

## EMPLEO DE BIOSÓLIDO COMO FERTILIZANTE EN EL CULTIVO DEL TOMATE USE OF BIOSOLID AS A FERTILIZER IN THE TOMATO CULTURE

**Autores:** Jorge Luis Pérez Ruiz<sup>1</sup>

Yamilé Jiménez Peña<sup>2</sup>

Julio Simón Carrera<sup>3</sup>

Ioan Alberto Rodríguez Santana<sup>3</sup>

**Institución:** <sup>1</sup>Productor independiente Finca “La Tinaja”, Caracol, Morón, Cuba

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones en Bioalimentos (CIBA), Morón, Cuba

<sup>3</sup>Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

**Correo electrónico:** [jorgeluis.pr78@nauta.cu](mailto:jorgeluis.pr78@nauta.cu)

[yamile@cibacav.cu](mailto:yamile@cibacav.cu)

[jscarrera@unica.cu](mailto:jscarrera@unica.cu)

[ioan@unica.cu](mailto:ioan@unica.cu)

### RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la finca La Tinaja, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) “Rescate de Sanguily”, con el objetivo de determinar el efecto agronómico de los biosólidos en el cultivo del tomate. El cultivo se plantó a una distancia de 1,10 x 0,30 m, sobre un suelo ferralítico rojo con pH ligeramente ácido. Se utilizó un diseño de bloque al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, Los tratamientos fueron cada parcela tuvo un área de 75 m<sup>2</sup>, el biosólido y el NPK se aplicaron antes de la siembra en el fondo del surco. Los resultados mostraron que no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos con biosólidos y el NPK en las dosis estudiadas, pero sí de estos con el testigo, con rendimientos entre 31,16 y 33,84 t·ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Biosólidos, Rendimiento, Tomate.

### ABSTRACT

The research was carried out at the “La Tinaja” farm, belonging to the Cooperative of Credits y Services Stronger (CCSS) “Rescate de Sanguily”, with the objective of determining the agronomic effect of biosolids in tomato cultivation. The culture was planted at a distance of 1,10 x 0,30 m, on a red ferralitic soil with slightly acidic pH. A random block design was used with four treatments and three repetitions. The treatments were each plot had an area of 75 m<sup>2</sup>, the biosolid and the NPK were

applied before sowing at the bottom of the furrow. The results showed that no significant differences were obtained between the treatments with biosolids and NPK in the doses studied, but there were differences between these with the control, with yields between 31,16 and 33,84 t ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Biosolids, Tomato, Yields.

## INTRODUCCIÓN

Con el propósito de conservar el agroecosistema y teniendo en cuenta la creciente demanda de alimentos, así como los altos costos de los paquetes tecnológicos y el bajo rendimiento del tomate, surge la necesidad de buscar nuevas tecnologías para incrementar la producción y ofrecer productos libres de residuos tóxicos a los consumidores (Rodríguez, 2014).

Los residuos producidos por la actividad pecuaria, principalmente excretas de animales, al ser procesadas anaeróbicamente en biodigestores producen un material con un alto contenido en materia orgánica, el cual puede ser utilizado sin riesgo en la Agricultura (Soliva, 2001). En el caso específico de Cuba, con el desarrollo de las fuentes renovables de energía, el uso de estos residuos a los que llamamos biosólidos se incrementa gradualmente en la agricultura y su aplicación se hará más frecuente y casi imprescindible en el manejo agroecológico de los cultivos.

El término biosólidos fue creado en 1991 por la Water Environment Federation para distinguir los lodos tratados procedentes de depuradoras con los lodos no tratados y hacer más aceptables para el público su empleo en los suelos. La US Environmental Protection Agency (EPA) en 1993 definió los biosólidos como un material rico en nutrientes orgánicos resultante del tratamiento de lodos residuales (Latare *et al.* 2014).

La actividad pecuaria está identificada como una de las fuentes más contaminantes, que contribuyen al deterioro progresivo del medio ambiente, causado principalmente por el vertimiento de sus aguas residuales sin un adecuado tratamiento (ENA, 2007-2010). A partir del tratamiento adecuado de estos residuos se producen biosólidos, que además de los efluentes líquidos poseen una alta concentración de sustancias orgánicas y compuestos de nitrógeno y fósforo, los que fluctúan considerablemente en composición y cantidad (Smith *et al.* 2001).

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), es una de las hortalizas que más se produce e industrializa en todo el mundo y de las de mayor valor económico. Su demanda

aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio, los promedios anuales sobrepasan los 152 956 115 t lo cual fue referido en diferentes informes (Allende *et al.*, 2017). En Cuba, dicho cultivo representa el 50 % del área total dedicada a las hortalizas y la producción oscila alrededor de los 750 000 t; sin embargo, los rendimientos registrados en varias áreas productivas del país son bajos, debido, entre algunas causas, a las desfavorables condiciones edafoclimáticas que prevalecen, la falta de insumos y la escasez de alternativas para garantizar las exigencias del cultivo (Casanova *et al.*, 2010).

El empleo de fertilizantes de origen orgánico y en este sentido la aplicación de biosólidos en suelos agrícolas representa una variante capaz de satisfacer los requerimientos de nutrientes en el cultivo del tomate y hacer frente a los bajos rendimientos por la escasez y el alto costo de los fertilizantes químicos. Por tal motivo el objetivo de la investigación fue determinar el efecto agronómico de biosólidos en el cultivo del tomate (*S. lycopersicum*).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se llevó a cabo en la finca La Tinaja, perteneciente a la CCSF “Rescate de Sanguily”, esta se encuentra ubicada a 9 km al sureste del municipio Morón, provincia Ciego de Ávila, en el lugar conocido por Caracol, en el período comprendido de septiembre de 2018 a marzo de 2019.

El Tomate (*S. lycopersicum*), variedad Celeste, se plantó a una distancia de 1,10 x 0,30 m (30303 plantas-ha<sup>-1</sup>) y a una profundidad de 10 cm. (MINAG, 2010).

El suelo es un Ferralítico Rojo Compactado Éutrico, según Clasificación de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2015). En cuanto a las propiedades químicas, el suelo presenta un pH ligeramente ácido, niveles medios de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y un alto contenido de K<sub>2</sub>O, mientras el contenido de materia orgánica es medio y no constituye una limitante en este suelo.

No se realizaron aplicaciones de productos químicos para el control de plagas, las especies arvenses se controlaron de forma manual con azadón, se aplicaron 5 riegos (riego por surco) con normas de 280 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>, en correspondencia con el ciclo del cultivo (MINAG, 2010).

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Para el cálculo de dosis del biosólido a utilizar se tomó como patrón el contenido de nitrógeno del lodo (Peña *et al.*, 2002).

Tratamiento I. Suelo sin aplicación de fertilizante.

Tratamiento II. Suelo con aplicación de (10 t·ha<sup>-1</sup> de biosólido).

Tratamiento III. Suelo con aplicación de (7 t·ha<sup>-1</sup> de biosólido).

Tratamiento IV. Suelo con aplicación de fertilizante (0,2 t·ha<sup>-1</sup> de NPK).

El biosólido utilizado procedió de un biodigestor de flujo semicontinuo instalado en la propia finca, el mismo se alimenta a partir de excretas de animales (caballos y carneros) que se crían en el lugar.

Tabla 1. Composición química promedio (n = 8) del biosólido procedente de los lechos de secado.

Indicador	Contenido (%)	Límites permisibles	
		A	B
MO	54.9	17.14 - 63.51	20.6 - 57.4
Ca	8.6	-	1.31-4.70
N	2.5	0.67 -2.44	0.46-4.20
P	1.6	0.40-4.12	0.60-4.9
Mg	1.1	-	0.35-1.288/1
K	0.9	0.33-3.6	0.13-1.11
Relación C/N	15.1	8/1	40/1
pH	7.3	-	-
CE(ms/cm)	1.3	1-2	-

El biosólido y el NPK se aplicaron antes de la siembra en el fondo del surco, quedando distribuidos uniformemente (Primavesi, 1984), el método utilizado fue el manual.

Las atenciones culturales previo al montaje del experimento en el semillero y a partir del trasplante en las parcelas, se desarrollaron según lo establecido en el Manual para organopónicos y huertos intensivos (MINAG, 2010).

Se tomaron 15 plantas por cada tratamiento al azar, a las que se le realizaron las siguientes evaluaciones.

Fenología del cultivo: Al cultivo establecido se le realizó determinaciones de los indicadores fenológicos:

Diámetro del tallo de las plántulas (cm): se determinó con un pie de rey, a partir de dos centímetros por encima del cuello de la raíz.

Altura de las plántulas (cm): se midió con regla graduada, desde el cuello de la raíz hasta la axila de la hoja más joven.

Cantidad de flores por plantas, cantidad de racimos por plantas y cantidad de frutos por plantas: se determinaron por conteo visual.

**Rendimiento:** A los 74 días después de la plantación se inició la cosecha hasta a los 92 días, durante esta etapa se realizaron cuatro cosechas.

En correspondencia con la madurez del fruto, se cosecharon todos los frutos con calidad comercial, según lo indicado por las normas cubanas (NC 77-51, 1991) y el Instructivo Técnico del Cultivo del tomate (MINAG, 2010). Al final de la cosecha se calculó el rendimiento ( $t \cdot ha^{-1}$ ) por pesada de la producción total del área de cálculo, extrapolada a una hectárea.

La información colectada, fue procesada mediante el paquete estadístico computarizado SPSS versión 21, empleándose la ANOVA de clasificación simple y la dócima de Duncan (1955) para realizar la discriminación entre las medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de diámetro del tallo para todos los periodos de estudio mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) donde el tratamiento I en los tres momentos evaluados mostró diámetros significativamente inferiores a los demás tratamientos alcanzando un máximo de 0,66 cm, mientras los tratamientos II, III y IV no mostraron diferencias significativas entre ellos con valores del diámetro del tallo entre 0,81 y 0,87 cm. Estos resultados nos muestran que con la utilización del biosólido se obtienen grosores del tallo de las plantas de tomate que no difieren de las obtenidas con el fertilizante químico, en las dosis utilizadas (Tabla 2).

Tabla 2. Diámetro del tallo (cm).

Tratamiento	26 días	40 días	54 días
I	0,46 <sup>b</sup>	0,50 <sup>b</sup>	0,66 <sup>b</sup>
II	0,60 <sup>a</sup>	0,67 <sup>a</sup>	0,87 <sup>a</sup>
III	0,58 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,81 <sup>a</sup>
IV	0,57 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,83 <sup>a</sup>
ES ±	0,02	0,03	0,04
Sig	**	**	**

\*\* $p < 0,01$  superíndices no comunes en columnas difieren ( $p < 0,05$ ), según Prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Álvarez (2003) en el cultivo del pimiento, pero con la aplicación de estiércol bovino y humus como biofertilizante, además de los resultados reportados por Utria *et al.*, (2008), los cuales obtuvieron

los mayores valores de diámetro del tallo como respuesta a las concentraciones de fertilizante mineral y biosólidos incorporados al cultivo del tomate.

La altura de la planta fue significativamente menor en el tratamiento I (testigo) en todos los muestreos entre los 33 y 54 días, alcanzando una altura final de 0,44 m. Mientras que no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con biosólido y NPK, en las dosis en estudio, con alturas entre 0,66 y 0,58 m (tabla 3).

Tabla 3. Altura de la planta (m).

Tratamiento	19 días	26 días	33 días	40 días	47 días	54 días
I	0,12	0,15	0,20 <sup>b</sup>	0,27 <sup>b</sup>	0,35 <sup>b</sup>	0,44 <sup>b</sup>
II	0,14	0,19	0,29 <sup>a</sup>	0,40 <sup>a</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>
III	0,14	0,18	0,23 <sup>b</sup>	0,33 <sup>ab</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,58 <sup>a</sup>
IV	0,15	0,18	0,24 <sup>b</sup>	0,35 <sup>ab</sup>	0,46 <sup>a</sup>	0,58 <sup>a</sup>
<b>ES ±</b>	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Sig</b>	ns	ns	*	**	***	***

\*\*\* p<0,001; \*\*p<0,01; \* p<0,05 superíndices no comunes en columnas difieren (p<0,05), según Prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

Resultado que se corresponde con lo planteado por Maclaren *et al.*, (2003), quienes informan del incremento en el crecimiento de las plantas provocados por la aplicación de biosólidos al suelo, estos mismos autores reportan reacciones fisiológicas de la planta, como es la mayor fotooxidación de auxinas (sustancia de alargamiento) que son factores endógenos del crecimiento.

Andrade, Quintero y Estévez (1999), observaron la respuesta positiva del crecimiento vegetativo de las plantas a la aplicación de biosólidos con dosis de 7 t·ha<sup>-1</sup> y NPK respectivamente, debido al incremento en los contenidos de macro nutrientes y micro nutrientes esenciales en los suelos, lo que provoca que las plantas tengan una mayor disponibilidad de nutrientes.

El análisis del número de flores por plantas a los 39, 46, 53 y 60 días mostró que el tratamiento I fue significativamente menor con 26,1 flores como máximo en comparación con los tratamientos II, III y IV los cuales no mostraron diferencias significativas entre estos, el número de flores al finalizar esta etapa estuvo entre 48,5 y 64,4 flores. Por otra parte, a los 67 días aunque el número de flores disminuyó en todos los tratamientos el tratamiento II mostró el mayor número de flores con 20, mientras que no se observaron diferencias entre los tratamientos I, III y IV, con valores entre 10,2 y 16,5 flores.

Tabla 4. Número de flores por plantas.

Tratamiento	39 días	46 días	53 días	60 días	67 días
I	3,9 <sup>b</sup>	6,6 <sup>b</sup>	17,2 <sup>b</sup>	26,1 <sup>b</sup>	10,2 <sup>c</sup>
II	12,5 <sup>a</sup>	22,1 <sup>a</sup>	53,2 <sup>a</sup>	64,4 <sup>a</sup>	20,0 <sup>a</sup>
III	15,2 <sup>a</sup>	26,2 <sup>a</sup>	54,7 <sup>a</sup>	50,5 <sup>a</sup>	12,7 <sup>b c</sup>
IV	14,1 <sup>a</sup>	24,5 <sup>a</sup>	55,6 <sup>a</sup>	48,5 <sup>a</sup>	16,5 <sup>b c</sup>
<b>ES ±</b>	1,08	1,66	3,70	3,58	1,50
<b>Sig</b>	***	***	***	*	*

\*\*\* p<0,001; \* p<0,05 superíndices no comunes en columnas difieren (p<0,05), según Prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Valdés y Rodríguez, (1999), quienes además plantean que existe una mayor síntesis de compuestos que pasan a formar parte de la estructura vegetal, estimulada por la aplicación del biosólido como abono, influyendo no sólo en la síntesis celular sino también en el aceleramiento de los procesos fisiológicos normales que tienen lugar en las plantas.

En todos los muestreos realizados el número de racimos del tratamiento I fue significativamente inferior, con un valor máximo de 7, mientras que no se manifestaron diferencias significativas entre los tratamientos II, III y IV, con valores finales de entre 12,1 y 13,5 racimos por planta (Tabla 5).

Tabla 5. Número de racimos por plantas (uno).

Tratamiento	39 días	46 días	53 días	60 días	67 días	74 días
I	1,3 <sup>b</sup>	2,5 <sup>b</sup>	4,8 <sup>b</sup>	6,2 <sup>b</sup>	6,8 <sup>b</sup>	7,0 <sup>b</sup>
II	2,6 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	8,8 <sup>a</sup>	11,5 <sup>a</sup>	12,8 <sup>a</sup>	13,5 <sup>a</sup>
III	2,9 <sup>a</sup>	4,8 <sup>a</sup>	8,9 <sup>a</sup>	11,1 <sup>a</sup>	11,8 <sup>a</sup>	12,1 <sup>a</sup>
IV	2,7 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>	8,6 <sup>a</sup>	10,8 <sup>a</sup>	11,9 <sup>a</sup>	12,2 <sup>a</sup>
<b>ES ±</b>	0,21	0,45	1,19	1,50	1,50	0,79
<b>Sig</b>	***	***	***	***	***	**

\*\*\* p<0,001; \*\*p<0,01 superíndices no comunes en columnas difieren (p<0,05), según Prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Terry *et al.*, (2001), quienes estudiaron el efecto producido por la combinación de biofertilizantes y BIOBRAS – 16 en el cultivo del tomate en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícola (INCA).

El número de frutos por plantas presentó diferencias para todos los momentos de muestreo, donde no existieron diferencias significativas en el número de frutos obtenidos por planta entre los tratamientos con biosólido y con NPK, con valores

entre 35,2 y 39,8 frutos por planta, pero si con relación al tratamiento I, el cual presentó el menor número de frutos con 19,2 (tabla 6).

Tabla 6. Número de frutos por plantas.

Tratamiento	46 días	53 días	60 días	67 días	74 días
I	2,9 <sup>b</sup>	7,9 <sup>b</sup>	11,2 <sup>b</sup>	16,7 <sup>b</sup>	19,2 <sup>b</sup>
II	6,2 <sup>a</sup>	20,1 <sup>a</sup>	31,9 <sup>a</sup>	36,1 <sup>a</sup>	39,8 <sup>a</sup>
III	5,8 <sup>a</sup>	17,8 <sup>a</sup>	27,9 <sup>a</sup>	33,3 <sup>a</sup>	35,2 <sup>a</sup>
IV	4,9 <sup>a</sup>	18,5 <sup>a</sup>	28,2 <sup>a</sup>	34,9 <sup>a</sup>	36,1 <sup>a</sup>
<b>ES ±</b>	0,49	1,29	1,98	2,06	2,10
<b>Sig</b>	*	***	***	***	***

\*\*\* p<0,001; \*\*p<0,01; \* p<0,05 superíndices no comunes en columnas difieren (p<0,05), según Prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

Con un comportamiento negativo en los valores de las medias se observó al tratamiento I, precisamente donde no se aplicó biosólido al suelo, resultado que se corresponde con la cantidad de flores y racimos obtenidos anteriormente.

Con la aplicación de 12 t·ha<sup>-1</sup> de gallinaza Suárez (2006), obtuvo un incremento promedio superior a los tres frutos por planta de tomate, respecto al testigo sin fertilizar en un suelo Pardo con Carbonatos Plastogénico.

Rodríguez (2014), obtuvo incrementos significativos en el número de frutos producidos por las plantas de tomate con la aplicación de 45 t·ha<sup>-1</sup> de estiércol vacuno, mientras que en un suelo similar Reyes (2006) obtuvo un incremento promedio de 1,31 frutos por cada planta de tomate, respecto al testigo sin fertilizar, con la aplicación de 24 t·ha<sup>-1</sup> de este abono.

Con respecto al rendimiento se obtuvo un incremento significativo de los rendimientos con respecto al tratamiento I, que solo produjo 15,84 t·ha<sup>-1</sup>, sin diferencias significativas entre los tratamientos II, III, IV con rendimientos entre 31,16 y 33,84 t·ha<sup>-1</sup>, lo cual nos muestra que la aplicación de biosólidos contribuye a obtener rendimientos similares a los obtenidos con NPK, en las dosis estudiadas (Tabla 7).

Tabla 7. Rendimiento estimado del tomate (t·ha<sup>-1</sup>)

Tratamiento	74 días	80 días	86 días	92 días	Total
I	3,43 <sup>b</sup>	4,85 <sup>b</sup>	5,51 <sup>b</sup>	2,05 <sup>b</sup>	15,84 <sup>b</sup>
II	5,80 <sup>a</sup>	8,92 <sup>a</sup>	12,74 <sup>a</sup>	6,38 <sup>a</sup>	33,84 <sup>a</sup>
III	4,98 <sup>a</sup>	7,56 <sup>a</sup>	10,35 <sup>a</sup>	8,66 <sup>a</sup>	31,80 <sup>a</sup>
IV	5,12 <sup>a</sup>	7,75 <sup>a</sup>	11,05 <sup>a</sup>	7,24 <sup>a</sup>	31,16 <sup>a</sup>

<b>ES ±</b>	0,95	0,57	1,05	0,49	2,45
<b>Sig</b>	*	*	*	*	*

\* $p < 0,05$  superíndices no comunes en columnas difieren ( $p < 0,05$ ), según Prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1988).

Según Verástegui y Mateo (1979), los biosólidos son residuos ricos en nutrientes esenciales para las plantas (N y P), favoreciendo con ello la calidad del fruto y sus resultados son similares a los obtenidos cuando se aplica NPK al suelo.

Estos mismos autores también señalan que la digestión anaeróbica degrada los componentes complejos a formas moleculares más simples como  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$  favoreciendo la asimilación más efectiva de estos nutrientes por el sistema radical de las plantas y aumentando notablemente el rendimiento final de la cosecha.

Según lo reportado por Morales (2008), para este mismo cultivo pero utilizando el bioproducto comercial *Azotobacter chroococcum* (INIFAT – 12), los rendimientos del tomate se encuentran entre 12,21 y 14,14  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , inferior a los obtenidos en este trabajo (33,84 y 31,80  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) que utiliza biosólidos procedentes de plantas de tratamientos de digestión anaerobia.

Suárez (2006) obtuvo incrementos en los rendimientos del orden de las 10  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de fruto fresco, respecto al testigo sin fertilizar, con la aplicación de 12  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de gallinaza.

Son ampliamente conocidos los beneficios del uso de abonos orgánicos sobre las propiedades físicas (estructura, compactación, aireación, retención de agua), químicas (capacidad de cambio catiónico, contenido y disponibilidad para las plantas de macro y micro nutrientes esenciales) y la actividad biológica del suelo, que influye a su vez sobre las propiedades físicas y químicas y generan la producción de sustancias orgánicas con actividad hormonal (Yágodin, 1986; Romera y Guerrero, 2016)

## CONCLUSIONES

- 1- Los indicadores diámetro del tallo, altura de planta, número de flores, frutos y racimos no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos con biosólidos y con NPK, pero sí de estos con el testigo.
- 2- Los rendimientos obtenidos con la aplicación de biosólidos y NPK no mostraron diferencias, pero fueron superiores a los del tratamiento testigo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLENDE, M. L. ...[et al.] (2017). Manual de cultivo del tomate bajo invernadero. INIA. Santiago de Chile-Chile, p. 112.
- ÁLVAREZ, MANUEL, (2003). Influencia del estiércol bovino y humus de lombriz sobre algunas propiedades edáficas e indicadores del crecimiento y productividad del pimiento (*Capsicum annun*, L) en condiciones de huerto intensivo. Santiago de Cuba. Tesis de Maestría. Universidad de Oriente.
- ANDRADE, M. QUINTERO, M. y ESTÉVEZ, J. (1999). Composición de Materia Orgánica y Determinación de metales en biosólidos para su uso potencial como enmendantes de suelo. *Revista información tecnológica*. Vol. X, No. 6, p. 23-29.
- CASANOVA, A. ...[et al.], (2010). Guía técnica para la producción del cultivo del tomate. 2 ed. La Habana: Ed. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova, pp. 57, Biblioteca ACTAF.
- DUNCAN, D. (1955). Multiple range and multiple F. *Test Biometrics*. Vol. XI, No. 1, p. 1-42.
- ENA (2007-2010). Estrategia Ambiental Nacional. La Habana, Cuba.
- HERNÁNDEZ, J. A. ...[et al.], (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque. La Habana: Ed. Ediciones INCA. p. 82.
- LATARE, A. ...[et al.], (2014). Direct and residual effect of sewage sludge on yield, heavy metals content and soil fertility under rice–wheat system. *Ecological Engineering*, No. 69, p. 17-24.
- MACLAREN, R. G, ...[et al.] (2003). Leaching of macronutrients and metals from undisturbed soil treated with metal – spiked sewage sludge. 1. Leaching of macronutrients. *Australian Journal of soil Rese arch*. Vol. XXXI, No. 3, p. 571-588.
- MINAG. (2010). Instructivo técnico del cultivo del tomate, La Habana.
- MORALES, L. (2008). Influencia de diferentes concentraciones de *Azotobacter chroococcum* sobre algunos parámetros del crecimiento y la productividad del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) cv “ISCAB-10”. Universidad de Granma. Disponible en: <http://www.revistaciencias.com>. Visitado el 22 de abril de 2017.
- NC: 77-51. 91. (1991). Vegetales y Viandas, Compendio de Normas y Especificaciones de calidad de los Productos Agrícolas. La Habana: Ministerio de la Agricultura.

- PEÑA, T. L. ...[et al.] (2002). Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. La Habana: INIFAT- Grupo Nacional de Agricultura Urbana.
- PRIMAVESI, A. (1984). Manejo ecológico del suelo. Traducción al español de la 5ta edición.
- REYES, N. (2006). Sistema de Fertilización con Estiércol Vacuno como Alternativa para el Cultivo del Tomate (*Lycopersicon Esculentum Mill*, Var. Amalia) en un Suelo Pardo con Carbonatos plastogénico de la Provincia De Ciego de Ávila. Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Ciego de Ávila.
- RODRÍGUEZ, P. (2014). Influencia de la Biofertilización en el Cultivo del Tomate (*Lycopersicon Esculentum*, Mill). Disponible en: <http://www.santiago.cu/cienciapc/numeros/2014/3/articulo03.htm>. Visitado el 15 de mayo de 2016.
- RODRÍGUEZ, R. C. R, J. V. FIGUEREDO y P. O. S. GONZÁLEZ. (2015). Influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) var. Amalia. *Centro Agrícola*. Vol. XL, No. 2, p. 79-84.
- ROMERA, M. P. y L. GUERRERO. (2016). La agricultura ecológica como solución a los problemas planteados por la agricultura convencional. *Agricultura Ecológica*. Infagro.com. Disponible en: [http://www.infoagro.com/agricultura\\_ecologica/agricultura\\_ecologica13.asp](http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica13.asp). Visitado el 9 de junio de 2016.
- SMITH, K. A, ...[et al.] (2001). Survey of the production and use of animal manures in England and Wales. *Poultry manure*, Soil use and management, p.17-48.
- SOLIVA, M. (2001). Compostatge i gestió de residus orgànics. *Estudis i Monografies* 21, Diputació de Barcelona, Àrea de Medi Ambient, Barcelona.
- STEEL, R.G. D. y J. H. TORRIE. (1988). Bioestadística, Principios y Procedimientos. 2da Ed., 1ra ed. en español. México : McGraw– Hill (ed). Internamericana. p. 622.
- SUÁREZ, R. (2006). Sistema de Fertilización con Gallinaza como Alternativa para el Cultivo del Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*, Var. Amalia) en un Suelo Pardo con Carbonatos Plastogénico de la Provincia de Ciego de Ávila. Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Ciego de Ávila.

- TERRY, E. ...[et al.], (2001). Efectividad de la combinación biofertilizantes – análogo de brosenoesteroides en la nutrición del tomate. *Cultivos Tropicales*, Cuba. Vol. XXII, No. 2, p. 59-65.
- UTRIA, E. B, J. ...[et al.], (2008). Utilización Agraria de los Biosólidos y su Influencia en la Planta de Tomate. *Chapingo*, México, serie *Horticultura*. Vol. XIV, No. 5, p. 38-39.
- VALDÉS, W. y RODRÍGUEZ, S. (1999). Utilización del lodo obtenido de la digestión anaeróbica de la cachaza como bioabono para el cultivo del Ajo porro (*Alliumporrum L.*). *Ínter ciencia*, Vol. XXIV, No.4, p. 264-267.
- VERÁSTEGUI, I. y MATEO, B., (1979). Producción de biogás a partir de desechos orgánicos. Parte I, *Planta piloto de biogasa escala familiar*, ITINTEC, Perú.
- YÁGODIN, B. A. (1986). *Agroquímica*. T II. Moscú: Ed. MIR.