



Efecto del vermicompost sobre la productividad biológica y agrícola del cultivo de la col (*Brassica oleracea* L.)

Vermicomposting effect on the biological and agricultural productivity of cabbage crop (*Brassica oleracea* L.)

 Elein Terry-Alfonso^{1*},  Josefa Ruiz-Padrón¹,  María M. Díaz-de Armas²,  Yudines Carrillo-Sosa¹

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

²Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, carretera a Tapaste y Autopista Nacional, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32700

RESUMEN: La utilización de vermicompost y productos obtenidos del mismo en la agricultura ha derivado en nuevas investigaciones científicas en los últimos años, dando como resultado el conocimiento acerca del aporte de nutrientes a las plantas, así como la producción de cultivos con calidad y tolerantes al estrés abiótico. La variedad de col KK-Cross es una de las más empleadas en Cuba, el uso de fertilizantes minerales y plaguicidas químicos ha ido en aumento progresivamente en este cultivo por lo que, la disminución de productos químicos es una necesidad para la producción de col con la menor cantidad de residuos tóxicos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diluciones de extracto de vermicompost en la productividad biológica y agrícola del cultivo de la col. Para ello, se estudiaron en condiciones de laboratorio (imbibición de semillas) y campo (aspersión foliar), tres diluciones del producto-1/20, 1/40 y 1/60 v/v, comparados con un tratamiento control, bajo un diseño completamente aleatorizado. Se evaluó el efecto en la germinación de las semillas, así como en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo. Se obtuvo con la dilución 1/40 v/v, un mayor estímulo en el proceso de la germinación de las semillas y crecimiento de las plantas, el diámetro polar y ecuatorial de los repollos de col fue superior e igualmente se incrementó el rendimiento agrícola en un 88 %.

Palabras clave: bioestimulante, crecimiento, desarrollo, rendimiento, hortaliza.

ABSTRACT: Vermicomposting use and products obtained from it in agriculture has led to new scientific research in recent years, resulting in knowledge about the contribution of nutrients to plants, as well as crop production with quality and tolerant to abiotic stress. The cabbage KK-Cross variety is one of the most used in Cuba, the use of mineral fertilizers and chemical pesticides has been progressively increasing in this crop, and therefore, the reduction of chemical products is a necessity for the cabbage production with the least amount of toxic residues. The aim of the present work was to evaluate vermicomposting extract dilution effect on the biological and agricultural productivity of cabbage crop. For this purpose, three dilutions of the product-1/20, 1/40 and 1/60 v/v-were studied under laboratory (seed imbibition) and field (foliar spraying) conditions, compared with a control treatment, under a completely randomized design. The effect on seed germination was evaluated, as well as on crop growth, development and yield. With the 1/40 v/v dilution, a greater stimulus in the seed germination process and plant growth was obtained, the polar and equatorial diameter of cabbage sprouts was higher and the agricultural yield was increased by 88 %.

Key words: biostimulant, growth, development, yield, vegetable.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, la col (*Brassica oleracea* L.) es un cultivo hortícola de alta demanda debido a la diversidad de usos, lo mismo en fresco que en conserva, rica en carbohidratos y vitaminas, son varios los cultivares difundidos para su producción y comercialización por los productores

agrícolas, entre ellos se encuentra el cultivar KK-Cross (1); sin embargo, para su producción son utilizadas altas dosis de productos químicos tanto para la nutrición como para la protección del cultivo, lo cual conlleva a la contaminación del medio ambiente y afecta la calidad del producto al dejar residuos tóxicos en el fruto agrícola (2).

*Autor para correspondencia: eleinterry@gmail.com

Recibido: 01/03/2021

Aceptado: 10/08/2021

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Es por ello que, la búsqueda constante de alternativas ecológicas para minimizar los efectos nocivos de los productos químicos en la agricultura, ha devenido una tarea fundamental para las ciencias agrícolas, lo que ha permitido desarrollar líneas de investigación encaminadas a la obtención de bioestimulantes o también llamados productos bioactivos que puedan sustituir total o parcialmente el uso de productos químicos en los cultivos.

En este sentido, la utilización de vermicompost y productos obtenidos del mismo en la agricultura ha devenido en nuevas investigaciones científicas en los últimos años, dando como resultado el conocimiento acerca del suministro de nutrientes a las plantas así como la producción de cultivos con calidad y tolerantes al estrés abiótico (3). Son reconocidos en diferentes países como lombricompost, vermicompost, humus líquido, té de vermicompost, lixiviados, extractos de vermicompost, entre otras denominaciones, pero todos estos productos han devenido una transformación en la agricultura moderna ya que actualmente es innegable que su aplicación en diferentes momentos del ciclo de desarrollo de las plantas, trae aumento en los rendimientos, además de ayudar al reciclaje de residuos que son utilizados por la lombriz de tierra en el proceso de vermicompostaje (4).

Algunas investigaciones recientes están dirigiéndose al estudio de la influencia que el vermicompost ejerce en el estímulo para la adaptación frente a estreses abióticos como la salinidad, la presencia de metales pesados en niveles tóxicos y las deficiencias hídricas), siempre utilizándolas simultáneamente o después de la implantación del estrés, así como en la estimulación del crecimiento y el desarrollo en diferentes cultivos, para lo cual se han empleado distintas alternativas de aplicación (5).

En las hortalizas específicamente, la aplicación de productos derivados de vermicompost en Cuba, han permitido la obtención de resultados satisfactorios, así lo demuestran los trabajos realizados en el cultivo del pimiento -*Capsicum annuum* L.- (4); en plántulas de tomate -*Solanum lycopersicum* L.- (6); en el cultivo del ajo -*Allium sativum* L.- (7) y en la cebolla -*Allium cepa* L.- (8), en los cuales se ha incrementado el rendimiento agrícola de los cultivos; sin embargo, pocos estudios han sido realizados en el cultivo de la col.

De acuerdo a estos antecedentes, la presente investigación tiene como objetivo, evaluar el efecto de un bioproducto a base de extracto de vermicompost en la productividad biológica y agrícola en el cultivo de la col.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental fue realizado el período de diciembre de 2019 a marzo de 2020, en las áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicado en San José de las Lajas, provincia Mayabeque. La finca experimental se encuentra situada según la hoja Cartográfica entre las coordenadas 351, 400 latitud norte y 383,250 longitud este, a una altitud de 130 m s.n.m. en el kilómetro 3½ de la carretera a Tapaste.

El experimento se desarrolló sobre un suelo Ferralítico Rojo lixiviado agrogénico, según la Nueva Versión de Clasificación de los Suelos de Cuba (9), que se correlaciona con la Soil Taxonomy: Agric Rhodudalf, y el WRB: Nitisolferrálico, lúxico, influidos por procesos de formación como la ferralitización, lixiviación y antropogénesis.

Los experimentos fueron desarrollados bajo dos condiciones: laboratorio y campo. El cultivar de col utilizado fue "KK-Cross", partiendo de semillas certificadas con un 95 % de germinación, las cuales previamente fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 2 % por 10 minutos y después lavadas con suficiente agua destilada.

La obtención del bioproducto de nombre comercial "Liplant", se realizó en el laboratorio del Departamento de Química, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de la Habana (UNAH), obteniéndose el extracto a partir de vermicompost de estiércol vacuno producido por lombrices rojas africanas (*Eudrilus eugeniae* spp.). La metodología de extracción (5) permitió obtener las características físico-químicas y espectroscópicas del extracto de vermicompost y fueron las siguientes:

pH: 8,5 ligeramente alcalino.

Sólidos solubles totales: 335,0 mg L⁻¹ valor normal para extractos de vermicompost de estiércol vacuno.

Constante eléctrica: 587,67 S cm⁻¹, la cual se encuentra en el rango de valores reportados en la literatura para extractos de vermicompost de estiércol vacuno.

Porcentaje de salinidad: 0,03 % bajo; Porcentaje de Carbono orgánico: 40,1 % aceptable

Grado de aromaticidad del extracto de vermicompost determinado por espectroscopia: normal según lo reportado por la literatura para extractos de vermicompost de estiércol vacuno donde hay predominio de sustancias húmicas.

Para el experimento en condiciones de laboratorio, se partió de trabajos precedentes en el cultivo del tomate (6), evaluándose tres diluciones de extracto de vermicompost (1/20, 1/40 y 1/60 volumen/volumen) a una dosis de 25 mL por placa y un control en agua. Estas diluciones fueron agitadas y vertidas en recipientes de cristal y posteriormente fueron embebidas 60 semillas en cada uno durante una hora.

Se empleó un diseño completamente al azar y se ejecutó la siembra en placas Petri a razón de 10 semillas por placa empleando papel de filtro como sustrato humectado. Se emplearon cuatro placas por tratamiento, constituyendo cada una, una repetición. Dichas placas se mantuvieron en la oscuridad y se evaluó a los siete días, el total de semillas germinadas (%), tomándose como criterio de germinación la emisión de la radícula, los datos para la realización del análisis estadístico, fueron transformados mediante la fórmula $\arcsin(\sqrt{\%})$. Igualmente, se realizó la medición de las longitudes de las radículas e hipocótilos en cinco plántulas por cada placa, para un total de 20 plántulas por

Tabla 1. Efectos de diluciones de extracto de vermicompost en la germinación de las semillas (datos transformados)

Tratamientos	Germinación (%)	Germinación (Datos transformados)
T1. 1/20	90	1,05 c
T2. 1/40	97	1,59 a
T3. 1/60	95	1,14 b
T4. Control	90	1,02 c
ES x		0,09 *

Medias con letras iguales no difieren significativamente según Prueba de Duncan para $p < 0,05$

tratamientos. Se aplicó un análisis de varianza de clasificación simple y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan a la probabilidad de $p < 0,05$.

Para el experimento en campo, se partió del mejor tratamiento en condiciones de laboratorio, por lo que se utilizaron semillas embebidas en la dilución 1/40 durante una hora. La siembra se realizó a chorrillo de forma manual sobre el cantero, aplicándole riego frecuente y el control de plantas indeseables para conseguir plantas de buen vigor hasta que alcanzaron alturas de 18-20 cm después de la germinación, momento en que se encontraban listas para el trasplante.

El trasplante se realizó en canteros de 11 m largo y 1,20 m de ancho, al cual se le aplicó de base, 1 kg m⁻² de abono orgánico (estiércol vacuno). Se trasplantó a dos hileras a 20 cm entre plantas. Se empleó un diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y tres repeticiones, cada tratamiento tenía una superficie de tres metros. Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

- T1. Dilución 1/20 v/v de Extracto de vermicompost (Liplant)
- T2. Dilución 1/40 v/v de Extracto de vermicompost (Liplant)
- T3. Dilución 1/60 v/v de Extracto de vermicompost (Liplant)
- T4. Control (sin Extracto de vermicompost)

La aplicación de las diluciones de extracto de vermicompost se realizó por aspersión vía foliar en tres momentos, a los 10, 15 y 20 días después del trasplante (DDT), para la primera aplicación se utilizó un volumen de 10 ml por planta y para la segunda y tercera aplicación se utilizó un volumen de 40 ml por planta, y la misma cantidad de agua para aquellas que funcionarían como control. Estas aspersiones se realizaron en horas temprana de la mañana (8:00-9:00 am), para aprovechar la apertura estomática de las hojas, y se hicieron manualmente utilizando una mochila de 16 L de capacidad, con boquilla de cono a presión constante.

Evaluaciones realizadas:

A los 15 DDT, a un total de 20 plantas por tratamiento se le evaluó el número de hojas total. En la fase de cosecha (50 DDT) a un total de 20 frutos por plantas se les evaluó:

- diámetro ecuatorial (cm)
- diámetro polar (cm)
- masa fresca (kg)

Se evaluó el rendimiento agrícola por superficie (kg m⁻²)

Se determinaron los pigmentos fotosintéticos de contenido de clorofila a y b y los carotenos, midiéndose con un equipo portátil SPAD (Konica Minolta) en unidades SPAD (10).

Los datos obtenidos se analizaron mediante un ANOVA de Clasificación Simple. Las medias resultantes se compararon con la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para $p \leq 0,05$ cuando existieron diferencias significativas entre los tratamientos, procesado con el programa Statgraphics Centurión (2013) bajo el sistema operativo Windows 7.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos de diluciones de extracto de vermicompost en la germinación de semillas de col

La evaluación realizada a los siete días después de la germinación (DDG) (Tabla 1), demostró el efecto positivo de las diluciones de extracto de vermicompost en la estimulación de este proceso en las semillas. Como se observa, tanto la dilución 1/40 como 1/60 v/v, contaban con un 97 y 95 % de semillas germinadas, contrario a lo que ocurre con la dilución de 1/20 v/v y el control que alcanzaban el 90 % de germinación. El análisis estadístico realizado, arrojó diferencias altamente significativas ($p < 0,05$) con un mayor porcentaje de germinación para las semillas que fueron embebidas en la dilución de 1/40.

De manera general se puso de manifiesto en el experimento, la acción de las diluciones de extracto de vermicompost en acelerar el proceso de germinación de las semillas, lo cual se observó en solo siete días de estar en contacto las semillas con el bioproducto; no obstante, la mayor concentración del producto (1/20) no acelera este proceso en las semillas.

En cuanto al efecto positivo encontrado en el proceso de germinación, pudo estar influenciado por la propia composición del bioproducto, donde se conoce que el vermicompost contiene nutrientes imprescindibles para las plantas. En este sentido, se sugiere la existencia de factores más allá de la alteración física de las capas de la semilla y se reconoce que las sustancias bioactivas solubles en agua tales como los ácidos húmicos, las fitohormonas u otros metabolitos microbianos presentes en el extracto de vermicompost, puedan ser responsables del aumento del porcentaje de germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas (11).

Tabla 2. Efectos de diluciones de vermicompost en el crecimiento de plántulas de col germinadas en placas Petri

Tratamientos	Largo del hipocótilo (cm)	Largo de radícula (cm)
T1. 1/20	3,32 b	5,82 b
T2. 1/40	4,08 a	7,65 a
T3. 1/60	3,46 b	6,43 ab
T4. Control	3,24 b	3,86 c
ES x	0,28 *	0,46 *

Medias con letras igual no difieren significativamente según Prueba de Duncan para $p < 0,05$

Por otra parte, el efecto en la germinación de las semillas también puede ser atribuible a una mayor actividad enzimática lo que permite mayor concentración de macro y micronutrientes así como se sustancia estimuladoras del crecimiento vegetal como son las auxinas y las giberelinas (12).

Un resultado similar al obtenido en este estudio, se obtuvo en el cultivo del tomate, donde el tratamiento a las semillas con diluciones de Liplant 1/40 v/v, resultó ser más promisorio, al conseguir semejantes resultados a diluciones más concentradas del producto, resaltando la reducción del tiempo requerido para alcanzar el 100 % de germinación. Entre los cinco y siete días después de la siembra (DDS), las semillas tratadas con Liplant tenían duplicados los valores del porcentaje de germinación, con estimulaciones finales entre un 25-36 % y en el índice de germinación entre un 16-22 % respecto al control.

En la **Tabla 2** se observa el efecto de las diferentes diluciones estudiadas en el crecimiento de las plántulas referidas al largo del hipocótilo y de la radícula. En ambas variables fue superior el tratamiento donde las semillas se embebieron en vermicompost, para el largo del hipocótilo la dilución de 1/40 v/v superó entre un 17-25 % a los restantes tratamientos; sin embargo, para el largo de la radícula las tres diluciones fueron superiores al control al cual superaron en un 50 %.

Se ha demostrado el efecto positivo de los extractos de vermicompost en la elongación de las raíces en plántulas de maíz (*Zea mays* L.), se plantea la hipótesis de que las fracciones (insoluble y orgánica) extraídas de humus líquido proveniente de vermicompost de estiércol vacuno, pueden ser utilizadas como bioestimulantes del crecimiento y desarrollo vegetal en la fase inicial de crecimiento (13).

Efecto de diluciones de extracto de vermicompost en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la col

En la **Tabla 3** se puede observar el efecto de las diluciones en el número de hojas por plantas, donde a los

23 días posteriores al trasplante y después de haber realizado la primera aplicación de las diluciones de extracto de vermicompost, se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos para $p < 0,05$.

Tabla 3. Efectos de diluciones de extracto de vermicompost en el número de hojas por planta de col variedad KK-Cross

Tratamientos	Número de hojas /planta
T1. 1/20	6,8 b
T2. 1/40	7,8 a
T3. 1/60	7,7 a
T4. Control	6,0 c
ES x	0,34*

Medias con letras iguales no difieren significativamente según Prueba de Duncan para $p < 0,05$

El mayor número de hojas se alcanzó en las plantas que recibieron las aspersiones foliares de las diluciones 1/40 y 1/60 v/v los cuales superaron al control en un 28 %, lo que concuerda con experimento realizado en la lechuga (*Lactuca sativa* L.), donde diluciones similares de Liplant también aumenta este indicador (14). Estudios similares de aplicaciones foliares de vermicompost sobre plantas de col recién trasplantadas, provocaron incremento en los parámetros correspondientes a la productividad biológica y agrícola y un mayor desarrollo del área foliar del cultivo (2).

Para el rendimiento agrícola y sus componentes también hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, en la **Tabla 4** se muestran los resultados para los componentes diámetro polar y ecuatorial, así como la masa del fruto.

Los diámetros polar y ecuatorial son uno de los indicadores más apreciados por los consumidores, la norma cubana vigente no establece especificaciones de tamaño para la col, pero sí que deben ser repollos bien formados, con hojas basales protectoras y un 15 % de tolerancia de los defectos totales, además se reporta que para el cultivar KK-Cross el diámetro polar es

Tabla 4. Efecto de diluciones de extracto de vermicompost en los componentes del rendimiento agrícola del cultivo de la col (var KK-Cros)

Tratamientos	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Masa fresca (kg fruto ⁻¹)
T1. 1/20	15,26 ab	19,76 b	1,24 ab
T2. 1/40	16,73 a	20,70 a	1,96 a
T3. 1/60	16,93 a	20,06 ab	1,30 ab
T4. Control	14,06 b	18,3 c	1,02 b
ES x	0,28 *	0,29 *	0,33*

Medias con letras iguales no difieren significativamente según Prueba de Duncan para $p < 0,05$

aproximadamente 14 cm y el diámetro ecuatorial oscila entre 16 y 17 cm (1). Los resultados de este trabajo, con las aplicaciones del extracto de vermicompost con la dilución 1/40, hace que se superen estos valores en un 18 % el diámetro polar y en un 10 % el diámetro ecuatorial.

En el caso de la masa fresca del fruto agrícola, se mantuvo un comportamiento similar, resultando la de mayor masa aquellas plantas que recibieron la aspersión de la dilución de 1/40 v/v después del trasplante los cuales superaron al control en un 11 %. Experimento similar realizado con dos variedades de col rizada, obtuvieron que con la aplicación de un abonamiento foliar orgánico (vermicompost), se logró mayor altura, mayor número de hojas, mayor longitud y ancho de hoja y se incrementó el rendimiento agrícola de las dos variedades (2).

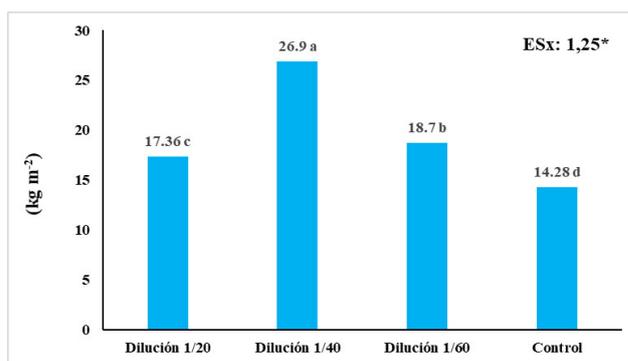
En cuanto al rendimiento agrícola, en la Figura 1 se observa que existieron diferencias estadísticas entre las tres diluciones estudiadas ($p < 0,05$), obteniéndose el mayor rendimiento por superficie con la dilución de 1/40 v/v la cual superó en un 88 % al tratamiento control.

Este efecto encontrado en el rendimiento del cultivo se relaciona con la propia esencia del vermicompost el cual es sin dudas, un fertilizante orgánico rico en humus, NPK, micronutrientes, microorganismos benéficos (bacterias, hongos, actinomicetos) y hormonas del crecimiento (auxinas, giberelinas, citoquininas) (15,16), todo lo cual funciona armónicamente para incidir de manera efectiva en las plantas.

En los experimentos realizados en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) con la aplicación de vermicompost, tuvo un impacto significativo en el tamaño de la planta, el peso y el diámetro no así para el número de hojas, superándose al tratamiento control e incrementando el crecimiento y rendimiento del cultivo (17).

El contenido de pigmentos fotosintéticos se muestra en la Tabla 5, donde se aprecia que para el contenido de clorofilas y caroteno para el cultivar KK-Cross, las diluciones de extracto de vermicompost fueron efectivas para incrementar estos indicadores, todas difieren significativamente con respecto al control destacándose la dilución 1/40 v/v.

El contenido de clorofilas en las hojas es un indicador confiable de la actividad fotosintética, del grado de estrés y del grado nutricional de las plantas y, por otra parte, los



Medias con letras comunes no difieren significativamente según Duncan para $p < 0,05$

Figura 1. Efecto de diluciones de extracto de vermicompost en el rendimiento agrícola del cultivo de la col (KK-cross)

carotenos tienen un papel importante en la salud de los seres humanos, siendo la actividad antioxidante la que le confiere mayor importancia (18,19).

En experimento realizado con el cultivar de col Golden Acre (20) se comprobó que a las plantas que le fue aplicado el derivado de vermicompost, aumentaron el contenido de clorofilas, correspondiendo este a la mayor productividad agrícola; también, en solanáceas, el índice de clorofila en el cultivo del pimiento se incrementó significativamente con la aplicación de lixiviados de vermicompost (21) y en los cultivos de col, rábano (*Raphanus sativus* L) y tomate se demostró que el vermicompost produce incrementos significativos en la eficiencia fotoquímica y el contenido de clorofila-a en las plantas (22,23).

CONCLUSIONES

- Se demuestra el efecto positivo del bioproducto a base de extracto de vermicompost (Liplant) en el cultivo de la col (KK-Cross).
- La imbibición de las semillas en la dilución de 1/40 v/v, estimuló el proceso de germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas.
- Con esta dilución se incrementó el desarrollo de las plantas y el rendimiento agrícola, el cual fue superior en un 88 % con respecto al tratamiento control.

Tabla 5. Efecto de diluciones de extracto de vermicompost en el contenido de pigmentos fotosintéticos en el cultivo de la col (KK-Cross)

Tratamientos	Clorofila a SPAD	Clorofila b	Caroteno (mg g ⁻¹ masa fresca)
T1. 1/20	0,49 c	0,25 c	0,49 c
T2. 1/40	1,75 a	0,82 a	1,52 a
T3. 1/60	0,78 b	0,40 b	0,69 b
T4. Control	0,20 d	0,08 d	0,13 d
ES x	0,04*	0,025 *	0,04 *

Medias con letras comunes no difieren significativamente según Duncan para $p < 0,05$

BIBLIOGRAFÍA

1. MINAG M de la A. Especificaciones de calidad para la compra-venta de productos agrícolas con destino a su comercialización para el consumo. La Habana, Cuba: Agrinfor Ciudad de La Habana; 2010. 55 p.
2. Ticona RH. Evaluación de dos variedades de col rizada (*Brassica oleracea* var. Sabellica) bajo niveles de abonamiento foliar orgánico aeróbico. Apthapi [Internet]. 2018;4(1):935-46. Available from: <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/192>
3. García A, García-Mina J, Tavares O, Santos L, Berbara R. SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E SEUS EFEITOS SOBRE A NUTRIÇÃO DE PLANTAS. In 2018. p. 227-77. Available from: https://www.researchgate.net/publication/340598076_SUBSTANCIAS_HUMICAS_E_SEUS_EFEITOS SOBRE_A_NUTRICAO_DE_PLANTAS
4. Abreu Cruz E, Araujo Camacho E, Rodríguez Jimenez SL, Valdivia Ávila AL, Fuentes Alfonso L, Pérez Hernández Y. Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annuum*. Centro Agrícola [Internet]. 2018;45(1):52-61. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852018000100007&script=sci_arttext&tlng=pt
5. Guridi Izquierdo F, Calderín García A, Louro Berbara RL, Martínez Balmori D, Rosquete Bassó M. The humic acids from vermicompost protect rice (*Oryza sativa* L.) plants against a posterior hydric stress. Cultivos Tropicales [Internet]. 2017;38(2):53-60. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362017000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=en
6. Hernández LM, Guridi F, Huelva R, Martínez D, Arteaga M. 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. UTCiencia" Ciencia y Tecnología al servicio del pueblo" [Internet]. 2017;3(1):35-45. Available from: <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/view/41>
7. Balmori DM, Domínguez CYA, Carreras CR, Rebatos SM, Fariás LBP, Izquierdo FG, et al. Foliar application of humic liquid extract from vermicompost improves garlic (*Allium sativum* L.) production and fruit quality. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture [Internet]. 2019;8(1):103-12. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40093-019-0279-1>
8. Michelloti Bettoni M, Mógor ÁF, Kogerastki JF, Pauletti V. Crecimiento de plántulas cebolla (*Allium cepa* L.) aplicando sustancias húmicas. Idesia (Arica) [Internet]. 2016;34(2):57-62. Available from: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34292016000200008&script=sci_arttext&tlng=e
9. Hernández JA, Pérez JJM, Bosch ID, Castro SN. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA [Internet]. 2015;93:91. Available from: <https://isbn.cloud/9789597023777/clasificacion-de-los-suelos-de-cuba-2015/>
10. Lichtenthaler H. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes - ScienceDirect [Internet]. 1987. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0076687987480361>
11. Arancon NQ, Pant A, Radovich T, Hue NV, Potter JK, Converse CE. Seed germination and seedling growth of tomato and lettuce as affected by vermicompost water extracts (teas). HortScience [Internet]. 2012;47(12):1722-8. Available from: [https://journals.ashs.org/configurable/content/journals\\$002fhortsci\\$002f47\\$002f12\\$002farticle-p1722.xml?%3Aac=journals%24002fhortsci%24002f47%24002f12%24002farticle-p1722.xml&ArticleBodyColorStyles=pdf-4377](https://journals.ashs.org/configurable/content/journals$002fhortsci$002f47$002f12$002farticle-p1722.xml?%3Aac=journals%24002fhortsci%24002f47%24002f12%24002farticle-p1722.xml&ArticleBodyColorStyles=pdf-4377)
12. Muhie SH, Yildirim E, Memis N, Demir I. Vermicompost priming stimulated germination and seedling emergence of onion seeds against abiotic stresses. Seed Science and Technology [Internet]. 2020;48(2):153-7. Available from: <https://www.ingentaconnect.com/content/ista/sst/2020/0000048/00000002/art00002>
13. Arbolaes ML, González MTG, Jauregui MMR, Cancio YF. Aumento de la calidad fisiológica de la semilla de maíz (*Zea mays* L.) con el uso de bioproductos agrícolas. Agrisost [Internet]. 2019;25(3):1-6. Available from: <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/article/view/e3012>
14. Veobides-Amador H, Guridi-Izquierdo F, Vázquez-Padrón V. Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. Cultivos tropicales [Internet]. 2018;39(4):102-9. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362018000400015&script=sci_arttext&tlng=pt
15. Olle M. vermicompost, its importance and benefit in agriculture. 2019; Available from: <https://dspace.emu.ee/handle/10492/5530>
16. Vikas V, Mondal AK, Sharma JP, Verma D. Application of Organic Manures and their Influence on Broccoli Growth and Yield Parameters. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci [Internet]. 2020;9(2):1127-36. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Vishaw-Vikas/publication/340262882_Application_of_Organic_Manures_and_their_Influence_on_Broccoli_Growth_and_Yield_Parameters/links/5f4f45bba6fdcc9879c0278e/Application-of-Organic-Manures-and-their-Influence-on-Broccoli-Growth-and-Yield-Parameters.pdf
17. García AT, Ardisana EH, del Valle GH, García JC, Téllez OF. Efectos del BIOSTAN® en los índices de crecimiento y los pigmentos fotosintéticos de *Phaseolus vulgaris* L. La Técnica: Revista de las Agrociencias. ISSN 2477-8982 [Internet]. 2017;(18):25-35. Available from: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/804>
18. Sánchez E, Ruiz JM, Romero L, Preciado-Rangel P, Flores-Córdova MA, Márquez-Quiroz C. ¿ Son los pigmentos fotosintéticos buenos indicadores de la relación del nitrógeno, fósforo y potasio en frijol ejotero? Ecosistemas y recursos agropecuarios [Internet]. 2018;5(15):387-98. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282018000300387&script=sci_arttext

19. Chatterjee R, Jana JC, Paul PK. Enhancement of head yield and quality of cabbage (*Brassica oleracea*) by combining different sources of nutrients. Indian Journal of Agricultural Sciences [Internet]. 2012;82(4):324-8. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Ranjit-Chatterjee/publication/256083016_Enhancement_of_head_yield_and_quality_of_cabbage_Brassica_oleracea_by_combining_different_sources_of_nutrients/links/00b49521830db6f7fc000000/Enhancement-of-head-yield-and-quality-of-cabbage-Brassica-oleracea-by-combining-different-sources-of-nutrients.pdf
20. García AT, Ardisana EFH, Téllez OF, García JLC, Muñoz JAM, Aguilar RL, et al. Respuesta del pimiento (*Capsicum annum* L.) ante aplicaciones foliares de diferentes dosis y fuentes de lixiviados de vermicompost. Bioagro [Internet]. 2019;31(3):213-20. Available from: <https://revistas.uclv.clave.org/index.php/bioagro/article/view/2659>
21. Ahmadpour R, Armand N. Effect of ecophysiological characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) in response to organic fertilizers (compost and vermicompost). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca [Internet]. 2020;48(3):1248-59. Available from: <https://notulaeobotanicae.ro/index.php/nbha/article/view/11834>
22. Calderon E, Mortley DG. Vermicompost soil amendment influences yield, growth responses and nutritional value of Kale (*Brassica oleracea Acephala group*), Radish (*Raphanus sativus*) and Tomato (*Solanum lycopersicum* L). Journal of Soil Science and Environmental Management [Internet]. 2021;12(2):86-93. Available from: <https://academicjournals.org/journal/JSSEM/article-abstract/93A3DA166841>
23. Barrueta MA, Pérez NG, Roque JAP, Corona LO, Amador HV. Extract of vermicompost Liplant an alternative for the development of conservation agriculture. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias [Internet]. 2018;27(3). Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-00542018000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=en