

Fertilización con humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en el crecimiento vegetativo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L)

Fertilization with earthworm humus (*Eisenia foetida*) in the vegetative growth of the potato crop (*Solanum tuberosum* L)

Celinda Alvarez_Arias^A, Aydeé Kari_Ferro^B, Nora G, Echegaray_Peña^C, Rosa Huaraca_Aparcol^D, Niki F. Flores Pacheco^E, Juan S. Barreto_Carbajal^F

0000-0003-1585-4001^A, 0000-0001-7598-7450^A y 0000-0001-8664-1535^C 0000-0003-4493-7754^D 0000-0002-2772-0951^E y 0000-0002-3512-6856^F

(Recepción: 15/08/2022 y aceptación 01/12/2022)

Resumen— El objetivo de la investigación fue evaluar la respuesta de la aplicación localizada de humus de lombriz en el cultivo de papa variedad Canchán INIA. El estudio se realizó en la provincia de Grau del departamento de Apurímac. Las variables de estudio fueron el crecimiento vegetativo representado por los indicadores: porcentaje de emergencia, porcentaje de brotes laterales, altura de planta entre los periodos y el número de tallos entre los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Con un diseño de bloques completamente al azar. Los resultados muestran que existe diferencias significativas (Sig.<0.05) entre los tratamientos siendo la aplicación localizada de humus de lombriz a 0.5 Kg/planta con mayores promedios de emergencia en 91.25%; porcentaje de brotes laterales de 95%; alturas de planta entre 32.7575 cm a los 60 después de la siembra hasta 42.6275 cm a los 90 días después de la siembra y número de tallos entre 3.7750 (60 dds) y 3.75 (90 dds). En conclusión la aplicación localizada de humus de lombriz a 0.5 Kg/planta tiene mejor efecto en los parámetros productivos del cultivo de papa frente a la aplicación al voleo de 2 Kg/m² de humus de lombriz.

Palabras clave: Rendimiento, humus de lombriz, tuberculo, crecimiento vegetativo.

Abstract— The objective of the research was to evaluate the response of the localized application of earthworm humus in the potato crop of the Canchán INIA variety. The study was carried out in the Grau province of the Apurímac department. The study variables were the vegetative growth represented by the indicators: percentage of emergence, percentage of lateral shoots, plant height between periods and the number of stems between 30, 60 and 90 days after sowing. With a completely randomized block design. The results show that there are significant differences (Sig.<0.05) between the treatments, being the localized application of earthworm humus at 0.5 Kg/plant the highest averages of emergence and lateral shoots of 95%. The results in the yield parameters are reported greater than 0.5 Kg/plant, among which the tuber yield of 32.1525 t/ha stands out, tuber weight per plant of 868.1375 g/plant, tuber diameters between 36.58 mm to 42.7175 mm and 13.9625 tubers/plant. In conclusion, the localized application of earthworm humus at 0.5 kg/plant has a better effect on the productive parameters of the potato crop compared to the broadcast application of 2 kg/m² of earthworm humus.

Keywords: Yield, worm humus, tuber, vegetative growth.

- A. Celinda Alvarez_Arias, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, calvarez@unamba.edu.pe
B. Aydeé Kari_Ferro, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, akari@unamba.edu.pe
C. Nora G. Echegaray_Peña, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, nechegaray@unamba.edu.pe
D. Rosa Huaraca_Aparco, Universidad Nacional José María Arguedas rhuaraca@unajma.edu.pe
E. Niki F- Flores_Pacheco, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, nflores@unamba.edu.pe
F. Juan S. Barreto_Carbajal, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, jcarbajal@unamba.edu.pe

1 INTRODUCCIÓN

Para mantener la fertilidad del suelo y aumentar la producción de cultivos, El humus de lombriz se han utilizado en la agricultura durante mucho tiempo [1 , 2 , 3]. Este abono orgánico aporta nutrientes y carbono orgánico al suelo, pero no de forma muy eficiente [4]. Se cree que el humus de lombriz ofrece una ruta por la cual los desechos orgánicos pueden estabilizarse en gran medida, convirtiéndolos en un fertilizante terminado [5]. Se pueden lograr fines similares con el compostaje, pero el compostaje es un proceso que consume mucha energía y se sabe que el valor fertilizante de los compostes es inferior al del Humus de Lombriz [6, 7,8,9].

Tanto el compostaje como el vermicompostaje implican la descomposición biológica de desechos orgánicos para producir un fertilizante orgánico estabilizado. El compostaje, es dada por una lombriz que facilita la acción microbiana sobre los desechos. Esto ocurre porque los desechos están expuestos a ciertas bacterias y enzimas presentes en el intestino de las lombrices que no están disponibles durante el compostaje u otros procesos de degradación biológica y que otorgan atributos especiales a un vermicompost (VC). Al ingerir pedazos de desechos, las lombrices de tierra los trituraran con sus mollejas, aumentando así su área de superficie múltiple y haciéndolos mucho más susceptibles a la acción microbiana y enzimática de lo que eran [5]. A medida que los desechos masticados pasan a través del intestino de una lombriz de tierra, las enzimas y los microorganismos presentes en el intestino actúan sobre ellos para que se biodegraden extensamente [10, 11, 12, 13]. El sustrato también adquiere algunas de las enzimas y microorganismos, así como algunas de las hormonas, presentes en el intestino de la lombriz, ya que es excretado por la lombriz en forma de vermicast. Durante este vermicompostaje, el 50 ± 10% del carbono orgánico presente en el sustrato original se mineraliza y se emite en forma de dióxido de carbono. Debido a esto, la concentración de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes principales, medios y trazas aumenta en el VC en relación con el sustrato original. La mineralización causada por la biodegradación también hace que estos nutrientes estén más biodisponibles de lo que estaban en el sustrato original.

En este entorno el abonamiento con fuentes orgánicas como humus de lombriz se convierte en una alternativa viable. Numerosos estudios sobre la utilización de humus de lombriz aseveran los beneficios de su aplicación al suelo, mejorando sus características físico-químicas y biológicas, e incrementando los rendimientos de diferentes cultivos [14]

Sin embargo, aunque existen varios informes que han demostrado que el humus de lombriz estimuló la germinación de semillas [15], apoyó el crecimiento de las plantas y mejoró el rendimiento y la calidad de los frutos [16] de varias especies de plantas, también hay informes que describen que humus de lombriz no tuvo ningún efecto beneficioso o tuvo un efecto perjudicial [17]. En este contexto la investigación tuvo como objetivo evaluar el

efecto del abonamiento con humus de lombriz sobre el rendimiento, calidad y rentabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchan INIA

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de investigación

La investigación se desarrolló en la comunidad del distrito de Chuquibambilla -Grau-Apurímac, con un espacio temporal de duración de 06 meses calendarios. La población muestral estuvo constituida por 576 plantas de papa de la variedad Canchan INIA en un número de 3360 unidades, en un área total de 100.80 m². La determinación de la muestra se realizó en los surcos centrales de cada unidad experimental tomando al azar 20 plantas de papa

Acondicionamiento de los materiales, insumo y equipos. El humus de lombriz fue adquirido de la quinta agroecológica Llañucancha del distrito de Abancay, la semilla de papa fue adquirida de la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigación - INIA de Andahuaylas, Apurímac, los insumos y herramientas manuales para la conducción del cultivo fueron de origen local

Preparación del terreno. El proceso de preparación consistió en la limpieza del terreno, Muestreo del suelo, Riego, Arado, rastrado y surcado, siembra, Abonamiento, fertilización, control de plagas y cosecha.

Emergencia. Se evaluó a partir de los 15 hasta los 30 días después de la siembra, en este periodo se ha observado que mas del 70% de las plantas han brotado. Los datos se registraron en las fichas elaboradas previamente contando el número de plántulas sobre la superficie respecto del número de tubérculos instalados en cada bloque

Altura de planta. Se midió con una wincha de 3 m, desde la unión del tallo con el camellón del suelo hasta el ápice de la planta, las mediciones fueron realizadas en las plantas de los surcos centrales a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Los datos fueron promediados y registrados en las fichas elaboradas previamente

Número de tallos y brotes laterales. Las evaluaciones se llevaron a cabo conjuntamente con la altura de planta (30, 60 y 90 dds) consistió en contar la cantidad de tallos principales brotados por cada tubérculo semilla. Los brotes se evaluaron a los 35 días, se contabilizó y se registró el número de brotes del tallo principal

Cantidad y peso de tubérculos por planta. Se realizó en la cosecha tomando las plantas de los surcos centrales, se utilizó la técnica de la observación y conteo a los 129 dds. El peso se realizó durante la cosecha (129 dds), el método fue la observación y medición, el instrumento utilizado fue la balanza de precisión, los datos fueron registrado como el promedio de las mediciones por unidad experimental en las fichas elaboradas previamente.

Análisis estadístico. Se utilizaron el análisis de varianza de una vía (ANOVA) y la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95% de confianza; todos los resultados se midieron tres veces.

3 RESULTADOS

Efecto de la fertilización localizada con humus de lombriz en el crecimiento vegetativo del cultivo de papa. El crecimiento vegetativo del cultivo de papa fue determinado mediante el porcentaje de emergencia, número de brotes laterales, altura de planta y número de tallos, los resultados después de procesar los datos se describen a continuación.

TABLA 1. Estadísticos descriptivos de la emergencia y brotes laterales del cultivo de papa

Tratamientos	Altura de planta (cm)					
	30 días		60 días		90 días	
	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
T1. 2 Kg/m ² de Humus de Lombriz al voleo	5.923	1.751	27.413	2.463	36.623	6.824
T2. 0.5 Kg/planta de Humus de Lombriz Localizada	6.993	1.240	31.878	3.246	42.628	6.705
T3. Testigo	5.953	0.840	27.630	2.358	32.758	7.230

Según la tabla 1 y gráfico 1, se puede observar que el mayor porcentaje de emergencia se logró con la aplicación de 0.5 Kg/planta de humus de lombriz (T2 aplicación localizada), con un valor de 91.250%, luego el tratamiento T1 con 2 Kg/m² de humus de lombriz (T1 aplicación al voleo) con 87.500% dichos porcentajes de emergencia son mayores comparado con el tratamiento testigo (T3). Sin aplicación de humus de lombriz que alcanzó el 83.750% de emergencia en el cultivo de papa, también se puede indicar que la mayor homogeneidad en la emergencia fue para el tratamiento T2 con ($\pm 4.787\%$) y el que logró mayor dispersión fue el tratamiento T3 ($\pm 10.480\%$). La aplicación de 0.5 Kg/planta de humus de lombriz en forma localizada mostró mayor porcentaje de brotes laterales con un 95% y una dispersión de $\pm 4.082\%$ lo que indicaría que induce a mayor brotación y mas homogénea en comparación con el tratamiento T1 (2 Kg/m² de humus de lombriz al voleo) que alcanzó 90% de brotes laterales con una dispersión de $\pm 10.801\%$, a su vez, éste tratamiento sería mejor que el testigo que obtuvo 86.250% de brotes laterales con una dispersión de $\pm 6.292\%$.

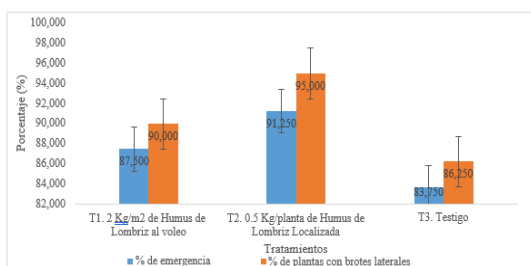


Figura 1. Histograma de frecuencias de la emergencia y el porcentaje de brotes laterales en el cultivo de papa.

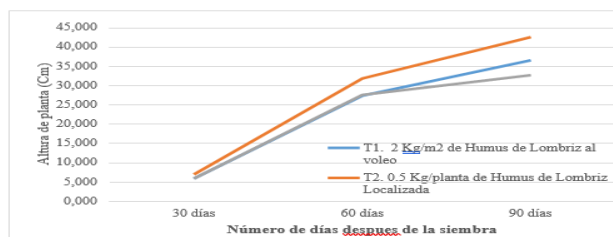
La altura de planta fue evaluada entre momentos durante el periodo vegetativo del cultivo de papa, se tomó la distancia desde la unión del tallo con el camellón hasta el ápice de la planta, los resultados se muestran en la tabla 2 y gráfico 1.

TABLA 2. Estadísticos descriptivos de la altura de planta a los 30, 60 y 90 días según tratamientos

Tratamientos	% de emergencia		% de plantas con brotes laterales	
	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
T1. 2 Kg/m ² de Humus de Lombriz al voleo	87.500	10.408	90.000	10.801
T2. 0.5 Kg/planta de Humus de Lombriz localizada	91.250	4.787	95.000	4.082
T3. Testigo	83.750	6.292	86.250	6.292

Según la tabla 2, la mayor altura de planta se obtiene al aplicar 0.5 Kg/planta de humus de lombriz en forma localizada (T2) el cual se mantiene también para los 60 y 90 días con valores de 6.993 cm, 31.878 cm y 42.628 cm respectivamente, además dichas alturas son más homogéneas que varían desde ± 1.240 cm a ± 6.705 cm, la aplicación de humus de lombriz a razón de 2 Kg/m² al voleo (T1), inducen similar crecimiento de plantas que el tratamiento testigo (T3) hasta los 60 días después de la siembra (Fig. 14), a partir del cual se diferencia siendo el tratamiento T1, que logra mayor altura de plantas (36.623 cm) comparado con el testigo (T3) cuyo valor alcanza a 32.758 cm a los 90 días después de la siembra.

Figura 2. Perfil histograma de la altura de planta a los 30, 60 y 90 días



Respecto al número de tallos, se observa en la tabla 2 y figura 2, que la aplicación de 0.5 Kg/m² de humus de lombriz de manera localizada se diferencia con mayor número de tallos promedio incrementándose desde 1.950 a los 30 días a 3.775 a los 60 días y 3.750 a los 90 días después de la siembra.

TABLA 3. Estadísticos descriptivos del número de tallos por planta a los 30, 60 y 90 días

Tratamientos	Número de tallos por planta					
	30 días		60 días		90 días	
	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
T1. 2 Kg/m ² de Humus de Lombriz al voleo	1.788	0.352	3.000	0.000	3.000	0.000
T2. 0.5 Kg/planta de Humus de Lombriz Localizada	1.950	0.235	3.775	0.450	3.750	0.500
T3. Testigo	2.748	2.099	2.975	0.050	3.000	0.000

La aplicación del humus de lombriz a razón de 2 Kg/m² al voleo (T1) induce a semejante cantidad de tallos que el tratamiento testigo (T3) a los 60 y 90 días después de la siembra (Fig. 15), a su vez que su comportamiento es mas homogéneo al juzgar por las desviaciones estándar que van desde 0.00 desviaciones estándar hasta ± 0.352 desviaciones estándar en el tratamiento T1 y desde 0.00 hasta 2.099 desviaciones estándar en el tratamiento T3.

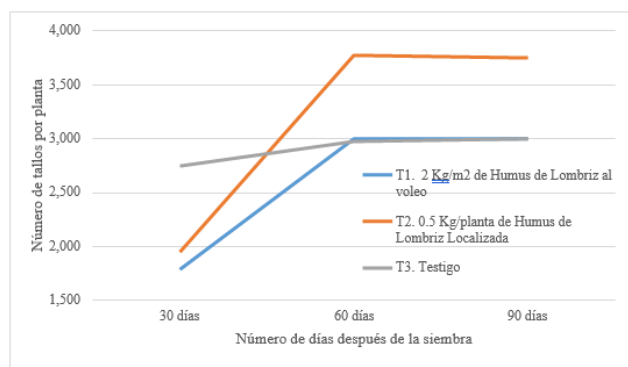


Figura 3. Perfil histograma del número de tallos a los 30, 60 y 90 días

4 DISCUSIÓN

En función de los resultados de las variables se realizan las discusiones siguientes:

Emergencia. El porcentaje de emergencia obtenido en el ensayo se encuentra entre 83.75% a 91.25% no habiendo diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que el proceso de brotación obedece a otros factores como refiere Vignola et al. [18] la brotación esta relacionada a las condiciones de almacenamiento y estado de brotes de la semilla, a ello se suma las condiciones de temperatura y humedad existentes en el suelo que producen “cambios bioquímicos” en el tubérculo semilla para dar una nueva planta dando inicio al crecimiento acelerado de raíces y posterior emergencia de tallos y hojas, según Mamani Linares [19] la brotación ocurre entre 15 a 30 días después de la instalación con porcentajes de 80% a 90%, valores similares obtenidos en las unidades experimentales.

Brotos laterales. El promedio de plantas con brotes laterales obtenido fue entre 86.25% a 95% no encontrando efecto atribuible (Sig. > 0.05) a la aplicación de humus de lombriz (tratamientos) según la prueba de Tukey, valores similares fueron obtenidos por Huamán [20] con 85,26% a 8,36% de brotación, según Mamani [19] el número de

brotos depende del “tamaño del tubérculo y de la reserva de hidratos de carbono”, Vignola et al. [18] afirma que los brotes laterales pueden diferenciarse por afectación de déficit hídrico y condiciones químicas del suelo como salinidad y condiciones física del medio ambiente como “radiación solar” y por afectación de plagas especialmente *Liriomyza* sp, por tanto los resultados de la investigación son coherentes con la teoría ya que el humus de lombriz no tiene efecto sobre los brotes laterales del cultivo de papa.

Altura de planta. Se evaluó la altura de planta a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, dichos periodos de evaluación son similares a las periodos evaluados por Contreras Liza [21]; Díaz Chilcon [22] quienes reportan alturas de planta variables, por ejemplo para la especie *S. Andigenum* reportaron el mayor tamaño de 52.21 cm, luego *S. Curtilobum* Juz et Buk de 42.54 cm, después *S. Stenotum* Just et Buk de 37.74 cm y *S. juzepczukii* Buk de 30.23 cm, por su parte el (INIA 2012) reporta una altura de 90 cm para la variedad Canchan INIA en su estado de madurez (90 dds), dichas alturas se encuentran dentro del rango de la presente investigación cuyos valores de altura para los 90 días después de la siembra van desde 32.7575 cm hasta 42.6275 cm. La aplicación de humus de lombriz evidenció diferencias significativas en la altura de planta a partir de los 60 días, esto se explica por la disponibilidad de nutrientes existen en el humus de lombriz, tal como menciona Cutipa Chura [23] el humus de lombriz se encuentra parcialmente humificada por tanto, otorga los nutrientes a la planta y mejora la capacidad de retención del agua en el suelo que favorece el desarrollo radicular y el crecimiento de las plantas, Mamani Linares [19] menciona que la variabilidad de la altura de planta se debe a la fertilización y a las características físicos químicos y microbiológico del suelo lo cual es coherente con lo que manifiesta Suquilanda Valdivieso [28] que menciona, el humus de lombriz “aplicados al suelo favorecen a las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo”.

Numero de tallos. El número de tallos mostró diferencias significativas (Sig.<0.05) a partir de los 60 días después de la siembra siendo el tratamiento T2 (aplicación localizada de humus de lombriz de 0.5 Kg/planta) que mostró mayores promedios con 3.7750 (60 dds) y 3.75 (90 dds) frente al tratamiento T3 (testigo) que mostró un promedio de 2.975 (60 dds) y 3.00 (90 dds), Morales Guevara et al. (2015) no encontró diferencias significativas en el número de tallos a los 30 días posteriores a la plantación, lo cual es similar a los resultados encontrados en la presente investigación, la diferenciación en el número de tallos se establece a partir de los 60 días, lo que se puede explicar mediante Morales Guevara et al. [24] quien manifiesta que después de la emergencia las plantas entran en periodo de rápido crecimiento Mamani Linares [19] indica el número de tallos se relaciona con el número de tubérculos por tanto con los rendimientos de la producción, por lo cual recomienda “romper la dominancia apical” para promover el crecimiento de tallos laterales, Cutipa

Chura [23] también indica que el número de tallos puede contribuir favorablemente sobre los rendimientos a su vez depende del número de brotes.

Peso de tubérculos por planta. Se encontró diferencias significativas en el peso de tubérculos por planta (Sig.<0.05) siendo el tratamiento T2 (aplicación localizada de humus de lombriz de 0.5 Kg/planta) que obtuvo mejores resultados con promedios de 868.1375 g/planta, frente al tratamiento T3 (testigo) que obtuvo 351.0425 g/planta; los resultados se encuentran dentro del rango obtenido por Cutipa Chura [23] quien, con la aplicación de 1.5 t/ha de humus de lombriz reporta entre 600 a 650 g/planta y con 2 t/ha de humus de lombriz reporta 670 a 700 g/planta, el incremento del peso en los tubérculos por planta esta relacionada a la extracción de nutrientes del suelo explicado según Cutipa Chura [23] menciona que para la obtención de una tonelada de papa en una hectárea se requiere de “4.93 Kg de N, 51.51 Kg de P₂O₅ y 8.59 Kg de K₂O y 0.94 Kg de MgO” dicha información tiene respaldo en Condori y Borda [25] quien menciona la papa es exigente en nutrición mineral.

Diámetro de tubérculo. No se encontraron diferencias significativas en el diámetro de tubérculos (Sig.>0.05), los resultados muestran rangos entre 36.58 mm a 42.7175 mm, los resultados son cercanos a los obtenidos por Luna Murillo et al. [26] quien reporta diámetros entre 51.2 mm a

53.8 mm con la aplicación de gallinaza, Benavides Rodríguez [27] clasifica los tubérculos de acuerdo a su diámetro reportando las siguientes escalas: primera > 40 mm, segunda entre 20 a 40 mm de diámetro y tercera > de 20 mm, de acuerdo con ello, los resultados de la presente investigación al aplicarse humus de lombriz se clasifican como tubérculos de primera y con el testigo se clasifica en tubérculos de segunda categoría.

Número de tubérculos por planta. Se encontró diferencias significativas en el número de tubérculos por planta (Sig.<0.05), la aplicación localizada de humus de lombriz de 0.5 Kg/planta (T2) obtuvo el mayor promedio de 13.9625 tubérculos/planta y el tratamiento T3 (testigo) obtuvo 7.6250 tubérculos/planta dichos promedios se encuentran cercanos a los rangos reportados por Benavides Rodríguez [27] quien, con la aplicación de 15 h/ha de humus de lombriz encontró 16 tubérculos/planta y en orden decreciente según disminuye la aplicación de humus de lombriz reporta 12 tubérculos/planta para el tratamiento testigo, Lujan Meregildo [29] reportó 18 tubérculos/planta con la aplicación de 3 t/ha de humus de lombriz y 8 tubérculos/planta para el testigo, la cantidad de tubérculos por planta puede ser explicado según Cutipa Chura [23] quien menciona la “expresión de mayor número de tubérculos por planta requieren mayores dosis de abonos orgánicos” también Díaz Chilcon [22] encontró que la deficiencia en la disponibilidad de nutrientes se traduce en el “desarrollo escaso y clorótico de la planta” que reduce el número de tubérculos por planta y el tamaño de éste.

5 CONCLUSIÓN

El crecimiento vegetativo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Canchan INIA con la aplicación de humus de lombriz (*Eisenia foetida*) tiene efecto significativo (Sig. < 0.05) sobre los indicadores del crecimiento vegetativo del cultivo de papa siendo la aplicación localizada en la dosis de 0.5 Kg/planta la que adjudica los mayores promedios en: i) porcentaje de emergencia de 91.25% frente a 83.75% del tratamiento testigo; ii) brotes laterales de 95% frente a 86.25% del tratamiento testigo; iii) alturas de planta entre 6.9925 cm (30 dds) a 42.6275 cm (90 dds) frente a 5.9525 cm (30 dds) a 32.7575 cm (90 dds) y iv) número de tallos promedio entre 1.95 (30 dds) a 3.75 (90 dds) frente a 2.74 (30 dds) a 3.00 (90 dds).

REFERENCIAS

- [1] Sinha, RK; Herat, S.; Chauhan, K.; Valani, D. Número especial: Lombricultura y agricultura sostenible. *Soy. Euroasiático J. Agric. Reinar. ciencia* **2009** , 5 , 1–55.
- [2] SIM, EYS; Wu, TY La reutilización potencial de los desechos sólidos municipales biodegradables (MSW) como materia prima en el vermicompostaje. *J. Ciencia. Alimentación Agrícola.* **2010** , 90 , 2153–2162.
- [3] Quilty, JR; Ganado, SR Uso y comprensión de enmiendas orgánicas en la agricultura australiana: una revisión. *Suelo Res.* **2011** , 49 , 1–26
- [4] Palma, CA; Gachengo, CN; Delve, RJ; Cádiz, G.; Giller, KE Insumos orgánicos para el manejo de la fertilidad del suelo en agroecosistemas tropicales: Aplicación de una base de datos de recursos orgánicos. *agricola ecosistema Reinar.* **2001** , 83 , 27–42.
- [5] Edwards, California; normando, control de calidad; Sherman, R. *Tecnología de lombricultura, lombrices de tierra, residuos orgánicos y gestión ambiental* ; CRC Press: Boca Raton, FL, EE. UU., 2011; págs. 17–19.
- [6] Gajalakshmi, S.; Abbasi, SA Gestión de residuos sólidos mediante compostaje: Estado del arte. *crítico Rev. Medio Ambiente. ciencia Tecnología* **2008** , 38 , 311–400.
- [7] Abbasi, T.; Gajalakshmi, S.; Abbasi, SA Hacia el modelado y diseño de sistemas de vermicompostaje: Mecanismos de compostaje/vermicompostaje y sus implicaciones. *Indio J. Biotechnol.* **2009** , 8 , 177–182.
- [8] Shanmugasundaram, R.; Jeyalakshmi, T.; Saravanan, M.; Mohan, SS; Goparaju, A.; Murthy, PB Influencia de algunos desechos biológicos y su combinación en el potencial de crecimiento y reproducción de la lombriz de tierra, *Eisenia fetida* y su efecto en el crecimiento de las plantas. *En t. J. Medio Ambiente. Gestión de residuos* **2013** , 11 , 387–398.
- [9] Duggan, T.; Jones, P. Lechuga (*Lactuca sativa* 'Webb's Wonderful') crecimiento de brotes y raíces en diferentes grados de compost y compost vermicompostado. *Acta hortícola.* **2016** , 1146 , 33–40.
- [10] Lattaud, C.; Zhang, BG; Locati, S.; Rouland, C.; Lavelle, P. Actividades de las enzimas digestivas en el intestino

y en el cultivo de tejidos de una lombriz geófaga tropical, *Polypheretima elongata* (Megascolecidae). *Biol. del suelo Bioquímica* **1997**, 29, 335-339.

- [11] Pathma, J.; Sakthivel, N. Diversidad microbiana de bacterias de vermicompost que exhiben rasgos agrícolas útiles y potencial para el manejo de desechos. *Springer-Plus* **2012**, 1, 26
- [12] Ravindran, B.; Contreras-Ramos, SM; Sekaran, G. Cambios en las enzimas asociadas al intestino de lombriz de tierra y la diversidad microbiana en el tratamiento de residuos de curtiduría fermentados usando lombriz de tierra epigea *Eudrilus eugeniae*. *Ecol. Ing.* **2015**, 74, 394-401.
- [13] Dadkhah, A.; Dashti, M.; Rassam Gh Fatemi, F. Efecto de fertilizantes orgánicos y biológicos sobre el crecimiento, rendimiento y aceite esencial de *Salvia Leriifolia*. *Zeitschrift fur Arznei- und Gewurzpflanzen* **2017**, 22, 9-13.
- [14] Villegas-Cornelio, V. M., & Laines Canepa, J. R. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(2), 393-406.
- [15] Lazcano, C.; Domínguez, J. Efectos del vermicompost como enmienda para macetas de dos especies de plantas ornamentales cultivadas comercialmente. *Lapso. J. Agric. Res.* **2010**, 8, 1260-1270.
- [16] Doan, TT; Henry-des-Tureaux, T.; Rumpel, C.; Janeau, JL; Jouquet, P. Impacto del compost, vermicompost y biocarbón en la fertilidad del suelo, el rendimiento del maíz y la erosión del suelo en el norte de Vietnam: un experimento de mesocosmos de tres años. *ciencia Entorno Total.* **2015**, 514, 147-154
- [17] Luján-Hidalgo, MC; Gómez-Hernández, DE; Villalobos-Maldonado, JJ; Abud-Archila, M.; Montes-Molina, JA; Enciso-Saenz, S.; Ruiz-Valdiviezo, VM; Gutiérrez-Miceli, FA Efectos de vermicompost y vermiwash en la planta, el contenido fenólico y la actividad antioxidante de Mexican Pepperleaf (*Piper auritum* Kunth) cultivada en macetas con roca fosfórica. *Ciencia del compost. útil* **2017**, 25, 95-101
- [18] Vignola, R., Watler, W., Vargas Céspedes, A. Y Morales, M., 2017. Ficha técnica: Cultivo de Papa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA [en línea], vol. 0, no. 0, pp. 1-78. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-papa.pdf>.
- [19] Mamani Linares, A.W., 2019. Efecto de diferentes pesos de tubérculos semilla en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad única en el CEA III Los Pichones [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna. Disponible en: http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3697/1619_2019_mamani_linar_es_aw_fcag_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [20] Huamán Huamán, E., Juárez Contreras, L.D.P., Neri Chavez, J.C. Y Collazos Silva, R., 2017. Aplicación de la giberelina (Ryz up), para inducir la brotación en tubérculos de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad canchán INIA. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable* [en línea], vol. 1, no. 2, pp. 17. ISSN 2520-9760. DOI 10.25127/aps.20172.358. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESADOS/article/view/358>.
- [21] Contreras Liza, S.E., Custodio Laura, J.C. Y Zúñiga Dávila, D.E., 2019. Efecto de inoculantes bacterianos sobre el comportamiento agronómico de tres variedades de papa en Cañete. TAYACAJA [en línea], vol. 2, no. 1, pp. 97-110. ISSN 2617-9156. DOI 10.46908/rict.v2i1.42. Disponible en: <http://revistas.unat.edu.pe/index.php/RevTaya/articulo/view/42>.
- [22] Díaz Chilcon, O., 2018. Efecto de 12 niveles de fertilización N-P-K en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 amarilis (*Solanum tuberosum*L.), en el sector San Juan, distrito de Cutervo 2017 [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3478/BC-TES-TMP-2289.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [23] Cutipa Chura, Z., 2007. Efecto de excreta de lombriz y biol Vs fertilizantes químicos sobre rendimiento y calidad de tubérculos de papa nativa (*Solanum tuberosum* spp andigena) [en línea]. S.I.: Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/604/EPG204-00218-01.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [24] Morales Guevara, D., Torres Hernández, L., Jerez Mompí, E., Falcón Rodríguez, A. Y Dell'amico Rodríguez, J., 2015. Efecto del Quitomax en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales* [en línea], vol. 36, no. 3, pp. 133-143. ISSN 1819-4087. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36n3/ctr20315.pdf>.
- [25] Condori Vargas, M. Y Borda Jeri, A., 2014. Influencia del humus de lombriz en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad única en la zona yunga - La Cantuta durante el año 2011 [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle. Disponible en: <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/120/TESIS016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [26] Luna Murillo, R., Espinosa Cunuhuay, K., Trávez Trávez, R., Ulloa Méndez, C., Espinoza Coronel, A. Y Bejarano Alborno, A., 2016. Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. *Ciencias agrarias* [en línea], vol. 9, no. 1, pp. 11-16. ISSN 1390-4043. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5609375>.
- [27] Benavides Rodriguez, E., 2019. Rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja), Cultivar amarilla

redonda, con tres dosis de humus y tres niveles de bioestimulante foliar [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en: http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1147/Tesis-Ronald_Alcántara-Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- [28] Suquilanda Valdivieso, M.B., 2009. Producción orgánica de cultivos andinos [en línea]. Lima, Perú: s.n. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_org_anica_de_cultivos_andinos.pdf.
- [29] Luján Meregildo, Y.E., 2018. Efecto de tres dosis de “humus de lombriz” *Eisenia foetida* (Lumbricidae) y tres dosis de estiércol de “Vacuno” *Bos taurus* (Bovidae) en el rendimiento del cultivo de “Papa” *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) var. serranita en la Provincia Otuzco - Región La [en línea]. S.l.: Universidad Privada Antenor Orrego. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/3662>.