

Aporte Santiaguino



Aporte Santiaguino 15 (1), enero - junio 2022: 149-163

ISSN: 2070 – 836X; ISSN-L: 2616 - 9541

DOI: <https://doi.org/10.32911/as.2022.v15.n1.931>

Website: http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino



Influencia del biocarbón elaborado con residuos sólidos orgánicos sobre la calidad y producción del cultivo de la papa en el Centro Experimental Ecológico de Tuyu Ruri

Influence of biochar made with solid organic waste on the quality and production of potato crops at the Experimental Ecological Center of Tuyu Ruri

ANTONY JUNIOR HUERTA DE LA CRUZ¹

RESUMEN

Los agricultores de la localidad de Tuyu Ruri Bajo en Marcará, a lo largo del tiempo han utilizado demasiados agroquímicos para mejorar la calidad y producción de sus cultivos de papa, conllevando a la contaminación de diferentes recursos naturales y generando daños a largo plazo en la salud de las personas. El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de un producto orgánico, el biocarbón —el cual fue elaborado mediante un proceso de pirólisis de residuos sólidos orgánicos— en la calidad y producción del cultivo agrícola de la papa en el Centro Experimental Ecológico de Tuyu Ruri. Por ello, se realizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro bloques y cuatro tratamientos con porcentajes de biocarbón de 0 %, 5 %, 10 % y 15 %;

¹ Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Áncash, Perú.

©Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Aporte Santiaguino de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite: Compartir - copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, Adaptar - remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

evaluándose distintos indicadores morfométricos y biológicos. Los resultados relacionados con el seguimiento del cultivo agrícola tratado mostraron mejoras significativas en la altura, el estado fitosanitario del cultivo, así como en la cantidad y el peso de las papas obtenidas. Finalmente, se concluyó que el biocarbón producido por pirólisis de residuos sólidos orgánicos, influyó en la mejora de la calidad y producción del cultivo de papa en el Centro Experimental Ecológico de Tuyu Ruri.

Palabras claves: Biocarbón; pirólisis; agrícola; indicadores; influencia

ABSTRACT

The farmers in the town of Tuyu Ruri Bajo in Marcará have used too many agrochemicals over time to improve the quality and production of their potato crops, which leads to the contamination of different natural resources and generating long-term damage to people's health. The objective of the research was to determine the influence of an organic product called "biochar", which was produced through a process of pyrolysis of organic solid waste, in the quality and production of the agricultural crop of the potato in the Ecological Experimental Center of Tuyu Ruri. Therefore, randomized complete block design with four blocks and four treatments with biochar percentages of 0%, 5%, 10% and 15% was carried out; evaluating different morphometric and biological indicators. The results related to the monitoring of the treated agricultural crop showed significant improvements in height, the phytosanitary status of the crop, as well as in the quantity and weight of the potatoes obtained. Finally, it was concluded that the biochar produced by pyrolysis of organic solid waste influenced the improvement of the quality and production of the potato crop in the Ecological Experimental Center of Tuyu Ruri.

Keywords: biochar; pyrolysis; agricultural; indicators; influence

INTRODUCCIÓN

La utilización de compuestos químicos para la agricultura es muy común en la zona andina de Áncash; provoca a corto plazo un aumento en las producciones agrícolas; pero también contamina los distintos recursos naturales y causa daños en la salud de los pobladores, efecto que se magnifica debido al uso constante de los mencionados productos. A través del tiempo se ha buscado distintas enmiendas de origen orgánico para satisfacer las producciones agrícolas, como son el compost y el humus, pero aquellos compuestos no lograron complacer las demandas agrícolas de la zona andina debido a que son fácilmente lavadas por las precipitaciones pluviales y son degradadas de forma rápida por los microorganismos.

Para Azri et al. (2011), el biocarbón es un producto de origen orgánico que es obtenido mediante un proceso termoquímico llamado pirólisis; contiene los nutrientes, elementos y características de la biomasa que sirve como su materia prima; permite transformar los residuos sólidos orgánicos en un producto con valor agregado de forma eficiente, ya que no es degradado de manera rápida por los microorganismos ni lavado en gran medida por las precipitaciones; ayuda, por lo tanto a impulsar una de las actividades más importantes como es la agricultura. Ante la problemática generada por el uso de los agroquímicos en las actividades vinculadas al cultivo de la papa en la zona de Tuyu Ruri, se toma al biocarbón como una alternativa que permite generar agricultura sostenible debido a sus características.

El presente estudio ha generado un biocarbón a partir de la pirólisis de materia orgánica; entre las que se encuentran los residuos sólidos orgánicos domiciliarios, la biomasa residual de eucaliptos y el estiércol bovino. Posteriormente se ha continuado con las pruebas de validación del biocarbón como enmienda del cultivo de la papa en diferentes cuadrantes del Centro Experimental Ecológico de Tuyu Ruri; finalmente se utilizaron diferentes técnicas de recolección de datos como la observación y documentación para sistematizarlos y procesarlos mediante modelos estadísticos lineales utilizando pruebas de Análisis de Varianza con un Factor (ANOVA) y pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis. Se debe detallar que el objetivo de la investigación consiste en determinar la influencia del biocarbón elaborado con residuos sólidos

orgánicos sobre la calidad y producción del cultivo de la papa en el Centro Experimental Ecológico de Tuyu Ruri. De esta manera se planea conocer si existen posibles beneficios provenientes del biocarbón para las actividades agrícolas en la sierra ancashina, con énfasis en la conservación de los recursos naturales, el manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos y la mejora en la salud pública.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Centro Experimental Tuyu Ruri, Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, a una altitud de 2725 m.s.n.m.; es de tipo y diseño experimental porque se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado. Se comenzó a través de la revisión bibliográfica de libros y artículos que poseían información acerca del biocarbón como Zegarra (2015) e Iglesias (2018). Posteriormente se elaboraron fichas para la recolección de datos, al mismo tiempo se construía un horno pirolítico que poseía un área de 1,20 m x 1,20 m en los terrenos del investigador y que serviría para la elaboración del biocarbón. El proceso de obtención de biocarbón utilizó tres tipos de materias orgánicas que se encuentran en gran cantidad en la zona sierra de Ancash, como son los residuos sólidos orgánicos domiciliarios, la biomasa residual de eucaliptos y el estiércol bovino; mediante la pirólisis de aquellos compuestos en el horno pirolítico a una temperatura de 450° C en tiempos de 3 horas y 30 minutos; se produjo un total de 51 kilos de biocarbón, el cual se le realizó una activación química y biológica mediante la mezcla con 2 litros de ácido fosfórico, 15 litros de agua destilada y 20 kilos de compost.

Posteriormente, una muestra de biocarbón producido se trasladó al laboratorio de calidad ambiental de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM) para la determinación de su Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y la Relación Carbono - Nitrógeno (C: N). Luego de obtener los resultados del laboratorio se preparó el área experimental de los cultivos en el CEE (Centro Experimental Ecológico) - Tuyu Ruri mediante limpieza de maleza y labrado de suelo en 16 parcelas experimentales de 1 m² en un periodo de dos días, así pues se

dosificó con biocarbón el suelo de cada parcela experimental con porcentajes de 0 %, 5 %, 10 % y 15 % en 4 repeticiones para cada uno (diseño de bloques al azar); después de aquella actividad se realizó la selección y sembrado de las papas (variedad Yungay). Con el transcurrir de los dos primeros meses se implementó la misma dosificación en el momento del aporque al cultivo. Por su parte, la medición de la altura, diámetro de tallos, estado fitosanitario del cultivo de la papa, así como el pesaje y conteo de sus productos fueron detallados en las fichas de recolección. Finalmente se utilizó la prueba estadística ANOVA para los datos paramétricos pertenecientes al cultivo de la papa, los cuales poseían tratamientos con distintos porcentajes de biocarbón, y así se pudo determinar las variaciones significativas con respecto a sus medias; asimismo, se trabajó con la prueba estadística Kruskal Wallis para los datos no paramétricos. El análisis se detalló en aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0); si se aceptara la $H_0: m_1 = m_2 = m_3 = m_4$ no habría diferencia significativa entre los tratamientos con respecto a la media; si se rechazaba la $H_0: m_1 \neq m_2 \neq m_3 \neq m_4$ sí habría diferencia significativa entre los tratamientos con respecto a la media.

RESULTADOS

Obtención del biocarbón

La **Figura 1** detalla que los residuos sólidos orgánicos utilizados en la investigación funcionan como materia prima para obtener biocarbón, también se observa la generación de dos rendimientos en los procesos de obtención del biocarbón, los cuales fueron diferentes. El primer rendimiento generó un porcentaje de 33,5 % (26,5 kilos de biocarbón) y el segundo fue de 35 % (24,5 kilos de biocarbón).

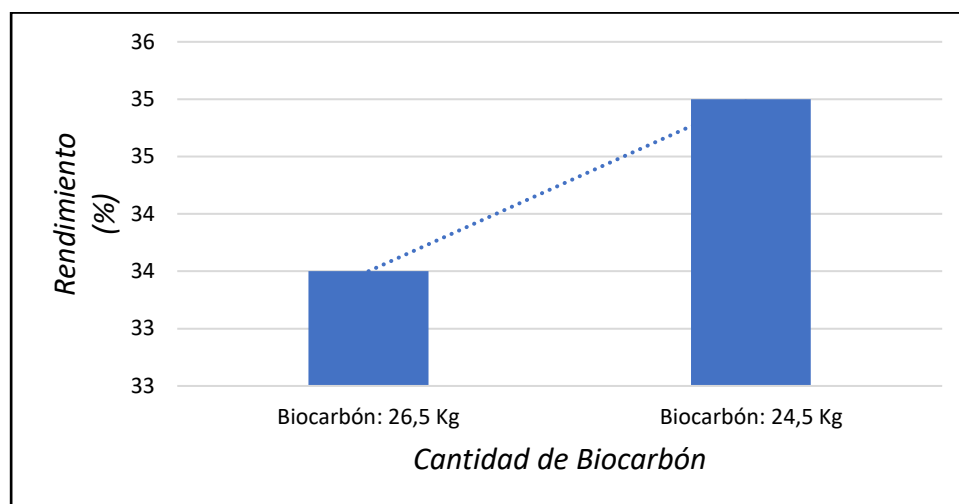


Figura 1: Rendimiento para la obtención del biocarbón en un horno pirolítico.

Evaluación del biocarbón

A través de la **Tabla 1** se observa que la Capacidad de Intercambio Catiónico en el biocarbón elaborado con residuos sólidos orgánicos fue de 28,6 meq/100 g y su Relación Carbono-Nitrógeno (C: N) obtuvo un 29,4 %.

Tabla 1: Resultados del biocarbón obtenido en el proceso de pirólisis

Indicadores	Resultados
Capacidad de Intercambio Catiónico	28,6 Meq/100 gr
Relación Carbono/Nitrógeno (C:N)	29,4 %

Determinación de la calidad del cultivo de la papa mediante la altura

La **Figura 2** muestra que las alturas de cada cultivo de la papa ubicada en diferentes parcelas experimentales no poseían grandes diferencias significativas una vez trabajadas con los distintos porcentajes de biocarbón (5 %,10 %,15 %), no obstante, se percibió mejoras en comparación con el control (0 %).

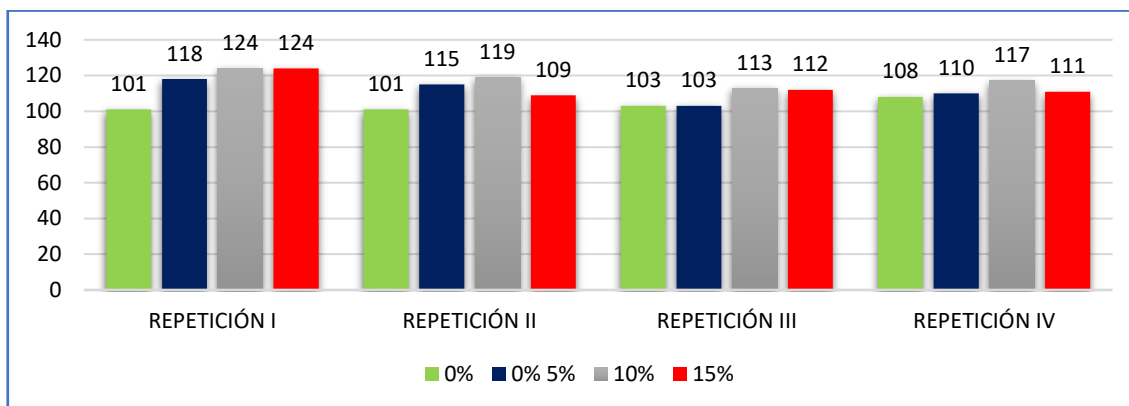


Figura 1: Altura (cm) de cada cultivo de la papa en base al porcentaje de biocarbón finalizado el experimento.

Determinación de la calidad del cultivo de la papa mediante los diámetros

En la **Figura 3** se observa que el diámetro de tallos en cada cultivo de la papa ubicada en diferentes parcelas experimentales, no poseía diferencias significativas una vez trabajadas con los distintos porcentajes de biocarbón (5 %,10 %,15 %), incluso no se percibió mejoras en comparación con el control (0 %).

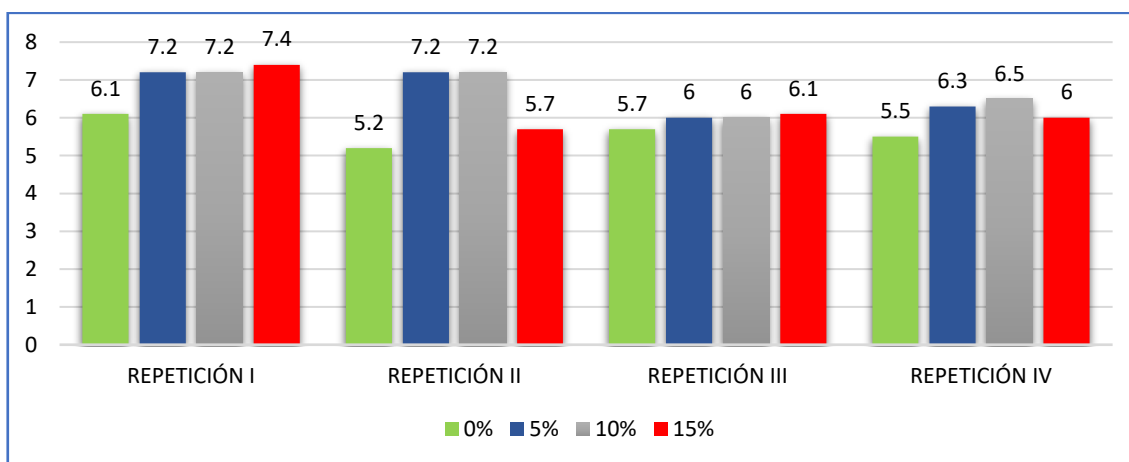


Figura 2: Diámetro de tallos (cm) de cada cultivo de la papa en base al porcentaje de biocarbón finalizado el experimento.

Determinación de la calidad del cultivo de la papa mediante el estado fitosanitario

Mediante la **Figura 4** se observa las diferencias relacionadas al indicador “estado fitosanitario”, ya que en comparación con el control (0 % de biocarbón aplicado) los otros tratamientos (5 %, 10 % y 15 % de biocarbón aplicado) lograron mejores resultados. Así lo demuestra el estado fitosanitario de cada cultivo de la papa tratada con biocarbón, que mostraron mejor salud y mayor resistencia a las afectaciones en comparación con el cultivo sin tratamiento.

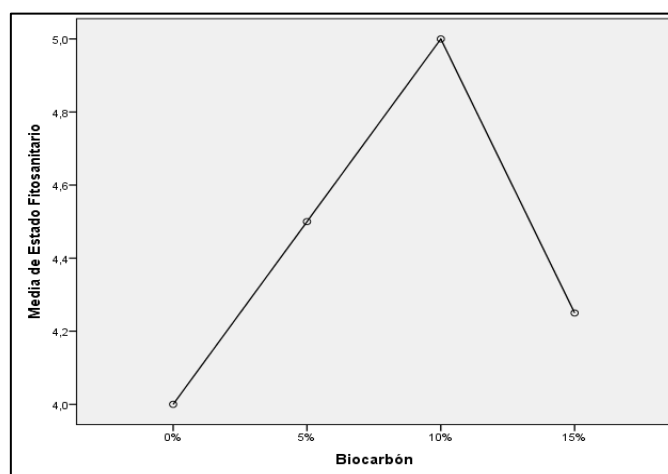


Figura 3: Estado fitosanitario de cada cultivo de la papa en base al porcentaje de biocarbón finalizado el experimento.

Determinación de la producción del cultivo de la papa mediante la cantidad

En la **Figura 5** se observa las diferencias relacionadas con el indicador “Cantidad”, ya que en comparación al control (0 % de biocarbón aplicado) los otros tratamientos (5 %, 10 % y 15 % de biocarbón aplicado) alcanzaron mejores resultados. Así lo demuestran las cantidades de papas obtenidas en cada cultivo que poseía tratamiento con biocarbón (entre 30 y 35 productos obtenidos), dichas cantidades fueron superiores en comparación a las del cultivo sin tratamiento (entre 10 y 15 productos obtenidos).

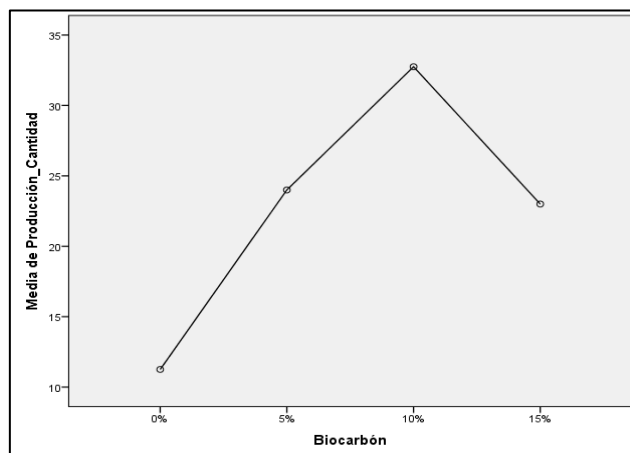


Figura 4: Cantidades de papas obtenidas después del tratamiento en base al porcentaje de biocarbón finalizado el experimento.

Determinación de la producción del cultivo de la papa mediante el peso

En La **Figura 6** se observa las diferencias relacionadas al indicador “Peso”, ya que en comparación con el control (0 % de biocarbón aplicado) los otros tratamientos (5 %, 10 % y 15 % de biocarbón aplicado) obtuvieron mejores resultados. Así lo demuestran los pesos de las papas obtenidas en cada cultivo que poseía tratamiento con biocarbón (pesaban entre 2,5 y 3,0 kilogramos), dichas cantidades fueron superiores en comparación a las del cultivo sin tratamiento (pesaban entre 1,0 y 1,5 kilogramos).

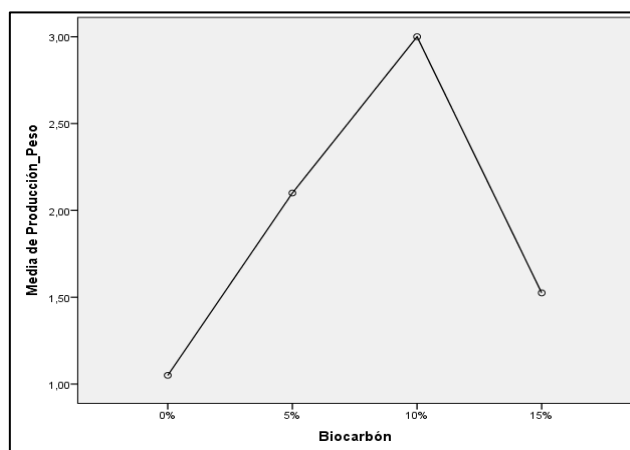


Figura 5: Peso de las papas obtenidas después del tratamiento en base al porcentaje de biocarbón finalizado el experimento.

DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación relacionados con la obtención del biocarbón confirmaron las referencias bibliográficas expuestas ya que se observó que la biomasa natural (residuos sólidos orgánicos) funcionan como materia prima para generar dicho compuesto. En la investigación se realizaron dos producciones para obtener al biocarbón de la misma materia prima, pero dichas producciones mostraron rendimientos distintos, aquella variación se puede haber dado por distintos motivos como el tipo de residuos orgánicos utilizados (compuestos que contienen lignina y/o celulosa), las distintas proporciones de materias orgánicas, por el contenido de agua en algunos compuestos, errores humanos y fallas en la tecnología (calentamiento previo del horno pirolítico); sin embargo, para autores como Escalante (2016) los mejores rendimientos deben estar entre 30 % y 40 %.

La CIC (Capacidad de intercambio catiónico) del biocarbón elaborado con residuos sólidos fue de 28,6 meq/100 gr, su cantidad es ligeramente menor en comparación con otras CIC provenientes de investigaciones como Zegarra (2015), aquello pudo deberse a la materia prima utilizada para generar al biocarbón; también se debe considerar que según Shenbagavalli y Mahimairaja (2012) la elevada CIC en el biocarbón producido puede deberse a la presencia de grupos funcionales oxidados (grupos carboxil) en su superficie luego de una degradación microbiana, y ello depende de manera particular del clima perteneciente al lugar donde se elabora los distintos tipos de biocarbón. Por otra parte, al igual que lo mencionado por Fowles (2007) se pudo observar que los efectos del biocarbón en los 4 meses y 15 días que duró la investigación de campo originaron cambios en la CIC del suelo, los cuales mejoraron las propiedades, características y disposiciones nutricionales en el suelo sin tardarse demasiado tiempo.

La relación C/N del biocarbón elaborado con residuos sólidos orgánicos fue de 29,4 %, su cantidad es alta en comparación con las relaciones C/N provenientes de investigaciones como Iglesias (2018), ya que dicho indicador, según el mencionado autor, debe estar entre 15 % a 30 % para que pueda otorgar suficiente nitrógeno, carbono y energía limitada al suelo tratado con

biocarbón. Además, según investigaciones realizadas por Ayala (2014) la relación C/N en el biocarbón posee naturaleza recalcitrante y no es lábil (fácilmente degradable por la actividad biológica) generando que una parte de su nitrógeno y otros compuestos (elementos macro y micronutrientes) sean tomados por los microorganismos en proporciones necesarias, el resto es incorporado al suelo y tomado por los organismos superiores como el cultivo de la papa para mejorar su calidad y producción.

A través de la altura se determinó que el biocarbón elaborado con residuos sólidos orgánicos habría generado efectos positivos en el cultivo de la papa a través de su aplicación en distintos porcentajes (5 %, 10 % y 15 %) en comparación con el tratamiento blanco (0 %), aquello fue sustentado con una significación asintótica bilateral de 0,026 obtenida a través de la Prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, la cual indica que los efectos del biocarbón en el cultivo de papa produce variaciones en su altura. Por su parte, el cultivo de la papa que fue tratado con porcentajes de biocarbón al 10 % y 15 % creció entre 110 cm y 124 cm, altura muy diferente comparada con el cultivo de la papa sin tratamiento que creció como máximo 108 cm.

El diámetro de tallos no determinó que el biocarbón elaborado con residuos sólidos orgánicos habría generado efectos positivos en el cultivo de la papa ya que no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes porcentajes de biocarbón (5%, 10 % y 15 %) y el tratamiento en blanco (0 %), aquello fue sustentado con una significación asintótica bilateral de 0,106 obtenida a través de la prueba No paramétrica Kruskal- Wallis.

El estado fitosanitario determinó que el biocarbón elaborado con residuos sólidos orgánicos habría generado efectos positivos en el cultivo de la papa a través de su aplicación en distintos porcentajes (5 %, 10 % y 15 %) en comparación con el tratamiento blanco (0 %); aquello fue sustentado con una significación asintótica bilateral de 0,018 obtenida a través de la prueba paramétrica ANOVA, la cual indica que los efectos del biocarbón en el cultivo de papa produce variaciones en su estado fitosanitario. Además, se observó que el cultivo de la papa tratada con

diferentes porcentajes de biocarbón poseía una mayor resistencia frente a algunas enfermedades como la racha.

A través del conteo y pesaje de las papas obtenidas del cultivo, el cual fue tratado con diferentes porcentajes de biocarbón (5 %,10 % y 5 %) se observó mejoras en su producción agrícola, en comparación con las papas obtenidas del tratamiento blanco (0 %) donde el conteo y pesaje de sus productos fue menor. En la verificación de los resultados se utilizó la prueba estadística ANOVA donde se obtuvo las significaciones bilaterales de 0,032 y 0,020; indicando que los efectos del biocarbón en el cultivo produce variaciones en la cantidad y peso de sus productos. Además, se observó que la cantidad de papas obtenidas en el cultivo de papa tratada con porcentajes de biocarbón (5 %,10 % y 15 %), habían registrado entre 30 y 40 papas producidas en cada parcela experimental. En relación al peso las papas obtenidas en el cultivo de la papa tratada, se registró datos entre 2,5 kg y 3,5 kg por cada parcela experimental, siendo superior a las papas del cultivo sin tratamiento con biocarbón.

CONCLUSIONES

En la obtención del biocarbón se puede utilizar distintos tipos de residuos sólidos orgánicos como el estiércol bovino, la biomasa residual vegetal y los restos orgánicos de origen domiciliario; pero las composiciones, tipos y proporciones de aquellas materias primas no solo influyen en el rendimiento de producción, sino además en las características y propiedades del biocarbón, ya que se produce la adhesión de diferentes elementos, micronutrientes y macronutrientes a la estructura del biocarbón a través de la pirólisis. Además, para obtener un mejor resultado en los procesos agrícolas es necesario elaborar una adecuada activación química y biológica.

Las cantidades y porcentajes de los indicadores evaluados del biocarbón como la CIC y Relación C/N fueron ligeramente altas, provocando efectos en las composiciones y disposiciones nutricionales del suelo perteneciente al CEE - Tuyu Ruri, el cual fue demostrado a través del análisis de caracterización de dicho suelo antes y después del tratamiento con biocarbón.

La calidad del cultivo de la papa fue mejorada por el tratamiento con distintos porcentajes de biocarbón (5 %,10 % y 15 %) en comparación con la calidad del cultivo sin tratamiento. Aquello se demostró mediante el análisis y observación de los resultados obtenidos en las mediciones de la altura y estado fitosanitario. Los resultados demostraron que el cultivo de la papa tratada con biocarbón fue más alto y resistente a enfermedades e incluso se recuperó de plagas.

La producción del cultivo fue mejorada por el tratamiento con distintos porcentajes de biocarbón (5 %, 10 % y 15 %) en comparación con la producción del cultivo sin tratamiento. Aquello se comprobó a través de los resultados obtenidos en el conteo y pesaje de papas obtenidas, se observó que cada cultivo de la papa con tratamiento generaba mayor número de papas con pesos más altos a diferencia de las papas producidas por el cultivo sin tratamiento con biocarbón.

En forma general, el biocarbón elaborado con residuos sólidos orgánicos influye en la mejora de la calidad y producción del cultivo de la papa, incluso se puede perfeccionar el proceso si se desarrollan mayores tecnologías.

RECOMENDACIONES

Utilizar distintos métodos y tecnologías para producir biocarbón de diferentes materias orgánicas, observando el rendimiento productivo y las características que puedan influir en el biocarbón.

Implementar mejoras en los hornos pirolíticos relacionados a la captura de gases y polvos resultantes del proceso termoquímico.

Utilizar residuos sólidos orgánicos propios y/u originarios de la zona de investigación, los cuales deben poseer cantidades nutritivas en sus estructuras, ya que dichos materiales deben originar problemas ambientales y mediante la generación de biocarbón se reducirá su acumulación.

Evaluar y manejar las proporciones de los distintos tipos de materia orgánica que pueden originar el biocarbón, con el fin de dar elementos y/o nutrientes necesarios para cada tipo de suelo y especie agronómica.

Mezclar el biocarbón con agroquímicos para observar si dicha unión puede ayudar a la agricultura y al ambiente, de esta manera se obtendrían informaciones acerca de posibles o nulas mejoras en las producciones agrícolas.

Utilizar al biocarbón en los procesos y/o actividades de la agricultura sostenible; de esta manera se verificaría si producen beneficios económicos, sociales y ambientales para el desarrollo de la nación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abenza, Daniel Paco. Evaluación de efectos de varios tipos de biochar en suelo y planta. Cerdanyola del Vallès: Universidad Autónoma de Barcelona, 2012.

Ayala, Freddy Hernán. «El Biocarbón.» Antioquia, 2014, 8-9.

Chávez, Carla Cristina Martínez. Efectos de enmiendas de biochar sobre el desarrollo del Pepino (*Cucumis sativus*). Jalisco: Universidad de Guadalajara, 2015.

Escalante, A, et al. "Biocarbón (Biochar) I Naturaleza, fabricación y uso en el suelo." Red de revistas científicas de América Latina, 2016: 367 - 382.

Fowles, Malcolm. «Black Carbon Sequestration as an Alternative to Bioenergy.» *Biomass and Bioenergy*, 2007: 426-432.

Guerra, Patricia Amelia. Producción y caracterización de biochar a partir de la biomasa residual de sistemas agroforestales y de agricultura convencional en la Amazonía Peruana. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.

Iglesias, Sergio. Aplicación de Biochar a partir de biomasa residual de eucalipto para evaluar la productividad con maíz en el austro ecuatoriano. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018.

Mohamad Azri Sukiran; Soh Kheang Loh; Nasrin Abu Bakar; Choo Yuen May. «Production and Characterization of Bio-Char from the Pyrolysis of Empty Fruit Bunche.» American Journal of Applied Sciences, 2011: 984-988.

Olmo, Manuel. Efectos del biochar sobre el suelo, las características de la raíz y la producción vegetal. Córdoba: Universidad de Córdoba, 2016.

S Shenbagavalli & S. Mahimairaja. «Production and characterization of biochar from different biological wastes.» International journal of plant, animal and environment sciences, 2012: 197-201.

Tiselli, V. Producción intensiva de la papa. Editado por Universidad de Bologna. Bologna, 2008.

Zegarra, Stalin Eduardo. Uso de biocarbón elaborado con vísceras de pescados y lodos de lagunas de oxidación para el mejoramiento de suelos áridos del distrito de Ancón - Lima - Perú. Lima: Universidad César Vallejo, 2015.

Fecha de recepción: 01/04/22

Fecha de aceptación: 04/06/22

Correspondencia:

Antony Junior Huerta De La Cruz

antony_h17@hotmail.com