

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Aplicación foliar de humus líquido de lombriz en *Allium sativum* en Topes de Collantes, Cuba

Foliar application of liquid earthworm humus in *Allium sativum* in Topes de Collantes, Cuba

Yasel López Pérez*, Ruberlandy Sosa Pérez, Raisa Méndez González, Yandy Rodríguez Ledesma

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti Spiritus "José Martí Pérez" (UNISS), Sancti Spiritus, Cuba, CP 601002

*Autor para correspondencia: yasell@uniss.edu.cu

RESUMEN

El presente trabajo investigativo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación foliar del humus de lombriz líquido sobre los indicadores morfológicos y productivos del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) en la localidad de Topes de Collantes. El estudio se desarrolló sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado, en la región montañosa de Topes de Collantes. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con tres tratamientos que respondieron a las dosis 3, 6 y 9 L ha⁻¹ y un tratamiento control (testigo). El cultivo recibió las atenciones agrotécnicas y fitosanitarias según las normas técnicas establecidas. En el cultivo se evaluaron los indicadores altura de la planta, número de hojas por planta, diámetro del pseudotallo; posterior a la cosecha se evaluó el número de dientes por bulbo, el peso del diente, el diámetro y peso del bulbo y el rendimiento. Los resultados obtenidos mostraron que los indicadores evaluados fueron superiores en las plantas tratadas con humus. El tratamiento con la aplicación de 9 L ha⁻¹ de humus tuvo diferencias significativas respecto al resto de los tratamientos en las variables rendimiento peso del diente, diámetro y peso del bulbo, y rendimiento agrícola. Se recomienda realizarle al cultivo aplicaciones foliares de humus líquido a razón de 9 L ha⁻¹ en condiciones similares a las del área experimental.

Palabras clave: bulbo, dosis, crecimiento, pseudotallo, rendimiento agrícola

ABSTRACT

This research work was conducted to evaluate the effect of foliar application of liquid earthworm humus on morphological and productive crop of garlic (*Allium sativum* L.) in the town of Topes de Collantes indicators. The study was conducted on a Red Leached Ferralitic in the mountains of Topes de Collantes. A completely randomized design was used, with a control and three treatments at doses 3, 6 y 9 L ha⁻¹. The crop received agrotechnical and phytosanitary care according to established standards. At the height indicators cultivation of the plant, number of leaves per plant, pseudostem diameter and post-harvest was evaluated

number of cloves per bulb, tooth weight, diameter and weight of the bulb and performance. The results showed that application of humus in either dose was superior to the control in all the indicators evaluated. The treatment with the application of 9 L ha⁻¹ of humus had significant differences with respect to the rest of the treatments in the variables yield weight of the tooth, diameter and weight of the bulb, and agricultural yield. We recommend to perform the foliar applications of liquid humus at a rate of 9 L ha⁻¹ in conditions similar to those of the experimental area.

Keywords: bulb, doses, growth, pseudostem, agricultural performance

INTRODUCCIÓN

La producción orgánica de alimentos es una alternativa que beneficia tanto a productores como a consumidores. Los primeros se ven beneficiados porque reducen considerablemente la contaminación del suelo, agua y aire, lo que alarga considerablemente la vida económica de los mismos y la rentabilidad de la propiedad. Los consumidores se benefician al tener la seguridad de consumir un producto 100 % natural, libre de agroquímicos, de alto valor nutritivo (Suquilanda, 2003).

El humus de lombriz, es uno de los fertilizantes orgánicos más utilizados en la agricultura orgánica, sin embargo, el uso de este producto tiene como fundamental desventaja el enorme volumen de material que se necesita transportar para ser aplicado. Por eso, las aspersiones foliares del humus líquido reducen en gran medida los volúmenes a transportar, además de favorecerse algunos procesos fisiológicos de las plantas por el efecto hormonal que producen las aspersiones foliares de estas soluciones.

En algunos países (dentro de los que puede mencionarse a Cuba) existen algunas experiencias sobre el uso foliar del humus de lombriz; sin embargo, tal técnica de aplicación como bioestimulante foliar aún no ha sido muy generalizada en la producción de hortalizas bajo el concepto de agricultura urbana y suburbana (Rodríguez, 2002).

El ajo (*Allium sativum* L.) es una planta hortícola que pertenece a la familia Alliaceae, segunda especie del género *Allium* más utilizada en el mundo, después de la cebolla. Sus hojas e inflorescencias jóvenes son consumidas como vegetales verdes, mientras que los bulbos frescos sirven para condimento

y agente aromático en la cocción de muchos alimentos y en la industria farmacéutica (Kamenetsky *et al.*, 2003).

Los rendimientos del ajo no llegan a la media nacional, lo que puede estar dado por la necesidad de grandes volúmenes de fertilizantes químicos. A pesar de esto, no se utilizan las aspersiones foliares de humus líquido como alternativa en la producción de este cultivo por lo que esta investigación tuvo como objetivo: evaluar el efecto de la aplicación foliar del humus de lombriz líquido sobre indicadores morfológicos y productivos del cultivo del ajo (*A. sativum*) en la localidad de Topes de Collantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en áreas cercanas a la Facultad Agropecuaria Montaña del Escambray (FAME), Topes de Collantes, Sancti Spiritus, a 780 m de altitud. El suelo predominante, Ferralítico Rojo Lixiviado (Hernández *et al.*, 2015), posee como principales características ser profundo, con poca graviliosidad, una pendiente del 2 % y según su composición mineralógica, es del tipo esquisto-micáceo.

Preparación del biofertilizante

Para la obtención del humus líquido por el método de lixiviación se utilizó un embudo de 20 Kg de capacidad al que le fue depositado en su interior el humus sólido, proveniente del área destinada a la lombricultura con la especie de lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida* Savigny). Posteriormente se saturó el humus al añadirse gradualmente 5 L de agua por cada

kilogramo de humus sólido, colectando la solución lixiviada de la cual se tomaron 10 muestras de 250 ml para los análisis químicos realizados a la misma (Tabla 1).

Características del clon

En la investigación se utilizó el clon

comercial "Vietnamita". Este presenta bulbos de forma irregular con pocos dientes y un ciclo de vida corto en comparación con otros clones. El color externo e interno es Blanco-cremoso con algunas manchas moradas y muestra resistencia a *Alternaria porri* (Ellis) según Izquierdo y Gómez (2007).

Tabla 1 - Características químicas del humus líquido obtenido por el método de lixiviación

Método	Porcentaje (%)				cmol (+) kg ⁻¹			
	N.T	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ah/Af	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Fe ²⁺
Lixiviado	4,89	2,23	4,12	11,86	175	126	25,48	416

Ah - ácido húmico, Af - ácido fúlvico

Manejo agronómico del cultivo

Las labores realizadas para la preparación del suelo fueron las orientadas por la agricultura urbana a través del Manual Técnico para Organopónicos y Huertos Intensivos Tropicales (MINAGRI, 2000). La plantación se realizó el 1 de noviembre de 2014, de forma manual, a una distancia de plantación de 0,15 x 0,05 m, colocando la semilla a 5 cm de profundidad. La cosecha se llevó a cabo el 23 de febrero de 2015, 115 días posterior a la siembra. La misma se realizó de forma manual, evitando daños mecánicos a los bulbos.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos. Cada repetición consto de cuatro parcelas de 1,5 m de ancho por 6 m de largo. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- Tratamiento 1 - Se aplicó la dosis de humus de lombriz líquido a razón de 3 L ha⁻¹
- Tratamiento 2 - Se aplicó la dosis de humus de lombriz líquido a razón de 6 L ha⁻¹
- Tratamiento 3 - Se aplicó la dosis de humus de lombriz líquido a razón de 9 L ha⁻¹
- Tratamiento 4 - Control (testigo) sin aplicación de fertilizante

La primera aplicación fue realizada a los 7 días después de la brotación para lo que se tuvo en cuenta más de 80 % de plantas brotadas. Posteriormente se realizaron dos aplicaciones con una frecuencia entre ellas de 15 días. Las aplicaciones se realizaron con una asperjadora de espalda (tipo mochila) de 16 L de capacidad. Las mediciones efectuadas durante el periodo vegetativo del cultivo fueron cada 15 días y se evaluaron los siguientes indicadores:

- Altura de la planta (cm): se realizó con una regla graduada, midiendo desde la base del cuello de la raíz hasta la parte superior de la planta
- Número de hojas por planta: se contaron las hojas de cada planta por tratamiento
- Diámetro del pseudotallo (cm): se midió la parte superior del bulbo, donde comienzan las hojas

Posterior a la cosecha, se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Número de dientes por bulbo: se contaron los dientes presentes en cada bulbo por tratamiento
- Peso del diente (g): cada diente fue pesado en una balanza de precisión

- Diámetro del bulbo (cm): fue medido el diámetro ecuatorial del bulbo con ayuda de un pie de rey
- Peso del bulbo (g): cada bulbo fue pesado en una balanza de precisión
- Rendimiento ($t\ ha^{-1}$): cada tratamiento y réplica se evaluó al final del experimento, para eso fueron pesadas las plantas en una balanza de precisión

Las atenciones culturales fueron realizadas según lo orientado en el Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos (MINAGRI, 2000). Todos los datos fueron analizados y procesados usando el paquete estadístico STATGRAPHICS versión 5.0. sobre Windows. Se realizaron análisis de varianza de clasificación simple para la comparación de las ocho variables evaluadas. El test de rangos múltiples de Duncan con un nivel de confianza del 95 % se utilizó para determinar las diferencias significativas entre las medias. Con los datos del diámetro de los bulbos se elaboraron histogramas de frecuencias relativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se deben a la alta concentración de nutrientes presentes en el material sólido del humus que, al ser tratado con agua, son diluidos y pasan a formar parte de la solución utilizada en las aplicaciones foliares. Un indicador importante, la altura de la planta, influye en el proceso mediante el cual las plantas captan la energía luminosa (fotosíntesis). Las sustancias orgánicas que son elaboradas durante ese proceso se destinan a la propia célula clorofílica en forma de almidón, para después transportarse en función de la nutrición y crecimiento de otros tejidos y órganos de la planta como son los bulbos, tubérculos, rizomas, frutos, semillas (FAO, 1996).

La dinámica de crecimiento de *A. sativum* desde los 15 a los 75 días muestra diferencias en las alturas de las plantas de diversos tratamientos, la que comenzó a partir de los 30

días, siendo el tratamiento 3 ($9\ L\ ha^{-1}$) el de mayor altura, pero sin diferencia significativa respecto a los tratamientos 1 y 2 (Figura 1). Esta diferencia puede estar dada al efecto que ejerce el estimulante utilizado al activar diferentes procesos fisiológicos como el incremento de la fotosíntesis y la producción de diferentes hormonas que actúan sobre la elongación de las células de la planta (Montano et al., 2007).

Desde los 60 días se produce una disminución de la velocidad de crecimiento porque la planta comienza la etapa de llenado del bulbo, lo que provoca la detención del ritmo de crecimiento en la parte aérea y la senescencia foliar como una consecuencia del traslado de fotosintatos al bulbo (Mujica, 2012). Los resultados obtenidos, superiores a los reportados por Izquierdo y Gómez (2007) para el mismo clon utilizado en esta investigación, son inferiores a los alcanzados por Filippini et al. (2008) quienes, mediante la utilización de humus de lombriz, guano de gallina y fertilizantes químicos en cultivos de ajo blanco (*A. sativum*) obtuvieron entre 60 y 80 cm de altura. Por otra parte, Portela y Cavagnaro (2005) lograron alturas similares con ajos blancos y violetas.

Respecto al diámetro del pseudotallo (Tabla 2), el tercer tratamiento con 1,46 cm logró los mejores resultados. Este indicador es importante por ser este órgano el que sostiene las hojas flores y frutos. Igualmente, es el que transporta los fotosintatos producidos. Los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Mella (2000) quien a los 120 después del trasplante, con el mismo clon de ajo, obtuvo 1,7 cm de diámetro. Asimismo, Filippini et al. (2008) obtuvo 1,6 cm de diámetro del pseudotallo en el tratamiento donde aplicó humus de lombriz.

Respecto al número de hojas, las plantas emitieron mayor cantidad de hojas en el tercer tratamiento 3 (6,4 hojas por planta), resultado similar a lo reportado por Izquierdo y Gómez (2007) para el clon vietnamita y Mujica (2012) con la fertilización de KNO_3 en ajo criollo morado, pero inferiores a los alcanzados por

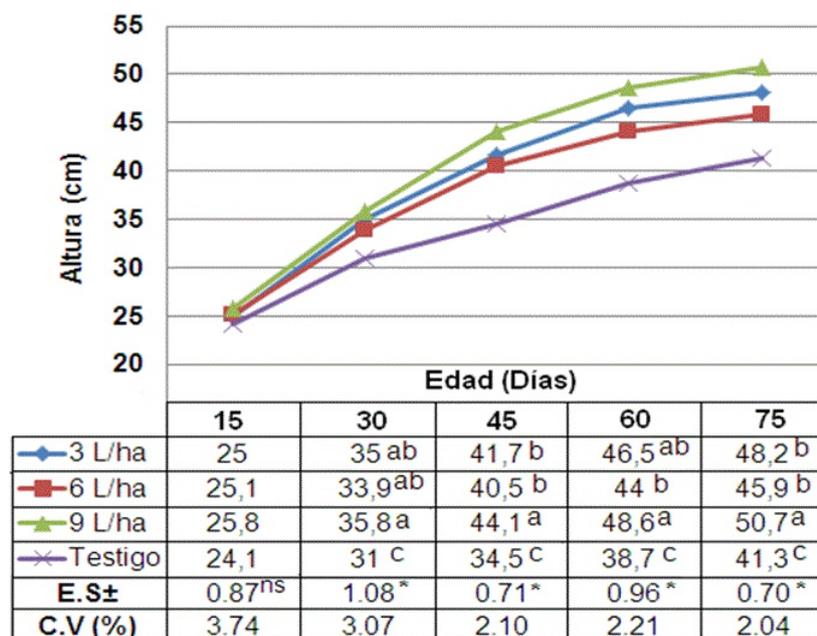


Figura 1 - Dinámica de crecimiento de *A. sativum* en los tratamientos

Filippini *et al.* (2008) con clones de ajo blanco.

El tercer tratamiento fue el que mayor influencia tuvo sobre los indicadores productivos (Tabla 3). Según Izquierdo y Gómez (2007), este clon posee entre 9 y 15 dientes por bulbo cuando se utilizan semillas provenientes de las técnicas de micro propagación. Resultados similares han sido obtenidos por Marrero *et al.* (2009) con los clones Sancti Spiritus 3 y Guadalupe 15, pero es muy inferior respecto a los resultados

alcanzados, por esos autores, con el clon Martínez (26,4 dientes por bulbo). Del mismo modo, Huez *et al.* (2010) obtuvieron mediante la fertilización nitrogenada entre 13 y 15 dientes por bulbos.

Los resultados del peso de los dientes se asemejan a los reportados por Marrero *et al.* (2009) para el clon vietnamita (1,8 g), superior a los reportados por este mismo autor con los clones criollos Sancti Spiritus 3, Martínez y Guadalupe 15 al fertilizar utilizando

Tabla 2 - Indicadores morfofisiológicos evaluados en *A. sativum*

Tratamientos	Indicadores	
	Diámetro del pseudotallo (cm)	Cantidad de Hojas
Trat 1 (3 L ha ⁻¹)	1,26 ^{bc}	5,5 ^{bc}
Trat 2 (6 L ha ⁻¹)	1,33 ^b	5,8 ^b
Trat 3 (9 L ha ⁻¹)	1,46 ^a	6,4 ^a
Trat 4 (Testigo)	1,19 ^c	5,1 ^c
E.S.	0,03*	0,19*
C.V. (%)	12,72	7,70

Letras iguales en la misma columna no difiere significativamente ($P \leq 0,05$)

Abreviaturas: E.S. - Error estándar, C.V. - coeficiente de variación

Tabla 3 - Indicadores productivos evaluados en *A. sativum*

Tratamientos	Indicadores			
	Dientes por bulbo	Peso de un diente (g)	Peso del bulbo (g)	Diámetro de bulbo (cm)
Trat 1 (3 L ha ⁻¹)	13,2 ^c	1,19 ^b	21,7 ^c	3,02 ^b
Trat 2 (6 L ha ⁻¹)	14,9 ^b	1,2 ^b	23,4 ^b	3,16 ^b
Trat 3 (9 L ha ⁻¹)	16,1 ^a	1,44 ^a	26,9 ^a	3,41 ^a
Trat 4 (Testigo)	12,5 ^c	1,07 ^c	19,4 ^c	2,12 ^c
E.S.	0,32*	0,03*	0,41*	0,82*
C.V. (%)	4,58	14,65	2,77	3,08

Letras iguales en la misma columna no difiere significativamente ($p \leq 0,05$)

Abreviaturas: E.S. - Error estándar, C.V. - coeficiente de variación

azotobacter o fosforina. Por otra parte, Izquierdo y Gómez (2007) obtuvieron dientes de 1,2 a 1,4 g de peso.

En el peso de los bulbos, los resultados pueden haber estado influenciados por las dosis aplicadas de humus ya que incrementaron los niveles de fitohormonas y la formación de bulbos se considera un proceso morfogénico influido por estas sustancias. Investigaciones realizadas Yamaguchi *et al.* (2008) comprobaron que la bulbificación es controlada por los niveles de giberelinas y el fotoperíodo, lo que concuerda con lo logrado por Izquierdo y Gómez (2007) al reportar pesos del bulbo entre 25,9 - 30,9 g con el clon utilizado en este experimento. Simultáneamente, esta investigación demuestra que al aplicar 9 L ha⁻¹ de humus de lombriz líquido los bulbos poseen mayor diámetro por el efecto positivo que ejerce el producto sobre el cultivo. Hernández (2010) expresa que el humus líquido beneficia el grosor y peso de los rábanos (*Raphanus sativum* L.) y los componentes del rendimiento en dicho cultivo. Según Sidoti y Caucota (2010), resultados similares pueden conseguirse con la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

Los histogramas de frecuencias relativas referente al diámetro del bulbo en función de las dosis de humus aplicada muestran como aumenta el porcentaje de bulbos con grandes

diámetros al aumentar la dosis de humus (Figura 2). En el tratamiento con 9 L ha⁻¹, el 74 % de los bulbos oscilaron entre 3 y 4 cm de diámetro, mientras que en el control (testigo) solo el 18 % de los frutos alcanzó más de 3 cm y el 78 % se incluyeron en la clase de 2 a 3 cm. Este análisis expone claramente los bulbos de diámetros pequeños que manifiesta el testigo, corroborando que la aplicación foliar del humus de lombriz líquido intervino en el diámetro del bulbo de ajo.

No obstante, todos los tratamientos con aplicaciones de humus líquido fueron superiores significativamente al testigo o control en los parámetros evaluados, exponiendo los efectos positivos de este producto que permite incrementar la biomasa de organismos presentes en el suelo, estimula el desarrollo radicular de las plantas e incrementa la producción de clorofila y, por consiguiente, incrementa los rendimientos (Figura 3). Con todo, el tercer tratamiento produjo el mayor rendimiento (5,48 t ha⁻¹) con diferencia estadística en proporción a los otros tratamientos evaluados. Estos resultados, aunque inferiores a los reportados por Izquierdo y Gómez (2007) para este clon comercial (11,7 t ha⁻¹), son muy superiores a la media nacional (4 - 6 t ha⁻¹).

País (2004) consiguió rendimientos de 10 t ha⁻¹ con el uso de técnicas de producción bajo

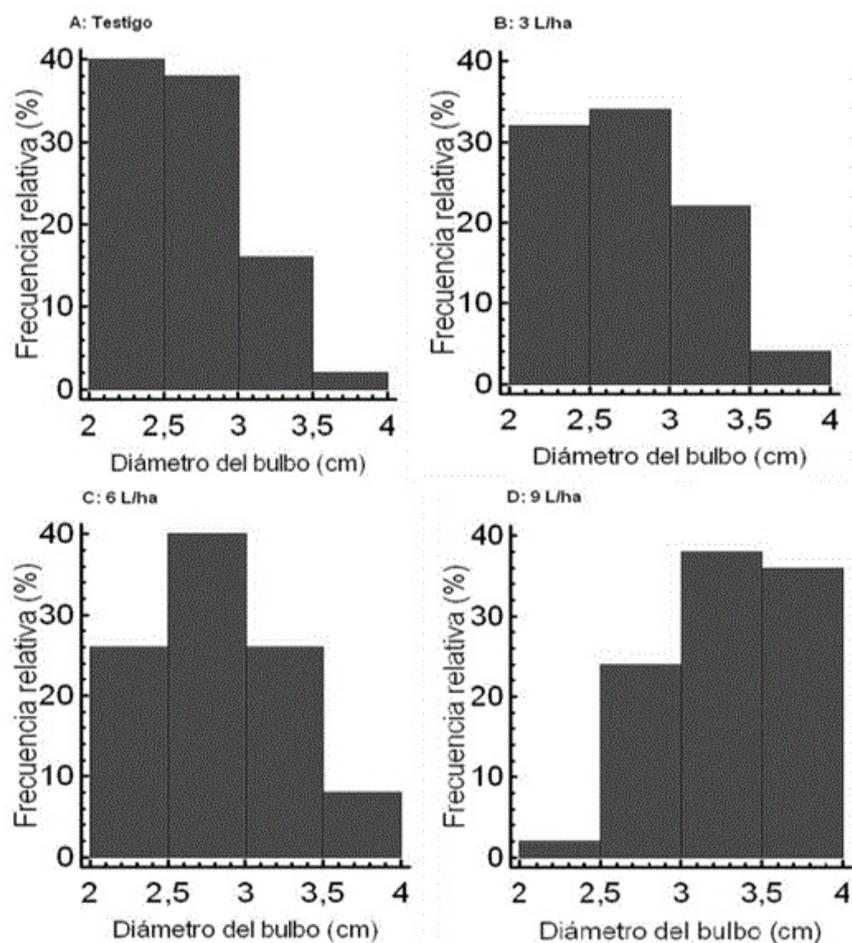
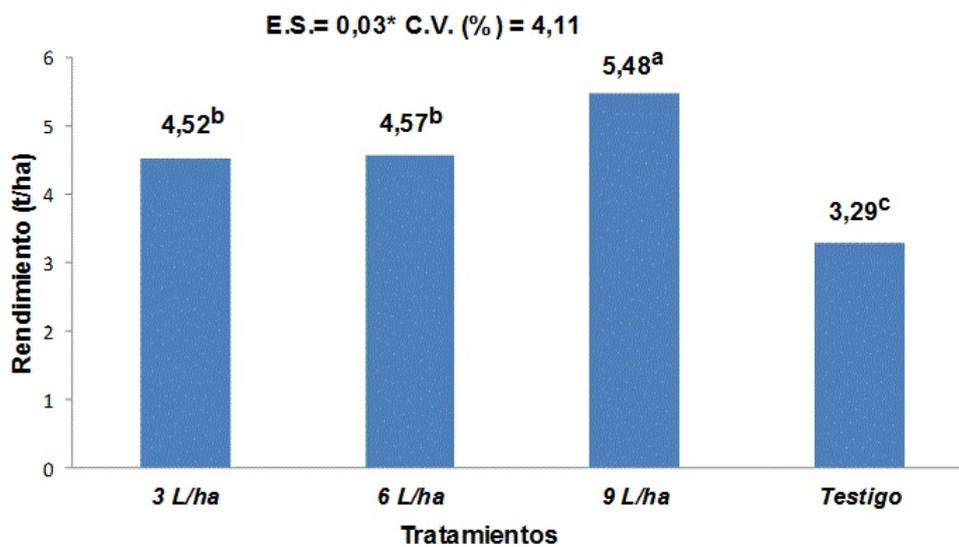


Figura 2 - Histograma de frecuencia del diámetro de los bulbos en función de las dosis de humus líquido aplicada



Letras iguales en la misma columna no difiere significativamente ($p \leq 0,05$)

Abreviaturas: E.S. - Error estándar, C.V. - coeficiente de variación

Figura 3 - Rendimiento de *A. sativum*

riego por goteo; mientras que Gaviola y Lipinski (2004) obtuvieron de 8,5 a 12,9 t ha⁻¹ mediante la fertirrigación con Nitrógeno. Pese a esto, este abono orgánico es un excelente bioestimulador por las características hormonales que posee.

CONCLUSIONES

Las plantas tratadas con aspersiones foliares de humus líquido tuvieron indicadores morfológicos y productivos superiores al tratamiento control. La dosis más efectiva de humus líquido fue 9 L ha⁻¹ por lo que se recomienda aplicar la misma en el cultivo del ajo para la localidad de Topes de Collantes.

BIBLIOGRAFÍA

- FAO. 1996. ECOLOGIA Y ENSEÑANZA RURAL, Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Estudio FAO Montes 131 en sitio web: http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s07.htm#P5_56 Fecha de consulta: 19/07/2014.
- FILIPPINI, M., BERMEJILLO, A., VENIER, M., et al. 2008. Utilización de humus de lombriz, guano de gallina y fertilizantes químicos en el cultivo de ajo blanco (*Allium sativum* L.). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
- GAVIOLA, S. y LIPINSKI, V. M. 2004. Evaluación de rendimiento y nitratos en ajo cv. Nieve INTA con riego por goteo. *Agric. Téc.*, 64 (2): 172-181.
- HERNÁNDEZ, A., PÉREZ, J.M., BOSCH, D. y CASTRO, N. 2015. Clasificación de los Suelos de Cuba 2015. Ediciones INCA, Cuba, 91 p.
- HERNÁNDEZ, L. K. 2010. Efecto de las diferentes dosis de humus líquido sobre los rendimientos del rábano (*Raphanus sativum* L.). Trabajo de Diploma. Facultad Agropecuaria Montaña del Escambray, Cuba, 54 p.
- HUEZ, L. M. A, LÓPEZ, E. J., JIMÉNEZ, L. S., et al. 2010. Fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) bajo riego por goteo en la Costa de Hermosillo. *BIOtecnia*, XII (3): 23-31.
- IZQUIERDO, H. y GÓMEZ, O. 2007. 'Vietnamita', Un clon de ajo (*Allium sativum* L.) de alta calidad fitosanitaria y buen potencial de rendimiento. Informe de nuevos clones. *Cultivos Tropicales*, 28 (1): 75.
- KAMENETSKY, R., LONDON, I., KHASHANOV, F., et al. 2003. Garlic (*Allium sativum* L.) and its wild relatives from Central Asia: evaluation for fertility potential. Proceedings of the XXVth International Horticultural Congress, Toronto, Canada. *Acta Hort.*, 637: 83-91.
- MARRERO, A., TERÁN, A., HERNÁNDEZ, C., et al. 2009. Guía Técnica Para La Producción del Cultivo del Ajo. Biblioteca ACTAF, La Habana, Cuba, 30 p.
- MELLA, R. 2000. Caracterización del ajo Chino *Allium sativum* L. procedente de semilla local y del ajo rosado *Allium sativum* L. procedente de semilla local y de micropropagación, en la localidad de Rengo VI Región. Tesis Ingeniería Agrícola, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile, 86 p.
- MINAGRI. 2000. Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos. Ministerio de la agricultura, Agricultura Urbana y suburbana, La Habana, Cuba.
- MONTANO, R., ZUAZNABAR, R., GARCÍA, A., et al. 2007. FitoMas-E: Bionutriente derivado de la industria azucarera ICIDCA. *Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, XLI (3): 14-21.

- MUJICA, H. R. 2012. Crecimiento, desarrollo, producción y calidad del ajo (*Allium sativum* L.) en respuesta a la densidad de siembra y la nutrición potásica. Tesis Doctoral, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Caracas, Venezuela.
- PORTELA, J. A. y CAVAGNARO, J. B. 2005. Escala ecofisiológica para ajos blancos y violetas: Una herramienta fundamental para la toma de decisiones en el cultivo. Informe Anual de progresos, Estación Experimental La Consulta, INTA, Argentina, p 42-45.
- RODRÍGUEZ, P. A. 2002. Caracterización química y microbiológica del humus de lombriz obtenido de diferentes residuales orgánicos. 2do Congreso Internacional Virtual Agropecuario CIVA, México.
- SIDOTI, B. y CAUCOTA, D. 2010. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre el cultivo de ajo. *Comunicaciones - Publicación del Valle Inferior*, N° 64, p 4.
- SUQUILANDA, M. 2003. Producción orgánica de hortalizas. S.F. Edición Publiasesores, 147 p.
- YAMAGUCHI, S. J., CALLUM, M.M.C., SHAW, M., *et al.* 2008. Biochemical and genetic analysis of carbohydrate accumulation in onion (*Allium cepa* L.). *Plant & Cell Physiology*, 49 (5): 730-739.
-

Recibido el 13 de diciembre de 2017 y Aceptado el 21 de febrero de 2019