



Efecto de un extracto húmico en indicadores productivos en *Zea mays* L



Effect of a humic extract in productive indicators in *Zea mays* L.

- Jenifer Alvarez Lima, Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de la Habana, (Mayabeque, Cuba) (jenifer93@unah.edu.cu) ORCID: 0000-0003-4456-269X
- Dariellys Martínez Balmori, Departamento de Química, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de la Habana, (Mayabeque, Cuba) (dariellys@unah.edu.cu) ORCID: 0000-0002-8321-8077
- Fernando Guridi Izquierdo, Departamento de Química, Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de la Habana, (Mayabeque, Cuba) (fguridi@unah.edu.cu) ORCID: 0000-0003-0504-0813

Resumen

Los extractos húmicos de vermicompost constituyen una alternativa para la producción agraria sostenible, que permite disminuir el uso de productos sintéticos, agresivos a la salud humana y animal, y reducir los costos de producción, debido a su fácil acceso para los agricultores. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto que ejerce la aplicación foliar de diferentes diluciones de un extracto líquido, rico en sustancias húmicas, obtenido a partir de un vermicompost de estiércol vacuno, sobre indicadores productivos en plantas de maíz (*Zea mays* L.). Bajo un diseño completamente aleatorio, con tres repeticiones, se realizaron aplicaciones de tres diluciones del extracto húmico (1:40, 1:60 y 1:80, v:v) en tres momentos (15, 30 y 45 días después de la siembra), y se asumió como control a un grupo de plantas que se mantuvieron sin aplicación. Se analizaron algunas propiedades del extracto obtenido y se evaluó su efecto sobre los indicadores productivos: número de mazorcas por planta, número de granos por hilera, diámetro de la mazorca (con y sin granos), longitud de la mazorca, número de hileras por mazorca, masa de 100 granos, masa de la producción (con y sin paja) y rendimiento. Para la comparación múltiple de medias se utilizó el test de Turkey al 95% de confianza. Ocho variables manifestaron estímulos ante la aplicación de los lixiviados, mostrándose las mejores respuestas en presencia de las diluciones 1:60 y 1:80 (v:v), con rendimientos por encima de las 12,6 t.ha⁻¹ (considerando la masa de la tusa).

Palabras claves: agricultura sostenible, aplicación foliar, diluciones húmicas, maíz.

Abstract

*The vermicompost humic extracts constitute an alternative for the sustainable agrarian production that allows to diminish the use of synthetic products, aggressive to the human and animal health, and to reduce the production costs, due to their easy access for the farmers. Determine the influence of foliar applications of different dilutions of a liquid extract (rich in humic substances) obtained starting from a vermicompost of bovine manure, on productive indicators in corn plants (*Zea mays* L.) was the objective of this investigation. Under a completely random design, with three repetitions, applications were carried out of three dilutions of the humic extract (1:40, 1:60 and 1:80, v:v) in three moments (15, 30 and 45 days after the sowing), and a group of plants that stayed without application was assumed as*

Recibido:03/08/2020 - Revisado:02/09/2020 / Aceptado: 16/09/2020 - Publicado: 20/12/2020
 © 2020 Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.
 Disponible gratuitamente en revamazcyt@uea.edu.ec



control. Some properties of the obtained extract were analyzed and their effect was evaluated on the productive indicators: number of ears for plant, number of grains for rows, diameter of the ear (with and without grains), longitude of the ear, number of rows for ear, mass of 100 grains, mass of the production (with and without straw) and yield. For the multiple comparison of stockings was used the Turkey test to 95% of trust. Eight variables manifested stimuli before the application of leachates, showing the best responses in presence of dilutions 1:60 and 1:80 (v:v), with yields above 12,6 t.ha-1 (considering the cob mass).

Key words: sustainability agriculture, foliar application, humic dilutions, maize.

Introducción

Los modelos de producción convencional que prevalecen en la agricultura mundial constituyen una industria lucrativa a través del comercio de insumos sintéticos, maquinarias, variedades mejoradas genéticamente y paquetes tecnológicos que provocan fragilidad, vulnerabilidad y riesgos para el ambiente, la salud humana y los agroecosistemas (Rodríguez *et al.*, 2017). El uso sostenido de esas prácticas agrícolas a base de insumos químicos de elevada toxicidad, ha comprometido la sostenibilidad de los sistemas y consecuentemente, la disponibilidad de alimentos. Por otra parte, la alta dependencia de materias primas originadas de fuentes no renovables, supone una de las principales amenazas para las generaciones futuras (Funes-Monzote, 2017). Ante esta preocupación las comunidades científicas han otorgado prioridad a la producción de alimentos saludables de una forma armónica con el ambiente. En este sentido, la agroecología es una alternativa de producción sostenible que promueve, entre otras premisas, la sustitución de fertilizantes sintéticos con bioestimulantes o la aplicación combinada de ambos (Funes-Monzote, 2017). De acuerdo con Balmori *et al.* (2019) aunque existen incertidumbres relacionadas con los rendimientos, se ha demostrado que la producción orgánica no solo puede alcanzar rendimientos similares a los de la agricultura convencional, sino que puede repercutir en el control biológico.

Los bioestimulantes tienen acción sobre el crecimiento de la planta, mejoran la absorción de nutrientes e incrementan los rendimientos en condiciones de estrés ambiental, independientemente de los elementos nutrientes que contienen. Estas sustancias y materiales, cuando se aplican a las plantas o medios de cultivo, han demostrado potencial para modificar la fisiología de las plantas, promover su crecimiento y mejorar su respuesta al estrés salino e hídrico (Veobides *et al.*, 2018).

Las sustancias húmicas (SH) líquidas se encuentran entre los bioestimulantes empleados en la agricultura. Tienen acción estimulante del tipo "like-hormone" y se obtienen a partir de fuentes orgánicas de carácter reciclable, como sedimentos de ríos, lagos y océanos; materiales orgánicos; minerales como la leonardita; compost y vermicompost (Calvo *et al.*, 2014). Estos dos últimos poseen una elevada utilización en los procesos agrarios por generarse a partir de subproductos agropecuarios y sustancias de desecho, ricas en SH y nutrientes; lo cual, constituye una ventaja para los sistemas por favorecer el reciclaje de materiales.

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos de mayor demanda a nivel mundial debido a su preferencia de consumo humano, su representatividad en la alimentación ganadera y su utilización industrial. La producción global supera actualmente los 900 millones de toneladas anuales (FAO, 2017). En

Cuba es un cereal de gran importancia y se utiliza para la alimentación, tierno o seco. Se siembra en toda la isla, abarcando una superficie entre 77 000 y 100 000 hectáreas, destacándose las provincias de las regiones centrales y orientales con mayores extensiones de superficie de siembra. Su destino principal es como grano amarillo, cristalino o dentado, para la alimentación humana en forma de elotes, y en forma de grano seco para uso industrial de consumo animal (concentrados). Sin embargo, pese a los esfuerzos realizados por los agricultores para elevar los rendimientos en el cultivo, estos presentan una media nacional de 2,25 t.ha⁻¹, alejada de la media mundial con valores de 4,50 t.ha⁻¹ (González *et al.*, 2017). El Grupo de Materia Orgánica y Bioestimulantes (MOBI) del Departamento de Química de la Universidad Agraria de la Habana (UNAH), ha comprobado que extractos acuosos de SH aislados de vermicompost estimulan el crecimiento, desarrollo y producción de varios cultivos, así como también ejercen un efecto protector en plantas sometidas a estrés salino e hídrico (García *et al.*, 2016 a; Veobides *et al.*, 2018; Balmori *et al.*, 2019).

Los efectos estimulantes de la aplicación foliar de estos extractos húmicos (EH) de vermicompost (EHV) sobre la fisiología y bioquímica de las plantas, que repercuten en los rendimientos agrícolas y/o calidad de los frutos, ocupan aún el interés de los científicos; esto se debe a la necesidad de conocer completamente su influencia sobre la productividad en los cultivos de interés agrícola, como una alternativa de producción ecológica. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto que ejerce la aplicación foliar de diferentes diluciones de un EHV obtenido a partir de vermicompost de estiércol vacuno, sobre indicadores

productivos en plantas de maíz de la variedad Felo.

Materiales y métodos

Obtención y caracterización del EH

El EH fue obtenido a partir de vermicompost de estiércol vacuno producido durante tres meses con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida* Sav.). En el Laboratorio de Química de la UNAH, se tamizó (2 μ m), se secó y fue sometido a una solución básica consistente en (NH₂)₂CO, KOH, KH₂PO₄. El extracto resultante se procesó con un agitador mecánico IKA® RW-20 durante 6 horas a 60°C; se dejó reposar durante 24 horas; se decantó y se centrifugó a 3500 rpm en una centrífuga TG-16. Posteriormente se le determinó pH y conductividad eléctrica (CE) según la norma cubana NC 32:1999 con un pHmetro (Modelo PHSJ-3F, precisión pH \pm 0,01) y un conductímetro (Modelo DDSJ-308, \pm 0.5%), respectivamente. La densidad (ρ) se evaluó con picnómetro y balanza analítica; los contenidos de sodio y potasio por fotometría de llama y el porcentaje de materia orgánica (M.O) colorimétricamente mediante oxidación con dicromato de potasio en medio ácido. Las lecturas se realizaron con un espectrofotómetro a 600 nm (Ray Leigh UV 2601). Todas las evaluaciones se realizaron a 25 °C y por triplicado.

Condiciones experimentales y material vegetal

El experimento se efectuó en la finca "Las Papas", área experimental perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), de coordenadas 22° 92' 26,04" Latitud Norte y 82° 14' 0,59" Longitud Oeste, en el municipio de San José de las Lajas, provincia Mayabeque, Cuba. El suelo es Ferralítico Rojo Lixiviado y sus principales propiedades químicas se presentan en la (Tabla 1).

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo Ferralítico Rojo Lixiviado, Finca “Las Papas”

| Profundidad (cm) | pH | M.O (%) | Cationes intercambiables (cmol _c .kg ⁻¹) | | | |
|------------------|------|---------|---|------------------|-----------------|----------------|
| | | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ |
| 0-12 | 7,25 | 1,67 | 12,03 | 3,60 | 0,05 | 0,64 |
| 12-22 | 7,40 | 1,54 | 17,50 | 2,50 | 0,10 | 0,50 |

Se utilizaron semillas de maíz (*Z. mays*), variedad Felo, facilitadas por el Programa de Mejoramiento Genético del INCA. La prueba de germinación se realizó en el Laboratorio de Química de la UNAH antes de la siembra, para comprobar un poder germinativo superior al 90%.

Se siguió un diseño completamente aleatorio en parcelas de 12,50 m x 2,00 m, por triplicado. La siembra se realizó de forma manual, a 5 cm de profundidad. Se utilizó un marco de siembra de 0,90 m x 0,30 m y se depositaron entre dos y tres semillas por punto, dejándose todas las plantas que emergieron. Se establecieron cuatro tratamientos: tres diluciones del EHV en agua (1:40, 1:60 y 1:80, v:v) y un control que se mantuvo sin aplicación, simbolizados como: HL 1:40 (dilución 1:40 v:v), HL 1:60 (dilución 1:60 v:v), HL 1:80 (dilución 1:80 v:v) y C (control). Las aplicaciones se efectuaron a los 15, 30 y 45 días después de la siembra (DDS), utilizándose un atomizador manual de 1 L hasta punto de goteo. Se realizaron dos riegos por micro aspersión para satisfacer las demandas hídricas del cultivo que no cubrieron las precipitaciones. Las plantas arvenses fueron controladas de forma manual en todo el ciclo del cultivo y no se realizaron labores de fertilización sintética ni control fitosanitario.

Indicadores productivos

Se determinaron los indicadores: número de mazorcas por planta (conteo directo en

el campo), número de granos por hilera en la mazorca (conteo visual), longitud de la mazorca (regla graduada), diámetro de la mazorca con y sin granos (pie de rey), número de hileras por mazorca (conteo visual), masa de 100 granos (balanza técnica, Modelo BPE-500 ± 0,001 g), masa de la producción total de cada tratamiento con y sin paja (balanza técnica, Modelo BPE-500 ± 0,001 g) y rendimiento en función de la masa de la tusa (por pesada de la producción total de cada unidad experimental, extrapolada a una hectárea). Estos parámetros coinciden con la metodología planteada por Alemán *et al.* (2020).

Análisis estadísticos

Los datos fueron tabulados y se comprobaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza para las variables: número de mazorcas por planta, número de granos por hilera en la mazorca, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca con y sin granos y número de hileras por mazorca, cumpliéndose los supuestos. Se graficaron mediante la herramienta Excel de Microsoft Office (2016). Se procesaron en el paquete estadístico Statgraph v 5.1, con análisis de varianza simple (ANOVA). La comparación múltiple de medias fue realizada mediante el test de Turkey al 95% de confianza.

Resultados y discusión

Las propiedades evaluadas del EHV obtenido (Tabla 2), mostraron valores dentro del rango

que se reporta en la literatura para estos lixiviados (Vázquez y Loli, 2018; Velecela *et al.*, 2019), con valores de pH ligeramente básico, CE baja (lo que evita efecto de toxicidad en los cultivos) y porcentaje de C orgánico elevado (mayor del 25%). También

fueron semejantes a EH extraídos de otras fuentes como turfas, biochar y leonardita (Zhang *et al.*, 2014). Estos parámetros indican que el sólido humificado utilizado contenía grandes cantidades de M.O humificada soluble (Calderín *et al.*, 2016).

Tabla 2. Propiedades del extracto húmico de vermicompost obtenido

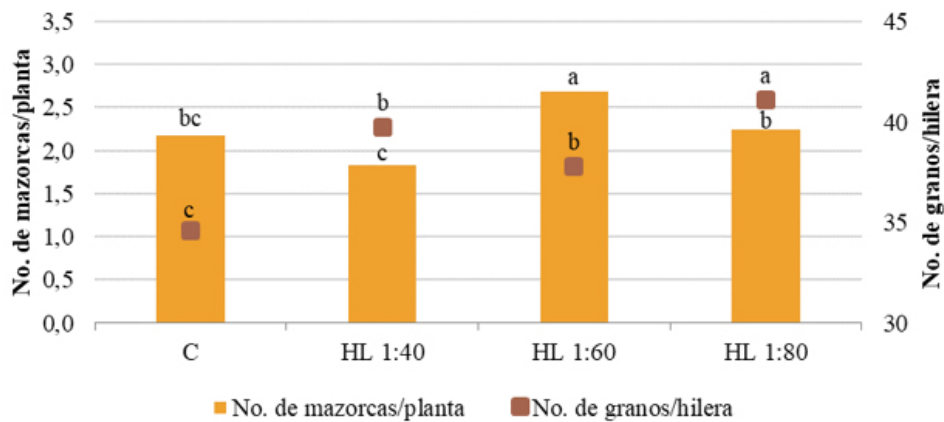
| Propiedades | Valor |
|------------------------------|-------|
| CE (mS/cm) | 5,81 |
| pH | 8,73 |
| ρ (kg/dm ³) | 0,99 |
| Na ⁺ (mg/L) | 270 |
| K ⁺ (mg/L) | 2331 |
| % M.O | 38,2 |

El valor alcanzado por la ρ , indicó una alta hidrofiliidad de las SH del extracto. Este indicador es favorable en términos de fluidez tanto del extracto como de las diluciones que se preparan a partir de él, ya que no provocarían dificultades en su aplicación mediante aspersores. El contenido de potasio fue ligeramente superior al de otros EH obtenidos de fuentes alternativas de M.O (Zhang *et al.*, 2014), probablemente debido a que en esos casos se empleó una disolución extractiva de NaOH, la cual fue sustituida en este trabajo por KOH. Lo anterior es favorable pues el potasio tiene influencia en el tamaño, firmeza y sabor de los frutos; participa en la activación de sistemas enzimáticos, el metabolismo de las proteínas, el balance iónico, así como en el crecimiento de la extensión de membranas celulares, apertura y cierre de los estomas y la turgencia celular (Coitiño *et al.*, 2016). De acuerdo a las propiedades del EH obtenido, el mismo presenta potencialidades para su aplicación como bioestimulante en la agricultura (García *et al.*, 2016 a).

En cuanto al número de mazorcas por planta de maíz tratada con diferentes diluciones

del extracto (Figura 1), se observó que los tratamientos más diluidos (HL 1:60 y HL 1:80) mostraron diferencias significativas respecto al control y entre ellas, exhibiendo una mejor respuesta el tratamiento HL 1:60. De igual forma, se encontraron estímulos sobre la producción de granos por mazorca. Sin embargo, el tratamiento HL 1:40 no modificó la cantidad de mazorcas por planta, probablemente debido a una mayor concentración de SH, las cuales, en elevadas proporciones, podrían inhibir procesos fisiológico-bioquímicos de la planta. En otros cultivos como el ajo (*Allium sativum* L.) la aplicación foliar de EHV ha estimulado la formación de dientes externos en el bulbo, ha incrementado la masa seca y fresca de los dientes y los bulbos, y ha mejorado los parámetros de calidad (Balmori *et al.*, 2019). En tomate (*Solanum lycopersicum* L.), se aumentó la absorción de nutrimentos y la aparición de hojas y flores (Arjune *et al.*, 2019), mientras que en habichuela (*Vigna Unguiculata* L.) se produjeron más legumbres por planta (Rodríguez, 2017).

Figura 1. Número de mazorcas por planta (ESx= 0,07) y número de granos por hilera (ESx= 0,31) en plantas de maíz tratadas con diferentes diluciones del EH / a-c...Letras desiguales difieren significativamente (Tukey $p < 0.05$)



Los ácidos húmicos contenidos en las compostas ejercen efecto sobre componentes biológicas en plantas de maíz; por ejemplo, se han verificado incrementos en la masa seca de la raíz y mayor potencial de crecimiento en las mismas (Kandil *et al.*, 2020); estímulos en la germinación de las semillas, formación y crecimiento de las raíces, crecimiento del tallo y hojas, y almacenamiento de macro nutrientes como el potasio, calcio y fósforo, y micro nutrientes como el hierro y manganeso (Eyheraguibel *et al.*, 2008). Por otra parte, Martínez *et al.* (2012) mencionaron una posible acción bioprotectora de las SH líquidas obtenidas de vermicompost en plantas de maíz bajo condiciones de salinidad.

Los indicadores de diámetro de la mazorca con y sin granos no arrojaron diferencias estadísticas entre ninguno de los tratamientos (Tabla 3). Calderín *et al.* (2016) demostraron

la efectividad de materiales humificados semejantes, a mayores concentraciones, sobre la actividad biológica y la productividad en plantas de maíz. En coherencia, es probable que estas variables se incrementen a concentraciones superiores del extracto, sin embargo, el resto de los indicadores productivos analizados en esta investigación para la variedad Felo, manifestaron mejores estímulos a bajas concentraciones del producto. La acción inhibitoria con relación a altas concentraciones de las sustancias húmicas se ha sido planteado en la literatura (Nardi *et al.*, 2000) y al respecto, se ha expresado que altas concentraciones de estas sustancias pueden inhibir el crecimiento vegetal de forma semejante al efecto producido por las fitohormonas. Por tanto, sería necesario dirigir investigaciones futuras a evaluar la efectividad de EHV sobre esta variedad, en una gama más extensa de diluciones.

Tabla 3. Diámetro de la mazorca, con y sin granos, de las plantas de maíz tratadas con diferentes diluciones del extracto húmico líquido

| Tratamientos | Diámetro de la mazorca con granos (cm) | Diámetro de la mazorca sin granos (cm) |
|--------------|--|--|
| C | 5,02 ± 0,14 | 3,10 ± 0,12 |
| HL 1:40 | 4,99 ± 0,16 | 2,82 ± 0,13 |
| HL 1:60 | 4,98 ± 0,20 | 2,88 ± 0,17 |
| HL 1:80 | 4,95 ± 0,27 | 2,79 ± 0,19 |
| ESx | 0,07 | 0,08 |

La longitud de la mazorca y la masa de 100 granos solo se estimularon ante la aplicación de HL 1:80, mientras que el número de hileras por mazorca se incrementó en todos los tratamientos con EHV (Tabla 4). Aplicaciones de diferentes bioproductos han logrado incrementar los valores medios de la masa de 100 semillas (Calero *et al.*, 2016). Las SH motivan la absorción de nutrientes por parte de la planta, promueven el desarrollo de las raíces, mejoran la fertilidad y calidad del suelo y favorecen la producción de biomasa (Crittenden *et al.*, 2015). Los efectos sobre el crecimiento vegetal, señalan la influencia positiva en el transporte de iones, facilitándose la absorción y permeabilidad de las membranas, la acción directa sobre procesos metabólicos como fotosíntesis, respiración y síntesis de proteínas mediante el aumento o disminución de la actividad

de diversas enzimas y la actividad hormonal (Huelva *et al.*, 2013).

La influencia de las SH sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de maíz se ha comprobado (Martínez *et al.*, 2012), y se ha relacionado con la estimulación de la actividad de enzimas que hacen parte del metabolismo del nitrógeno (nitrato reductasa, glutamato deshidrogenasa y glutamina sintetasa) y el carbono; así como la actividad de la enzima H⁺-ATPasa de la membrana plasmática (Veobides *et al.*, 2018). Por otra parte, la actividad fitohormonal favorece el alargamiento de las células de los brotes; incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos; favorece el desarrollo de flores; la germinación de semillas; aumenta la dimensión de algunos frutos y retarda el envejecimiento de tejidos vegetales (Sangoquiza *et al.*, 2019).

Tabla 4. Longitud de la mazorca, número de hileras por mazorca y masa de 100 granos en plantas de maíz tratadas con diferentes diluciones del EH

| Tratamientos | Longitud de la mazorca (cm) | No. de hileras/ mazorca | No. de hileras/ mazorca |
|--------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| C | 16,48 b | 13,00 b | 34,35 b |
| HL 1:40 | 19,62 ab | 15,00 a | 33,92 b |
| HL 1:60 | 19,62 ab | 15,00 a | 38,14 ab |
| HL 1:80 | 21,78 a | 15,50 a | 41,33 a |
| ESx | 0,86 | 0,44 | 1,15 |

a-b...Letras desiguales entre las difieren significativamente (Tukey $p < 0.05$)

Los estímulos del EHV sobre las componentes agrícolas anteriores favorecieron los rendimientos del maíz. Estos manifestaron diferencias estadísticas significativas entre el control y los tratamientos con lixiviados y se incrementaron de 8,6 a 12,8 t.ha⁻¹ (considerándose la masa de la tusa), apreciándose los mayores valores con HL 1:60 y HL: 1:80 (Tabla 5). Dicho

comportamiento, demuestra que la aplicación foliar del bioestimulante influyó en los procesos biológicos del cultivo, lo que se reflejó en un aumento de la masa promedio y la productividad del mismo. Resultados similares han sido publicados, donde la aspersión foliar de EH ha incrementado los rendimientos del maíz, a través de la cantidad y tamaño de los granos (García *et al.* 2016 b).

Tabla 5. Masa de la producción (con y sin paja) y rendimiento de plantas de maíz tratadas con diferentes diluciones del EH (medias de tres repeticiones)

| Tratamientos | Masa de la producción con paja (kg) | Masa de la producción sin paja (kg) | Rendimiento* (t.ha ⁻¹) |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| C | 19,77 c | 9,31 c | 8,6 c |
| HL 1:40 | 22,50 b | 11,14 b | 10,3 b |
| HL 1:60 | 29,09 a | 13,64 a | 12,6 a |
| HL 1:80 | 29,54 a | 13,86 a | 12,8 a |
| ESx | 0,12 | 0,12 | 0,12 |

a-c...Letras desiguales entre filas difieren significativamente (Tukey $p < 0.05$)

* Se consideró la masa de la tusa.

Al analizar las respuestas productivas del cultivo y el comportamiento de sus diferentes variables ante la aplicación del EHV, se observó que todos los tratamientos con el extracto manifestaron estímulos significativos respecto al control, no obstante, HL 1:60 y HL 1:80 arrojaron los mejores resultados. Esto sugiere que la variedad de maíz Felo, bajo las condiciones experimentales en que se desarrolló el experimento, expresa el mejor potencial productivo a bajas concentraciones del producto.

Los extractos contenidos de SH constituyen una opción válida de fertilización orgánica, permiten disminuir el empleo de productos sintéticos que provocan daños a la salud humana y animal, la degradación de suelos y la toxicidad de las aguas, entre otros tantos perjuicios ambientales. Promueven la actividad biológica del cultivo, lo cual, incrementa la productividad y contribuye a

alcanzar seguridad alimentaria; además de que su fácil acceso y la simplicidad de su proceso de obtención los hacen más viables, desde el punto de vista económico, que otras tecnologías industriales. Esta es una alternativa de producción sostenible del maíz a pequeña escala que garantiza justicia social y ambiental y rentabilidad económica.

Conclusiones

El EHV obtenido presentó propiedades dentro del rango establecido para materiales humificados. Su aspersión foliar permitió incrementar la productividad en plantas de maíz de la variedad Felo, hasta 12,8 t.ha⁻¹ (considerándose la masa de la tusa), debido al estímulo de otros indicadores agrícolas. Este producto de origen orgánico sugiere una alternativa de producción saludable y poco agresiva para el ambiente. Los mejores resultados generales se obtuvieron en los

tratamientos con menor concentración del extracto (HL 1:60 y HL 1:80), lo cual demostró la efectividad del producto en bajas cantidades.

Referencias bibliográficas

- Alemán, R.D., Ortiz, R.V., Domínguez, J., Bravo, C.A., Alba, J.L., Rodríguez, Y., Pico, C., Freile, J. (2020). Desarrollo productivo de dos variedades locales de maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de fertilizante mineral y orgánico en la Amazonía Ecuatoriana. *Ciencias Agrarias*. 13(1):9-16. Doi:10.18779/cyt.v13i1.343.
- Arjune, Y., Ansari, A., Jaikishun, S., Homenauth, O. (2019). Effect of vermicompost and other fertilizers on soil microbial population and growth parameters of F1 Mongal tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.). *Pak. J. Bot.* 51(5), doi: ([http://dx.doi.org/10.30848/PJB2019-5\(1\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2019-5(1))).
- Balmori, D.M., Domínguez, C.Y.A., Carreras, C.R., Rebatos, S.M., Farías, L.B.P., Izquierdo, F.G., Berbara, R. L. L., García, A.C. (2019). 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*. doi.org/10.1007/s40093-019-0279-1.
- Calderín, A., Pimentel, Jaime., Martínez, D., Huelva, R., Guridi, F. (2016). Efeitos no cultivo do milho de um extrato líquido humificado residual, obtido a partir de Vermicomposto. *Revista Ciências Técnicas Agropecuarias*. 25(1):38-43.
- Calero, A., Pérez, Y., Pérez, D. (2016). Efecto de diferentes biopreparados combinado con FitoMasE en el comportamiento agroproductivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Monfragüe Desarrollo Resiliente*. 7(2):162-76.
- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. doi 10.1007/s11104-014-2131-8. p:34.
- Coitiño, J., Barbazán, M., Ernst, O. (2016). Fertilización con potasio en soja: asociación de la respuesta del cultivo con características edáficas y topográficas. *Agrociencia Uruguay*. 20(2):109-120.
- Crittenden, S.J., Poot, N., Heinen, M., Van Balen, D.J.M., Pulleman, M.M. (2015). Soil physical quality in contrasting tillage systems in organic and conventional farming. *Soil and Tillage Research*. 154:136-44.
- Eyheraguibel, B., Silvestre, J., Morard, P. (2008). Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource Technology*. 99(10): 4206–4212.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2017). Base de datos de producción agropecuaria FAOSTAT. Disponible en: (<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>).
- Funes-Monzote, F.R. (2017). Integración agroecológica y soberanía energética. *Agroecología*. 12(1):57-66.
- García, A.C., Pimentel, J.J.Q., Balmori, D.M., Huelva, R.L., Guridi, F.I. (2016 a). Effects of a humic liquid extract obtained from vermicompost on growing and yield corn. *Revista Ciências Técnicas Agropecuarias*. 25(1):38-43.
- García, A.C., Souza, L.G.A., Pereira, M.G., Castro, R.N., García-Mina, J.M., Zonta, E., Lisboa, F.J.G., Berbara, R.L.L. (2016 b). Structure-property-function relationship in humic substances to explain the biological activity in plants. *Nature Sci Rep*. Disponible en: (<https://doi.org/10.1038/srep20798>).

- González, M.T., Jiménez, A., González, O. (2017). Comparación diferentes distancias de siembra en el maíz (*Zea mays* L.) utilizadas en el municipio Cabaiguán. *InfoCiencia*. 21(1):56-57.
- Hernández, A.J., Morales, M., Borges, Y., Vargas, D., Cabrera, J.A., Ascanio, M.O. (2014). Degradación de las propiedades de los suelos ferralíticos rojos lixiviados de la Llanura Roja de La Habana por el cultivo continuado. Algunos resultados sobre su mejoramiento. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*. 156 p.
- Huelva, R., Martínez, D., Calderín, A., Hernández, O.L., Guridi, F. (2013). Propiedades químicas y química-físicas de derivados estructurales de ácidos húmicos obtenidos de vermicompost. Actividad biológica. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 22(2): 56-60.
- Kandil, E., Abdelsalam, R., Mansour, A., Ali, M., Siddiqui, H. (2020). Potentials of organic manure and potassium forms on maize (*Zea mays* L.) growth and production. *Scientific Reports*. 10:8752. doi:10.1038/s41598-020-65749-9.
- Martínez, D., Huelva, R., Portuondo, L., Guridi, F. (2012). Evaluación del efecto protector de las Sustancias Húmicas Líquidas en plantas de maíz cultivar P-2928 en condiciones de salinidad. *Centro Agr.* 39:29–32.
- Nardi, S., Pizzeghello, C., Ferrarese, L., Trainotti, L., Casadoro, G. (2000). A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. *Soil Biology & Biochemistry*. 32(3):415-419.
- Rodríguez, P.A. (2017). Impacto del lixiviado de humus de lombriz sobre el Crecimiento y productividad del cultivo de habichuela (*Vigna Unguiculata* L. Walp). *Ciencia en su PC*. 2(2):44-58
- Sangoquiza, C.A., Yáñez, C.F., Borges, M. (2019). Respuesta de la absorción de nitrógeno y fósforo de una variedad de maíz al inocular *Azospirillum* sp. y *Pseudomonas fluorescens*. *Avances en ciencias e ingenierías*. 11(17):84-95.
- Vázquez, J y Loli, O. (2018). Compost and vermicompost as amendments in the recovery of a soil degraded by the management of *Gypsophila paniculata*. *Scientia Agropecuaria*. 9(1):43-52. doi: 10.17268/sci.agropecu.2018.01.05.
- Velecela, S., Meza, V., García, S., Alegre, J., Salas, C. (2019). Microbial enrichment vermicompost under two production system and its effects on radish (*Raphanus sativus* L.) production. *Scientia Agropecuaria*. 10(2):229-39. doi: 10.17268/sci.agropecu.2019.02.08.
- Veobides, H., Guridi, F., Vázquez, V. (2018). Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales*. 39(4):102-109.
- Zhang, L., Sun, X.Y., Tian, Y., Gong, X.Q. (2014). Biochar and humic acid amendments improve the quality of composted green waste as a growth medium for the ornamental plant *Calathea insignis*. *Scientia horticulturae*. 176:70-80. doi: 10.1016/j.scienta.2014.06.021.

Como citar este artículo

Alvarez, J., Martínez, D., Guridi, F. (2020). Efecto de un extracto húmico en indicadores productivos en *Zea mays* L. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*. 9 (2).19-28