamientos donde se aplicaron las dosis del abono. Estos

Tabla 1. Componentes del rendimiento

Tratamientos	Racimos por planta	Frutos por planta	Masa de los frutos (g planta ⁻¹)
T_1	7,56 b	22,01 c	100,23 b
T_2	7,53 b	24,27 b	101,4 ab
T_3	8,26 a	27,22 a	104,66 a
T_4	7,16 c	20,41 d	96,16 c
E.S.	0,12*	0,77*	0,97*

^{a,b} Letras iguales en una misma columna no difieren significativamente para $p \leq 0,05$ según Prueba de Tukey; * Diferencia estadística entre las medias a $p \leq 0,05$

Tabla 2. Componentes de los frutos

Tratamientos	Grosor del mesocarpio (mm)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
T1	8,6 b	4,63 bc	6,43 ab
T2	9,3 a	5,03 ab	7,36 a
T3	9,3 a	5,53 a	7,60 a
T4	8,2 b	4,03 c	5,60 b
E.S.	0,157*	0,175*	0,259*

^{a,b} Letras iguales en una misma columna no difieren significativamente para $p \leq 0,05$ según Prueba de Tukey; * Diferencia estadística entre las medias a $p \leq 0,05$

resultados concuerdan con los obtenidos por De la Cruz *et al.* (2010), estos autores encontraron que el mayor diámetro ecuatorial se obtiene cuando se utiliza el 75 % de sustrato.

Relación al rendimiento (Figura 2), se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para el rendimiento de frutos, con mayor resultado en el tratamiento donde se aplicó 2,99 t ha⁻¹ de abono bocashi (54,47 t ha⁻¹) y el menor donde se aplicó 2,33 t ha⁻¹ (47,17 t ha⁻¹).

Este comportamiento puede estar dado por el incremento de nutrientes en el suelo al aplicarle el abono. Al respecto Saldaña *et al.* (2014) encontraron que los suelos abonados con diferentes tipos de abonos orgánicos, entre ellos el bocashi, mostraron a los 40 días incrementos de C (40%), N (47%), P (83%) y K (56%) y un año después de adicionados, los suelos mantuvieron niveles aceptables de fertilidad para la producción.

Por su parte Infante (2011), expresa que son ricos en nutrientes y materia orgánica, y poseen un efecto protector frente a enfermedades y plagas de los cultivos ya que contienen microorganismos antagonistas y sustancias bioestimulantes como fitohormonas y ácidos orgánicos.

De acuerdo con lo declarado en SAG (2011), el bocashi tiene un efecto progresivo y acumulativo, es decir, poco a poco mejora la fertilidad y la vida del suelo. Con su aplicación se obtienen plantas más sanas, mayor producción, suelos con mayor retención de humedad y mayor facilidad para trabajar.

Similares resultados fueron obtenidos por López *et al.* (2012) en trabajos realizados con diferentes abonos orgánicos en el cultivo de chile habanero, donde las plantas tratadas con lombricomposta, infusión de estiércol, composta

y bocashi obtuvieron rendimientos de 949, 863, 687 y 679 g planta⁻¹ respectivamente, superiores al control.

Para estos autores, la utilización de abonos orgánicos tuvo un efecto positivo y significativo, pues la disponibilidad de los nutrientes se encuentra en el suelo cuando las plantas lo requieren ya que su liberación es de forma lenta y paulatina.

Según Lee (2010) los abonos orgánicos, permiten obtener un pH del suelo estable y un mayor contenido de materia orgánica y K intercambiable, lo que podría tener un efecto positivo en los cultivos.

También Xicay (2012), logró importantes incrementos del rendimiento en materia verde del cultivo de Orégano con aplicaciones de abonos orgánicos.

CONCLUSIONES

Los tratamientos con abono orgánico tipo bocashi influyeron significativamente sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de tomate.

Aplicar dosis de 2,99 t ha⁻¹ de abono orgánico bocashi en las condiciones de la CPA “Carlos Bastida” permitió obtener rendimientos de 12,75 t ha⁻¹, superior al tratamiento control sin aplicación en el cultivo del tomate var Vyta.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, J., A. GARCÍA y E. MARTÍNEZ. 2011. Nutrición química y orgánica. Deficiencias y toxicidades. Compendio de las Musáceas.

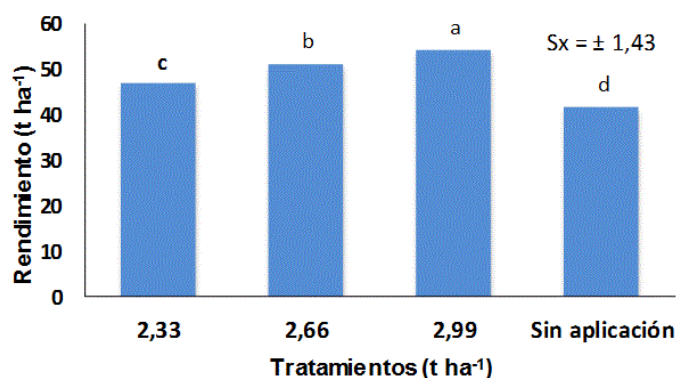


Figura 2. Rendimiento del cultivo según tratamientos

Letras iguales sobre las barras no difieren significativamente para $p \leq 0,05$ según Prueba de Tukey

- Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". MINAG, La Habana, Cuba. 271 p.
- ARRIAGA, D. A. 2015. Evaluación de fertilización convencional y orgánica de un cultivo de tomate bola (*Solanum lycopersicum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis para obtener el grado de Especialidad en Ingeniería de Invernaderos. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro. México.
- BARRERA, J. L., E. M. COMBATT y Y. L. RAMÍREZ. 2011. Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano Hartón (*Musa AAB*). *Revista Colombiana de Ciencias hortícolas*, 5 (2): 186-194.
- DE LA CRUZ, L. E., O. R. OSORIO, M. E. MARTÍNEZ, A. J. LOZANO, V. A. GÓMEZ y H. R. SÁNCHEZ. 2010. Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero. *INTERCIENCIA*, 35 (5): 363 - 368.
- FAO. 2011. Elaboración y usos del Bocashi. Agencia española de cooperación internacional para el desarrollo (AECID). San Salvador, El Salvador, 12 p.
- HEZHONG, T., G. JIAJIA, H. JIMING and L. LONG. 2013. Atmospheric pollution problems and control proposals associated with solid waste management in China: A review. *Journal of Hazardous Materials*, Vol 252-253:142-154.
- INFANTE, A. 2011. Manual de biopreparados para la agricultura ecológica. Programa Territorial Orgánico (PTO), SURFRUT, Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Trama impresores S. A. Santiago. Chile.
- LEE, J. 2010. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Scientia Horticulturae*, 124: 299-305.
- LÓPEZ, M., J. E. POOT y A. M. MIJANGOS. 2012. Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México. *Revista Científica UDO Agrícola*, (2): 307-312.
- MINAGRI (Ministerio de la Agricultura) 2011. Manual de Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT. La Habana, Cuba, 76 p.
- SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 2011. Estadísticas nacionales de producción orgánica temporada 2010-2011. http://www.sag.cl/sites/default/files/estadisticas_nacionales_de_produccion_organica_2010-2011.pdf. Consultado el 14 de diciembre de 2015.
- SALDAÑA, M.I., R. GÓMEZ, M. del C. RIVERA, J. D. ÁLVAREZ, J. M. PAT y C. F. ORTIZ. 2014. Influencia de abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo y producción de *Alpinia purpurata*. *Ciencia e Investigación Agraria*, 41 (2): 215-224.
- XICAY, M. O. 2012. Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos en la concentración de aceite esencial en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare*, Lamiaceae). Tesis para optar por el grado académico de Licenciado en Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Patzicía, Chimaltenango, Quetzaltenango. Campus de Quetzaltenango, Guatemala, 80 p.

Recibido el 14 de diciembre de 2015 y aceptado el 26 de mayo de 2017