



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de huesos de aves aplicado a un cultivo de hortaliza

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTORAS:

Castillo Coveñas, Katherine Mirella (ORCID: 0000-0001-8652-4005)

Toribio Ybañez, Yndira Medalid (ORCID: 0000-0001-5203-8076)

ASESOR:

Dr. Munive Cerrón, Rubén Víctor (ORCID:0000-0001-8951-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :

Tratamiento y Gestión de residuos

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios por permitirnos crecer profesionalmente y cumplir nuestros objetivos propuestos con perseverancia y disciplina.

A nuestras familias por todo el apoyo que nos han brindado a lo largo de nuestra carrera universitaria, por el amor y toda la motivación para dar nuestro mayor esfuerzo sobre cualquier situación presentada.

A nuestros docentes durante toda nuestra carrera universitaria, ya que nos brindaron bases sólidas para el cumplimiento de nuestros objetivos y metas.

Agradecimiento

A Dios por permitirnos desarrollarnos como profesionales.

A nuestra Alma Mater la Universidad César Vallejo por todos los conocimientos brindados durante estos años de estudio.

A nuestros padres por el apoyo incondicional para el logro de nuestros objetivos.

A nuestros compañeros y personas que nos apoyaron con sus buenos ánimos para seguir perseverantes en nuestros logros propuestos

Al Dr. Munive Cerrón Rubén Víctor por el apoyo, los conocimientos y las teorías brindadas durante el proceso de la realización de nuestro proyecto.

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas | v |
| Índice de figuras | vi |
| Resumen | vii |
| Abstract | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO. | 4 |
| III. METODOLOGÍA | 13 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 13 |
| Tipo de investigación | 13 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 13 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 14 |
| Población | 14 |
| Muestra | 14 |
| Muestreo | 14 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 14 |
| Técnicas de recolección de datos | 14 |
| Instrumentos de recolección de datos | 15 |
| 3.5. Procedimientos | 15 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 20 |
| 3.7. Aspectos éticos | 20 |
| IV. RESULTADOS | 21 |
| V. DISCUSIÓN | 27 |
| VI. CONCLUSIONES | 29 |
| VII. RECOMENDACIONES | 30 |
| REFERENCIAS | |
| ANEXOS | |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Validación de expertos..... | 15 |
| Tabla 2: Tratamientos aplicados en el cultivo de la hortaliza..... | 20 |
| Tabla 3: Obtención de materia prima (huesos de aves) | 21 |
| Tabla 4: Resultados de las características de producción de Biochar a partir de hueso de aves..... | 21 |
| Tabla 5: Resultados de las características físico químicas del Biochar obtenido a partir de hueso de aves..... | 21 |
| Tabla 6: Medidas del crecimiento de la lechuga – Cantidad de hojas..... | 22 |
| Tabla 7: Promedios de la cantidad de hojas de la lechuga..... | 22 |
| Tabla 8: ANOVA de un factor para cantidad de hojas..... | 23 |
| Tabla 9: Prueba de Duncan para la cantidad de hojas..... | 23 |
| Tabla 10: Medidas del crecimiento de la hortaliza – Tamaño de hojas (cm)..... | 23 |
| Tabla 11: Promedios del tamaño de hojas de la lechuga (cm)..... | 24 |
| Tabla 12: ANOVA de un factor para el tamaño de hojas (cm)..... | 24 |
| Tabla 13: Prueba de Duncan para el tamaño de las hojas de la hortaliza (cm)..... | 25 |
| Tabla 14: Peso total de la planta de lechuga (g)..... | 25 |
| Tabla 15: Prueba de Duncan para el peso de la hortaliza (g)..... | 26 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura N°1: Diagrama de procedimiento de la fabricación del horno pirolítico..... | 16 |
| Figura N°2: Diagrama del proceso de recolección de materia..... | 17 |
| Figura N°3: Proceso de Fase Experimental..... | 18 |
| Figura N°4: Proceso de cultivo de hortalizas..... | 19 |
| Figura N°5: Resultado de cantidad de hojas en el cultivo..... | 22 |
| Figura N°6: Resultado de tamaño de hojas en el cultivo..... | 24 |
| Figura N°7: Resultado del peso de las lechugas..... | 25 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la obtención Biochar a partir de huesos de aves, el cual fue aplicado en un cultivo de hortaliza, la presente investigación se desarrolló en el distrito de Puquio, considerando de gran importancia la implementación de abonos orgánicos hacia los cultivos, para mejorar la producción. Esta investigación según su finalidad fue aplicada, utilizando un diseño experimental y de enfoque cuantitativo. Como técnica para recolección de datos se utilizó la observación experimental. En los resultados se pudo obtener los análisis de Biochar dándonos un pH un poco ácido debido a la temperatura con la que se realizó el proceso de pirólisis, se determinó que la mejor dosis de adición de Biochar fue de 10 t/ha al suelo, y se demostró que la adición de este Biochar tuvo una mayor eficiencia para la producción de lechuga, comprobándose mediante las características de este cultivo, también se pudo evidenciar que tuvo una gran diferencia de peso de la hortaliza del T3 ante el T0 que fue nuestra muestra testigo, teniendo como conclusión que la dosis de 10 t/ha es el tratamiento mas rentable, con el cual se evidenció una efectividad en el cultivo de lechuga.

Palabras claves: Biochar, Huesos de aves, pirólisis, lechuga

ABSTRACT

The objective of this research was to obtain Biochar from poultry bones, which was applied in a vegetable crop. This research was developed in the district of Puquío, considering of great importance the implementation of organic fertilizers for crops, to improve production. This research according to its purpose was applied, using an experimental design and quantitative approach. Experimental observation was used as a technique for data collection. In the results it was possible to obtain the analysis of Biochar giving us a slightly acid pH due to the temperature at which the pyrolysis process was carried out, it was determined that the best dose of addition of Biochar was 10 t/ha to the soil, and it was demonstrated that the addition of this Biochar had a greater efficiency for the production of lettuce, It was also evidenced that there was a great difference in the weight of the vegetable of T3 compared to T0, which was our control sample, and it was concluded that the dose of 10 t/ha was the most profitable treatment, with which an effectiveness in the lettuce crop was evidenced.

Keywords: Biochar, poultry bones, pyrolysis, lettuce.

I. INTRODUCCIÓN

En el distrito de Puquio se tiene una problemática en cuanto a la disposición de los residuos, la municipalidad cuenta con programas de segregación de residuos crudos que puedan servir para la elaboración de compost, pero se deja de lado los residuos que ya han sido cocinados, generando esto una problemática en cuanto a la mala disposición de dichos residuos, es por ello que esta investigación toma como materia prima los huesos de aves, que en este caso serán obtenidos de las pollerías que se encuentran dentro del distrito a modo de contrarrestar la mala disposición de los huesos, aprovechando de esta manera dichos residuos para la elaboración del Biochar, generando un aporte al medio ambiente y así en convenio con la municipalidad de puquio dar incentivos y premiando con un certificado de restaurante eco-amigable a todos los participantes a fin de instar a la población a generar una correcta disposición de estos residuos..

Los peruanos consumimos un promedio de 135 millones de pollos a la brasa anualmente, esta cifra representa el 20% del total de la producción de aves a nivel local (El Comercio, 2018), pero este gran consumo también genera impactos ambientales negativos pues los residuos generados por los centros de comidas son un problema general, ya que traen como consecuencia la contaminación de suelo.

Estos huesos son simplemente desechados al ambiente, por ello en esta investigación se le dará un uso para poder utilizarlos como Biochar, esta será una alternativa al uso de abonos químicos. Andrés, et al. (2014), si bien es cierto los fertilizantes químicos proporcionan nutrientes que ayudan al crecimiento de las plantas, pero por el contrario no ayudan al mejoramiento del suelo, ya que es uno de los problemas más recurrentes para la contaminación de suelo, porque al utilizar este tipo de abonos, con el tiempo degradan los suelos haciendo que pierdan sus propiedades físicas y químicas. Es por ello que con el paso del tiempo se han investigado distintas alternativas para poder contrarrestar estos efectos, Almeida, et al. (2012), teniendo como opciones a partir específicamente de las patas de los pollos ya que son desechos de los mataderos, se pueden elaborar jaleas y gelatinas, otra alternativa es la elaboración y uso de abonos orgánicos, como lo es el Biochar. (Siddiqui et al., 2020). el Biochar es resultado de la quema de un

residuos orgánicos, mediante el proceso de pirólisis, el cual se da en condiciones libres de oxígeno y a altas temperaturas, es un producto higroscópico, el cual es capaz de absorber retener agua debido a su gran superficie y estructura porosa, evita la lixiviación de nutrientes del suelo, cuando se mezcla con un compost logra absorber nutrientes y pasa a ser un fertilizante de liberación lenta.

Esta investigación se realizará para aprovechar los residuos de alimentos, en específico los huesos de las aves de centros de comida, obteniendo a través de ello al Biochar, el Biochar tiene la propiedad de mejorar el rendimiento agrícola del suelo, así como reducir la concentración de metales pesados. Por lo tanto, esta investigación tuvo como problema general: ¿Cómo se obtendrá Biochar con pirólisis lenta a partir de huesos de aves aplicado en cultivo de hortalizas en Puquío, 2021? por consiguiente esta investigación tiene como problemas específicos: ¿Cuáles son las características de producción de Biochar a partir de huesos de aves aplicado en cultivo de hortalizas en Puquío, 2021?; ¿Cuáles son las características físico químicas de Biochar a partir de huesos de aves para el beneficio del cultivo en hortalizas en Puquío, 2021?; ¿Cuál será la efectividad del Biochar evaluada mediante las características de la planta de lechuga en Puquío, 2021?

La justificación de esta investigación a nivel ambiental es el aprovechamiento de los residuos, de los huesos de aves de centros de comida para elaborar Biochar el cual trae beneficios potenciales a suelos para tener un mejor aprovechamiento, también al poder probar el Biochar en cultivo de hortalizas, para ver el beneficio que trae al cultivo. A nivel práctico esta investigación se justifica ya que mediante la obtención de resultados se verán las características del Biochar y las características de ambos cultivos, y se podrá dejar un antecedente con resultados confiables. A nivel social esta investigación se justifica ya que con la obtención de Biochar a partir de huesos de aves, se podrá reducir los residuos de restaurantes y pollerías, dándoles un buen aprovechamiento para obtener abono orgánico (Biochar), así se evitará la proliferación de residuos en el distrito de Puquío-Lucanas.

Esta investigación tiene como objetivo general: Obtener Biochar a través de pirólisis lenta a partir de huesos de aves aplicado a un cultivo de hortalizas en Puquío, 2021, esta investigación tiene objetivos específicos: Determinar las

características de producción de Biochar a partir de huesos de aves aplicado a un cultivo de hortalizas en Puquio, 2021; Determinar las características físico químicas de Biochar a partir de huesos de aves para el beneficio de un cultivo en hortalizas en Puquio, 2021; Evaluar la efectividad del Biochar mediante las características de la planta de lechuga en Puquio, 2021.

De esta manera se pretende comprobar la hipótesis general: Hi: Se logra obtener Biochar a través de pirólisis lenta a partir de huesos de aves aplicado en cultivo de hortalizas en Puquio, 2021. Ho: No se logra obtener Biochar con pirólisis lenta a partir de huesos de aves aplicado en cultivo de hortalizas en Puquio, 2021. Hipótesis específicas: Hi1: Se logrará determinar las características de producción de Biochar a partir de huesos de aves aplicado en cultivo de hortalizas en Puquio, 2021. Ho1: No se logrará determinar las características de producción de Biochar a partir de huesos de aves aplicado en cultivo de hortalizas en Puquio, 2021. Hi2: Se logrará determinar las características físico químicas de Biochar a partir de huesos de aves para el beneficio del cultivo en hortalizas en Puquio, 2021. Ho2: No se logrará determinar las características físico químicas de Biochar a partir de huesos de aves para el beneficio del cultivo en hortalizas en Puquio, 2021. Hi3: Se logrará evaluar la efectividad del Biochar mediante las características de la planta de lechuga en Puquio, 2021. Ho3: No se logrará evaluar la efectividad del Biochar mediante las características de la planta de lechuga en Puquio, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Trujillo, et al. (2018), obtuvieron Biochar a partir de residuos avícolas, mediante el proceso de pirólisis lenta a una temperatura de 540 °C y en un tiempo de 2.5 - 3 horas realizaron su caracterización, sus muestras fueron dos granjas una de gallina ponedora y otra de pollos de engorde, se concluyó que el Biochar obtenido por gallinaza tuvo un mayor rendimiento, y con el pH obtenido se pudo concluir que al obtener valores altos se puede utilizar para la recuperación de suelos ácidos.

Colen, et al. (2019), produjeron y caracterizaron Biochar a partir de desechos de gallinas ponedoras, y verificaron la influencia de la temperatura y el tiempo de residencia en las propiedades físicas y químicas para la viabilidad de este proceso como método de tratamiento de este residuo, concluyeron que el aumento en la temperatura de pirólisis y el tiempo de residencia redujo la masa del residuo y aumentó el pH y la conductividad eléctrica del biocarbón, mientras que la porosidad, evaluada por el índice de yodo, disminuyó.

Baobin, et al. (2020), emplea los residuos de mazorcas de maíz siendo esto su materia primordial para iniciar con el proceso que producirá una cantidad representativa de residuos ricos en lignina (LCR) al final, que comúnmente se eliminan mediante combustión. En esta investigación, se estudió la conversión de LCR a Biochars (BC) y las aplicaciones que se pueden emplear en la eliminación de iones de metales pesados.

Laila, et al. (2021), obtuvieron un Biochar en el cual la materia prima de dicho estudio fue los residuos de la cáscara de argán que se obtuvo a través de un proceso de quemado que se realizó en una estufa pirolítica que se fabricó siguiendo el modelo proporcionado por la Dra. Claudia Kammann (Instituto de Ecología Vegetal, Universidad de Giessen, Alemania) este abono fue sometido a diversas pruebas donde se midió el pH, la conductividad eléctrica (CE), la concentración total de Na, K, El Ca y el Mg.

Florencia, et al. (2019), evaluó el impacto al aplicar distintas dosis de Biochar provenientes de excretas avícolas sobre la actividad, el Biochar obtenido a partir de residuos avícolas redujo la acidez del suelo agrícola evaluado, adicional a ello

aumentó la actividad microbiana. Siddiqui et al. (2020), estimó el beneficio del estiércol de aves de corral como fertilizantes orgánicos, sobre el crecimiento, eficiencia del uso del agua y concentración de metales pesados, los principales resultados obtenidos la mezcla de estiércol de aves de corral con biocarbón derivado de la madera y biocarbón derivado de FYM con una tasa de enmienda del 10% aumentó significativamente la biomasa vegetal aérea.

Papageorgiou, et al. (2021), evaluó los impactos ambientales, desde la perspectiva del ciclo de vida, del uso de biocarbón producido a partir de residuos de madera para remediar suelos contaminados con PAH y metales, el emplear biocarbón para remediar suelos contaminados parece ser una alternativa ambientalmente racional. Aun así, las aplicaciones seguras para los suelos remediados con biocarbón deben desarrollarse y probarse más en específico.

Hassanin, et al. (2020), en su investigación, utilizó paja de arroz para preparar biocarbón y así investigar el efecto de la aplicación para remediar el suelo y la inmovilización de metales pesados. El biocarbón de paja de arroz puede inmovilizar y disminuir eficazmente la cantidad de plomo y cadmio en el suelo. Al aplicar biocarbón se vio una mejora de las propiedades del suelo y aumentó la disponibilidad de elementos macronutrientes.

Guerra (2015), en su investigación, evaluó las características físicas y químicas primordiales del Biochar que se elaborado a través del proceso de pirolisis lenta Por ello se puede obtener que el Biochar de cáscara de sachá inchi y del raquis de las hojas del palmito son los agentes más efectivos para la retención del carbono.

Riziki, et al. (2021), en su investigación logró abordar dos objetivos en específico los cuales fueron determinar el efecto del biocarbón en Casuarina crecimiento y evaluar el efecto del Biochar en las propiedades físicas del suelo, teniendo como resultado de su investigación que el enfoque en cuanto al rendimiento y productividad son óptimos en el cultivo de árboles.

Mauro, et al. (2021), en este estudio, se observó el uso del Biochar teniendo en cuenta diferentes tamaños y porcentajes de partículas que sustituirán a los sustratos que comúnmente se utilizan en la producción de plántulas de caña de azúcar. Para ello, se hizo un experimento que tenía un diseño aleatorio que consiste

en un esquema factorial 5 × 4, compuesto por cinco porcentajes diferentes de biocarbón y cuatro tamaños de partículas, teniendo nueve repeticiones,

Ján, et al. (2019), nos menciona que el uso o aplicación del Biochar es una herramienta efectiva para la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero de los suelos, también se resalta durante la investigación que la aplicación del biocarbón a los suelos arables es el de la producción y el rendimiento de los cultivos. Un efecto positivo de la aplicación de biocarbón a razón de 10 t ha⁻¹ se observó en la cantidad de biomasa aérea, el número de mazorcas, el número de granos, el número de mazorcas por planta y el rendimiento final de cebada de primavera en el primer año del experimento.

Yin, et al. (2020), en su investigación identificaron las características de crecimientos a corto plazo de biocarbón y de porque no aumenta el rendimiento del grano de arroz, teniendo como conclusión que la aplicación de biocarbón aumentó la eficiencia del uso de la radiación y la producción de biomasa durante el post-descabezado y la producción total de biomasa en un 7–16%.

Sánchez, et al. (2021), en su investigación tuvieron como objetivo mostrar cómo se obtiene Biochar y cuáles son los efectos del comportamiento fisiológico en las plantas cultivadas, teniendo como conclusión que el Biochar genera respuestas positivas en el comportamiento fisiológico de las plantas tales como: aumento de la germinación, acumulación de materia seca, fotosíntesis, rendimiento y calidad.

Thomas (2020), en su investigación examinó los efectos de un Biochar obtenido de pirólisis lenta probado sobre la germinación de semillas y la extensión de radícula, este proyecto se basó en 14 especies de árboles de bosques, teniendo como resultados que el biocarbón puede mejorar sustancialmente el desarrollo temprano de las plántulas en árboles templados.

Liu, et al, (2018), en su investigación tuvieron como objetivo aplicar la adición combinada de compost y Biochar el cual puede ayudar al crecimiento y la calidad de la roselle al aumentar las actividades enzimáticas, la fertilidad del suelo y la absorción de nutrientes, la adición de ambos provocó aumentos notables en el crecimiento y rendimiento de las plantas de roselle en condiciones salinas.

Chrysargyris, et al. (2020), se utilizaron dos tipos de Biochar para la producción de plántulas de lechuga, se obtuvo que el Biocarbón afectó las propiedades de los medios de cultivo y mejoró las semillas en comparación con el control. La adición de Biochars en los medios de cultivo aumentó el contenido de nutrientes en las plántulas, ya que las plantas podrían absorber más nutrientes disponibles.

Según Núcleo Ambiental S.A.S (2015) la producción de esta hortaliza se da de entre 40 días a 3 meses, para poder saber la frecuencia y cantidad del riego en esta hortaliza se debe tener en cuenta el clima en el cual ha sido plantado, y también la calidad del suelo, aproximadamente la lechuga necesita 300 a 600 mm de agua durante todo el ciclo.

Clasificación botánica de la lechuga:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Asterales
- Familia: Asteraceae
- Subfamilia: Cichorioideae
- Tribu: Lactuceae
- Género: Lactuceae
- Especie: *Lactuca sativa* L.

Iglesias, et al. (2020), en su investigación, produjo Biochar de eucalipto en un horno pirolítico y pudo determinar las características de este producto, concluyendo que la temperatura adecuada para la obtención de Biochar fue de 400 °C, en pirólisis rápida se obtuvo mayor cantidad de producto.

Alvarez, et al. (2020), evaluaron los efectos de la adición de cuatro biocarburantes derivados del estiércol sobre las propiedades químicas y biológicas de diferentes suelos mineros, concluyendo que el uso de Biochar es una estrategia adecuada con respecto al tema ambiental para la recuperación de suelos mineros. Chen, et al. (2018), utilizaron biocarbon derivado de estiércol de lechería para evaluar los comportamientos de adsorción de Pb y Cd, y para ilustrar los mecanismos

asociados, la capacidad de adsorción del biocarbón de Pb^{2+} y Cd^{2+} del biocarbón derivado del estiércol lácteo mejoraron enormemente después de la activación alcalina.

Narzari, et al. (2017), caracterizaron el biocarbón producido por pirólisis en un rango de temperatura de 350–650 °C y evaluaron el rendimiento del producto de diferentes materias primas, las proporciones de H / C y O / C de la materia prima y el biocarbón indican un aumento de la aromaticidad al carbonizar, los biocarbon producidos a temperaturas más altas fueron muy recalcitrantes.

Azeema, et al. (2021), determinaron el efecto del biocarbón de hueso de oveja sobre propiedades del suelo, inmovilización de Zn y Cd, crecimiento de las plantas, beneficios al suelo, el biocarbón de baja temperatura provocó una mayor inmovilización del metal en comparación con el biocarbón de alta temperatura.

Biochar es un producto que contiene carbono orgánico y se puede obtener a partir de residuos de biomasa de procedencia vegetal o animal, mediante un proceso térmico llamado pirólisis. Weber y Quicker, (2017). El proceso de carbonización consiste en descomponer en partes la biomasa, las propiedades de la biomasa se alteran, y el producto se vuelve carbonoso, es por eso que teniendo esa textura es mucho más fácil utilizarla como sustituto en procesos técnicos. Las condiciones en las que se realizará dependen de las propiedades deseadas del carbón.

Escalante, et al. (2016), el Biocarbón es consecuencia de la descomposición térmica de residuos orgánicos con ausencia de oxígeno y a temperaturas realmente bajas las cuales son inferiores a los 700 °C este producto es destinado para el uso agrícola.

El biocarbón es considerado una propuesta de bajo costo el cual muestra efectos positivos en la productividad del suelo y en las planta, Zhou, et al. (2021), el biocarbón granulado se puede considerar como un producto alternativo a bajo costo y en comparación con el carbón activado utilizado en el tratamiento del agua. (Présiga et al., 2020). También es considerado el biocarbón como material alternativo con una gran capacidad de absorción.

Hassan, et al. (2020), Las propiedades del Biochar, incluida la morfología de la superficie, la estabilidad, la productividad y los sitios activos, estas propiedades se encuentran influenciados por variaciones de celulosa estructural, hemicelulosa, lignina y (C, H, O, N, S, Si, K y metales alcalinos) composición elemental.

La materia prima a elegir para obtener Biochar, debe ser un residuo que no pretenda ser una competencia con otros usos en el cual pueda generar algo económico, Balta, (2019) Entre las materias primas más utilizados para elaborar Biochar se tiene principalmente a los residuos de cosecha, a las plantas secas, a biomasa que provienen de los árboles, también se pueden utilizar los desechos de papel, residuos de arroz, los residuos de aceituna (los huesos de aceituna), desechos orgánicos de la vida diaria. También se pueden realizar con hojas, estiércol, madera, residuos de frutas y lodos residuales.

Puig, et al. (2021), optimizar la síntesis de diferentes Biochars activados combinando los procesos de carbonización y activación física, el hueso de aceituna puede considerarse un buen precursor de produciendo adsorbentes de biocarbón de bajo costo.

Liu, et al. (2021), reveló los efectos de la cáscara de camarón con la paja de maíz en la co-pirólisis y discutir la capacidad de adsorción del biocarbón mixto, la co-pirólisis de camarón y paja de maíz mejora en gran medida las características de degradación térmica. Subratti, et al. (2021), prepararon y caracterizaron el Biochar, obtenidas mediante pirólisis, el biocarbón derivado de las semillas de *Cedrela odorata* se preparó con éxito mediante pirólisis de la materia prima a 400 °C.

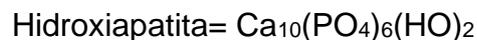
Las características físicas del Biochar, este es un sólido de color negro, con una superficie desordenada, sus características pueden variar, pero dependen del tiempo de la pirolisis. (Orozco y Lira., 2020). El biocarbón puede tener partículas de distintos tamaños, ya que eso va a depender de la materia prima que se va a utilizar para dicha obtención, también es de forma amorfa, tiene una porosidad con micro con un tamaño <2 nm, meso con un tamaño de 2-50 nm y macroporos con un tamaño >50 nm, por tal motivo se han comparado con un “arrecife subterráneo”.

Velázquez, et al. (2019), analizó el uso del Biochar obtenido a partir de lodos residuales, para mejorar los suelos agrícolas, tomando en cuenta las características

fisicoquímicas del Biochar. Se concluyó que el Biochar obtenido fue un material el cual tenía una baja salinidad, un pH entre ácido y neutro, y con altas concentraciones en C, N, M.O. P y con una baja relación Na/Ca, para uso agrícola se recomienda realizar más estudios sobre la planta a cultivar.

Siatecka, et al. (2021), compararon el efecto del envejecimiento abiótico de los biocarros producidos a partir de lodos de depuradora en comparación con el sauce a temperaturas de 500 o 700 ° C, el envejecimiento comenzó con la oxidación de la superficie de los Biochars.

La hidroxiapatita es un componente del hueso el cual está conformada por átomos de calcio, fósforo e hidrógeno, (Sawada et al., 2021) este biocristal está acompañada de estructuras orgánicas.



García y Reyes, (2006) Este biocristal tiene como componente químico principalmente al calcio y el fosfato, no obstante, este biocristal de forma natural contiene sodio, cloro, carbonatos y magnesio en muy pequeños porcentajes.

Huang, et al. (2021), la Pirólisis es un proceso que se ejecuta sin presencia de oxígeno, y a temperaturas muy altas algunas superiores a los 250°C, de este proceso se dan como resultado 3 diferentes residuos, el sólido que es el carbón vegetal, el líquido que son los ácidos piroleñosos y agua y el gaseoso que es una mezcla de distintos gases.

Zhang, et al. (2014), examinaron propiedades fisicoquímicas del biocarbón producido bajo diversas temperaturas de pirólisis, el tiempo de calentamiento durante la producción de biocarbón no tuvo un efecto significativo sobre las propiedades del biocarbón, pero si en la estabilidad, a mayor aumento de temperatura menor rendimiento del Biochar.

Aguiar, et al. (2015), La proporción de todos estos productos va a depender de las condiciones con las que se ejecuta este proceso, por ejemplo, la temperatura a la que se realiza, el tipo de biomasa, su composición química y también la metodología que se va a emplear en el proceso.

La pirólisis se divide en 2, lenta y rápida, esto va a depender del tiempo de residencia y la temperatura que se le dará, Présiga, et al. (2021) la pirólisis rápida con un tiempo de residencia muy corto (<2 s) se usa a menudo para producir bioaceite a partir de biomasa que produce aproximadamente un 75% de bioaceite, la pirólisis lenta con un tiempo de residencia de unos minutos a varias horas o incluso días son generalmente los más preferidos para el biocarbón.

La pirólisis lenta según Romero, et al. (2016), el tiempo de calentamiento es muy largo y la velocidad a la que se alcanza esa temperatura es muy lenta, este proceso se denomina carbonización y tiene como objetivo obtener un biocombustible sólido y las propiedades están mejoradas respecto a la biomasa original, teniendo un mayor poder calorífico, una mayor molidurabilidad y una mejor combatividad.

Ye, et al (2015) investigaron la influencia de la temperatura de pirólisis en el rendimiento y propiedades del biocarbón a partir de cáscara de los brotes de bambú, el contenido de nitrógeno, el pH, y los grupos funcionales aumentaron primero y luego disminuyeron con el aumento de la temperatura de pirólisis, maximizada a 400 °C.

Las biomásas que se han empleado para la obtención del líquido de la pirólisis o el biocarbon son productos de la pirólisis lenta, estas son biomásas lignocelulósicas con un contenido de humedad bajo, menor del 15%.

Para realizar el tratamiento de pirólisis se da el siguiente proceso:

- Secado solar, para reducir la humedad por debajo del 10-15%.
- Triturado o astillado de la materia prima.

Wang, et al. (2021), la pirólisis rápida la velocidad a la que se alcanza la temperatura máxima es muy alta y el tiempo de retención del proceso es muy corto, el principal producto que se obtiene es un biocombustible líquido. Arango, et al. (2015), es un proceso termoquímico en el cual la biomasa es calentada en ausencia de oxígeno y a muy altas temperaturas.

Arteaga, et al. (2012), la biomasa se descompone en gases los cuales son condensados para producir un líquido el cual es llamado bio-oil, Esta mezcla está

compuesta de agua, azúcares, ácidos, ésteres, aldehídos, cetonas, furanos, fenoles, cresoles y glicoles.

Como bien se sabe el biocarbón tiene el potencial como enmienda del suelo para mejorar el rendimiento de los cultivos, sin embargo, Olszyk, et al. (2020), dice que puede afectar en las concentraciones de nutrientes como Ca, Fe, K, Mg, Mn y Zn en las porciones comestibles de los cultivos.

Soothar, (2021), evaluó el efecto del biocarbón de madera sobre las características fisiológicas de la espinaca en condiciones salinas, del estudio se pudo concluir que ninguno de los niveles de biocarbón fue efectivo en los indicadores de crecimiento de la espinaca (Pn, Gs, Ci, y Tr y altura de la planta, número de hojas, peso fresco y seco y concentración de nitrógeno) en condiciones salinas.

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación que se realizó según finalidad es aplicada ya que buscó resolver problemas como es el hecho de disminuir residuos de pollerías como son los huesos de aves, para obtener Biochar. Se da con un enfoque cuantitativo ya que se realizó el proceso y se obtuvieron datos a partir de las variables, Hernández y Mendoza, (2018) la investigación cuantitativa es un conjunto de procesos que se guían mediante una secuencia en la cual no se debe evadir ningún paso, para comprobar hipótesis relacionadas a la investigación.

El nivel de la investigación fue correlacional Hernández, et al. (2013), estos estudios tienen como objetivo conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, entre variables, y categorías o fenómenos en un contexto en particular, y que permiten cierto grado de predicción. En esta investigación se vio la relación entre ambas variables, ya que se obtuvo Biochar a partir de huesos de aves y el cual fue probado en un cultivo de hortaliza.

Esta investigación tuvo un diseño experimental, Tamayo (2004), la investigación experimental, requiere de la manipulación en ambas variables. ya que se realizará un método para obtener Biochar a partir de huesos para el beneficio de un cultivo de hortaliza en la cual se hará una manipulación de ambas variables para obtener un resultado, así también como se comprobarán si las hipótesis planteadas son correctas.

3.2. Variables y operacionalización:

Variables independiente: Biochar

Variable dependiente: Cultivo de Hortalizas

Dimensiones:

- Características de producción
- Características físico químicas
- Características de la planta de lechuga
- Características de la planta de rábano

- Dosis de biochar

El cuadro de operacionalización de variables se muestra en el Anexo 01

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Robles (2019), Se llama así al conjunto de personas o objetos de los cuales se desea conocer algo de una investigación, es el conjunto total de elementos de interés y la muestra un subconjunto de la población, los cuales tienen características comunes. En esta investigación nuestra población fueron los huesos de aves a nivel general ya que esa será nuestra materia prima para realizar el proyecto, adicional a ello el Biochar obtenido probó su eficiencia en el cultivo de hortaliza (lechuga).

Muestra:

Robles (2019), es parte de la población en la que se llevó a cabo la investigación. La muestra de nuestra investigación son un total de 15.6 kg de huesos de aves que se obtuvieron de las pollerías en Puquio - Lucanas.

Muestreo:

El tipo de muestreo utilizado para obtener la muestra es muestreo aleatorio simple. Enric, (2003), consiste en extraer todos los individuos al azar, en la práctica, este muestreo es uno de los más simples para realizar.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

La técnica de recolección de datos en esta investigación fue de observación experimental, debido a que se observaron las características del Biochar obtenido por el proceso de pirólisis lenta mediante los resultados del laboratorio, adicional a ello se aplicó el Biochar obtenido para observar el beneficio que trae al cultivo de hortaliza, y se observó mediante las características del cultivo.

Instrumentos de recolección de datos:

- Ficha de características físico químicas de Biochar.
- Ficha de observación de producción de Biochar.
- Ficha de recolección de biomasa para la elaboración del Biochar.

Las fichas se muestran en el Anexo

Validez

La validación de instrumentos fue medida por expertos conformado por tres especialistas los cuales dieron su porcentaje de aceptación de dichos instrumentos para la elaboración del proyecto, esto se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Validación de expertos

| N° | Nombre del experto | Especialidad | CIP | Valoración |
|------------------------------|--|---|-------|------------|
| 01 | Dr. Victor Rubén, Munive Cerrón | Ingeniería Agronómica y Ambiental | 38103 | 90% |
| 02 | Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales | Ingeniería química y Ambiental | 71998 | 85% |
| 03 | Dr. Cabrera Carranza, Carlos Francisco | Calidad y Gestión de los Recursos Naturales | 46572 | 90% |
| Promedio total de validación | | | | 88.3 % |

Confiabilidad

La confiabilidad se manifestó mediante la técnica de recolección de datos, en base a los instrumentos planteados, y se ha visto reflejado en el desarrollo del estudio.

3.5. Procedimientos:

3.5.1 Etapa 1: Elaboración del horno pirolítico

Para la realización de este proyecto se fabricará un horno pirolítico casero diseñado en la tesis Recuperación de suelos contaminados con plomo mediante el uso de Biochar de bagazo de caña de azúcar en el parque Chota del AA. HH Ramón Castilla – Callao 2017, en la Figura N°1 se muestra el procedimiento para la elaboración del horno pirolítico.

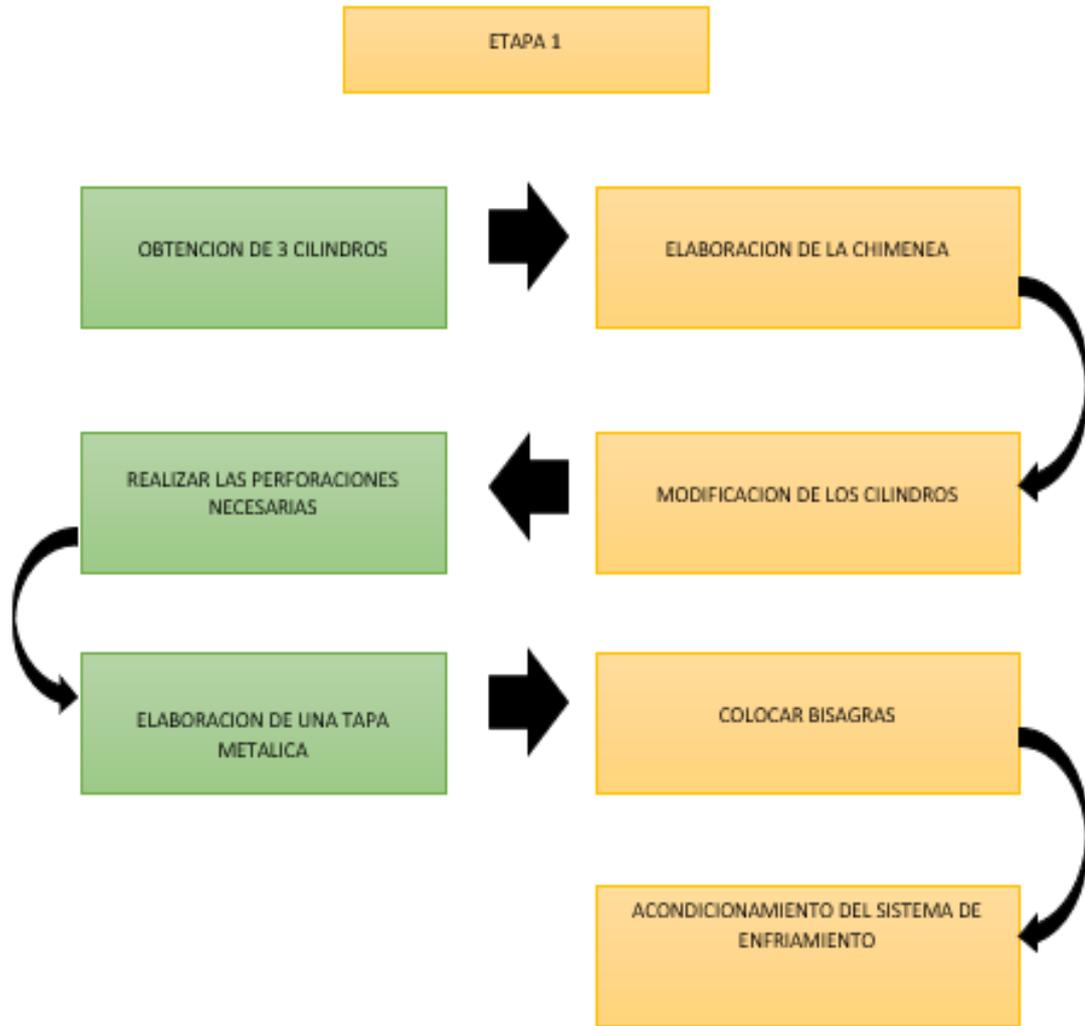


Figura N°1: Diagrama de procedimiento de la fabricación del horno pirolítico.

Fuente: Elaboración propia

Como primer paso para realizar este proyecto se compraron 3 cilindros en buen estado, que tengan una medida similar, uno de los cilindros será empleado para elaborar la chimenea que nos sirvió para desfogar el humo generado por la combustión, teniendo en cuenta que la altura y el diámetro sea adecuado, después modificamos el segundo cilindro reduciendo la altura, para poder proceder a hacer perforaciones en la parte inferior, el tercer cilindro fue modificado de tal manera que pueda encajar dentro del cilindro grande, posterior a ello procedimos a elaborar una tapa metálica para poder sellar el cilindro, colocando bisagras para facilitar el proceso, para culminar con la elaboración del horno pirolítico realizamos el acondicionamiento del sistema de enfriamiento.

3.5.2 Etapa 2: Proceso de la recolección de materia prima y preparación para la pirólisis.

En la Figura N°2 se muestra el desarrollo de la segunda etapa del proceso que se seguirá para la ejecución del proyecto.

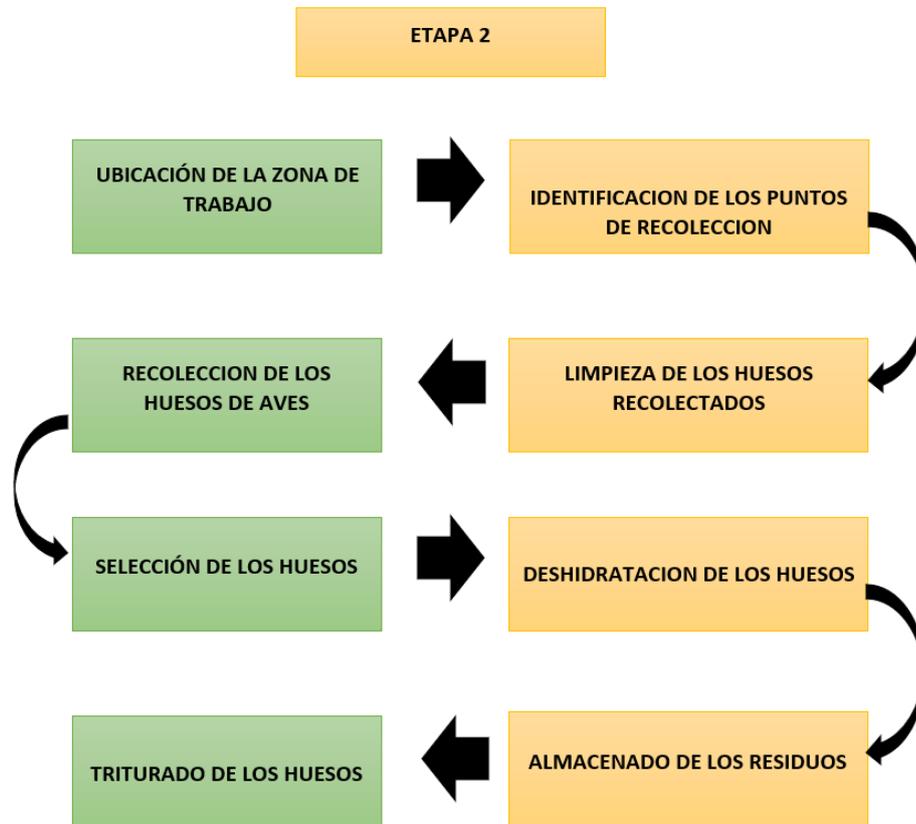


Figura N°2: Diagrama del proceso de recolección de materia

Fuente: Elaboración propia

Identificación de puntos de recolección: Se seleccionaron pollerías y restaurantes en la zona de Lucanas en Puquio, del cual se obtuvo un total de 15.6 kg de huesos de aves.

Se realizó la limpieza de la materia prima, se utilizaron guantes para lograr sacar restos de carne adicionales, para solo quedarnos con el hueso de las aves, se seleccionaron los huesos que estén enteros de aquellos que están por pedazos.

La materia prima se dejó secar durante un promedio de 24 horas, dependiendo de la temperatura de la zona, así se logró deshidratar los huesos, para posteriormente pasar a triturarlos.

3.5.3 Etapa 3: Proceso de elaboración del Biochar.

En esta etapa se realizará el proceso para la obtención del Biochar, el cual se muestra en la Figura N°3.

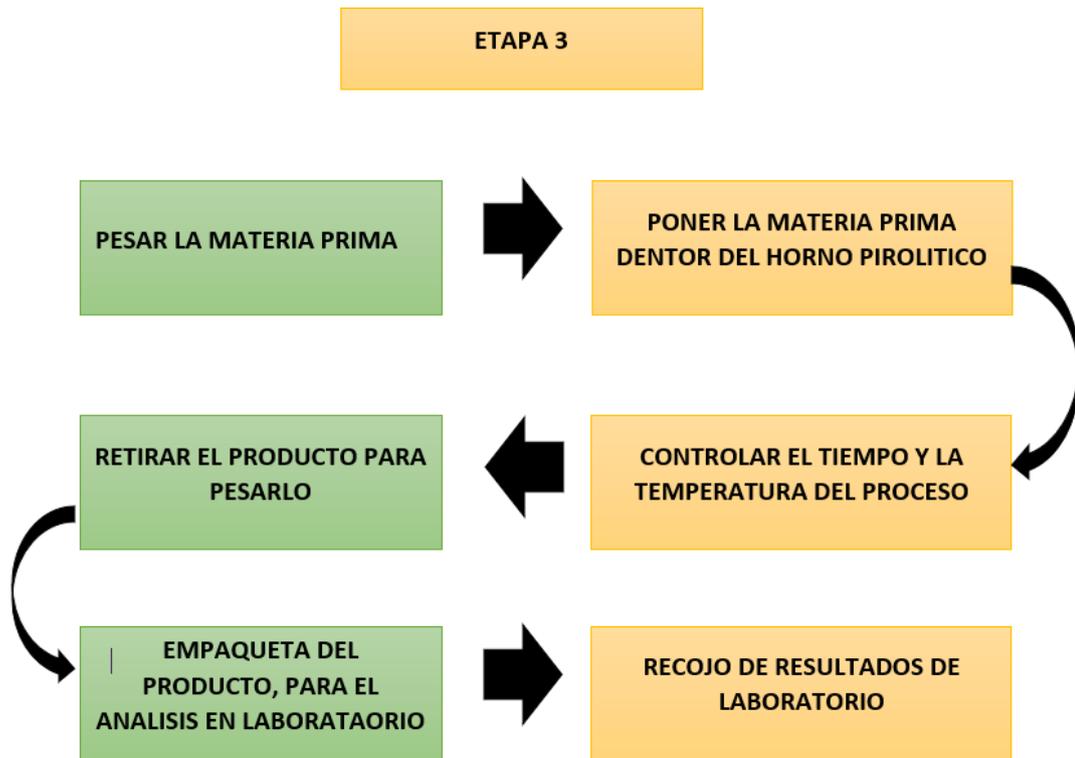


Figura N°3: Proceso de Fase Experimental
Fuente: Elaboración propia

Para empezar con el proceso para obtener Biochar, se pesó la cantidad de materia prima que ingresó al horno pirolítico, ya que el proceso será mediante pirólisis lenta, durante el proceso estuvimos muy atentas al aumento de temperatura y el tiempo en que demoró llevar a este producto.

Una vez obtenido el producto se procedió a empaquetar muy bien, y fue llevado al laboratorio en el cual se analizaron los aspectos físico químicos del producto, y posteriormente se procedió a desarrollar los resultados del proyecto.

3.5.3 Etapa 4: Proceso de cultivo de hortalizas

En esta etapa se realizará el proceso de cultivo de las hortalizas, el cual se muestra en la Figura N°4.

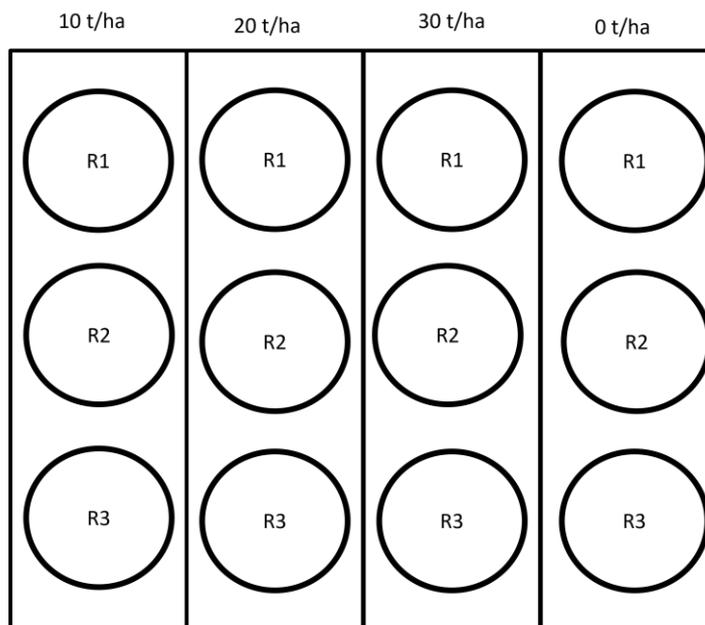
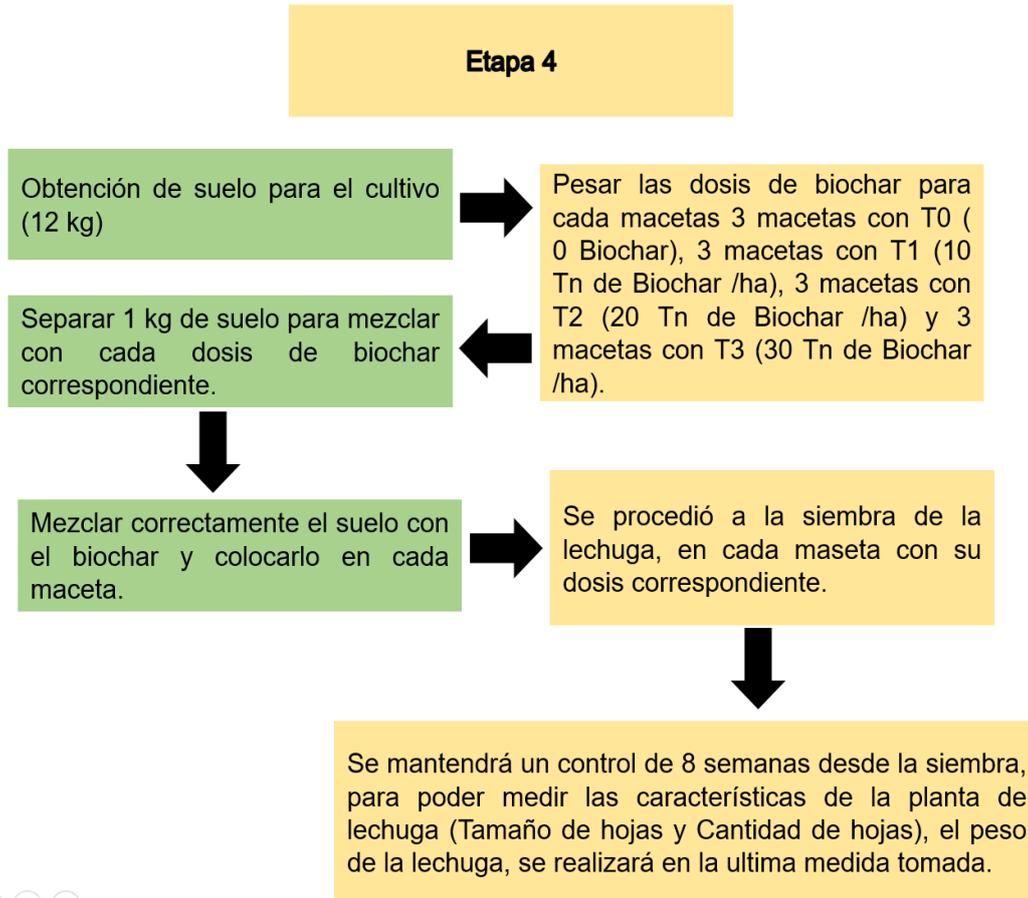


Figura N°4: Proceso de cultivo de hortalizas
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Tratamientos aplicados en el cultivo de la hortaliza

| | Descripción | Clave |
|----------------|---------------------|-------|
| Tratamiento 0: | Testigo | T0 |
| Tratamiento 1: | 10 t de Biochar /ha | T1 |
| Tratamiento 2: | 20 t de Biochar /ha | T2 |
| Tratamiento 3: | 30 t de Biochar /ha | T3 |

En la Tabla 2 se observan los tratamientos que se han aplicado a las macetas de 1 kg de suelo.

Se trabajó con 3 dosis de Biochar, con un total de 12 macetas, en las cuales, entre ellas 3 macetas contuvieron Biochar 0 ya que esas fueron nuestras muestras testigo, 3 contuvieron el T1 (10 t/ha), las 3 siguientes T2 (20 t/ha) y las 3 últimas macetas T3 (30 t/ha).

3.6. Método de análisis de datos

En este proyecto de investigación se utilizó el programa SPSS para procesar los resultados de las características a medir en las plantas del cultivo de las hortalizas, y se utilizó el programa de Excel para poder obtener las Figuras.

3.7. Aspectos éticos

En el presente proyecto de investigación, se ciñó con total rigurosidad al código de ética de La Universidad César Vallejo N°0275-2020-VI-UCV, la resolución de consejo universitario 0200-2018/UCV donde se especifican las líneas de investigación, así como se podrá promover la originalidad del proyecto utilizando el programa Turnitin, se respetó la autoría de los autores en la investigación y que han sido mencionados utilizando la Norma ISO 960, adicional a ello los instrumentos de la investigación han sido validados por expertos.

IV. RESULTADOS

Tabla 3: Obtención de materia prima (huesos de aves)

| | Local 1 | Local 2 | Local 3 |
|-------|---------|---------|---------|
| Día 1 | 2.2 kg | 2.6 kg | 2.0 kg |
| Día 2 | 2.0 kg | 1.5 kg | 1.5 kg |
| Día 3 | 1.5 kg | 1.3 kg | 1.0 kg |
| Total | 5.7 kg | 5.4 kg | 4.5 kg |

En la Tabla 3, se muestra la cantidad de kg obtenido en 3 días de recojo de materia prima en 3 distintos locales, se obtuvo en total 15.6 kg de materia prima (huesos de aves).

Tabla 4: Resultados de las características de producción de Biochar a partir de hueso de aves.

| Características | |
|------------------|---------|
| Materia prima | 15.6 kg |
| Temperatura | 550 °C |
| Tiempo | 2 hora |
| Biochar obtenido | 5.2 kg |

En la Tabla 4 se observan las características del proceso para la obtención del Biochar a partir de huesos de aves. Se observa que el tiempo en que se elabora por completo el Biochar fue de 2 horas, con una temperatura de 550 °C. De los 15,6 Kg de hueso de aves solo se logró obtener 5.2 kg de Biochar.

Tabla 5: Resultados de las características físico químicas del Biochar obtenido a partir de hueso de aves

| ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA | | | | |
|------------------------------|--------------|-----------|--------------|------------------------------------|
| pH | C.E. dS/m | M.O. % | N % | P ₂ O ₅ % |
| 6.41 | 12.40 | 59.72 | 0.95 | 12.98 |
| K ₂ O % | CaO % | MgO % | Humedad % | Na % |
| 0.54 | 19.46 | 0.54 | 1.53 | 1.12 |

En la Tabla 5, se muestran los resultados del Biochar analizado en el laboratorio de la UNALM, se muestra un alto porcentaje en CaO debido a que la materia prima son huesos, y a su vez se ve un pH un poco ácido.

Resultados de la efectividad del Biochar mediante las características de la planta de lechuga

Tabla 6: Medidas del crecimiento de la lechuga – Cantidad de hojas

| | | Primera medida (28/09/2021) | Segunda medida (10/10/2021) | Tercera medida (22/09/2021) | Cuarta medida (03/11/2021) |
|----------|----|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | | Nro. de hojas | Nro. de hojas | Nro. de hojas | Nro. de hojas |
| T 0 | R1 | 3 | 5 | 7 | 8 |
| | R2 | 4 | 5 | 7 | 9 |
| | R3 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| PROMEDIO | | 4 | 5 | 7 | 8 |
| T 1 | R1 | 5 | 6 | 9 | 11 |
| | R2 | 6 | 7 | 9 | 11 |
| | R3 | 8 | 8 | 11 | 13 |
| PROMEDIO | | 6 | 7 | 10 | 12 |
| T 2 | R1 | 8 | 8 | 10 | 13 |
| | R2 | 8 | 6 | 9 | 11 |
| | R3 | 5 | 10 | 13 | 14 |
| PROMEDIO | | 7 | 8 | 11 | 13 |
| T 3 | R1 | 8 | 10 | 11 | 14 |
| | R2 | 6 | 12 | 13 | 14 |
| | R3 | 10 | 13 | 14 | 16 |
| PROMEDIO | | 8 | 12 | 13 | 15 |

Tabla 7: Promedios de la cantidad de hojas de la lechuga

| | Cantidad de hojas | | | |
|----------------|-------------------|-----|-----|-----|
| | T 0 | T 1 | T 2 | T 3 |
| Primera Medida | 4 | 6 | 7 | 8 |
| Segunda Medida | 5 | 7 | 8 | 12 |
| Tercera Medida | 7 | 10 | 11 | 13 |
| Cuarta Medida | 8 | 12 | 13 | 15 |

Para tener una mejor visualización de la cantidad de hojas de los cultivos, ver la figura 5.

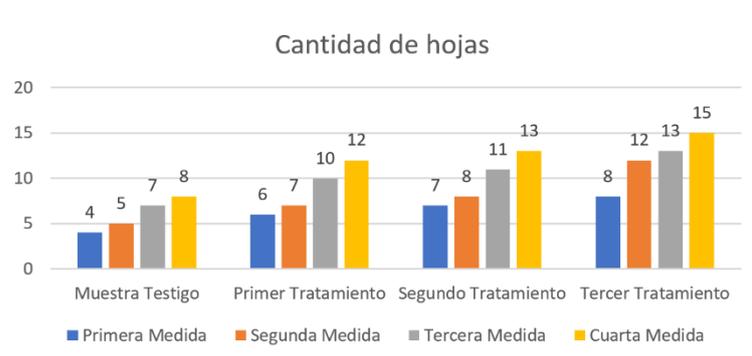


Figura N°5: Resultado de cantidad de hojas en el cultivo.

Tabla 8: ANOVA de un factor para cantidad de hojas

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Inter-grupos | 58.688 | 3 | 19.563 | 2.660 | .096 |
| Intra-grupos | 88.250 | 12 | 7.354 | | |
| Total | 146.938 | 15 | | | |

Interpretación: En la tabla 8 se observa que el valor de significancia es mayor 0.05 por lo tanto se puede observar e interpretar que no hay tratamientos de Biochar con diferencia significativas en la cantidad de hojas.

Tabla 9: Prueba de Duncan para la cantidad de hojas

Cantidad de hojas

Duncan^a

| Dosis de biochar | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|------------------|---|------------------------------|-------|
| | | 1 | 2 |
| Muestra Testigo | 4 | 6,00 | |
| Tratamiento 1 | 4 | | 8,75 |
| Tratamiento 2 | 4 | | 9,75 |
| Tratamiento 3 | 4 | | 11,25 |
| Sig. | | ,087 | ,238 |

Interpretación: En la Tabla 9 se observa que la prueba Duncan marca 2 grupos de entre los 4 tratamientos de Biochar aplicados en la hortaliza, es por ello que teniendo en cuenta el nivel de confiabilidad de un 95% se puede observar que no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos 1, 2 y 3 es decir los 3 tratamientos son iguales, por el contrario, si hay diferencia significativa con la muestra testigo.

Tabla 10: Medidas del crecimiento de la hortaliza – Tamaño de hojas (cm)

| | | Primera medida (28/09/2021) | Segunda medida (10/10/2021) | Tercera medida (22/09/2021) | Cuarta medida (03/11/2021) |
|----------|----|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | | Tam. de hojas | Tam. de hojas | Tam. de hojas | Tam. de hojas |
| T 0 | R1 | 2.0 cm | 5.0 cm | 6.0 cm | 8.0 cm |
| | R2 | 4.0 cm | 7.0 cm | 8.0 cm | 9.7 cm |
| | R3 | 4.8 cm | 7.0 cm | 8.0 cm | 9.8 cm |
| PROMEDIO | | 3.6 cm | 6.3 cm | 7.3 cm | 9.2 cm |
| T 1 | R1 | 6.0 cm | 7.0 cm | 8.5 cm | 9.0 cm |

| | | | | | |
|----------|----|---------|---------|---------|---------|
| | R2 | 5.5 cm | 8.0 cm | 9.0 cm | 11.0 cm |
| | R3 | 6.0 cm | 8.0 cm | 9.0 cm | 10.0 cm |
| PROMEDIO | | 5.8 cm | 7.7 cm | 8.8 cm | 10.0 cm |
| T 2 | R1 | 7.0 cm | 10.0 cm | 12.0 cm | 13.8 cm |
| | R2 | 6.0 cm | 8.0 cm | 9.0 cm | 11.8 cm |
| | R3 | 8.0 cm | 11.0 cm | 12.0 cm | 14.6 cm |
| PROMEDIO | | 7.0 cm | 9.7 cm | 11.0 cm | 13.4 cm |
| T 3 | R1 | 11.0 cm | 15.5 cm | 17.0 cm | 17.3 cm |
| | R2 | 8.0 cm | 13.0 cm | 15.0 cm | 16.4 cm |
| | R3 | 11.0 cm | 12.0 cm | 14.0 cm | 16.8 cm |
| PROMEDIO | | 10.0 cm | 13.5 cm | 15.3 cm | 16.8 cm |

Tabla 11: Promedios del tamaño de hojas de la lechuga (cm)

| | Tamaño de hojas | | | |
|----------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | Muestra Testigo | Primer Tratamiento | Segundo Tratamiento | Tercer Tratamiento |
| Primera Medida | 3.6 | 5.8 | 7 | 10 |
| Segunda Medida | 6.3 | 7.7 | 9.7 | 13.5 |
| Tercera Medida | 7.3 | 8.8 | 11 | 15.3 |
| Cuarta Medida | 9.2 | 10 | 13.4 | 16.8 |

Para tener una mejor visualización de la cantidad de hojas de los cultivos, ver la figura 6.

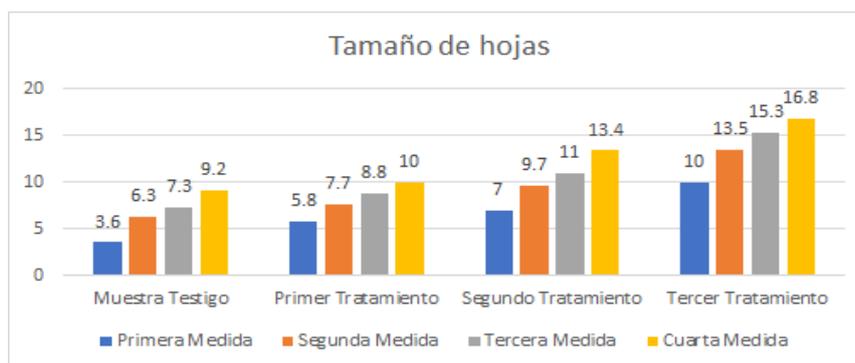


Figura N°6: Resultado de tamaño de hojas en el cultivo.

Tabla 12: ANOVA de un factor para el tamaño de hojas (cm)

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|--------------|-------------------|----|------------------|-------|------|
| Inter-grupos | 120,883 | 3 | 40,294 | 6,626 | ,007 |
| Intra-grupos | 72,975 | 12 | 6,081 | | |
| Total | 193,858 | 15 | | | |

Interpretación: En la tabla 12 se observa que el valor de significancia es menor 0.05 por lo tanto se acepta que hay diferencia del tamaño de hojas entre el Tratamiento 3 y la muestra Testigo, y se concluye que al adicionar Biochar a un cultivo mejora notablemente la producción de hortaliza.

Tabla 13: Prueba de Duncan para el tamaño de las hojas de la hortaliza (cm)
Tamaño de hojas

| Dosis de biochar | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|------------------|---|------------------------------|--------|
| | | 1 | 2 |
| Muestra Testigo | 4 | 6,600 | |
| Tratamiento 1 | 4 | 8,075 | |
| Tratamiento 2 | 4 | | 10,275 |
| Tratamiento 3 | 4 | | 13,900 |
| Sig. | | ,206 | ,215 |

Interpretación: En la Tabla 13 se observa que la prueba Duncan con un nivel de confiabilidad del 95%, se observa que marca 2 grupos de los 4 tratamientos aplicados en la hortaliza, en el cual se puede observar que la muestra testigo y el tratamiento 1 no tienen diferencia estadística es decir son iguales, al igual que el tratamiento 2 y el tratamiento 3, entre ellos no existe diferencia estadística en el tamaño de hojas. Por el contrario, el tratamiento 2 y 3 son diferentes al tratamiento 1 y a la muestra testigo.

Tabla 14: Peso total de la planta de lechuga (g)

| Peso de la lechuga (g) | | | | | | | |
|------------------------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| T0 | | T1 | | T2 | | T3 | |
| R1 | 316 | R1 | 388 | R1 | 465 | R1 | 524 |
| R2 | 309 | R2 | 398 | R2 | 438 | R2 | 528 |
| R3 | 323 | R3 | 402 | R3 | 471 | R3 | 526 |
| PROMEDIO | 316 | PROMEDIO | 396 | PROMEDIO | 458 | PROMEDIO | 526 |

Para tener una mejor visualización del peso de las lechugas ver la figura 7.

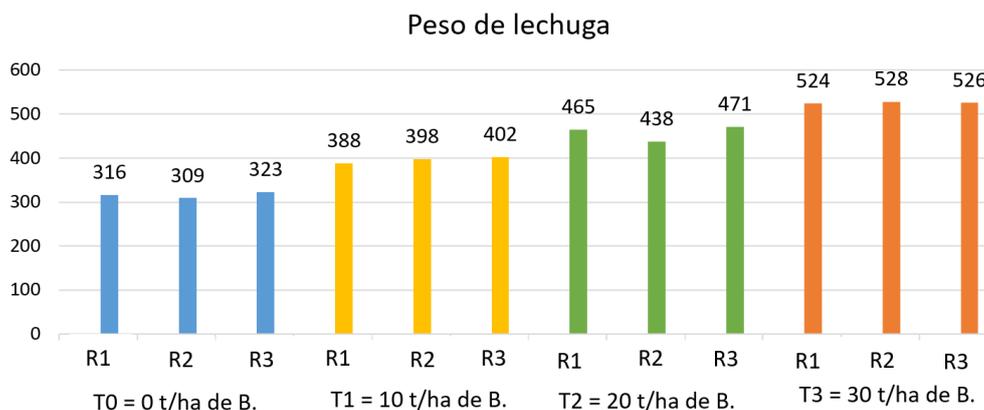


Figura N°7: Resultado del peso de las lechugas.

En la Figura N°7: Se observa que en el Tratamiento 03 el peso de las lechugas es mayor debido a que es el tratamiento con mayor dosis de Biochar.

Tabla 15: Prueba de Duncan para el peso de la hortaliza (g)
Peso de la hortaliza

Duncan^a

| Tratamientos de Biochar | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
|-------------------------|---|------------------------------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Muestra Testigo | 3 | 316,00 | | | |
| Tratamiento 1 | 3 | | 396,00 | | |
| Tratamiento 2 | 3 | | | 458,00 | |
| Tratamiento 3 | 3 | | | | 526,00 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Interpretación: En la Tabla 15 se observa la prueba Duncan con un nivel de confiabilidad del 95% y marca 4 grupos, es decir que todos los tratamientos aplicados a las hortalizas son diferentes, es por ello por lo que se deduce que hay diferencia de peso de las hortalizas entre todos los tratamientos.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación y mostrados en la tabla 4 se logro obtener Biochar a partir de huesos de aves, lográndose alcanzar una temperatura máxima de 550 °C en un tiempo de 2 horas, el cual nos permitió dar como resultado un Biochar en óptimas condiciones y listo para poder ser aplicado en cultivos optimizando los resultados de la producción y mejorar la calidad del cultivo final, de igual manera Trujillo, et al. (2018), en su investigación obtuvo Biochar a partir de residuos de gallina a una Temperatura de 540 °C y con un tiempo de 2.5 - 3 horas, sin embargo Colen, et al. (2019), en su investigación al obtener Biochar a partir de las excretas de gallinas, dedujo que al dejar mayor tiempo la materia prima en el proceso de pirólisis, la temperatura aumentaba, es por ello que redujo el producto (Biochar).

De acuerdo con los resultados obtenidos del laboratorio de la UNALM en la tabla 5 se puede observar que hay un porcentaje de 12.98% en P_2O_5 y 19.46% de CaO esto es debido a la composición que tiene la materia prima (huesos de aves), también se muestra un porcentaje alto de K_2O con 0.54%, de igual manera Laila (2021), obtuvo un porcentaje de 0.19% de K y 4.8 de Ca ya que la materia con la cual realizaron el Biochar fue argán. Por otro lado, se identificó la presencia de materia orgánica con un resultado de 59.72%, también se puede observar que se muestra un pH ácido, casi neutro de 6.41 esto según Velázquez, et al. (2019), en su investigación obtuvieron un pH de entre (6.33 - 7.33) tomando como conclusión que las bajas temperaturas del proceso de pirólisis generan Biochar con un pH neutro a ácido.

En la Tabla 2 se observa la adición de 3 distintas dosis el Biochar a las macetas al realizar el proyecto, tomando en consideración esos datos, se observó que existe una diferencia en las características del cultivo de la muestra testigo (T0) la cual no contaba con ninguna cantidad de Biochar, con los cultivos que contenían las 3 dosis de Biochar, notándose así un mayor tamaño de hojas, por el cual se puede comprobar que la adición de Biochar a un cultivo ayuda a que el crecimiento de las plantas aumente, ya que este aporta nutrientes al suelo, el cual hace que el desarrollo de la hortaliza sea más efectivo, por otro lado en las hortaliza de los cultivos que contenían Biochar se nota un color amarillento en las hojas de las

plantas, esto se puede entender de tal forma, que el adicionar Biochar, se hace que las concentraciones de elementos esenciales aumentan o disminuyen, Olszyk, et al. (2020), mencionó, que encontraron una mayor cantidad de K en las hojas de lechuga, y en varios Biochar disminuyeron las concentraciones de Ca, Fe, Mg, Mn y Zn en las hojas de lechuga, esta disminución se da a pesar de las concentraciones más altas de los nutrientes dentro del Biochar obtenido de aves de corral.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la cantidad de hojas en la lechuga, se logró observar que al tener el cultivo una mayor cantidad de Biochar agregado al suelo, se observa una mejora de la productividad de la hortaliza al tener una mayor cantidad de hojas en las repeticiones del Tratamiento 3 a comparación del cultivo que no contiene ninguna dosis de Biochar, sin embargo en el análisis estadístico no se observa la diferencia de cantidad de hojas entre los 3 tratamiento que tiene adicionado Biochar, Chrysargyris, et al. (2020), menciona que al adicionar Biochar, este proporciona nutrientes a las plántulas de lechuga, ya que las plantas pudieron absorber más nutrientes disponibles en el suelo.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la investigación se evidenció, que el Biochar obtenido a partir de huesos de aves en Puquio, mejoró las características del suelo, ya que se pudo observar mediante el desarrollo de la hortaliza, tomando en cuenta el crecimiento que tuvo cada dos semanas, y también con el tamaño y peso de la lechuga, de igual manera Sánchez, et al. (2021), mencionó que la adición de Biochar a un suelo, genera respuestas positivas en el comportamiento fisiológico de las plantas tales como; el incremento de la germinación, acumulación de materia seca, fotosíntesis, rendimiento y calidad del cultivo, adicional a ello aumenta la resiliencia a enfermedades.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logró elaborar de manera exitosa la producción del Biochar a partir de huesos, comprobando su efectividad en el ámbito agrícola en cultivos de lechugas en Puquio.
2. Se elaboró el Biochar mediante el proceso de pirolisis lenta logrando como temperatura máxima 550 °C en un tiempo de 2 horas cronológicas, empleando un horno pirolítico elaborado a base de cilindros metálicos, teniendo como materia prima 15.6 kg (huesos de pollo) logrando así la producción de 5.2 kg de Biochar como producto final.
3. Dentro de las características obtenidas del Laboratorio de la UNALM, al realizar el análisis de la muestra se observó que el parámetro de fósforo y calcio tuvo un mayor porcentaje debido a la materia prima utilizada que fueron huesos de pollo, también se observó un porcentaje alto de M.O, pudiéndose observar en las características del crecimiento de la hortaliza.
4. Se logró evaluar la efectividad del Biochar mediante las características de la planta de lechuga, teniendo como indicadores el peso de la planta, el número y tamaño de hojas, en la cual se pudo observar que la diferencia de las características de las hortaliza son notables, pero mediante la prueba de Duncan se observa que entre los tratamientos 1, 2 y 3 no existen diferencias significativa, concluyendo que así que la adición de 10 t/ha de Biochar es el tratamiento mas rentable en cuanto al nivel económico y con efectividad en cuanto al desarrollo del cultivo, valorando las condiciones climatológicas de la localidad (Puquio) en las que se realizó el desarrollo del proyecto.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para posteriores investigaciones obtener Biochar de otras fuentes de materia prima, para así tener mayores antecedentes en el tema.
2. Se recomienda no tener una baja temperatura en el proceso de pirólisis, para evitar que el pH obtenido sea ácido.
3. Se recomienda continuar con las investigaciones de Biochar producido de distintas fuentes para obtener diferentes porcentajes en los parámetros evaluados a nivel de laboratorio.
4. Por otro lado, se recomienda realizar con distintos cultivos, para comprobar la efectividad del Biochar obtenido, adicional a ello, se debe tomar en cuenta el tipo de cultivo, la temporada de siembra, y el clima, para tener un mayor resultado, se recomienda analizar el suelo, para saber las concentraciones de los nutrientes que va a aportar para que el cultivo tenga una mayor rendimiento.

REFERENCIAS

ANDRÉS William, BOLAÑOS Martha, CHAVARRIAGA William. Efecto de fertilizantes químicos y orgánicos sobre la agregación de un suelo cultivado con *Musa acuminata* AA. Universidad de Caldas, Colombia. [en línea]. 2016. [Fecha de consulta 30 de abril de 2021].

ISSN 0120-2812

doi: <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v65n2.44493>

ALMEIDA Poliana, SALLES José, FARIAS Thiago, CURVELO José. Aprovechamiento de Patas de Pollos como Alternativa para disminuir Residuos Generados en los Mataderos. Universidade Nove de Julho. [en línea]. Febrero 2012, [Fecha de consulta: 28 de abril de 2021].

Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v23n4/art06.pdf>

ÁLVAREZ María, MÉNDEZ Ana, PAZ Jorge, GASCÓ Gabriel. Effects of Manure Waste Biochars in Mining Soil. Department of Geological and Mining Engineering, Universidad Politécnica de Madrid, Spain. [en línea]. 14 de mayo de 2020. [Fecha de consulta 30 de abril de 2021].

DOI: 10.3390/app10103393

ARANGO Melissa, RENAS Erika y CORTEZ Farid. Determinación de parámetros cinéticos para la pirólisis rápida de aserrín de pino pátula. Universidad Pontificia Bolivariana [en línea]. Diciembre 2015, nº38 [Fecha de consulta: 28 de abril de 2021].

Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/metricas/documentos/ARTREV/5303065>

ARTEAGA Juan, et al. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial [en línea]. Vol. 10, Nº. 2, 2012. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2021]

Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117657>

ISSN-e 1909-9959

AZEEM Muhammad, et al. Effects of sheep bone biochar on soil quality, maize growth, and fractionation and phytoavailability of Cd and Zn in a mining-contaminated soil, *Chemosphere* [en línea]. 28 de mayo de 2021, [Fecha de consulta: 28 de abril de 2021]

doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131016>

BALTA Crisologo, Rafael. El Carbón Activado y el Biocarbón en la asimilación del cadmio por el tomate (*Solanum lycopersicum L.*) bajo el invernadero. Tesis (Magister Scientiae en suelos). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019.

Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3874/balta-crisologo-rafael-ananias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BOUQBIS, DAOUD y HARROUNI Positive Effect of Biochar Derived from Argan Waste on Soil Nutrients and Growth of Three Plants. *Journal of Ecological Engineering*, [en línea], v. 22, n. 7, p. 28–34, 2021. [Fecha de consulta 2 de octubre de 2021].

DOI 10.12911/22998993/137920.

CASAL, Jordi y MATEU, Enric. Tipos de muestreo [en línea]. Barcelona: Cresa. Centre de Recerca en Sanitat Animal, 2003 [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2021]. Capítulo 1.

Disponible en: <https://n9.cl/i1pkq>

CHEN Zhi., et al. Removal of Cd and Pb with biochar made from dairy manure at low temperature, South China Institute of Environmental Sciences, Guangzhou, China, [en línea]. 13 de abril de 2018. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2021].

doi: 10.1016/S2095-3119(18)61987-2

CHRYSARGYRIS, Antonios; PRASAD, Munoo; KAVANAGH, Anna y TZORTZAKIS, Nikos. Biochar Type, Ratio, and Nutrient Levels in Growing Media Affects Seedling Production and Plant Performance, Cyprus University of

Technology, [en línea]. 18 de septiembre de 2020, [Fecha de consulta: 23 de abril de 2021].

DOI: doi:10.3390/agronomy10091421

COLEN Fernando., et al. Temperatura e tempo de residência na produção de Biochar oriundo de dejetos de galinhas poedeiras, Agrarian Sciences Journal, [en línea]. 23 de noviembre de 2019. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2021].

Disponível en
<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/15247/13155>

ISSN: 2447-6218

CONDEÑA Edwin, Recuperación de suelos contaminados con plomo mediante el uso de biocarbón de bagazo de caña de azúcar en el parque Chota del AA. HH Ramón Castilla – Callao 2017. Tesis (Licenciado en Ingeniería Ambiental), Perú: Universidad César Vallejo, 2017. 90 pp.

ESCALANTE Ariadna, et al. Biocarbón (Biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo, Terra Latinoamericana, [en línea]. Junio 2016. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2021].

Disponível en <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>

FLORENCIA Maria, et al. Efecto de la aplicación de Biochar avícola sobre las propiedades químicas y microbiológicas de un suelo haplustol típico con diferentes intensidades de uso, Ciencia del suelo, [en línea]. 28 de agosto de 2019. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

Disponível en
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/96739/CONICET_Digital_Nro.ddbd5a7f-2b81-40c6-8b5e-2375a0e44c55_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

GARCÍA, Margarita y REYES, José. La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y aplicación biomédica. Revista: Revista Especializada en Ciencias

Químicas -Biológicas [en línea]. Diciembre, 2006, vol. 9 [fecha de consulta:13 de mayo de 2021].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/432/43211937005.pdf>

ISSN: 405-888X

GUERRA Laura, Patricia. Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de sistemas agroforestales y de agricultura convencional en la Amazonía Peruana. Tesis [Ingeniero ambiental]. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2015. 101pp.

Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1895/Q70.G84-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HASSANIN Adel, et al. Preparation and Characterization of Biochar from Rice Straw and Its Application in Soil Remediation. Environ. Nat. Resour. [en línea]. 01 de mayo de 2020. [Fecha de consulta: 12 mayo 2021].

Disponible en: <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/ennrj/article/view/240937/163843>

DOI: 10.32526/ennrj.18.3.2020.27

HERNANDEZ Roberto, MENDOZA Paulina. Metodología de la investigación; las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México Mcgraw-hill Interamericana Editores, 2018.

ISBN: 978-1-4562-6096-5

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ Carlos, BAPTISTA María. Metodología de la investigación. México. Quinta Edición. Interamericana Editores, 2013.

ISBN: 978-607-15-0291-9

HORÁK, J. et al. Biochar: An Important Component Ameliorating the Productivity of Intensively Used Soils. *Polish Journal of Environmental Studies*, [en línea], v. 29, n. 5, p. 2995–3001, 2020. [Fecha de consulta 27 de septiembre de 2021].

DOI 10.15244/pjoes/113128.

Disponible en:
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=143256326&lang=es&site=eds-live>. Acceso em: 7 out. 2021.

HUANG He, Effects of pyrolysis temperature, feedstock type and compaction on water retention of biochar amended soil. *Scientific Reports* [en línea]. 2021. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021].

Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86701-5>

IGLESIAS, Sergio, et al. Biochar de biomasa residual de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) mediante dos métodos de pirólisis. *Manglar Revista científica* [en línea]. Perú. Vol 17. 2020. [Fecha de consulta: 12 mayo 2021].

Disponible en:
<https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/153>

LAILA Bouqbis, SALMA Daoud, MOULAY Cherif, Positive Effect of Biochar Derived from Argan Waste on Soil Nutrients and Growth of Three Plants. University, Agadir, Morocco [en línea]. 01 de julio de 2021. [Fecha de consulta: 25 de agosto de 2021].

Disponible en: <https://doi.org/10.12911/22998993/137920>

ISSN 2299–8993

LIU Juan, YANG Xiaoyu, LIU Honghao, JIA Xuping, BAO Yongchao. Mixed biochar obtained by the co-pyrolysis of shrimp shell with corn straw: Co-pyrolysis characteristics and its adsorption capability. *College of Environment and Safety Engineering* [en línea]. 05 de junio de 2021. [Fecha de consulta: 12 mayo 2021].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131116>

LIU, D. et al. Biochar and compost enhance soil quality and growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under saline conditions. *Scientific Reports*, [en línea], v. 11, n. 1, pág. 1–11, 2021. [Fecha de consulta: 23 de julio 2021].

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88293-6>

MOTA, M. et al. Biochar as an alternative substrate for the production of sugarcane seedlings. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi*, [en línea], v. 25, n. 12, p. 826–832, 2021. [Fecha de consulta 7 de octubre de 2021].

DOI 10.1590/1807-1929/agriambi.v25n12p826-832.

Disponible en:

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=152052476&lang=es&site=eds-live>. Acceso em: 7 out. 2021.

MWADALU Riziki, MOCHOGE Benson y DANGA Benjamin. Assessing the Potential of Biochar for Improving Soil Physical Properties and Tree Growth. *International Journal of Agronomy*, [en línea], p. 1–12, 2021. [Fecha de consulta 30 de abril de 2021].

DOI 10.1155/2021/6000184.

Disponible en:

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=150966782&lang=es&site=eds-live>. Acceso em: 7 out. 2021.

NARZARI Rumi, et al., Fabrication of biochars obtained from valorization of biowaste and evaluation of its physicochemical properties. Assam Agricultural University, Lakhimpur Campus, Assam, India. [en línea]. 16 de abril de 2017. [Fecha de consulta: 12 mayo 2021].

doi: dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2017.04.050

NÚCLEO Ambiental S.A.S. Manual de lechuga. Bogotá, Cámara de Comercio de Bogotá. [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 31 de julio de 2021].

Disponible en: <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/09%20Manual%20Lechuga.pdf>

OROZCO Gabriela, LIRA Rogelio. Elaboración de Biocarbón para el aprovechamiento de residuos proveniente de las podas de Bambú (*Guadua angustifolia*). 2020. Revista Mexicana de Agroecosistemas. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2021].

Disponible en;
https://www.voaxaca.tecnm.mx/revista/docs/RMAE%20vol%207_1_2020/1-RMAE_2019-15-Biocarbon-To%20edit.pdf

ISSN: 2007-9559

OLSZYK, David et al. Biochar Affects Essential Nutrients of Carrot Taproots and Lettuce Leaves. HortScience, v. 55, n. 2, p. 261–271, [en línea]. 2020. [Fecha de consulta 30 de abril de 2021].

DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14421-19>

PAPAGEORGIU Asterios, et al. Biochar produced from wood waste for soil remediation in Sweden: Carbon sequestration and other environmental impacts, Science of the Total Environment,. [en línea]. 28 de febrero de 2021. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

Disponible en
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721010202>

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145953>

PRÉSIGA, Deiby; RUBIO Ainhoa; PÉREZ, Juan. Use of biochar as an alternative material for the treatment of polluted wastewater. Institución Universitaria TdeA, Colombia, Rev. UIS Ing., vol. 20, no. 1. [en línea]. 16 de marzo de 2021. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

Doi: [10.18273/revuin.v20n1-2021011](https://doi.org/10.18273/revuin.v20n1-2021011)

PUIG Gamero, ESTEBAN Arranz, SANCHEZ Silva. Obtaining activated biochar from olive stone using a bench scale high-pressure thermobalance. Department of Chemical Engineering, University of Castilla–La Mancha, Ciudad Real, Spain,. [en línea]. 16 de marzo de 2021. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2021].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105374>

ROBLES, Flor. Población y muestra. *Pueblo continente*. [en línea]. Vol 30. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2021].

Disponible en: <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/1269/1099>

ISSN: 2617 - 9474

ROMERO Lina, CRUZ María, SIERRA Fabio, 2016. Efecto de la temperatura en el potencial de aprovechamiento energético de los productos de la pirólisis del cuesco de palma, *Revista Tecnura*. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2021].

Doi: [10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.2.a06](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.2.a06)

Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v20n48/v20n48a07.pdf>

SÁNCHEZ, Alefsi; ÁVILA, Edgar; RESTREPO Hermann. Use of biochar in agriculture. Colombia. [en línea]. 25 de julio de 2019. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2021].

DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n2.794>

SAWADA Michika, et al, Pure hydroxyapatite synthesis originating from amorphous calcium carbonate. *Scientific Reports* [en línea]. 2021. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021].

Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91064-y>

SIDDIQUI Hira, et al. Poultry Manure as an Organic Fertilizer with or without Biochar Amendment: Influence on Growth and Heavy Metal Accumulation in Lettuce and Spinach and Soil Nutrients, *Phyton - International Journal of Experimental Botany*, [en línea]. 2021. [Fecha de consulta: .1 de mayo de 2021].

Disponible en <https://www.techscience.com/phyton/v90n2/41472>

DOI: [10.32604/phyton.2021.011413](https://doi.org/10.32604/phyton.2021.011413)

SIATECKA Anna, RÓŻYŁO Krzysztof, SIK Yong, OLESZCZUK Patryka. Biochars ages differently depending on the feedstock used for their production: Willow- versus sewage sludge-derived biochars, *Science of the Total Environment* [en línea]. 27 de abril de 2021. [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2021].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147458>

SOOTHAR, MK. et al. The Response of Spinach (*Spinacia Oleracia* L.) Physiological Characteristics to Different Biochar Treatments under Saline Condition. *Applied Ecology & Environmental Research*, [en línea], v. 19, n. 3, p. 1799–1812, 2021. [Fecha de consulta 30 de agosto de 2021].

DOI DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1903_17991812

ISSN 1589 1623

SUBRATTI Afraz, LADEIRA Juliana, LALGEE Lorele, KERTON Francesca, JALSA Nigel. Preparation and characterization of biochar derived from the fruit seed of *Cedrela odorata* L and evaluation of its adsorption capacity with methylene blue, Department of Chemistry, Memorial University of Newfoundland, Canada, [en línea]. 25 de marzo de 2021. [Fecha de consulta: 1 de mayo de 2021].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100421>

TAMAYO, Álvaro y ESTRADA, Jorge. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield response to chemical and biological fertilization in different localities of Colombia. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* [en línea]. Vol.71, n. °3. 2018. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0304-28472018000308573&lng=pt&nrm=iso

ISSN: 0304-2847

THOMAS, Sean. Biochar effects on germination and radicle extension in temperate tree seedlings under field conditions. *Canadian Journal of Forest Research*, [en línea], v. 51, n. 1, p. 10–17, 2021. 22 de julio de 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2021].

DOI 10.1139/cjfr-2019-0386.

TRUJILLO Enmer, et al. Producción y caracterización química de Biochar a partir de residuos orgánicos avícolas, Rev Soc Quím Perú, [en línea]. 13 de febrero de 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2021].

Disponible en <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v85n4/2309-8740-rsqp-85-04-489.pdf>

VELAZQUEZ Martha. et al. Caracterización física y química de biochar de lodos residuales, Terra Latinoamericana, [en línea]. 06 de mayo de 2019. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2021].

Disponible en: <https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/409/586>

Doi: <https://doi.org/10.28940/terra.v37i3.409>

WANG Baobin, et al Biochars from Lignin-rich Residue of Furfural Manufacturing Process for Heavy Metal Ions Remediation. Baobin, Miao, Guigan, Ting Wu y Yonghao 21 febrero 2020. [Fecha de consulta 10 de octubre de 2021].

doi:10.3390/ma13051037

WANG Andong, Speciation and environmental risk of heavy metals in biochars produced by pyrolysis of chicken manure and water-washed swine manure. Scientific Reports [en línea]. 2021. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021].

Doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91440-8>

Disponible en: www.mdpi.com/journal/materials

WEBER Kathrin, QUICKER Peter. Properties of biochar, The science and technology of Fuel and Energy, [en línea]. 02 de enero 2018 [Fecha de consulta: 22 de abril de 2021].

Doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.12.054>

YE Liyi, et al. Properties of biochar obtained from pyrolysis of bamboo shoot shell. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. Fujian, PR China [en línea]. 28 de mayo de 2015 [Fecha de consulta: 22 de abril de 2021].

doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaap.2015.05.016>

YIN, Xiaohong. et al. Short-term application of biochar improves post-heading crop growth but reduces pre-heading biomass translocation in rice. *Plant Production Science*, [en línea], v. 23, n. 4, p. 522–528, 2020. [Fecha de consulta: 01 de agosto de 2021].

DOI: <https://doi.org/10.1080/1343943X.2020.1777879>

ZHANG Jie, LIU Jia, LIU Rongle. Effects of pyrolysis temperature and heating time on biochar obtained from the pyrolysis of straw and lignosulfonate. *Jiangxi Academy of Agricultural Sciences* [en línea]. 15 de noviembre de 2014. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021].

doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2014.11.011>

ZHOU Yuwen, et al., Production and beneficial impact of biochar for environmental application: A comprehensive review. *Bioresource Technology* [en línea]. 24 de junio de 2021. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021].

doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125451>

130 millones de pollos a la brasa se consumen al año en el Perú [en línea]. *El Comercio*. 14 de julio de 2018. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2021].

Disponible en: <https://elcomercio.pe/economia/peru/130-millones-pollos-brasa-consumen-ano-peru-220734-noticia/?ref=ecr>

ANEXOS

Anexo 01: Operacionalización de Variables:

| | Variables | Definición conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | Parámetros |
|-------------------------------|----------------------|---|---|---|-------------------------------|------------|
| VARIABLE INDEPENDIENTE | Biochar | Es un producto que contiene carbono orgánico y se puede obtener a partir de residuos de biomasa de procedencia vegetal o animal, mediante un proceso térmico llamado pirólisis. Escalante, Pérez, Hidalgo, López, Campos, Valtierra y Etchevers, (2016) | El Biochar será evaluado mediante sus características de producción y parámetros físico químicos. | Características de producción | Temperatura | °C |
| | | | | | Tiempo | horas |
| | | | | | Cantidad | Kg |
| | | | | Características físico químicas | M.O. | % |
| | | | | | pH | 1-14 |
| | | | | | C.E. | dS/m |
| | | | | | N | % |
| | | | | | K ₂ O | % |
| | | | | | P ₂ O ₅ | % |
| | | | | | CaO | % |
| | | | | | MgO | % |
| Humedad | % | | | | | |
| Na | % | | | | | |
| VARIABLE DEPENDIENTE | Cultivo de hortaliza | La producción de esta hortaliza se da de entre 40 días a 3 meses, con un regado aproximado de 300 a 600 mm por planta durante todo el ciclo de crecimiento (Núcleo Ambiental S.A.S (2015). | Se trabajará con 12 macetas de 1 kg cada uno, en las cuales se sembrarán semillas de lechugas. | Características de la planta de lechuga | Altura | cm |
| | | | | | Peso | gr |
| | | | | | Cantidad de hojas | Nominal |
| | | | | Dosis de Biochar | 10 t de B por ha | Nominal |
| | | | | | 20 t de B por ha | Nominal |
| | | | | | 30 t de B por ha | Nominal |
| | | | | | | |

Anexo 02: Matriz de consistencia

| Título | Problemas de Investigación | Objetivos de Investigación | Hipótesis de Investigación | Variables de Estudio | Dimensiones | Indicadores | Método |
|--|--|--|---|--|--|--|--|
| Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de huesos de aves aplicado a un cultivo de hortaliza | <p>Problema General: ¿Cómo se obtendrá Biochar con pirólisis lenta a partir de huesos de aves aplicado en cultivo de hortalizas en Puquio, 2021?</p> | <p>Objetivo General: Obtener Biochar a través de pirólisis lenta a partir de huesos de aves aplicado a un cultivo de hortalizas en Puquio, 2021</p> | <p>Hipótesis General: Se logra obtener Biochar a través de pirólisis lenta a partir de huesos de aves aplicado en cultivo de hortalizas en Puquio, 2021.</p> | <p>Variable dependiente: Biochar</p> | <p>Características de producción</p> <p>Características físico químicas</p> <p>Características de producción</p> | <p>Temperatura</p> <p>Tiempo</p> <p>Cantidad</p> <p>M.O.</p> <p>pH</p> <p>C.E.</p> <p>N</p> <p>K₂O</p> <p>P₂O₅</p> <p>CaO</p> <p>MgO</p> <p>Humedad</p> <p>Na</p> | <p>Tipo: Aplicativo Enfoque: Cuantitativo Diseño: Experimental Población: Huesos de aves</p> |
| | <p>Problema específico 1: ¿Cuáles son las características de producción de Biochar a partir de huesos de aves aplicado en cultivo de hortalizas en Puquio, 2021?;</p> <p>Problema específico 2: ¿Cuáles son las características físico químicas de Biochar a partir de huesos de aves para el beneficio del cultivo en hortalizas en Puquio, 2021?</p> <p>Problema específico 3: ¿Cuál será la efectividad del Biochar evaluada mediante las características de la planta de lechuga en Puquio, 2021?</p> | <p>Objetivo específico 1: Determinar las características de producción de Biochar a partir de huesos de aves aplicado a un cultivo de hortalizas en Puquio, 2021.</p> <p>Objetivo específico 2: Determinar las características físico químicas de Biochar a partir de huesos de aves para el beneficio de un cultivo en hortalizas en Puquio, 2021</p> <p>Objetivo específico 3: Evaluar la efectividad del Biochar mediante las características de la planta de lechuga en Puquio, 2021.</p> | <p>Hipótesis específica 1: Se logrará determinar las características de producción de Biochar a partir de huesos de aves aplicado en cultivo de hortalizas en Puquio, 2021.</p> <p>Hipótesis específica 2: : Se logrará determinar las características físico químicas de Biochar a partir de huesos de aves para el beneficio del cultivo en hortalizas en Puquio, 2021.</p> <p>Hipótesis específica 3: Se logrará evaluar la efectividad del Biochar mediante las características de la planta de lechuga en Puquio.</p> | <p>Variable Independiente: Cultivo de hortaliza</p> | <p>Características de la planta de lechuga</p> <p>Dosis de Biochar</p> | <p>Altura</p> <p>Peso</p> <p>Cantidad de hojas</p> <p>10 t de B por ha</p> <p>20 t de B por ha</p> <p>30 t de B por ha</p> | |

Anexo 03: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Munive Cerrón Rubén Victor**
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente TP UCV Campus Los Olivos**
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Recolección de biomasa para la elaboración del Biochar.**
 I.4. Autor(A) de Instrumento: **Castillo Coveñas Katherine Mirella, Toribio Ybañez Yndira Medalid**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|------|
| 90 % |
|------|

Lima, 17 de junio de 2021



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
 CIP N.º 38103

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Munive Cerrón Rubén Victor**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente TP UCV Campus Los Olivos**
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Observación de producción de Biochar.**
 1.4. Autor(A) de Instrumento: **Castillo Coveñas Katherine Mirella, Toribio Ybañez Yndira Medalid**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|------|
| 90 % |
|------|

Lima, 17 de junio de 2021



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Munive Cerrón Rubén Victor**
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente TP UCV Campus Los Olivos**
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de características físico químicas de Biochar**
 I.4. Autor(A) de Instrumento: **Castillo Coveñas Katherine Mirella, Toribio Ybañez Yndira Medalid**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGIA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 17 de junio de 2021



Dr. RUBEN MUNIVE CERRON
CIP N° 38103

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro**
- I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV Campus Los Olivos**
- I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Recolección de biomasa para la elaboración del Biochar.**
- I.4. Autor(A) de Instrumento: **Castillo Coveñas Katherine Mirella, Toribio Ybañez Yndira Medalid**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | X | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | X | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|------|
| 85 % |
|------|

Lima, 17 de junio de 2021


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro**
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV Campus Los Olivos**
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Observación de producción de Biochar.**
 I.4. Autor(A) de Instrumento: **Castillo Coveñas Katherine Mirella, Toribio Ybañez Yndira Medalid**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | X | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | X | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

| |
|------|
| 85 % |
|------|

Lima, 17 de junio de 2021


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro**
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV Campus Los Olivos**
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de características físico químicas de Biochar**
 I.4. Autor(A) de Instrumento: **Castillo Coveñas Katherine Mirella, Toribio Ybañez Yndira Medalid**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | X | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | X | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | X | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | X | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | X | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | X | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | X | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | X | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 17 de junio de 2021


Dr. Elmer G. Benites Alfaro
 CIP. 71998

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza**
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV Campus Los Olivos**
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Recolección de biomasa para la elaboración del Biochar.**
 I.4. Autor(A) de Instrumento: **Castillo Coveñas Katherine Mirella, Toribio Ybañez Yndira Medalid**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MÍNIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 17 de junio de 2021


 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

DNI No 17402784. Telf.:945509179

VALIDACION DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza**
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV Campus Los Olivos**
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Observación de producción de Biochar.**
 I.4. Autor(A) de Instrumento: **Castillo Coveñas Katherine Mirella, Toribio Ybañez Yndira Medalid**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

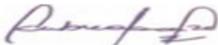
- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 17 de junio de 2021


 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

DNI No 17402784.
Telf.:945509179

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza**
 I.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV Campus Los Olivos**
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de características físico químicas de Biochar**
 I.4. Autor(A) de Instrumento: **Castillo Coveñas Katherine Mirella, Toribio Ybañez Yndira Medalid**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | X | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | X | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | X | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | X | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | X | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | X | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | X | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | X | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| X |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

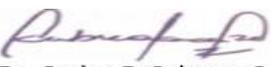
| |
|------|
| 90 % |
|------|

Lima, 17 de junio de 2021


 Dr. Carlos F. Cabrera Carranza
 CIP. 46572

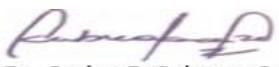
DNI No 17402784. Telf.:945509179

Anexo 3: Fichas de recolección de datos.

| Ficha N° 01: Recolección de biomasa para la elaboración del Biochar. | | |
|--|--|--|
| Título | Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de huesos de aves en la provincia de Puquio- Lucanas | |
| Línea de Investigación | Tratamiento y gestión de los residuos | |
| Responsables | Castillo Coveñas, Katherine Mirella | |
| | Toribio Ybañez, Yndira Medalid | |
| Asesor | Dr. Munive Cerrón, Rubén Victor | |
| Departamento: | Provincia: | |
| Dirección: | | |
| Datos de la muestra | | |
| N° de lote: | | |
| Coordenadas UTM: | X: | |
| | Y: | |
| Materia prima | | |
| Tipo de materia prima | | |
| Propiedad de los huesos (M.O.) | | |
| Dosis | | |
| 5 kg. | 10 kg. | 15 kg. |
| Fecha | | Hora |
| | | |
| Observaciones: | | |
| | | |
| Firma de Validación: | | |
| | | Lima, 17 de junio de 2021 |
|  Dr. RUBEN MUNIVE CERRON CIP N° 38103 |  <u>Dr. Elmer G. Benites Alfar</u> CIP. 71998 |  Dr. Carlos F. Cabrera Carranza CIP. 46572 |
|  Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar CIP N° 25450 | | |

Ficha N° 02: Observación de producción de Biochar.

| | | |
|--|---|---|
| Título | Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de huesos de aves en la provincia de Puquio- Lucanas | |
| Línea de Investigación | Tratamiento y gestión de los residuos | |
| Responsables | Castillo Coveñas, Katherine Mirella | |
| | Toribio Ybañez, Yndira Medalid | |
| Asesor | Dr. Munive Cerrón, Rubén Víctor | |
| Cantidad | Cantidad de materia inicial: | |
| | Cantidad de producto final: | |
| Tiempo de producción: | | |
| Temperatura °C: | | |
| Fecha | Hora | |
| | | |
| Observaciones: | | |
| | | |
| Firma de Validación: | | |
|  Dr. RUBEN MUNIVE CERRON CIP N° 38103 |  <u>Dr. Elmer G. Benites Alfaro</u> CIP. 71998 | Lima, 17 de junio de 2021  Dr. Carlos F. Cabrera Carranza CIP. 46572 |
|  Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar CIP N° 25450 | | |

| Ficha N° 03: Ficha de características físico químicas de Biochar | | |
|---|--|--|
| Título | Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de huesos de aves en la provincia de Puquio- Lucanas | |
| Línea de Investigación | Tratamiento y gestión de los residuos | |
| Responsables | Castillo Coveñas, Katherine Mirella | |
| | Toribio Ybañez, Yndira Medalid | |
| Asesor | Dr. Munive Cerrón, Rubén Victor | |
| Fecha | Hora | |
| Cantidad de muestra: | | |
| Características físico químicas | M.O (%) | |
| | pH | |
| | Humedad (%) | |
| | C.E. (dS/m) | |
| | N (%) | |
| | K ₂ O (%) | |
| | P ₂ O ₅ (%) | |
| | CaO (%) | |
| | MgO (%) | |
| | Na (%) | |
| Observaciones: | | |
| Firma de Validación: | | |
|  Dr. RUBEN MUNIVE CERRON CIP N° 38103 | Lima, 17 de junio de 2021  <u>Dr. Elmer G. Benites Alfaro</u> CIP. 71998 | |
|  Dr. Carlos F. Cabrera Carranza CIP. 46572 |  Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar CIP N° 25450 | |

Anexo 04: Evidencias del trabajo en campo.



Anexo 05: Resultados de UNALM



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : KATHERINE MIRELLA CASTILLO COVEÑAS
PROCEDENCIA : AYACUCHO/ LUCANAS/ PUQUIO
MUESTRA DE : BIOCHAR
REFERENCIA : H.R. 75368
BOLETA : 4800
FECHA : 27/10/2021

| N° LAB | CLAVES | pH | C.E. dS/m | M.O. % | N % | P ₂ O ₅ % | K ₂ O % |
|--------|--------|------|--------------|-----------|--------|------------------------------------|-----------------------|
| 459 | | 6.41 | 12.40 | 59.72 | 0.95 | 12.98 | 0.54 |

| N° LAB | CLAVES | CaO % | MgO % | Hd % | Na % |
|--------|--------|----------|----------|---------|---------|
| 459 | | 19.46 | 0.54 | 1.53 | 1.12 |



Constantino Calderón Mendoza
Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUNIVE CERRON RUBEN VICTOR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de huesos de aves aplicado a un cultivo de hortaliza", cuyos autores son TORIBIO YBAÑEZ YNDIRA MEDALID, CASTILLO COVEÑAS KATHERINE MIRELLA, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 02 de Diciembre del 2021

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|---|
| MUNIVE CERRON RUBEN VICTOR DNI: 19889810 ORCID 0000-0001-8951-2499 | Firmado digitalmente por: RMUNIVEC el 13-12-2021 18:18:01 |

Código documento Trilce: TRI - 0204300