

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú

Effect of organic fertilizers on agricultural soil of Purupampa Panao, Peru

Victor Raúl Cotrina-Cabello^{1*} , Italo Wile Alejos-Patiño² , Gomer Guillermo Cotrina-Cabello² , Pedro Córdova-Mendoza¹ , Isis Cristel Córdova-Barrios¹ 

¹ Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Prolongación Ayabaca c9, Urb. San José, Ica, Perú

² Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Av. Universitaria Nro. 601 - Cayhuayna - Huánuco, Huánuco, Perú

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 31/10/2019
Aceptado: 4/03/2020

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflictos de intereses.

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

Victor Raúl Cotrina-Cabello
victor20cotrina@gmail.com
innovaciencia@gmail.com



RESUMEN

El uso de los abonos orgánicos como el Bocashi, el Compost y la gallinaza, contribuyen al mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a través de la incorporación de nutrientes por medio de la regulación del balance hídrico del mismo. Se evaluó el efecto de abonos orgánicos en las propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo agrícola en Purupampa Panao, Perú. El área de trabajo estuvo conformada por un área de 596,25 m² con características de suelos degradados. La metodología estuvo comprendida por un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos: control 0 kg abonos, Bocashi 8 500 kg ha⁻¹, Compost 8 500 kg ha⁻¹, gallinaza 8 500 kg ha⁻¹, durante los meses enero-diciembre de 2017. Se realizaron cuatro repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales. Se observó en el potencial hidrógeno (pH) un ligero efecto de los abonos orgánicos con el Bocashi 5,69; materia orgánica (MO) con el Bocashi 3,96 % y Compost 3,85 %; nitrógeno (N) con gallinaza 0,17 %; fósforo (P) con gallinaza 7,63 ppm, potasio (K) con Compost 66,19 ppm. Los abonos orgánicos, en especial la gallinaza y Bocashi, mostraron mejorar la concentración de los macronutrientes en el suelo, especialmente el nitrógeno, por lo que se sugiere el uso de Bocashi para mejorar los niveles de macronutrientes en el suelo reduciendo la acidez del mismo.

Palabras clave: degradación de suelos, suelos ácidos, biofertilizantes

ABSTRACT

The use of organic fertilizers such as Bocashi, Compost and chicken manure, contribute to the improvement of the physical, chemical and biological properties of the soil through the incorporation of nutrients by regulating its water balance. The effect of organic fertilizers on the physical, chemical and biological properties of an agricultural soil in Purupampa Panao, Peru was evaluated. The work area was made up of an area of 596.25 m² with characteristics of degraded soils. The methodology was composed of a completely randomized block design (DBCA) with four treatments: control 0 kg fertilizers, Bocashi 8,500 kg ha⁻¹, Compost 8,500 kg ha⁻¹, manure 8,500 kg ha⁻¹, during the months January-December 2017. Four repetitions were performed, for a total of 16 experimental units. A slight effect of organic fertilizers with Bocashi 5.69 was observed in the hydrogen potential (pH); organic matter (MO) with Bocashi 3.96% and Compost 3.85%; nitrogen (N) with 0.17 % chicken manure; phosphorus (P) with chicken manure 7.63 ppm, potassium (K) with Compost 66.19 ppm. Organic fertilizers, especially chicken manure and Bocashi, showed to improve the concentration of macronutrients in the soil, especially nitrogen, so the use of Bocashi is suggested to improve the levels of macronutrients in the soil by reducing its acidity.

Keywords: soil degradation, acidic soils, biofertilizers

INTRODUCCIÓN

Los suelos agrícolas presentan efectos nocivos que afectan su estructura y composición debido al uso indiscriminado de fertilizantes, lo que ha favorecido la presencia de suelos con alta salinidad y agotamiento de sus recursos minerales. Esto ocasiona una alta dependencia a los fertilizantes sintéticos por parte de los agricultores debido a lo cual generalmente se puede observar que la degradación de los mismos ha aumentado de manera considerable, generando una amenaza a los suelos agrícolas de todo el mundo (Bednář y Šarapatka, 2018). Adicionalmente a esto, se debe mencionar el cambio climático y el mal uso y exceso de plaguicidas donde este último los hace susceptibles a la acumulación de estos debido a los procesos de adsorción por la materia orgánica y la retención en agua (Leal *et al.*, 2014).

Con el fin de recuperar suelos pobres en nutrientes, con altos niveles de acidez y salinidad, generando además variaciones en su estructura química, física y biológica, se ha visto en aumento el uso de abonos orgánicos a tierras sometidas al cultivo intenso que requieren mejorar la calidad del suelo; generando un aumento de la capacidad de

retención de agua y disponibilidad de nutrimentos para las plantas (López *et al.*, 2001). Por eso es de relevancia el análisis sobre la variabilidad espacial de las propiedades de los suelos agrícolas con el propósito de generar estrategias de manejo capaces de contribuir a la mejora de su calidad (Rosemary *et al.*, 2016).

El aprovechamiento del estiércol como medio eficiente de reciclaje en comunidades rurales mediante la elaboración de abonos orgánicos como Compost, lombricompost y lixiviados, ha representado una alternativa viable en diferentes experiencias para reducir la contaminación y obtener un insumo que le da valor agregado a los residuos en beneficio de los productores agrícolas (Huerta-Muñoz *et al.*, 2019; Ramos y Terry, 2014). En este orden de ideas el compostaje de residuos verdes representa una alternativa prometedora para el medioambiente pues brinda productos valiosos con un impacto positivo en el suelo y las plantas. La calidad de los productos de compostaje determina su aplicación, la que depende del material de desecho y los parámetros del proceso en particular (Milinković *et al.*, 2019).

El uso de Bocashi como abono (abono orgánico fermentado) incorpora al suelo materias orgánicas y nutrientes esenciales

como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro; los cuales, mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo (Ramírez-Builes y Naidu, 2010) que tienen como funciones estimular el crecimiento microbiano en el suelo y la nutrición de las plantas.

Esta investigación responde a la problemática de uso indiscriminado de fertilizantes químicos sobre el suelo agrícola que es el recurso indispensable para el ser vivo. Panao es uno de los distritos de la provincia de Pachitea que explota el suelo en la producción de papa, con rendimientos comprendidos entre las 24 y 45 t ha⁻¹ generalmente, para los mercados de las regiones Huánuco y Lima, Perú. La producción de este cultivo es mediante la agricultura convencional con el uso indiscriminado de fertilizantes químicos y, por ende, se deterioran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos de la provincia, específicamente de los distritos Chaglla y Panao.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de abonos orgánicos en la estructura física, química y biológica del suelo agrícola en Purupampa Panao, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó entre en el caserío de Purupampa, Distrito de Panao, Provincia de Pachitea, Perú, en las coordenadas: 9°53'55" S 75°59'34"O a 2 560 msnm, desde enero a diciembre de 2017. Esta localidad se caracteriza por presentar una categoría de Suelo Yauricoto (Typic Ustifluvents) conformado por suelos desarrollados sobre los depósitos de naturaleza aluvial y coluvio-aluvial, como las terrazas, son profundos a moderadamente profundos, sin desarrollo genético evidente, la textura es moderadamente gruesa a media (franco arenoso), color pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, estructura granular, medio, débil, a masiva; permeabilidad moderada y buen drenaje.

El Bocashi usado presentó la siguiente composición química: pH: 8,1, CE: 8,90 dScm⁻¹, MO: 32,1 %, N: 1,48 mg kg⁻¹, P: 3,80 mg kg⁻¹, K: 2,25 mg kg⁻¹, C: 11,66 mg kg⁻¹, Mg: 1,19 mg kg⁻¹,

Mn: 0,038 mg kg⁻¹, Cu: 0,0139 mg kg⁻¹, Zn: 0,249 mg kg⁻¹, Humedad: 35,0 %. El compost usado presentó una composición química: pH: 6,6, CE: 0 84 dScm⁻¹, MO: 46,0 %, N: 1,41 mg kg⁻¹, P: 0,93 mg kg⁻¹, K: 1,54 mg kg⁻¹, Ca: 10,90 mg kg⁻¹, Mg: 0,58 mg kg⁻¹, Mn: 0,0274 mg kg⁻¹, Cu: 0,0068 mg kg⁻¹, Zn: 0,0138 mg kg⁻¹, Humedad: 44,5 %; en el caso de la Gallinaza usada esta presentó la siguiente composición química: pH: 8,0, CE: 1,90 dScm⁻¹, Nitrógeno: 32,0 mg kg⁻¹, P: 38,1 mg kg⁻¹, K: 20,0 mg kg⁻¹, Ca: 20,5 mg kg⁻¹, Mg: 8,3 mg kg⁻¹, Na: 5,64 mg kg⁻¹, MO: 45,1 %, Humedad: 35,4 %.

El nivel del estudio fue experimental. La variable independiente consistió en la manipulación de los abonos orgánicos Bocashi (8 500 Kg ha⁻¹), Compost (8 500 Kg ha⁻¹) y Gallinaza (8 500 Kg ha⁻¹). Adicionalmente se contó con un tratamiento control (sin aplicación de abonos orgánicos). Se midieron los efectos de los abonos antes y después de aplicar los tratamientos en las variables dependientes propiedades físicas, químicas y biológicas de suelos ácidos.

El método estuvo conformado por bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro repeticiones y tratamientos. El campo experimental tenía un ancho de 26,5 m y 22,5 m de largo, para un área experimental de 596,25 m², un área total de camino de 116,26 m², un área total experimental de 488,00 m², cuatro bloques de 22,50 m de largo por 5 m de ancho, para un área de 112,5 m² con cuatro tratamientos.

Se realizó un primer abonamiento según los tratamientos T1: cero abonos, T2: Bocashi, T3: Compost y T4: Gallinaza. Seguidamente se dejaron las parcelas durante 6 meses, aplicándoseles riegos de manera uniforme y, antes de incorporar el segundo abonamiento, se tomaron las primeras muestras del suelo para el análisis de fertilidad. Consecutivamente se realizó la incorporación de la segunda dosis de abonamiento agregando la misma cantidad utilizada en la primera dosis y finalmente se tomó la segunda muestra del suelo después de 6 meses.

Para determinar el nivel de significancia se usó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Fisher (F). Con la amplitud de

límites de significancia de Duncan se determinaron las diferencias estadísticas entre tratamientos al nivel del 5 %. Las variables analizadas fueron la estructura, la textura y el color del suelo para parámetros físicos; macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg), pH, capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) y materia orgánica para parámetros químicos; mientras que el parámetro biológico evaluado fue el número de lombrices por metro cuadrado.

En la tabulación de los datos y el procesamiento de los mismos se utilizaron los paquetes informáticos o estadísticos Excel e Infostat versión estudiantil. El esquema de investigación se basó en un análisis de Varianza para el diseño (DBCA).

Se tomó aleatoriamente un kilogramo de tierra del área neta de cada tratamiento, y posteriormente, las mismas fueron llevadas al Laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía perteneciente a la Universidad Nacional de la Selva (UNAS), Perú, para su posterior análisis según las metodologías de Gómez (2013), Andrades *et al.* (2015) y la FAO (1970).

La textura fue analizada por medio del método de Bouyoucos. El pH se determinó por medio del método potenciométrico y la materia orgánica según el método de Walkley y Black modificado. Para el nitrógeno se usó el método Micro Kjeldahl, el fósforo disponible según el método de Olsen *et al.* modificado. En el Potasio disponible y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) se utilizó el método de acetato de amonio; mientras que para los elementos Calcio, Magnesio, Potasio y sodio se empleó un equipo de absorción atómica. La capacidad de Intercambio Catiónico efectiva (CICE) fue según el método de desplazamiento con KCl 1N, el Aluminio más hidrógeno por el método de Yuan, la densidad aparente, densidad real y porcentaje de porosidad fue a través del método de probetas según lo propuesto por Andrades *et al.* (2015). A partir de los resultados obtenidos, se formularon los niveles de rangos promedio utilizados para la interpretación de análisis de suelos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abonos orgánicos aplicados y su efecto en la estructura física del suelo agrícola

El análisis de varianza para el análisis de la estructura física del suelo tipo arena, mostraron que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y bloques, con un coeficiente de variación (CV) de 2,32 % y una desviación estándar (DS) de 0,38. Al considerar esos resultados se puede inferir que los abonos orgánicos no influyeron en la estructura física del suelo agrícola, lo que se corrobora con la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5 % debido a que los tratamientos son estadísticamente semejantes en cuanto al porcentaje de arena.

El análisis de varianza para las propiedades físicas del suelo tipo arcilla mostró de igual manera que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos y los bloques ($p > 0,05$), con un coeficiente de variación (CV) de 1,60 % y una desviación estándar (DS) de 0,35. La prueba de Duncan con nivel de significancia del 5 % corrobora que los tratamientos son estadísticamente semejantes en cuanto al porcentaje de arcilla. Al analizar la estructura física del suelo tipo limo se aprecia que tampoco existen diferencias significativas entre los tratamientos y bloques ($p > 0,05$) con un coeficiente de variación (CV) de 1,60 % y una desviación estándar (DS) de 0,36. No obstante, si se observaron diferencias en el color del suelo, la porosidad y la estructura del mismo.

Los resultados obtenidos se pueden comparar con los alcanzados por Murray-Núñez *et al.* (2011) cuando demostraron que el uso de abonos orgánicos no modifica en poco tiempo las estructuras físicas estáticas del suelo.

Abonos orgánicos aplicados y su efecto en las propiedades químicas del suelo

Potencial de hidrógeno pH

Al evaluar el pH se obtuvieron suelos con pH entre 4,73 y 5,53 en los suelos abonados con Bocashi, seguido de los suelos con pH entre 4,59 y 4,93 para los abonados con Compost

(Figura 1). Este resultado permite inferir que existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) y no entre los bloques ($p > 0,05$), con un coeficiente de variación (CV) de 9,72 % y una desviación estándar (DS) de 0,27. Pese a esto, se recomienda extender el tiempo de uso del abono Bocashi para mejorar el pH de los suelos agrícolas degradados.

Materia orgánica

La Figura 2 muestra el contenido de materia orgánica en los tratamientos. En la misma se aprecia que este contenido mejora con el uso del abono Bocashi seguido del Compost, justificando de esta manera la aplicación de estos productos en las dosis utilizadas para

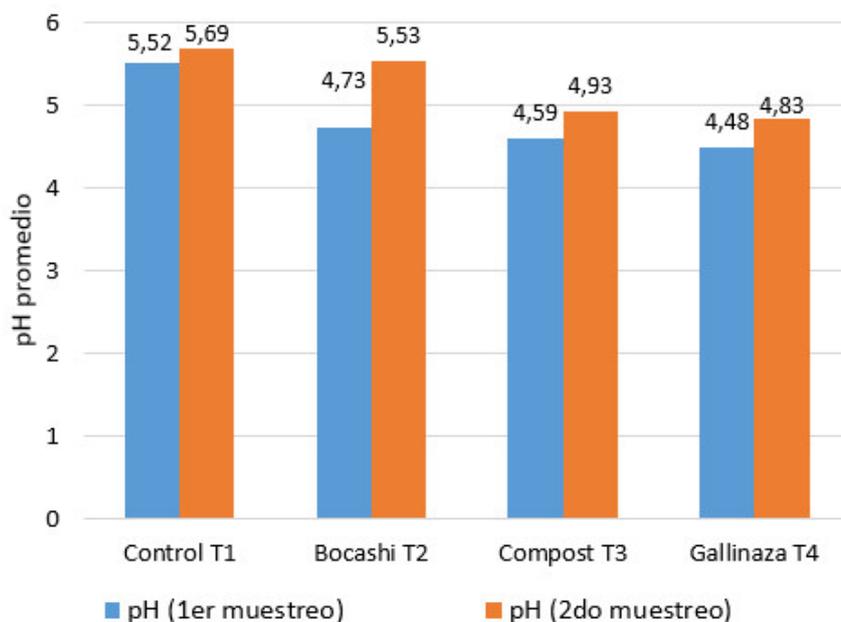


Figura 1. Efecto de los abonos orgánicos utilizados para la mejora del potencial de hidrógeno (pH) de suelos del distrito de Panao, provincia de Pachitea, Perú

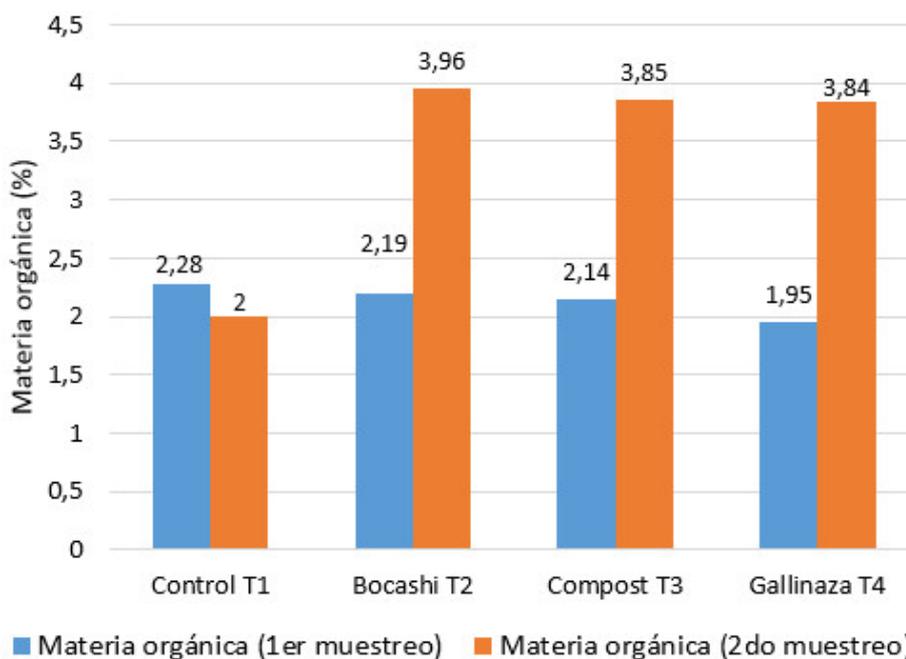


Figura 2. Efecto de los abonos orgánicos sobre el contenido de materia orgánica en suelos del distrito de Panao, provincia de Pachitea, Perú

mejorar este parámetro de los suelos agrícolas de la región.

El análisis de varianza del primer análisis para el contenido de materia orgánica (M.O.) indica que existieron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos y no entre bloques ($p > 0,01$), con un coeficiente de variación (CV) de 4,81 % y una desviación estándar (DS) de 0,05. A la vez, el análisis de varianza del segundo análisis indica que existieron nuevamente estas diferencias entre los tratamientos, con un coeficiente de variación (CV) igual a 11,08 % y una desviación estándar (DS) de 1,10, donde se puede inferir que en ambos muestreos los abonos orgánicos influyeron sobre esta propiedad química del suelo agrícola. Los resultados son muy similares a los informados por Prado-Ochoa (2004), quien evaluó las propiedades físico-químicas del suelo antes y después de aplicar tratamientos con Bocashi y obtener un incremento del 43 % en nitrógeno disponible (140 ug ml^{-1}), un 83 % de incremento del fósforo (35 ug ml^{-1}) y un 63 % del potasio (160 ug ml^{-1}). De igual manera, Combatt-Cabellero *et al.* (2017) en su estudio sobre el rendimiento del cultivo de yuca con abonos orgánicos y químicos en un suelo ácido

obtuvieron una respuesta diferencial en los tratamientos con Bocashi al compararlas con la aplicación del fertilizante Triple 15, resultados que reflejan la importancia de este abono para recuperar suelos perjudicados por el uso de agroquímicos.

Macronutrientes (NPK)

Las concentraciones de nitrógeno entre los diferentes tipos de tratamientos presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), con un coeficiente de variación (CV) del 12,10 % y una desviación estándar (DS) de 0,008. Según Sosa-Rodríguez y García-Vivas (2018) la dinámica del N en el suelo es compleja y está sujeta a variables edafoclimáticas como temperatura, humedad volumétrica, N total, amonio y nitrato; de igual manera, a las prácticas agronómicas y culturales de manejo en el sistema. En este parámetro el abono gallinaza mejoró el contenido del elemento un 0,17 % respecto al control (0,10 %), mientras que los abonos Bocashi y Compost mostraron valores promedios muy similares (Figura 3).

Al comparar las concentraciones de fósforo (P) entre los diferentes tipos de tratamientos se aprecia diferencias altamente significativas

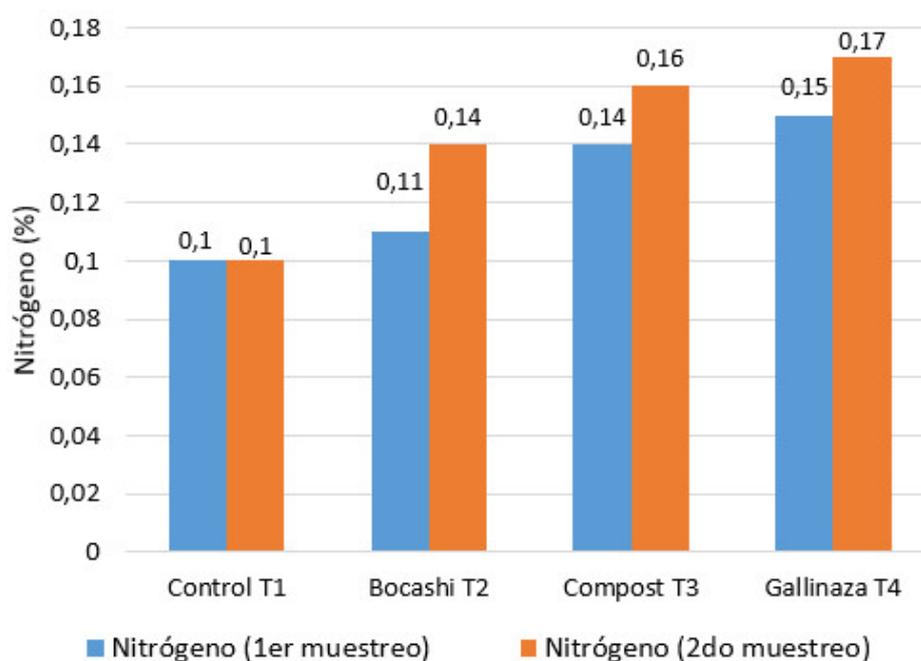


Figura 3. Efecto de los abonos orgánicos sobre la concentración de Nitrógeno en suelos del distrito de Panao, provincia de Pachitea, Perú

($p < 0,05$) con un coeficiente de variación (CV) del 3,84 % y una desviación estándar (DS) igual a 1,24 para el primer muestreo y un coeficiente de variación (CV) del 5,65 % con una desviación estándar (DS) de 1,88 para el segundo muestreo. Al analizar la prueba de Duncan (nivel de significancia del 5 % y 1 %) se muestra que el contenido de fósforo mejoró

con las aplicaciones de abonos al compararlo con el tratamiento control (Figura 4).

Al analizar el potasio (K), la prueba de Duncan (al nivel de significancia del 5 % y 1 %) indicó que los tratamientos fueron iguales estadísticamente; sin embargo, las parcelas tratadas con abonos revelan valores superiores a los obtenidos en el control (Figura 5).

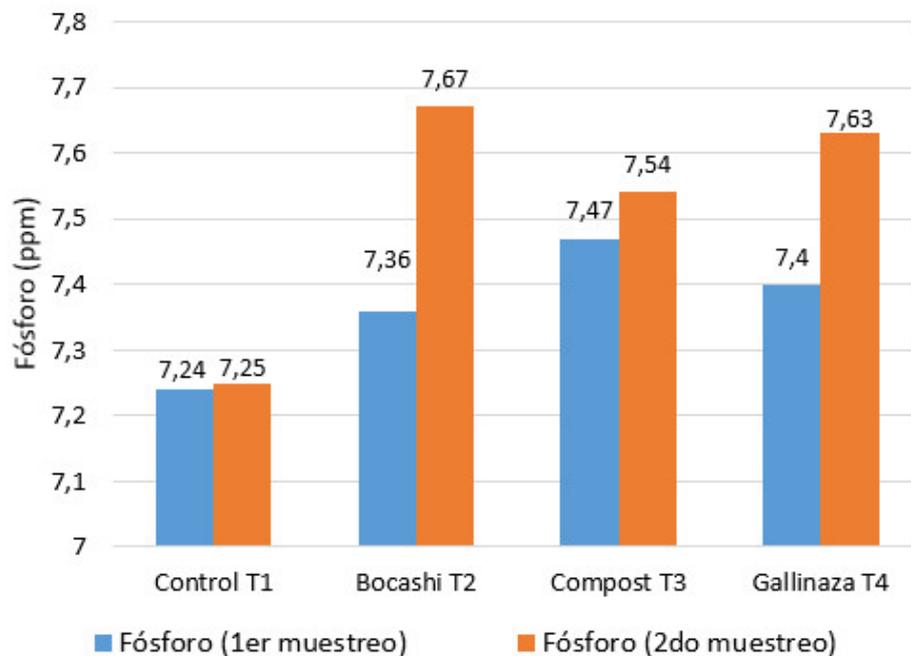


Figura 4. Efecto de los abonos orgánicos sobre la concentración de fósforo (P) en suelos del distrito de Panao, provincia de Pachitea, Perú

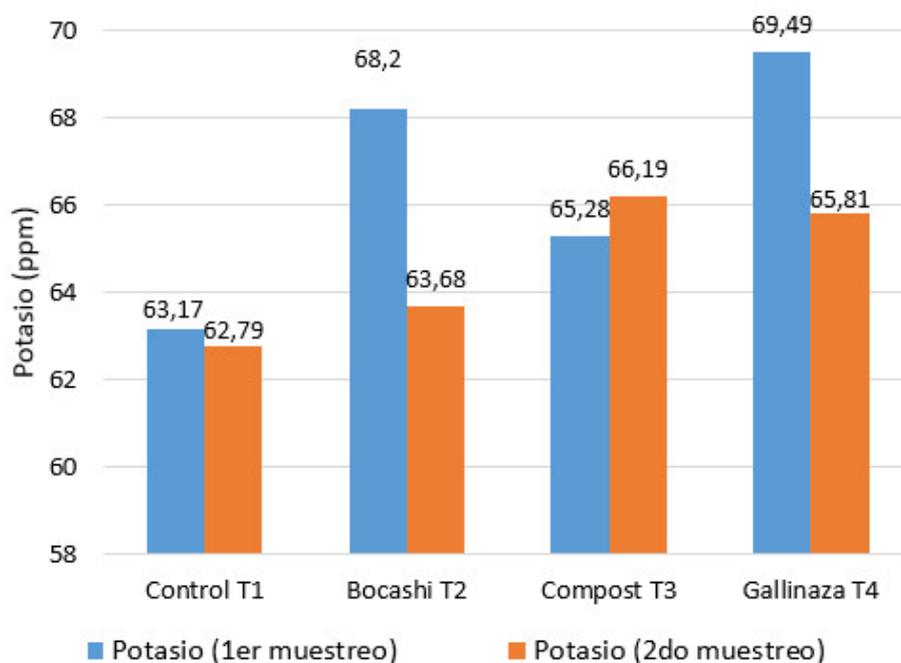


Figura 5. Efecto de los abonos orgánicos sobre la concentración de Potasio (K) en suelos del distrito de Panao, provincia de Pachitea, Perú

Las concentraciones de calcio mejoraron ligeramente con las aplicaciones de Bocashi respecto al control (2,62 mol(+) kg⁻¹ y 2,53 mol(+) kg⁻¹ respectivamente). Igualmente, el magnesio mejoró en las parcelas tratadas con Bocashi y Compost (0,52 mol(+) kg⁻¹) al ser comparadas con las parcelas del tratamiento control (0,45 mol(+) kg⁻¹); sin embargo, el aluminio disminuyó en las parcelas tratadas con Compost y Bocashi (0,86 y 0,83 mol(+) kg⁻¹ respectivamente) frente al control (1,16 mol(+) kg⁻¹).

El contenido de calcio y el magnesio reflejaron que el mejor tratamiento fue el abono Bocashi. Según Torres *et al.* (2016) los abonos sólidos (vermicompost y gallinaza) presentaron un adecuado nivel de fertilidad al presentar valores altos de calcio, potasio y magnesio, resultados que afirman la importancia de los abonos para la mejora de los suelos agrícolas.

Capacidad de intercambio catiónico efectiva

La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe) con el abono orgánico mejoró frente al control con 5,46 y 4,11 respectivamente, resultado este que permite conocer la necesidad de incorporar estos productos con el fin de mejorar las propiedades químicas del suelo agrícola. Igualmente, el efecto obtenido coincide con los reportados por Muñoz *et al.* (2015) quienes en su estudio "Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayan, Cauca" demostraron que la aplicación de abonos orgánicos genera un efecto positivo sobre las propiedades químicas del suelo, mejorando notablemente el pH y la CICe, propiedades del suelo que mejoran la disponibilidad de nutrientes para los cultivos.

Abonos orgánicos aplicados y su efecto en las propiedades biológicas del suelo agrícola

Al analizar las propiedades biológicas del suelo agrícola según el número de lombrices, se apreció que en el tratamiento de Compost el promedio de estos organismos fue de 7

lombrices m⁻², pero en el control solo fueron encontradas un promedio de 3,5 lombrices m⁻². Este resultado demuestra la necesidad de incorporar abonos para mejorar el suelo agrícola, siendo este un indicador del proceso de mejoramiento de esa propiedad. No obstante, los resultados obtenidos son inferiores a los encontrados por Durán y Henríquez (2009) cuando evaluaron el crecimiento, la reproducción y la adaptación de la Lombriz (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos (estiércol vacuno, broza de café, residuos de banano, restos de follaje de ornamentales y residuos de origen doméstico).

Según Koritschoner *et al.* (2019) una sola adición de Compost puede modificar las propiedades del suelo dado los múltiples materiales compostados. Debido a esto, los autores recomiendan monitorear tempranamente las condiciones del suelo para identificar tendencias y evitar efectos ambientales negativos.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se puede manifestar que los abonos orgánicos Gallinaza y Bocashi mejoran de manera efectiva las propiedades químicas y aumentan las concentraciones de macronutrientes (en especial el nitrógeno); sin embargo, para los suelos agrícolas ácidos de la provincia de Pachitea, se sugiere el uso de Bocashi porque mejora las propiedades químicas del suelo reduciendo la acidez del mismo.

CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR

Victor Raúl Cotrina-Cabello: Conceptualizó y formuló los objetivos generales de la investigación, responsable de la conservación de los datos y anotaciones tomadas en el transcurso de la investigación.

Italo Wile Alejos-Patiño: Contribuyó en la aplicación de las técnicas estadísticas utilizadas para analizar o sintetizar los datos de estudio obtenidos, diseño la investigación, evaluó y recopiló los datos

obtenidos en las pruebas de los experimentos.

Gomer Guillermo Cotrina-Cabello:

Desarrolló y diseñó las metodologías seguidas en la ejecución del experimento; participó en la creación de los modelos utilizado, fue el responsable de la gestión, coordinación, planificación y ejecución de las actividades de investigación.

Pedro Córdova-Mendoza: responsable de proveer los materiales y recursos necesarios para la ejecución de la investigación, responsable de validar y verificar la replicación general de los experimentos y otros resultados obtenidos en la investigación.

Isis Cristel Córdova-Barrios: tuvo la responsabilidad de supervisar y liderar la planificación y ejecución de las actividades de investigación, incluida la tutoría al equipo responsable de tomar los datos experimentales, responsable de validar y verificar la replicación general de los experimentos y otros resultados obtenidos en la investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

No se declaran conflictos de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADES, M., MOLINER, A., MASAGUER, A. 2015. Prácticas de edafología. Métodos didácticos para análisis de suelos. Universidad de la Rioja. pp77.
- BEDNÁŘ, M. and ŠARAPATKA, B. 2018. Relationships between physical-geographical factors and soil degradation on agricultural land. *Environmental Research*, 164: 660-668. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.03.042>
- COMBATT-CABELLERO, E.M., POLO-SANTOS, J. M., and JARMA-OROSCO, A. de J. 2017. Rendimiento del cultivo de yuca con abonos orgánicos y químicos en un suelo ácido. *Revista Ciencia y Agricultura*, 14 (1): 57:64.
- DURÁN, L. y HENRÍQUEZ, C. 2009. Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. *Agron. Costarricense*, 33 (2): 275-281.
- FAO. 1970. Physical and chemical methods of soils and water analysis. FAO soils Bull. 10. FAO, Rome, ITA.
- GÓMEZ, J.C. 2013. Manual de prácticas de campo y del laboratorio de suelos. En sitio web: http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf Consultado el 14 / 10/2018.
- HUERTA-MUÑOZ, E., HERNÁNDEZ, J. C., ÁLVAREZ, L. A. 2019. La apreciación de abonos orgánicos para la gestión local comunitaria de estiércoles en los traspatios. *Estudios Sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29 (53): 1-24. DOI: <https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i53.702>.
- KORITSCHONER, J.J., RAMPOLDI, E.A., HANG, S. 2019. Cambios en las características físicas y químicas de un suelo después de la incorporación de compost de distinto origen. *AgriScientia*, 36: 15-23.
- LEAL, S. D., VALENZUELA, A. I., GUTIÉRREZ, M. DE L., et al. 2014. Residuos de Plaguicidas Organoclorados en suelos agrícolas. *Terra Latinoamericana*, 32: 1-11. <https://doi.org/2395-8030>.
- LÓPEZ, J.D., DÍAZ, A., MARTÍNEZ, E., VALDEZ, R.D. 2001. Abonos orgánicos y su

- efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoam.*, 19 (4): 293-299.
- MILINKOVIĆ, M., LALEVIĆ, B., JOVIČIĆ-PETROVIĆ, J., *et al.* 2019. Biopotential of compost and compost products derived from horticultural waste. Effect on plant growth and plant pathogens suppression. *Proc. Safety Environ. Protec.*, 121: 299-306.
- MUÑOZ, J. M., MUÑOZ, J. A., MONTES, C. 2015. Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayan, Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13 (1): 73-82.
- MURRAY-NÚÑEZ, R.M., BOJÓRQUEZ-SERRANO, I., HERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, A., *et al.* 2011. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Rev. Bio Cienc.*, 1 (3): 27-35.
- PRADO-OCHOA, M.A. 2004. Mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo mediante aplicación de Bocashi, para cultivar pimiento híbrido quetzal, cantón Puyango. Universidad Nacional de Loja, ECU. En sitio web: <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/5575/1/Prado%20Ochoa%20Miguel.pdf> Consultado el 24 /09/2018.
- RAMÍREZ-BUILES, V.H., NAIDU, D. N. 2010. Respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo Bocashi y fertilizante químico. *Acta Agronomica*, 59 (2): 155-161.
- RAMOS, D. y TERRY, E. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cul. Trop.*, 35 (4): 52-59.
- ROSEMARY, F., VITHARANA, U.W.A., INDRARATNE, S.P., *et al.* 2016. Exploring the spatial variability of soil properties in an Alfisol soil catena. *CATENA*, 150: 53-61.
- SOSA-RODRIGUES, B.A. y GARCÍA-VIVAS, Y.S. 2018. Eficiencia de uso del nitrógeno en maíz fertilizado de forma orgánica y mineral. *Agron. Mesoam.*, 29: 207-219.
- TORRES, D., MENDOZA ESCALONA, B.J., MARCO, C. E. 2016. Calidad de abonos orgánicos empleados en la depresión de Quíbor-Venezuela bajo ambientes protegidos. *Cienc. Tecn. UTEQ.*, 9 (2): 1-10.

Artículo de libre acceso bajo los términos de una *Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional*. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento en cualquier medio, siempre que la obra sea debidamente citada.