

## Extracto de vermicompost Liplant una alternativa para el desarrollo de la agricultura de conservación

### Extract of vermicompost Liplant an alternative for the development of conservation agriculture



<http://opn.to/a/O9DUG>

Dr.C. Mayra Arteaga Barrueta<sup>I✉</sup>, Dr.C. Nelson Garcés Pérez<sup>II</sup>,  
M.Sc. José Antonio Pino Roque<sup>III</sup>, Ing. Liliam Otaño Corona<sup>I</sup>,  
Lic. Helen Veubides Amador<sup>I</sup>

<sup>I</sup> Universidad Agraria de la Habana, Facultad Agronomía, Departamento de Química, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>II</sup> Universidad de La Habana, Vedado, Plaza, La Habana, Cuba.

<sup>III</sup> Universidad Agraria de la Habana, Facultad Ciencias Técnicas, Departamento de Matemática, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN.** Buscar alternativas ecológicas obtenidas a partir de residuos de los propios agroecosistemas se ha convertido en un reto en las investigaciones actuales para revertir las problemática de la baja productividad de los cultivos, como es el caso del frijol negro, que no llegan a satisfacer las altas demandas de la población. El presente trabajo tuvo como objetivo: Evaluar los efectos de la aplicación de un extracto de vermicompost (LIPLANT) sobre la productividad agrícola en un cultivos de interés económico, al aplicarse combinado con otros bioproductos, así como en la preservación de las propiedades de un suelo Ferralítico Rojo Lixiviados (FRL) conservado en las condiciones de producción de una pequeña finca de la localidad. Los resultados obtenidos demostraron que con este producto aplicado a las plantas de frijol, por si sólo o adicionado con la tecnología de conservación desarrollada por el productor de acuerdo a las condiciones existentes en la finca, se puede incrementar la productividad del cultivo y hacer un uso más racional del material vermicompostado, lo que determina que su aplicación sea más viable, con un impacto no sólo económico sino también ecológico. Con la aplicación del LIPLANT se logró una mejor repuesta productiva positiva al mejoramiento del suelo FRL conservado.

**Palabras clave:** alternativas ecológica, agroecosistema, productividad agrícola.

**ABSTRACT.** To look for alternative ecological obtained starting from residuals of the own agroecosystems it's has convert a challenge in the current investigations to revert the problematic of the drop productivity of the cultivations, like it is the case of the black bean that they don't satisfying the population's discharges demands. The present work had as objective: To evaluate the goods of the application of a vermicompost extract (LIPLANT) about the agricultural productivity in an economic interest cultivations, when being applied cocktail with other bioproducts, as well as in the preservation of the estates of a soil Leached Red Ferralitic (FRL) conserved under the conditions of production of a small property of the town. The obtained results demonstrated that with this applied product to the bean plants, for if only or added with the technology of developed conservation by the producer according to the existent conditions in the property, you can increase the productivity of the cultivation and to make a more rational use of the material of vermicompost, what determine that their application is viable, with an impact not only economic but also ecological. With the application of LIPLANT a better positive productive answer to the improvement of the soil preserved FRL was achieved.

**Keywords:** alternative ecological, agroecosystem, agricultural productivity.

✉ Autor para correspondencia: Mayra Arteaga Barrueta. E-mail: [mayra@unah.edu.cu](mailto:mayra@unah.edu.cu)

Recibido: 24/02/2017

Aceptado: 11/06/2018

## INTRODUCCIÓN

Satisfacer la alta demanda de alimentos de la población es uno de los desafíos principales de la política económica de Cuba, que tiene entre sus bases el desarrollo sostenible de la agricultura. Con este fin, debe enfrentarse la crisis económica mundial que conlleva a la escasez de insumos ([Lehmann y Kleber, 2015](#)), la afectación de la capacidad productiva de los suelos, como los Ferralíticos Rojos Lixiviados en más de un 50% ([Hernández et al., 2015](#)), entre otros factores que repercuten en que la producción de los cultivos sea limitada ([ONEI, 2015](#)). Bajo estas condiciones en la actualidad se ha incrementado las diferentes formas de producción en Cuba, fundamentalmente las pequeñas fincas, parcelas y organopónicos en las localidades urbanas. Éstas en la generalidad de los casos por las condiciones existentes, no logran autoabastecerse de los propios recursos del agroecosistemas para la elaboración de materia orgánica compostada o vermicompostada, siendo éstas dependientes de la obtención externa de grandes volúmenes de estos materiales ( $4 \text{ t. ha}^{-1}$ ), que por factores objetivos y subjetivos no se logran abastecer de manera externa para mantener la productividad anual de los cultivos de manera sostenible. La aplicación de Bioestimulantes vermicompostados han demostrado sus grandes bondades en el incremento de la producción biológica y agrícola de los cultivos con efectos ecológicos favorables ([du Jardin, 2015](#); [Piccolo, 2016](#)).

La obtención de extractos de vermicompost como el LIPLANT, cuyo proceso de producción es de bajo costo y a partir de productos naturales, concentra sustancias con alta actividad biológica demostrando ser una solución ante estas problemáticas, al ser un bioestimulante del crecimiento vegetal aplicado en bajas diluciones sobre las plantas, se logra reducir la cantidad de material vermicompostado utilizado para obtener una respuesta positiva en ellas y durante en su aplicación sistemática puede contribuir a la conservación de los suelos donde se utiliza ([Arteaga et al., 2007](#); [Arteaga, 2014](#)). El efecto beneficioso de los ácidos húmicos extraídos de vermicompost ha sido verificado por diferentes autores ([Calderín et al., 2012, 2014a,b](#); [Berbara y García, 2014](#)). En la literatura no se cuenta con estudios a través del tiempo que involucren la aplicación del extracto Liplant combinado con otros productos naturales (Ecomic y Biofert) biofertilizantes con efectos estimuladores del crecimiento vegetal. Se desconoce además la contribución de esta combinación de estos productos al mejoramiento de suelos conservados, con los cuales no se ha logrado una respuesta positiva a su mejoramiento ([Hernández et al., 2011](#)). A su vez integrar la aplicación del producto a las condiciones existentes en la finca en el momento de la realización del estudio.

El presente trabajo tuvo como objetivo: Evaluar los efectos de la aplicación de un extracto de vermicompost (LIPLANT) combinado con otros biofertilizantes sobre el incremento de la producción de frijol negro, así como en la conservación de las propiedades de suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados conservados en las condiciones de producción de una pequeña finca de la localidad de San José de las Lajas.

## MÉTODOS

El experimento fue realizado en tres ciclos de cultivos (CC) de frijol negro variedad ICA Pijao línea 32 mejorada, en la etapa finales de Octubre a principio de Marzo en condiciones de producción de una finca perteneciente a la CCS “Manuel Fajardo” del Municipio de San José de las Lajas provincia Mayabeque. Consta de un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado ([Hernández et al., 2015](#)).

Para su estudio las muestras de suelo fueron tomadas de forma aleatoria (40 submuestras) en la diagonal del área de estudio ( $54 \text{ m}^2$ ) después de ser preparadas y homogenizadas para la obtención de muestras estándar. Estas se analizaron antes de realizada la primera siembra del primer ciclo de cultivo (CC1) y después de culminado el último (CC3). Los indicadores evaluados fueron: materia

orgánica del suelo (MO%, Método de Tyurin Colorimetría  $\lambda= 559$  nm, [ISO 10390: \(1999\)](#), pH (Potenciométrico, [ISO 10390: 1999](#)), capacidad de intercambio catiónico (CIC, método de Shatchabel, [NC 65: 2000](#)), relación  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  (Complejometría, contenido de fosforo (P, Método de Oniani [NC 52: 1999](#)) y potasio (K, Fotometría de llama), densidad aparente del suelo (Método de los anillos), conductividad eléctrica (CE, Conductimetría [NC 112: 2001](#)).

Las evaluaciones del suelo mostraron características de un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado conservado ([tabla 1](#)), de acuerdo a los indicadores de degradación referidos para este tipo de suelo ([Hernández et al., 2011](#)).

Es un suelo con una fertilidad apropiada para asegurar el buen desarrollo del cultivo en él ([Agüero et al., 2013](#)) y con un estado de conservación que permitirá el cumplimiento de los objetivos propuesto en el experimento.

Estos resultados se corresponden con el manejo de conservación realizado por el productor de la finca durante más de cinco: (I) la aplicación de residuos de la cosecha anterior o de la vegetación natural desarrollada en la etapa de no cultivo del suelo (barbecho) incorporada mediante el laboreo mínimo del suelo. (II) adición de materia orgánica compostada o vermicompostada en el fondo del surco de 2-4 T.ha<sup>-1</sup>. (III) utilización de productos naturales en diferentes variantes combinados o no, de acuerdo a la existencia en el mercado a la hora de realizar la siembra.

**TABLA 1.** Resultados del análisis de las propiedades físicas, físico-químicas del suelo antes de realizar la siembra del primer ciclo de cultivo.

Prof. 0-20 cm	%MO	pH (H <sub>2</sub> O)	CIC (Cmol.kg <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>	CE (Ds.cm <sup>-1</sup> )	P (ppm)	K (ppm)	da (g.cm <sup>-1</sup> )
Inicio CC1	3,7	7.21	17.68	3,89	1.82	66	0,61	1.10

Para el desarrollo del experimento en el momento de la siembra directa se combinó el Ecomic® del Instituto Nacional de Ciencias agrícolas y Biofer RF® del Instituto del suelo para recubrir las semillas de frijol y la adición de vermicompost a razón de 2 T.ha<sup>-1</sup>, variante tomada como control (TP). Como segundo tratamiento a evaluar se utilizó la combinó de esta tecnología con la aplicación del Liplant en dilución de 1:30 v:v. La aspersión foliar de Liplant se realizó con mochilas de 16 L a punto de goteo, en dos momentos en etapas tempranas del desarrollo del cultivo (1<sup>ra</sup> aplicación en un volumen total de 50 L.ha<sup>-1</sup> con la tercera hoja trifoliar y 2<sup>da</sup> de 150 L.ha<sup>-1</sup> 15 días después de la primera aplicación), se le designará tratamiento TP + L1/30.

Entre los indicadores morfofisiológicos evaluados 15 días después de cada aplicación foliar (15, 30, 45 días después de la siembra) a 15 plantas seleccionadas aleatoriamente por cada réplica para un total de 60 plantas por tratamiento, se encontraron el índice crecimiento de la altura de la planta y de las hojas y número de flores. En los indicadores bioquímicos-fisiológicos (duración del área foliar DAF, tasa de crecimiento TRC:  $(\ln msf - \ln msi) / (tf - ti)$ , tasa de asimilación neta, TAN:  $[(msf - msi) / (AFf - AFi)] [( \ln AFf - \ln AFi) / (Tf - Ti)]$  hasta los 30 días después de la aplicación de los productos ([Azcón y Talón, 2013](#)).

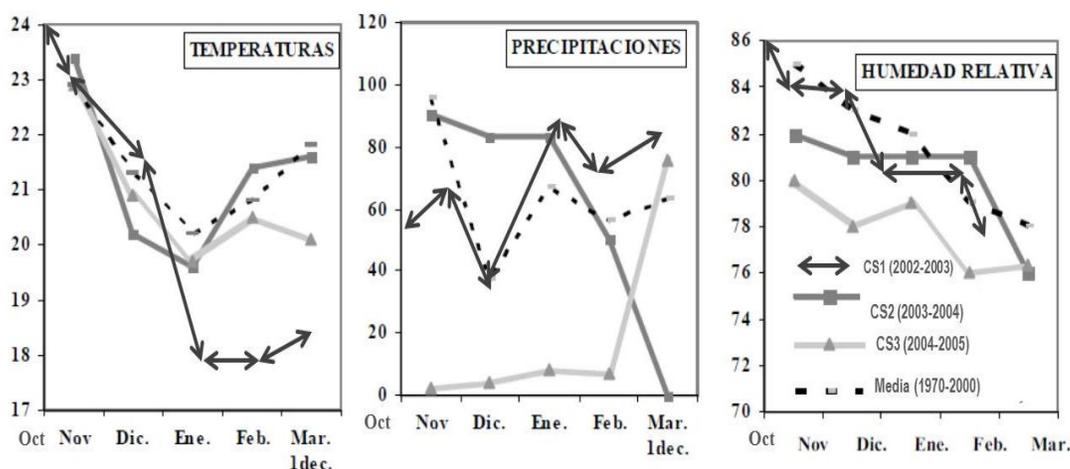
Los indicadores productivos número de vainas por plantas, semillas por vainas y masa de 100 semillas. El rendimiento R (T.ha<sup>-1</sup>) fue obtenido de la producción total por área de tratamiento que se estimó extrapolando a una hectárea. Para el análisis económico de la producción se evaluaron los indicadores económicos, en moneda nacional, según metodología ([FAO, 2015](#)), para cada tratamientos: valor de la producción (\$/ha) obtenido a partir del precio de un quintal del producto de frijol negro ascendente a 9 460 pesos, referido en ese momento por el Centro de Acopio de San José de las Lajas ([MINAG, 2008](#)) y los gastos incurridos de acuerdo a lo reportado por los productores considerando: preparación del suelo, precio de las semillas, atenciones culturales

(riego, aporque, deshierbe), aplicación de productos de acuerdo a las variantes desarrolladas en la finca. Se calculó los beneficios ( $\$.ha^{-1}$ ) y la relación costo/ peso invertido, que reportan cada uno de los tratamientos en los tres ciclos de cultivo evaluados.

Durante el desarrollo del experimento se tomaron las variables climatológicas: precipitación (mm), temperatura (0C), humedad relativa (%), de la Estación Meteorológica Territorial de Tapaste, San José de las Lajas, Mayabeque, reflejadas en la [Figura 1](#).

Estas se mantuvieron dentro del rango característico para esta zona durante los últimos 35 años, excepto las precipitaciones que se mantuvieron más escasas, por lo que fue necesario suplirlas por riego.

De acuerdo con las exigencias del cultivo las temperaturas y humedad se presentaron dentro de las referidas como tolerantes para el cultivo, según el instructivo técnico del mismo ([Agüero et al., 2013](#)).



**FIGURA 1.** Valores medios e históricos de la zona de los indicadores climáticos de la etapa experimental.

Las labores de cultivo realizadas para todos los tratamientos fueron las recomendadas por las normas técnicas del cultivo: labores de aporque manual, deshierbe, con riego de 7-10 días si no llueve, sobre todo en la etapa de floración e inicio de la fructificación.

Para el procesamiento estadístico de la información, se empleó el programa estadístico Statgraphics Plus versión 5.1 ([Statistical Graphics Crop, 2000](#)). Se utilizó un diseño experimental por bloques al azar con cuatro réplicas por tratamientos y se aplicó la prueba paramétrica de análisis de varianza de clasificación doble, para el estudio de los indicadores biológicos, productivos y de las propiedades del suelo entre los tratamientos, con etapas de evaluación y con ciclo de cultivo. Se empleó también la prueba de comparación múltiple de Tukey ([Tukey, 1949](#)), para detectar diferencias con una significación del 5%. En el análisis de las variables conteo de número de hojas, flores, vainas y semillas por planta se aplicó la transformación  $\sqrt{n}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los tres ciclos de cultivo los resultados de los indicadores evaluados en su generalidad fueron reproducibles con respecto al anterior. Los índices de crecimientos de las plantas tratadas con Liplant mostraron una estimulación con respecto a las del control.

En la [figura 2](#) y [3](#) se refleja los valores medios de los índices de crecimiento de la altura de las plantas y su desarrollo foliar, respectivamente. En la primera se aprecia en la dinámica evaluada

una estimulación con la aplicación del Liplant superior al control entre un 17-25% a los 15 dds, 36,5-51,9% a los 30dds y a los 45dds se duplica.

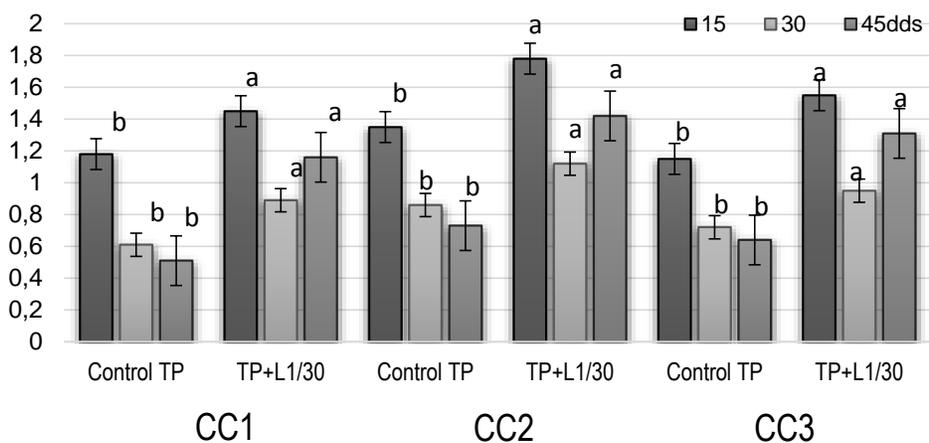
En el desarrollo foliar a los 15dds se obtiene entre un 11-26% llegando a incrementarse hasta un 46% a los 45 dds. De manera semejante en el número de flores es superior en un 21% hasta duplicarse los valores a los 45 dds con respecto al control en los tres ciclos evaluados, (Figura 4). Esto se puede justificar con el cálculo de la duración del área foliar favorecida significativamente ( $p \leq 0.05$ ) para los tratamientos que se le adicionó Liplant (Tabla 2), sugiere una mayor persistencia de la superficie foliar fotosintéticamente activa durante el crecimiento del cultivo con respecto al control.

Este efecto fue referido en el cultivo de frijol negro con aplicación de mulch y Biostan foliar (Hernández *et al.*, 2008). Se corresponde en otro cultivo de tipo C3, como el tomate con la aplicación de extractos de vermicompost (Arteaga *et al.*, 2006; Terry *et al.*, 2010). Así como el efecto de sustancias húmicas obtenida de vermicompost (Calderín *et al.*, 2012, 2014b; Canellas *et al.*, 2015).

Estos resultados se corresponden con las tasas relativa de crecimiento (TRC) y de asimilación netas (TAN) calculadas (tabla 2), los incrementos alcanzados para los tratamientos que se le adicionó Liplant en cada ciclo de cultivo corroboran cuan eficiente se hace el proceso de elaboración de la biomasa (Azcón y Talón, 2013).

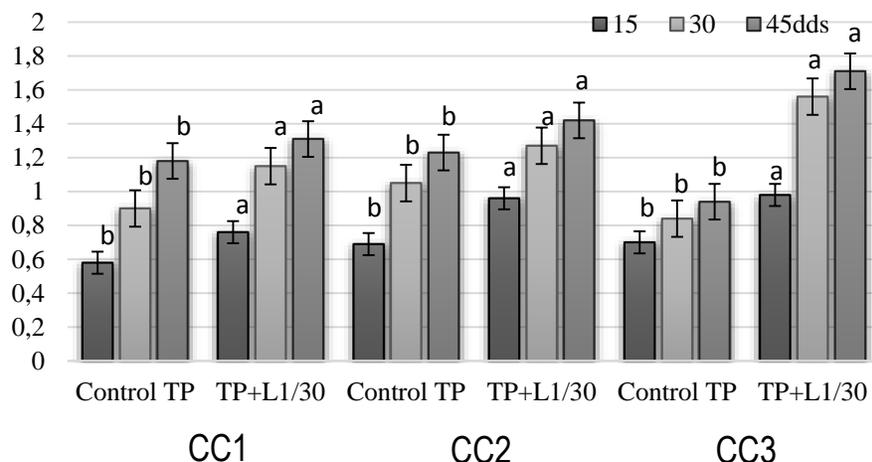
Con la TAN se define el aumento en masa seca por unidad de superficie foliar por unidad de tiempo, lo cual indica el balance entre el proceso fotosintético y la respiración (Haghighi *et al.*, 2012). Este efecto es de gran trascendencia en este cultivo C3 poco eficiente al presentar pérdidas por fotorespiración (Calderín *et al.*, 2016).

Con relación a esto, dichas plantas deben estar favorecidas en la producción de fotoasimilatos, como resultado de un proceso fotosintético más eficiente, pues estos órganos son los encargados directos de dicho proceso en las plantas, lo cual puede repercutir en la mayor formación de biomasa, parte de la cual estaría dirigida hacia la formación de las hojas y estructuras (Nardi *et al.*, 2016; Susic, 2016).



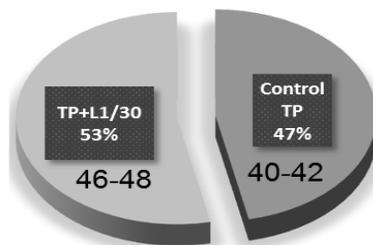
**FIGURA 2.** Valores medios de los índices de crecimiento de la altura de las plantas (cm) en tres momentos del desarrollo del cultivo.

(Medias con letra no comunes se diferencian significativamente, Tukey,  $p \leq 0.05$ )



**FIGURA 3.** Valores medios de los índices de crecimiento del número de las hojas en tres momentos del desarrollo del cultivo.

(Medias con letra no comunes se diferencian significativamente, Tukey,  $p \leq 0.05$ )



**FIGURA 4.** Valores medios del número de flores de los ciclos de cultivos evaluados en cada tratamiento a partir de los 39dds.

**TABLA 2.** Valores medios de la tasa relativa de crecimiento TRC, tasa de asimilación neta TAN y duración del área foliar DAF, a los 30 días después de aplicados los productos al cultivo.

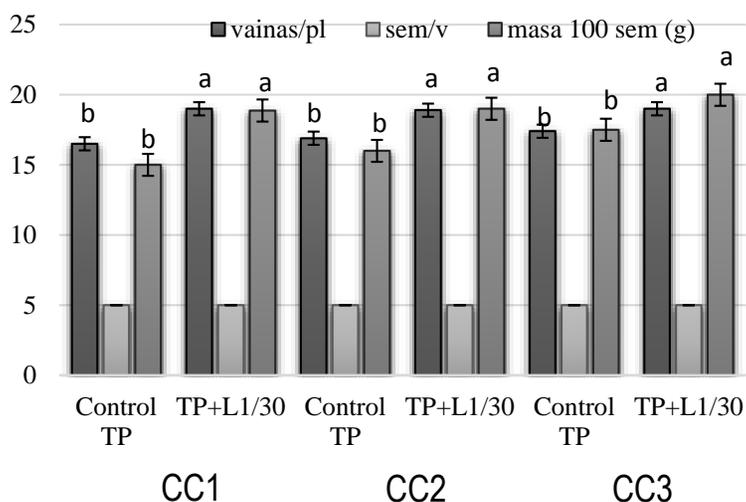
Ciclos de cultivo	Tratamientos	TRC ( $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-2}$ )	TAN ( $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )	DAF ( $\text{dm}^2 \cdot \text{d}^{-1}$ )
CC1	Control absoluto	1.48 <sup>c</sup>	0.21 <sup>c</sup>	32 <sup>c</sup>
	Control TP	3.10 <sup>b</sup>	0.42 <sup>b</sup>	47.7 <sup>b</sup>
	L1/30 TP	4.23 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	54.6 <sup>a</sup>
	<u>Es</u>	0.010	0.010	0.70
CC2	Control absoluto	1.37 <sup>c</sup>	0.24 <sup>c</sup>	29 <sup>c</sup>
	Control TP	2.97 <sup>b</sup>	0.48 <sup>b</sup>	49.8 <sup>b</sup>
	L1/30 TP	3.89 <sup>a</sup>	0.70 <sup>a</sup>	66.5 <sup>a</sup>
	<u>Es</u>	0.02	0.16	0.62
CC3	Control absoluto	1.52 <sup>c</sup>	0.30 <sup>c</sup>	34 <sup>c</sup>
	Control TP	3.65 <sup>b</sup>	0.61 <sup>b</sup>	51.2 <sup>b</sup>
	L1/30 TP	4.82 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	76.4 <sup>a</sup>
	<u>Es</u>	0.018	0.015	0.67

Medias con letra no comunes se diferencian significativamente, Tukey,  $p \leq 0.05$

La comparación de estos resultados contra un control absoluto que no se le adicionó ninguna alternativa de fertilización sugiere y ratifica los antes expuestos, pues con la aplicación de estos bioproductos se mejora el estado fisiológico y bioquímico de las plantas, con lo cual se garantiza un mayor beneficio con la aplicación del Liplant en concentración L1/30.

Estos efectos pudieran incidir en una mayor capacidad fotosintética activa que repercute en el crecimiento de los órganos en las plantas, lo cual se corresponde con los resultados alcanzados y los obtenidos con la aplicación del extracto de vermicompost Liplant en el tomate (Arteaga, 2014).

Los resultados se relacionan con los alcanzados en los indicadores productivos del cultivo (Figura 5), los cuales en la variante que se le adicionó el Liplant se diferenciaron significativamente ( $p \leq 0.05$ ) con respecto al control TP para los tres ciclos de cultivo evaluados. Para el número de vainas por plantas y la masa de 100 semillas en la variante de la inserción del Liplant a la tecnología de producción (L1/30+ TP) para los tres ciclos se obtienen incrementos con respecto al control entre un 9,2-15,2% y 14,3-25,8% respectivamente.



**FIGURA 5.** Valores medios del número de vainas por plantas (vainas/pl), semillas por vainas (sem/v), masa de 100 semillas (masa 100 sem) en los ciclos de cultivo evaluado. (Medias con letra no comunes se diferencian significativamente, Tukey,  $p \leq 0.05$ )

Estos efectos unidos a los índices de crecimiento analizados, sugieren una movilización más eficiente de los nutrientes en los tratamientos con Liplant hacia el grano, lo cual puede repercutir en la mayor masa de las semillas y por tanto en un aumento del rendimiento productivo en un 26,2-51,8 % con respecto al cultivo que no se aplicó Liplant (tabla 3). Se corresponden con la aplicación de las diluciones de Liplant a estas concentraciones en este cultivo y en tomate en condiciones de producción en fincas Padrón de la provincia de Mayabeque con suelos Ferralítico Rojo compactado (Arteaga, 2014) y las referencias obtenidas con la aplicación de ácidos húmicos de vermicompost donde se manifestaron sus efectos sobre la eficiencia metabólica de las plantas tratadas y efectos like hormonales asignadas a estas sustancias (Berbara y García, 2014; Savy et al., 2016).

La valoración económica de los resultados obtenidos a partir de los indicadores productivos evaluados para cada tratamiento y ciclo de cultivo aparecen reflejados en la Tabla 3. En la misma se muestra la eficiencia de la aplicación del Liplant con la variante utilizada, dada por relación costo/peso invertido obtenida, que a pesar de la introducción del Liplant no varía del control producto del aumento del valor de la producción con los rendimientos superiores, lo que aporta mayores beneficios en un 51,9% (CC1), 28,94 % (CC2) y 24,3 % (CC3). En los dos últimos ciclos

menores que el primero pues se incrementaron los costos con la mayor aplicación de riegos por la escasez de lluvias ocurridas en esas etapas.

En general el resultado económico obtenido justifica la factibilidad económica de la introducción del Liplant como producto bioactivo como alternativa viable a incorporar a la tecnología de las prácticas productivas sustentables de frijol negro en las condiciones de producción de una pequeña finca, ya se sólo o combinado con otros bioproductos como el Ecomic y Rhizobium.

Este comportamiento sugiere la interacción positiva y la compatibilidad del Liplant con la micorriza, rhizobium y materia orgánica compostada aplicada puede resultar positiva en el desarrollo adecuado de las plantas con la combinación de estos productos ecológicos. Se pudo apreciar el efecto bioestimulante del Liplant en este cultivo siendo ventajosa su aplicación en los momentos realizados. Estos estudios conllevan a la necesidad de encontrar en estudios futuros que involucren estudios de relación más adecuada y eficiente en las cantidades aplicadas de estos bioproductos, los cuales de manera individual han demostrado sus beneficios y de poder lograr una posible potenciación de sus efectos de acuerdo con los resultados.

Después de realizados los tres ciclos de cultivos evaluados (Tabla 4), se aprecia de manera general con la introducción del Liplant a la tecnología de producción de la finca una respuesta positiva al mejoramiento de propiedades del suelo como la materia orgánica, el contenido de cationes del suelo y de fósforo, así como la capacidad de intercambio catiónico, conservándose el resto de las propiedades evaluadas.

**TABLA 3.** Análisis económico para cada tratamiento en los ciclos de cultivos.

Ciclo de cultivo	Tratamientos	Rendimiento (t·ha <sup>-1</sup> )	Valor de producción (\$·ha <sup>-1</sup> )	Costo de producción (\$·ha <sup>-1</sup> )	Utilidades (\$·ha <sup>-1</sup> )	Costo/peso
CC1	Control TP	1.11b	10500.60	2161,40	8339,2	0.21
	L1/30 +TP	1.45a	13717.00	2961,6	10752,4	0.21
	Es	0.10				
CC2	Control TP	1.39b	13149.40	1578,80	11570,60	0.12
	L1/30 +TP	2.11a	19960.60	2382,00	17578,60	0.12
	Es	0.12				
CC3	Control TP	1.22b	11541.20	2392,7	9148,5	0.21
	L1/30 +TP	1.54a	14568.40	3195,9	11372,5	0.21
	Es	0.12				

Medias con letra no comunes se diferencian significativamente, Tukey,  $p \leq 0.05$

**TABLA 4.** Resultados del análisis de las propiedades físicas, físico-químicas del suelo al final del experimento (CC<sub>3</sub>).

Prof. 0-20 cm	%MO	pH (H <sub>2</sub> O)	CIC (Cmol.kg <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>	CE (Ds.cm <sup>-1</sup> )	P (ppm)	K (ppm)	ds (g.cm <sup>-1</sup> )
InicioCS1	3,70b	7,21	17,68b	3,49b	1,82	66b	0,61b	1,10
Es	0,10	0,01	0,12	1,11	0,11	0,13	0,01	0,04
Final CS3	3,81a	7,60	21,0a	4,3a	1,91	71a	0,73a	1,11
Es	0,12	0,01	0,11	1,10	0,10	0,11	0,01	0,06

Medias con letra comunes no se diferencian significativamente, Tukey,  $p \leq 0.05$ .

Se releva una tendencia al incremento del secuestro del carbono del suelo aproximadamente en un 3% en los tres años de estudio. Los resultados sugieren que con la estimulación alcanzada en la actividad metabólica observada en las plantas con la introducción del Liplant a la tecnología de producción en su acción individual ([Arteaga et al., 2007](#)), o conjunta con los productos utilizados, de acuerdo con lo analizado con anterioridad pudiera realizar un uso eficiente y más racional de los nutrientes del suelo y contribuir en alguna medida a la conservación del suelo durante su uso.

De acuerdo con los resultados se encuentran los obtenidos por [Arteaga \(2014\)](#), al introducir la aplicación sistemática de extracto de vermicompost Liplant a estas diluciones utilizadas, en estudios a largo plazo con el cultivo de tomate Amalia en tecnologías de conservación, correspondiéndose por lo referido en la literatura establecida al aplicar humus líquido foliarmente a hortalizas y granos ([Quaik et al., 2012](#); [Zandonadi et al., 2014](#)).

Todo lo anterior permite valorar bajo las condiciones de producción evaluadas la posibilidad de la utilización del Liplant no solo como bioestimulante del crecimiento vegetal del cultivo de frijol negro (ICA Pijao) en su interacción con otros bioproductos en sus efectos indirectos sobre el sistema suelo –planta que le permite en su uso en el tiempo contribuir a la conservación de estos suelos, que no se han referido en la literatura con una respuesta positiva al mejoramiento de sus propiedades con el uso de los bioproductos como los utilizados en el experimento. Se evidenció una respuesta agroproductiva más eficiente al mejoramiento de suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados conservados en las propiedades relacionadas con su fertilidad ([Garcés et al., 2009](#); [Hernández et al., 2011](#)).

## CONCLUSIONES

La inserción al sistema productivo de una finca con manejo de conservación de aplicaciones foliares de extracto de vermicompost Liplant a las plantas de frijol negro en las etapas iniciales de su crecimiento provocaron incrementos significativos y reproducibles en la productividad biológica y agrícola del cultivo, alcanzando ganancias económicas, ecológicas que lo justifican como una perspectiva viable y eficiente en el marco de una agricultura sostenible al ser insertados en tecnologías de conservación aplicadas a largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÜERO, F.Y.; SANTIESTEBAN, S.R.; TAMAYO, G.E.; BATISTA, S.D.: “Comportamiento de 16 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en suelo Sialítico de la provincia Granma”, *Granma Ciencia*, 17(2), 2013, ISSN: 1027-975X, Disponible en: [http://www.grciencia.granma.inf.cu/2013\\_17\\_n2\\_a4.html](http://www.grciencia.granma.inf.cu/2013_17_n2_a4.html), [Consulta: 14 de septiembre de 2016].
- ARTEAGA, M.: *Liplant: una alternativa para la producción ecológica del tomate*, Universidad Agraria de La Habana, Tesis de Doctorado, Mayabeque, Cuba, 100 p., 2014.
- ARTEAGA, M.; GARCÉS, N.; GURIDI, F.; PINO, J.; CARO, I.; BERNARDO, O.; CALZADILLA, J.; MESA, S.; LÓPEZ, A.; RUISÁNCHEZ, Y.; MENÉNDEZ, J.; CARTAZA, O.: “Respuestas del tomate Amalia a las aplicaciones de humus líquido en condiciones de producción”, *Cultivos tropicales*, 32(3): 7–12, 2006, ISSN: 1819-4087.
- ARTEAGA, M.; GARCÉS, N.; NOVO, R.; GURIDI, F.; PINO, J.A.; ACOSTA, M.; PASOS, M.; BESÚ, D.: “Influencia de la aplicación foliar del bioestimulante Liplant sobre algunos indicadores biológicos del suelo”, *Revista de Protección Vegetal*, 22(2): 110-117, agosto de 2007, ISSN: 1010-2752.
- AZCÓN, J.; TALÓN, M.: *Fundamentos de fisiología vegetal*, Ed. McGraw-Hill, España, 651 p., 2013, ISBN: 978-84-481-9293-8.

- BERBARA, R.L.L.; GARCÍA, A.C.: “Humic Substances and Plant Defense Metabolism”, [en línea], En: *Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants Under Changing Environment*, Ed. Springer, New York, NY, pp. 297-319, 2014, DOI: 10.1007/978-1-4614-8591-9\_11, ISBN: 978-1-4614-8590-2, Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-8591-9\\_11](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-8591-9_11), [Consulta: 14 de septiembre de 2017].
- CALDERÍN, G.A.; AZEVEDO, S.L.; GURIDI, I.F.; RUMJANEK, V.M.; CASTRO, R.N.; DOS SANTOS, F.S.; DE SOUZA, L.G.A.; BERBARA, R.L.L.: “Potentialities of vermicompost humic acids to alleviate water stress in rice plants (*Oryza sativa* L.)”, *Journal of Geochemical Exploration*, 136: 48-54, enero de 2014a, ISSN: 0375-6742, DOI: 10.1016/j.gexplo.2013.10.005.
- CALDERÍN, G.A.; AZEVEDO, S.L.; GURIDI, I.F.; SPERANDIO, M.V.L.; CASTRO, R.N.; BERBARA, R.L.L.: “Vermicompost humic acids as an ecological pathway to protect rice plant against oxidative stress”, *Ecological Engineering*, 47: 203-208, octubre de 2012, ISSN: 0925-8574, DOI: 10.1016/j.ecoleng.2012.06.011.
- CALDERÍN, G.A.; DE SOUZA, L.G.A.; PEREIRA, M.G.; CASTRO, R.N.; GARCÍA-MINA, J.M.; ZONTA, E.; LISBOA, F.J.G.; BERBARA, R.L.L.: “Structure-Property-Function Relationship in Humic Substances to Explain the Biological Activity in Plants”, *Scientific Reports*, 6(1), agosto de 2016, ISSN: 2045-2322, DOI: 10.1038/srep20798, Disponible en: <http://www.nature.com/articles/srep20798>, [Consulta: 14 de septiembre de 2017].
- CALDERÍN, G.A.; GURIDI, I.F.; BERBARA, R.L.L.: “Effects of Humic Materials on Plant Metabolism and Agricultural Productivity”, [en línea], En: *Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance*, Ed. Elsevier, pp. 449-466, 2014b, DOI: 10.1016/B978-0-12-800876-8.00018-7, ISBN: 978-0-12-800876-8, Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128008768000187>, [Consulta: 14 de septiembre de 2017].
- CANELLAS, L.P.; OLIVARES, F.L.; AGUIAR, N.O.; JONES, D.L.; NEBBIOSO, A.; MAZZEI, P.; PICCOLO, A.: “Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture”, *Scientia Horticulturae*, 196: 15-27, noviembre de 2015, ISSN: 0304-4238, DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.013.
- DU JARDIN, P.: “Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation”, *Scientia Horticulturae*, 196: 3-14, noviembre de 2015, ISSN: 0304-4238, DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.021.
- FAO: “Producción mundial de frijol”, [en línea], En: *FAOSTAT*, FAO Statistics Division, 2015, Disponible en: <http://faostat3.fao.org/home/E>, [Consulta: 20 de junio de 2016].
- GARCÉS, N.; HERNÁNDEZ, A.; CARO, I.; ARTEAGA, M.: “The humus of Cuban soils in preserved tropical ecosystems and the energy”, *Terra*, 27(2): 85-96, 2009, ISSN: 0187-5779.
- HAGHIGHI, M.; KAFI, M.; FANG, P.: “Photosynthetic Activity and N Metabolism of Lettuce as Affected by Humic Acid”, *International Journal of Vegetable Science*, 18(2): 182-189, 1 de abril de 2012, ISSN: 1931-5260, DOI: 10.1080/19315260.2011.605826.
- HERNÁNDEZ, del V.G.; LEÓN, N.P.; CRUZ, la P.O.; INDRANI, R.Y.: “Influencia del mulch en los índices de crecimiento del frijol variedad «Bat-304»”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(4): 46-49, 2008, DOI: 1010-2760.
- HERNÁNDEZ, A.; VARGAS, D.; BORGES, Y.; RÍOS, H.; MORALES, M.; FUNES, F.: “Reservas de carbono orgánico en suelos Ferralíticos Rojos”, En: Ríos, H.; Vargas, D. y Funes,

- F. (eds.), *Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático*, Ed. Ediciones INCA, 1.<sup>a</sup> ed., Mayabeque, Cuba, pp. 45-54, 2011, ISBN: 978-959-7023-52-4.
- HERNÁNDEZ, J.A.; PÉREZ, J.J.M.; BOSCH, I.D.; CASTRO, S.N.: *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*, Ed. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 93 p., 2015, ISBN: 978-959-7023-77-7.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION): *Calidad del suelo. Análisis Químico. Determinación del % de Materia Orgánica Calidad del suelo. Determinación del pH*, [en línea], no. ISO 10390, p. 7, 1999, Disponible en: <https://www.iso.org/standard/40879.html>, [Consulta: 14 de septiembre de 2016].
- LEHMANN, J.; KLEBER, M.: "The contentious nature of soil organic matter", *Nature*, 528(7580): 60-68, 3 de diciembre de 2015, ISSN: 0028-0836, DOI: 10.1038/nature16069.
- MINAG (MINISTERIO DE LA AGRICULTURA): *Precios de los productos agropecuarios en el año*, Inst. MINAG, Mayabeque, Cuba, 89 p., Empresa de Acopio, San José de las Lajas, 2008.
- NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; SCHIAVON, M.; ERTANI, A.: "Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism", *Scientia Agricola*, 73(1): 18-23, febrero de 2016, ISSN: 0103-9016, DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0006.
- OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: *Determinación de formas móviles del fósforo y potasio*, no. NC 52, La Habana, Cuba, 1999.
- OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: *Calidad del suelo. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de cationes intercambiables del suelo*, no. NC 65, La Habana, Cuba, p. 8, 2000.
- OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: *Calidad del suelo. Determinación de la conductividad eléctrica y sales solubles totales en suelos afectados por salinidad. Rel. suelo-agua I*, no. NC 112, La Habana, Cuba, p. 5, 2001.
- ONEI (OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMACIÓN): "Producción de hortalizas", [en línea], En: *Panorama Territorial. Cuba 2014*, Ed. ONEI, La Habana, Cuba, p. 1, 2015, Disponible en: <http://www.one.cu/publicaciones/08informacion/panoramaterritorial2014/23%20Produccion%20hortalizas.pdf>, [Consulta: 15 de febrero de 2016].
- PICCOLO, A.: "In memoriam Prof. F.J. Stevenson and the Question of humic substances in soil", *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 3(1), diciembre de 2016, ISSN: 2196-5641, DOI: 10.1186/s40538-016-0076-2, Disponible en: <http://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-016-0076-2>, [Consulta: 14 de septiembre de 2017].
- QUAIK, S.; EMBRANDIRI, A.; RUPANI, P.F.; IBRAHIM, M.H.: "Potential of vermicomposting leachate as organic foliar fertilizer and nutrient solution in hydroponic culture: a review", [en línea], En: *II International Conference on Environment and BioScience*, Ed. IACSIT Press, vol. 44, Singapore, pp. 43-47, 2012, Disponible en: <http://www.academia.edu/download/31331913/ICEBS2012-F00019.pdf>, [Consulta: 14 de septiembre de 2017].
- SAVY, D.; COZZOLINO, V.; NEBBIOSO, A.; DROSOS, M.; NUZZO, A.; MAZZEI, P.; PICCOLO, A.: "Humic-like bioactivity on emergence and early growth of maize (*Zea mays* L.) of water-soluble lignins isolated from biomass for energy", *Plant and Soil*, 402(1-2): 221-233, mayo de 2016, ISSN: 0032-079X, 1573-5036, DOI: 10.1007/s11104-015-2780-2.

- STATISTICAL GRAPHICS CROP: *STATGRAPHICS® Plus*, [en línea], (Versión 5.1), [Windows], ser. Profesional, 2000, Disponible en: <http://www.statgraphics.com/statgraphics/statgraphics.nsf/pd/pdpricing>.
- SUSIC, M.: “Replenishing Humic Acids in Agricultural Soils”, *Agronomy*, 6(4): 45, 28 de septiembre de 2016, ISSN: 2073-4395, DOI: 10.3390/agronomy6040045.
- TERRY, A.E.; RUIZ, P.J.; DIAZ, de A.M.M.: “Respuesta del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicon* L) a la aplicación foliar de un bioestimulante derivado del Vermicompost”, *Temas de Ciencia y Tecnología*, 14(41): 27–32, 2010, ISSN: 2007-0977.
- TUKEY, J.W.: “Comparing Individual Means in the Analysis of Variance”, *Biometrics*, 5(2): 99-114, 1949, ISSN: 0006-341X, DOI: 10.2307/3001913.
- ZANDONADI, D.B.; SANTOS, M.P.; MEDICI, L.O.; SILVA, J.: “Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças”, *Horticultura Brasileira*, 32(1): 14–20, 2014, ISSN: 1806-9991, 0102-0536.

Mayra Arteaga, Prof. Titular. Universidad Agraria de la Habana, Facultad Agronomía, Departamento de Química, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: [mayra@unah.edu.cu](mailto:mayra@unah.edu.cu)

Nelson Garcés Pérez, Correo electrónico: [garces@fq.uh.cu](mailto:garces@fq.uh.cu)

José Antonio Pino, Correo electrónico: [pino@unah.edu.cu](mailto:pino@unah.edu.cu)

Liliam Otaño Corona, Correo electrónico: [lilitaoc@unah.edu.cu](mailto:lilitaoc@unah.edu.cu)

Helen Veubides Amador, Correo electrónico: [helenv@unah.edu.cu](mailto:helenv@unah.edu.cu)

## NOTAS

\*Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

\*Este artículo de se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

\*La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.