

Artículo científico**EFFECTO DE HUMUS LÍQUIDO EN LA PRODUCTIVIDAD BIOLÓGICA Y AGRÍCOLA DE LA COL (*BRASSICA OLERACEA L.*) VAR. CAPITATA CV. 'HERCULES 31'**

Marylen Santa María Rodríguez¹, María Margarita Díaz de Armas², María Esther Cea Migenes² y Aldo López Gómez²

RESUMEN

Para evaluar el efecto del humus líquido obtenido en Cuba en indicadores de crecimiento y rendimiento en el cultivo de la col (*Brassica oleracea L.*) var. Capitata cv. 'Hércules 31', en condiciones de huerto intensivo, se llevó a cabo un experimento en áreas del huerto intensivo de las 100 hectáreas (ha) de la Granja Guayabal, perteneciente al Proyecto Endógeno Cuba-Venezuela del Instituto de Ciencia Animal (ICA), ubicado en San José de Las Lajas, provincia Mayabeque, en el período comprendido entre diciembre de 2012 y febrero de 2013. El humus líquido fue obtenido de vermicompost, y aplicado al follaje en diluciones 1/40 y 1/60 v/v, y un control en ausencia del mismo. Se encontró aumento en el número de hojas, la longitud de las raíces, el diámetro ecuatorial y polar y la masa fresca de los repollos de col tratados previamente con las diluciones de humus líquido, además, alcanzaron los mayores valores de rendimientos agrícolas en comparación con el control.

Palabras clave: col (*Brassica oleracea L.*), húmus líquido, indicadores fisiológicos

Effect of liquid humus on biological and agricultural productivity of cabbage (*Brassica oleracea L.*) var. Capitata cv. 'Hercules 31'.**ABSTRACT**

To evaluate the obtained in Cuba in indicators of growth and yield in the crop of under intensive orchard conditions, an experiment was carried out in areas of the orchard Intensive of the 100 ha of the Guayabal farm, belonging to the endogenous Cuba-Venezuela project of the Institute of Animal Science (ICA), located in San José de Las Lajas, province of Mayabeque, in the period between December 2012 and February 2013. The liquid humus was obtained from vermicompost, and applied to the foliage in dilutions 1/40 and 1/60, v/v, and a control in the absence of it. Increased number of leaves, root length, equatorial and polar diameter and fresh mass were found. The plants treated, compared to the control, reached the highest values of agricultural yields.

Key words: cabbage (*Brassica oleracea L.*), liquid humus, physiology indicators

¹Marylen Santa María Rodríguez, especialista A en Producción de Caña de Azúcar del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera CUJAE km 2 ½, La Habana, Cuba. ²Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de La Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. E- mail: marylen.santamaria@inica.azcuba.cu

INTRODUCCIÓN

El uso de compuestos no contaminantes al medio ambiente en los cultivos hortícolas, es una tecnología alternativa utilizada en Cuba, la cual tiene entre sus beneficios, minimizar los riesgos ambientales que provocan la presencia de productos tóxicos en los cultivos, eliminar la importación de nuevos productos que aumentan los costos de producción y los riesgos de la presencia de residuos y la exposición de los trabajadores agrícolas.

El fenómeno de la globalización y el aumento del costo de los fertilizantes, relacionado con el crecimiento ecológico y la conservación de la energía, ha requerido el uso de compuestos orgánicos como fuente importante para la nutrición de las plantas y el crecimiento productivo (Dotaniya *et al.*, 2014).

El vermicompost es una técnica del reciclaje de residuos no agresiva al medio ambiente, no es termófila, es inodora y posee propiedades desintoxicantes (Goswami *et al.*, 2016).

En la actualidad ha cobrado auge el empleo de compuestos obtenidos de vermicompost también llamado lombricompost o humus de lombriz en forma líquida, los cuales se adicionan en diferentes fases del ciclo del cultivo de la planta y causan efectos fisiológicos en la misma, a los cuales se les denomina extractos de vermicompost líquido o humus de lombriz líquido. Los mismos son complementos de la fertilización de los cultivos, aspecto que aún se discute debido al incremento en la productividad agrícola y biológica de las cosechas.

El humus líquido obtenido de vermicompost, cuando se aplica al suelo, actúa como agente quelatante, mantiene al Fe, Cu, Mn y Zn en disolución disponible para ser asimilado por las

plantas. Tiene además la habilidad de resistir el cambio en las concentraciones de iones hidronio, actuando como buffer ácido-base para las sales de los fertilizantes, estimula el crecimiento de las raíces por su capacidad de intercambio. Por el contenido de hormonas del crecimiento o bioestimulantes que contiene el humus líquido, es capaz de provocar en las plantas alargamiento celular, incremento en la longitud del tallo, la biomasa y la productividad biológica y agrícola en general.

Diversos experimentos han demostrado que el contenido de ácido húmico que contiene el producto, aplicado en las primeras etapas del desarrollo de las plantas, es fuente de polifenoles catalizadores de la respiración, por lo que se incrementa la división celular, el desarrollo de la raíz y la materia seca (Camacho y Díaz, 2011).

Los ácidos húmicos poseen innumerables bondades en el enriquecimiento de las plantas y el suelo, ya que estos contribuyen a la liberación de nutrientes contenidos entre sí, fijando el pH y aumentando la capacidad de aireación del mismo. La retrogradación del fósforo y la potasa en la formación de humatos y humofosfatos es uno de los factores que actúan directamente en el mejoramiento del estado nutricional de las plantas (Payeras, 2017).

Estos materiales orgánicos ricos en carbón ejercen un grupo de efectos beneficiosos en los atributos del suelo, incluyendo un efecto positivo en la capacidad de almacenar agua (Song *et al.*, 2015) formación de los agregados del suelo y mantenimiento, aumenta la capacidad de cambio catiónico y la disponibilidad de nutrientes (Caron, 2015).

Las sustancias húmicas también pueden estimular la fisiología de las plantas, en dependencia de la especie y las características de las mismas, como la concentración, el peso molecular, estructura de los ácidos orgánicos y el material de origen (Canellas y Olivares, 2014; Caron, 2015).

Desde comienzo del siglo XXI se han incrementado las investigaciones en el mundo referente a las aplicaciones de humus líquido en vegetales como las hortalizas. En Cuba, los científicos aplican estos compuestos no contaminantes al medioambiente en diversas etapas fenológicas de cultivos como la lechuga, brócolis, acelga y coliflor, con lo que han logrado obtener producciones más altas.

Vilches (2009), en el huerto intensivo de Guayabal "El Centenario", aplicó alternativas ecológicas utilizando el humus de lombriz íntegro al cultivo de la col, para determinar su efecto sobre el rendimiento agrícola y las plagas que afectaban al mismo, donde obtuvo resultados satisfactorios.

Por otra parte, desde finales del siglo pasado, el Departamento de Química de la Universidad Agraria de la Habana (UNAH), ha venido trabajando con diluciones de humus líquido extraído de vermicompost, entre los que se encuentran el Liplant, que aplicado a diferentes cultivos, aumentaron su productividad agrícola y biológica, actualmente dicho Departamento produce otras formulaciones de humus líquido según la técnica extractiva de Hernández (2010).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del humus líquido obtenido sobre indicadores de crecimiento y rendimiento en el cultivo de la col

(*Brassica oleracea* L. var. Capitata cv. 'Hércules 31').

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se seleccionaron las áreas del Huerto Intensivo de las 100 ha de la Granja Guayabal, perteneciente al Proyecto Endógeno Cuba-Venezuela del Instituto de Ciencia Animal (ICA), ubicado en San José de Las Lajas, provincia Mayabeque, en el período entre diciembre 2012 y febrero 2013.

Se utilizaron plántulas de col var. Capitata cv. 'Hércules 31', sembradas de forma manual, en un suelo Ferralítico Rojo compactado. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, a una distancia de 0,90 m x 0,30 m, con una densidad de 37 037 plantas ha⁻¹, las cuales fueron sometidas a un régimen de riego por aspersión, dos veces por semana, hasta la total formación del repollo.

La unidad experimental estuvo representada por surcos de 15 m de longitud, separados a una distancia de 2 m.

La preparación del suelo y las atenciones culturales se ejecutaron acorde con lo establecido para el cultivo de la col, según Instructivo Técnico del MINAGRI (2002).

A los siete días después del trasplante, cuando las plántulas tenían de tres a cuatro hojas, se asperjaron con diluciones de humus líquido, obtenidas por la técnica de Hernández (2010).

La aplicación se realizó a 300 plantas y se escogieron 35 al azar por cada tratamiento para las evaluaciones. Se utilizaron tres réplicas y los tratamientos descritos a continuación:

T1- Control (sin aplicación)

T2- dilución 1/40 volumen/volumen (v/v) de humus líquido

T3- 1/60 volumen/volumen (v/v) de humus líquido

La dosis empleada en cada tratamiento fue 20 mL por planta y se realizó una única aplicación para las evaluaciones de parámetros (número de

hojas, diámetro ecuatorial y polar del repollo, utilizando un pie de Rey digital de 0,1 cm de precisión y la longitud de las raíces con cinta milimetrada).

La Tabla 1 expone las características del humus líquido utilizado en el experimento, según Hernández (2010).

Tabla 1. Características físicas y químicas del humus líquido.

Composición del humus líquido	Valor	Unidad
pH	8,73	-
Conductividad eléctrica	5,81	Ms cm ⁻¹
Densidad del suelo	0,99	Kg dm ⁻³
Materia orgánica del humus	60,00	%
Carbono orgánico	35,00	%
Na ⁺	270,00	mg L ⁻¹
K ⁺	2331,00	mg L ⁻¹
Ácidos húmicos y fúlvicos	N/C	-
Auxinas (AIA, AIP)	0,50 – 2,00	mg L ⁻¹
Giberelinas (GA ₃)	0,50 -2,00	mg L ⁻¹
Citoquininas (Adenina)	0,01 – 0,50	mg L ⁻¹
Aminoácidos libres	9,33	mg L ⁻¹
Elementos minerales	3637,02	mg L ⁻¹

Leyenda: AIA (ácido indol acético); AIP (ácido indol propiónico); GA₃ (ácido giberélico)

En el momento de la cosecha (85 días después del trasplante), se determinó la masa fresca de los repollos, para lo cual se tomaron 35 plantas de cada tratamiento y se pesaron en una balanza técnica Sartorius de 2 ± 0,001 kg. A partir de los datos de masa de los repollos se estimó el rendimiento del cultivo en kg m⁻².

A los datos obtenidos se les practicó análisis de varianza de clasificación simple y para comparar las medias entre tratamientos, se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey a p<0,05, con el paquete estadístico StatGraph v.5.

En la Tabla 2 se expone el comportamiento del número de hojas de la col, con los diferentes tratamientos estudiados.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos estudiados y el control. Correspondió a la dilución 1/60 el mayor número de hojas. Los resultados obtenidos probablemente están relacionados con la composición química del bioproducto, el que posee sustancias húmicas y varias fitohormonas, de las cuales se conocen los efectos positivos sobre el crecimiento vegetal, al estimular distintos procesos fisiológico-bioquímicos de la planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2. Comportamiento del número de hojas en plantas de col (Letras desiguales difieren significativamente para $p \leq 0,05$).

Tratamiento	Número de hojas
Control	16,7 c
HumusLíquido1/60	19,7 a
HumusLíquido1/40	18,7 b
F=11,85, p=0,0002	

Esto se justifica, según lo planteado por Huelva *et al.* (2012), quienes aplicaron diluciones de 1/40 v/v de humus líquido obtenido de vermicompost en los primeros estadios de desarrollo de plantas de maíz y evaluaron el contenido de fósforo foliar, dada la importancia de este macronutriente en la productividad de los cultivos, ya que participa en innumerables procesos metabólicos y/o constituyente de elementos estructurales de tejidos y órganos de vegetales, encontrando un mayor aumento en los azúcares asociados al fósforo y nucleótidos libres en las hojas de las plantas en las cuales se aplicó el bioproducto.

Según Huerres y Caraballo (1988), los días que demora la planta en alcanzar el mayor número de hojas, se incrementa hasta alcanzar un máximo entre los 60 y 90 días después del trasplante, para estabilizarse hasta tomar la conformación del repollo.

Los experimentos de Manea (2017) con un híbrido de col, desarrollado en condiciones de producción en la India, demostraron que diluciones de sustancias húmicas solas o combinadas aumentaron todos los parámetros del repollo.

Este efecto estimulante de la aplicación de humus líquido sobre la emisión de hojas ha sido reportado por varios autores en diferentes cultivos. Calderín *et al.* (2016) demostraron que las aspersiones foliares del humus líquido (Liplant) favorecieron los indicadores de crecimiento y producción del maíz con efectos positivos en la emisión de hojas.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de la medición de la longitud de la raíz, donde se observa que las plantas de col tratadas con las diluciones de humus líquido difieren significativamente con respecto al testigo, siendo la dilución 1/40 la de mayor valor absoluto, pero sin diferir de 1/60.

La estimulación del sistema radical por el uso de sustancias húmicas ha sido constatada por varios autores. Los resultados mostrados se corresponden con los obtenidos en los trabajos de Hernández (2010), al aplicar humus líquido al follaje de plantas de lechuga.

Estos resultados están relacionados con la estimulación de la actividad de la enzima H⁺-ATPasa de membrana plasmática, por las sustancias húmicas presentes en el humus líquido, según informa Hernández *et al.* (2016).

Además refieren los autores anteriores que, la presencia de fitohormonas o precursores de éstas modifican el balance hormonal en estas plantas, que puede favorecer el balance auxina/citoquinina. La primera de estas

fitohormonas se encuentra en mayor concentración en la composición del producto. Una relación auxina/citoquinina elevada induce la formación y la elongación de raíces.

Tabla 3. Longitud de raíces de plantas de col tratadas con diluciones de humus líquido (Letras desiguales difieren significativamente entre sí a $p \leq 0,05$).

Tratamiento	Longitud de las raíces (cm)
Control	16,3 c
HumusLíquido1/60	21,4 b
HumusLíquido1/40	21,9 a

F= 9,92, p= 0,00

Las Figuras 1 y 2 muestran los resultados del diámetro ecuatorial y polar. Los valores obtenidos en estos indicadores no son tan elevados como los informados en la literatura por Huerres y Caraballo (1988), debido probablemente, al elevado pH del suelo (7,7), que no condicionó un desarrollo óptimo de la col.

No obstante, aunque en ambos indicadores no se encontraron diferencias significativas con respecto al control, es perceptible una tendencia al aumento del diámetro con el uso de las diluciones de 1/60 (v/v) de humus líquido (Figuras 1 y 2).

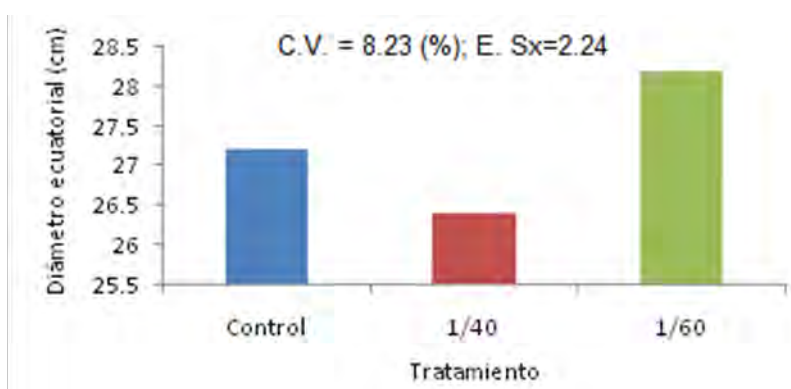


Figura 1. Diámetro ecuatorial de los repollos de plantas de col tratadas con diferentes diluciones de humus líquido.

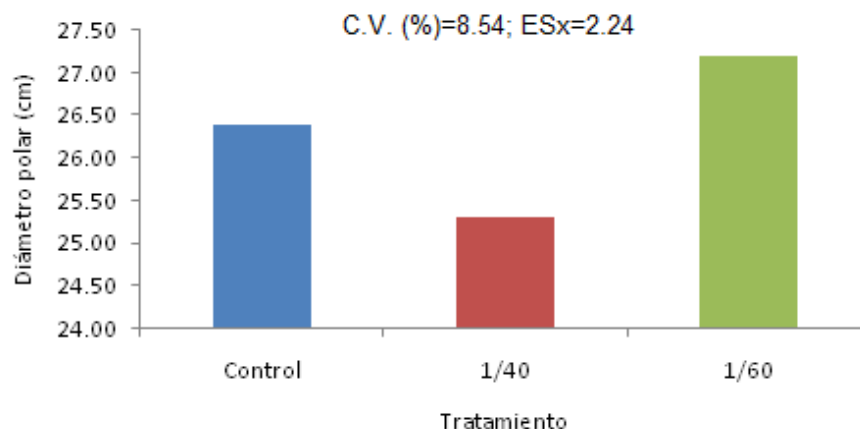


Figura 2. Diámetro polar de los repollos de plantas de col tratadas con diferentes diluciones de humus líquido.

Varios autores han constatado el efecto estimulante de la aspersión foliar de humus líquido en el diámetro polar y ecuatorial de las Brassicas.

Mesa *et al.* (2010) al realizar evaluaciones del diámetro ecuatorial de bulbos de cebolla, cuyas plantas fueron asperjadas previamente con dilución 1/10 v/v de Liplant, encontraron que dicho indicador se incrementó ligeramente con respecto al control. Mesa (2015) encontró que diluciones 1/40 y 1/60 v/v. de extracto de

vermicompost asperjadas a plántulas de coliflor al inicio del ciclo del cultivo incrementaron el diámetro de la pella con respecto al control.

En la Tabla 4 se presentan los resultados para el indicador masa fresca de los repollos de col. De manera general, se observan diferencias significativas entre los tratamientos. La dilución humus líquido 1/40 v/v es significativamente superior al control, pero sin diferir significativamente de la dilución 1/60 v/v, la que a su vez se comportó igual al control.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en la masa fresca de los repollos (*Letras desiguales difieren significativamente a p<0,05*).

Tratamiento	Masa promedio de los repollos
	Kg
Control	1,92 b
HumusLíquido1/60	2,11 ab
HumusLíquido1/40	2,30 a

F= 6,95, p= 0,00

Estos resultados se corresponden en parte con los de Vilches (2009), quien aplicó extracto de humus de lombriz a plantas de col en el mismo

escenario, en años anteriores al experimento y encontró que la masa fresca promedio de los repollos evaluados fue 1,69 kg, valores similares

a los encontrados en el tratamiento control. Povero *et al.* (2016) informaron el aumento de este indicador con la aplicación de humus líquido en otros cultivos. Melo *et al.* (2016) reportaron resultados satisfactorios para diluciones de humus líquido en banano con un aumento de los rendimientos para este cultivo.

La baja masa de los repollos encontradas en el trabajo pueden deberse a las condiciones edáficas en las que se desarrolló el experimento. Este suelo presenta un elevado contenido de materia orgánica (5,20 %) y pH por encima de la

neutralidad con valor de 7,7, condiciones no óptimas para el cultivo de la col, siendo el óptimo el pH de 6,5 – 6,2.

La Tabla 5 expone los rendimientos obtenidos en ($t\ ha^{-1}$) en los diferentes tratamientos. Los mismos tuvieron un comportamiento similar a los encontrados para el indicador masa fresca del repollo. La dilución de humus líquido 1/40 (v/v) es significativamente superior al control, aunque no difiere significativamente de la dilución 1/60 (v/v) y esta a su vez del control.

Tabla 5. Rendimiento agrícola del cultivo de la col obtenido después de aplicar el humus líquido (Letras desiguales difieren significativamente para $p \leq 0,05$).

Tratamiento	Rendimiento
	t/ha
Control	44,80 b
HumusLíquido1/60	46,00 ab
HumusLíquido1/40	49,30 a

F= 5,85 p=0,00

A pesar que algunos de los indicadores evaluados fueron inferiores a los informados en la literatura para esta variedad, de manera general, la aplicación foliar del humus líquido incrementó significativamente los indicadores biológicos, que se tradujo en un aumento significativo de los indicadores agrícolas y los valores más elevados se obtuvieron en el tratamiento de la dilución 1/40 v/v.

CONCLUSIONES

- El número de hojas de los repollos de col var. Capitata cv. 'Hércules 31' se ve favorecido por aplicación de diluciones de humus líquido 1/40 y 1/60 (v/v), sin embargo más diluida (1/60 v/v) fue la que proporcionó una mayor tendencia al aumento de los diámetros ecuatoriales y

polares cuando las plantas fueron asperjadas con el bioproducto previamente después del trasplante.

- La productividad biológica y agrícola también se ven beneficiadas cuando se aplicaron diluciones de humus líquido después del trasplante a plantas de col var Capitata cv. 'Hércules 31', principalmente la dilución de 1/40 (v/v) fue la que más favoreció la masa fresca y el rendimiento agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camacho, F. y Díaz de Armas, M. (2011). Efecto de bioestimulantes inocuos de origen natural en brassicas. La biodesinfección para el control de patógenos del suelo. Ediciones

- Agrotécnica S.L.España .ISBN13:978-84-87480-82-9
- Canellas, L.P. y Olivares, F.L. (2014). Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 1 (1): 3-10.
- Calderin, A.; Guridi, F.; Martinez, D.; Diaz de Armas, M.; Artega, M.; Mesa, S. y Louro, R. (2016). Vermicompost-Derived liquid humus in low input and small-scale farming. <https://www.researchgate.net/publication/287195349>
- Caron, V.C. (2015). Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos. Piracicaba: ESALQ/USP.
- Manea, A. (2017) Fertilizer type on cabbage growth and yield . *International Journal of Vegetable Science*.v.23 n.6
- Melo, D. ; Borges, E. ; Laecio da Silva, A. y Sausa, M. (2016). Agronomic performance and soil chemical attributes in a banana tree orchard fertigated with humicsubstances. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 46, n. 4, p. 421-428, Oct. / Dec. 2016.
- Dotaniya, M.L.; Datta, S.C.; Biswas, D.R. y Kumar, K. (2014). Effect of organic sources on phosphorus fractions and available phosphorus in TypicHaplustept. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 62(1): 80-83.
- Goswami, L.; Pratihari, S.; Dasgupta, S.; Bhattacharyya, P.; Mudoi, P.; Bora, J.; Bhattacharya, S.S. y Kim, K.H. (2016). Exploring metal detoxification and accumulation potential during vermicomposting of Tea factory coal ash: sequential extraction and fluorescence probe analysis. *Sci. Rep.*, 6: 30402. <http://dx.doi.org/10.1038/srep30402>.
- Hernández, O. (2010). Modificaciones al proceso de obtención de sustancias húmicas a partir de vermicompost: efectos biológicos. Tesis de Maestría en Ciencias de la Química Agrícola. UNAH. La Habana. Cuba.
- Hernández, L.; Guridi, F.; Huelva, R.; Martínez, D. y Artega, M. (2016). Efectos de un extracto de sustancias húmicas sobre indicadores de la productividad biológica y bioquímico-fisiológicos en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) de las variedades Mariela y Mara. *Revista UT Ciencia*, 3 (1), Ecuador.
- Huelva, R.; Hernández, O.; Martínez, D. y Guridi, F. (2012). Distribución de p-foliar asociado a diferentes moléculas orgánicas en plantas de maíz (*Zea mays* var. P-7928) tratadas con sustancias húmicas líquidas por vía radicular y foliar. En: *Memorias XVIII Congreso Científico del INCA CD ISBN 978-959-7023-62-3*.
- Huerres, C. y Caraballo, N. (1988). *Horticultura*. Editorial Pueblo y Educación, 55 - 69.Cuba
- Mesa, S.; Diaz de Armas, M.M. y Krieger, J. (2010). Resultados obtenidos en la producción de vegetales con dos extractos húmicos líquidos en el departamento de química de La Universidad Agraria de La Habana. Impacto sobre propiedades físicas y químicas del suelo. En *Memorias XVII Congreso Científico del INCA.CD. ISBN 979-059-7023-48-7*
- Mesa, G. (2015). Efecto de humus liquido sobre coliflor desarrollada en la finca El Conde Tesis presentada en opción al Título de Máster en Agroecología y

- Desarrollo Sostenible. Facultad de Agronomía UNAH.
- MINAGRI (2002). Guía para el cultivo de la col en Cuba. Habana, Cuba. Ministerio/proyectos/world/ink.
- Payeras, A. (2017). Ácidos húmicos y fúlvicos en bonsái. BONSAI MENORCA 2017. Disponible en: <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/acidos-humicos-y-acidos-fulvicos/>. (consultado en Febrero, 2018) Povero, G.; Mejía, J.; Tommaso, D.; Piaggese, A. y Warrior, P. (2016). A systematic approach to discover and characterize natural plant biostimulants. *Plant Science*, 7:435
- Vilches, E. (2009). Regulación de las poblaciones de insectos nocivos en el cultivo de la col (*Brassica oleracea* L.) mediante alternativas orgánicas. Tesis en opción al título de Máster en Agroecología y Agricultura Sostenible. UNAH.
- Fecha de recepción: 2 abril 2018
Fecha de aceptación: 25 octubre 2018

Agrotecnia de Cuba
ISSN impresa: 0568-3114
ISSN digital: 2414- 4673
<http://www.ausuc.co.cu>

