



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Beneficio por Pirólisis de Residuos Orgánicos para el Control de Coliformes Totales, y Biológicos en Aguas Negras Domésticas , Urbanización Naranjito - Puente Piedra 2022

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

AUTORES:

Calle Gutierrez, Johanna Stefany (orcid.org/0000-0001-9433-4308)

Condor Espinoza, Marco Antonio (orcid.org/0000-0002-1309-1437)

ASESOR:

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (orcid.org/0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi Señor Jesús quien me salvó y en su gracia me proveyó los recursos y el conocimiento para realizar con éxito este proyecto. Seguidamente a mi amado esposo, por su paciencia y su apoyo incondicional. A mis padres quienes me apoyaron desde el inicio de mi carrera y finalmente a mis suegros por su apoyo en esta última etapa importante.

A mi hermana Christina por apoyarme con los recursos necesarios para lograr este proyecto, a mi amiga Fiorella Orellana por creer en mí, darme ánimos y siempre inspirarme a ser mejor. A mis padres que guiaron mi camino desde que inicié como estudiante y ahora en la culminación de una importante etapa de mi vida.

Agradecimiento

A nuestro Dios por darme las fuerzas, el aliento y el consuelo para culminar esta investigación. A nuestro asesor Jorge Jave Nakayo por sus enseñanzas y sus consejos. A nuestros familiares por su aliento en estas etapas difíciles de la carrera y por brindarnos su apoyo incondicional.

Índice de Contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenido	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	17
3.1.- Tipo y diseño de investigación	17
3.2.- Variables y Operacionalización	17
3.3.- Población, Muestra, Muestreo y unidad de análisis.....	18
3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5.- Procedimiento: Desarrollo de investigación	21
3.6.- Método de análisis de datos.....	22
3.7.- Aspectos éticos.....	22
I.V RESULTADOS.....	41
V. DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES	59
VII. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS	61

Índice de Tablas

Tabla 1: Humedad de biocarbón (Norma ASTM D 2216).....	39
Tabla 2: Materia Volátil de los biocarbón (MV) (Norma ASTM D3175).....	40
Tabla 3: Ceniza del biocarbón (Norma ASTM D 5142)	40
Tabla 4: Carbono Fijo de biocarbón (Norma ASTM D3172).....	41
Tabla 5: Parámetros físico químico 01	42
Tabla 6: Oxígeno disuelto (OD)	42
Tabla 7: Demanda química de Oxígeno (DQO).....	42
Tabla 8: Oxígeno Disuelto (OD) Inicial del DBO5.....	42
Tabla 9: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5).....	43
Tabla 10: Sólidos Totales (ST).....	43
Tabla 11: Sólidos disueltos (SD).....	43
Tabla 12: Solidos Suspendidos totales (SST)	43
Tabla 13: Componentes del análisis microbiológico.....	44
Tabla 14: Conteo de colonias después de incubación (24 horas).....	44
Tabla 15: Obtención de las UFC/ml.....	44
Tabla 16: UFC obtenidas en dos diluciones para resultados optimo	44
Tabla 17: Parámetros obtenidos para el filtro de biocarbón de piña	45
Tabla 18: Parámetro de Coliformes Totales filtro de biocarbón de piña	45
Tabla 19: Parámetros obtenidos para el filtro de biocarbón de maracuyá	49
Tabla 20: Parámetro de Coliformes Totales en el filtro de biocarbón de maracuyá.....	49
Tabla 21: Parámetros obtenidos para el filtro de biocarbón de Granada.....	52
Tabla 22: Parámetro de Coliformes Totales en el filtro de biocarbón de granada	52

Índice de Figuras

Figura N°1: Escala del pH.....	6
Figura N°2: Estación de muestreo de agua residual	23
Figura N°3: Ubicación de la toma de muestra	24
Figura N°4: Biomasa de maracuyá	25
Figura N°5: Biomasa de granada.....	25
Figura N°6: Biomasa de Piña.....	26
Figura N°7: Parámetros Físico Químicos (Elaboración propia).....	27
Figura N°8: Conductividad eléctrica (Elaboración propia).....	27
Figura N°9: Potencial Redox (Elaboración propia).....	28
Figura N°10: Turbidez (Elaboración Propia).....	29
Figura N°11: ST y SD (Elaboración Propia).....	31
Figura N°12: Autoclave (Elaboración Propia)	33
Figura N°13: Coliformes totales	34
Figura N°14: Instrumentos para el sembrado de CT	35
Figura N°15: Siembra de Coliformes totales.....	35
Figura N°16: 24horas Elaboración propia.....	36
Figura N°17: AutoCAD elaboración propia	36
Figura N°18: Filtros para el biocarbón	37
Figura N°19: Pesado de las biomásas de maracuyá, piña y granada.....	38
Figura N°20: Pesado de las biomásas de maracuyá, piña y granada.....	38

Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar los beneficios por pirólisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales y biológicos en aguas negras domésticas de la Urbanización Naranjito de Puente Piedra. El gran efecto negativo que causa la contaminación a las aguas residuales que son vertidas a los mares es un problema que ya lleva muchos años y aún percibimos lo perjudicial que es para nosotros. La excesiva materia orgánica que se encuentra allí es la causa principal de la eutrofización de estas aguas y la pérdida de oxígeno, matando así toda vida vegetal y animal que pueda haber. Se pudo observar que este proceso permitirá reducir los gastos para el tratamiento de aguas residuales. En la presente investigación se muestra el beneficio que tiene la pirólisis utilizando biomasa; en este caso, se utilizó 3 cáscaras que comúnmente se puede obtener, como la de piña, granada y maracuyá. Estas biomásas pasaron por un proceso de biocarbón (pirólisis) que al pasar combustión genera macro y micro poros, los cuales actúan como adsorbentes de material tóxico en las aguas residuales. El resultado que obtuvo esta investigación es la reducción del DQO al 75%, DBO al 59% y los coliformes totales al 95%, lo cual demuestra la efectividad de este método poco utilizado. Con ello el agua obtenida no daña las áreas verdes y reduce las cargas orgánicas para no tener impactos ambientales que atenten contra la integridad humana y del ecosistema.

Palabras Claves: Pirólisis, Biomasa, Filtros de aguas negras.

Abstract

The objective of this research was to determine the benefits of pyrolysis of organic waste for the control of total and biological coliforms in domestic sewage from the Naranjito - Puente Piedra Urbanization. The great negative effect caused by contamination of wastewater that is discharged into the seas is a problem that has been going on for many years and we still perceive how harmful it is for us. The excessive organic matter found there is the main cause of the eutrophication of these waters and the loss of oxygen, thus killing any plant and animal life that may exist. It was observed that this process will reduce costs for wastewater treatment. In the present investigation, the benefit of pyrolysis using biomass is shown; In this case, 3 shells that can be commonly obtained, such as pineapple, pomegranate and passion fruit, were used. These biomasses went through a biochar process (pyrolysis) that, when combusted, generates macro and micro pores, which act as adsorbents of toxic material in wastewater. The result obtained by this research is the reduction of COD to 75%, BOD to 59% and total coliforms to 95%, which demonstrates the effectiveness of this little-used method. With this, the water obtained does not damage green areas and reduces organic loads so as not to have environmental impacts that threaten human and ecosystem integrity.

Keyboard: Pyrolysis, Biomass, Blackwater filters.

I. INTRODUCCIÓN

La excesiva contaminación producida por las aguas residuales ha tenido un incremento gigante a nivel mundial. Un estudio reciente sobre este contaminante indica que alrededor de 6.2 millones de toneladas de estas aguas negras son vertidas al mar causando zonas muertas en los mares, así como la eutrofización de estos. Lo que causa este contaminante es que, al ser echado al mar la materia orgánica que este lleva, consume y absorbe todo el oxígeno que hay en el mar causando la muerte de los seres acuáticos y también matando la vida silvestre que pueda nacer de ella; ya que, al no haber oxígeno los demás seres vivos no pueden vivir en ese ambiente. (Mongabay 2022)

En el Perú la contaminación por aguas residuales es más preocupante si la comparamos con otro país más desarrollado. En nuestro país el 70% de las aguas negras o más conocidas como aguas residuales, el Estado solo invierte un 30% para el tratado de estas aguas de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006 al 2015. La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que a causa de esta contaminación hay una gran preocupación por la salud de los pobladores aledaños, ya que dichas aguas contienen un contaminante peligroso para la salud, e incluso están expuestos a contraer enfermedades incurables como la diabetes mellitus. (Larios, Gonzales, Morales 2019)

En el distrito de Puente Piedra existe un grave problema de este tipo, las contaminaciones de aguas residuales son inmensas, el Río Chillón es uno de ellos, ya que es un río que pasa por varios distritos de la capital. En un documental periodístico de El Comercio se puede ver como las mismas personas botan sus desechos, y no solo ellos, sino que empresas inconscientes también desechan sus residuos en el río causando una gran contaminación por lo que afecta notablemente a los pobladores aledaños que son de escasos recursos y el Estado aún no da una solución ante este terrible problema. La Universidad Cayetano Heredia realizó un análisis que evidenció que existen coliformes fecales, parámetros biológicos y varios grupos de bacterias que exceden 12 veces los límites máximos permisibles para estas aguas que son de tipo recreacional, se halló, además, la bacteria de *escherichia coli*, causando insuficiencia renal. (UPCH 2020)

Según Rodríguez, et al. (2020), la expansión demográfica y económica ha traído consigo una aceleración en el requerimiento de recursos hidrológicos. Actualmente el 36% de la humanidad habita en lugares donde persiste la carencia de agua, ello por el incremento de la urbanización.

Principalmente en países de bajos ingresos se ha generado problemas con el recurso en mención, de los cuales destacan una baja calidad del agua, una paupérrima red de abastecimiento e inexistentes redes de saneamiento, generalmente en asentamientos informales. En América y el Caribe, aproximadamente las 3 cuartas partes están incluidas en una infraestructura de alcantarillado; no obstante, alrededor de un 30% a 40% de las aguas negras de la región reciben un tratamiento. Estos datos son pasmosos por los niveles de ingreso y urbanización de la región, esto tiene una repercusión directa en la salud, el medio ambiente y la igualdad social.

(Huerta, 2018) Los desechos sólidos en los hogares se dividen en dos: los residuos orgánicos, que es la parte del desecho que se degrada y genera olores (fundamentalmente, restos de comida), y los residuos inorgánicos, que son materiales de envases de hojalata, hojas, cartones y polímeros. Alrededor del 40% aproximadamente de los desechos originados en Lima Metropolitana pertenecen a materia inorgánica y el 60% son orgánicos.

Ante esta realidad es necesario que la investigación de nuevas formas de realizar tratamientos de las aguas residuales, especialmente dando un segundo uso a la materia orgánica que comúnmente se desecha en bolsas de basura, no solo provenientes de hogares sino de puestos de venta de fruta que están esparcidos en todo Lima.

En la investigación se planteó como **problema general**: ¿Cuáles serán los beneficios por pirólisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales, y biológicos en aguas negras domésticas de la Urbanización Naranjito de Puente Piedra? Y en los **problemas específicos**: ¿Cómo serán las propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua negra doméstica antes y después del tratamiento? ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas de las cáscaras de piña, granada, y maracuyá? ¿Cómo será el proceso de pirólisis de residuos

orgánicos para obtener la granulometría de las dosis y depurar el agua residual doméstica? y ¿Cuál será la reducción de coliformes totales, y en cuánto se recuperan los parámetros biológicos en las aguas residuales domésticas de la Urbanización Naranjito de Puente Piedra?

La presente investigación experimental tiene beneficios en los siguientes niveles: **Nivel social**, el tratamiento del agua residual doméstica ayudara al control de vectores como olores, generación de patógenos, por consiguiente, generando un impacto positivo en la calidad de vida sociedad. **Nivel económico**, se pudo observar que este proceso permitirá dar un valor agregado a las cáscaras que comúnmente son desechadas, así mismo reducir los gastos de tratamiento de aguas residuales. **Nivel Ambiental**, donde se obtuvo un agua que pueda ser recategorizada, donde las cargas orgánicas se reducen con la finalidad de no generar impactos ambientales que dañen la integridad de las personas y los ecosistemas.

En consecuencia, se planteó como **objetivo general**: Determinar los Beneficios por pirólisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales y biológicos en aguas negras domésticas de la Urbanización Naranjito de Puente Piedra, y como **objetivos específicos**: Determinar las propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua negra doméstica antes y después del tratamiento. Identificar las características fisicoquímicas de las cáscaras de maracuyá, granada y piña. Determinar el proceso de pirólisis de residuos orgánicos para obtener la granulometría de las dosis y depurar el agua residual doméstica. Determinar la reducción de coliformes totales, y en cuánto se recuperan los parámetros biológicos en las aguas residuales domésticas de la Urbanización Naranjito de Puente Piedra.

Por lo cual se planteó la **hipótesis general**: La pirólisis de residuos orgánicos influirá en el control de coliformes totales, y mejora de parámetros biológicos en aguas residuales domésticas de la Urbanización Naranjito de Puente Piedra; y las **hipótesis específicas**: El tratamiento del agua residual doméstica con biocarbón de cáscaras orgánicas influirán en la reducción de los CT, y mejora del DQO, OD, la granulometría de los biocarbones obtenidos por pirólisis permitirán depurar el

agua residual doméstica, las características físicas y químicas de las cáscaras de maracuyá, granada y piña influirán en la reducción de los coliformes totales, mejorando la demanda química de oxígeno, y oxígeno disuelto del agua residual doméstica. La reducción de los coliformes totales y materia orgánica serán mayor del 55% con el tratamiento de biocarbón del agua negra doméstica y la reducción de los coliformes totales y materia orgánica serán mayor del 55% con el tratamiento de biocarbón del agua negra doméstica.

II. MARCO TEÓRICO

Los **residuos orgánicos** son aquellos residuos animal o vegetal que se generan a nivel doméstico y comercial; por ende, son biodegradables y se desintegran en un tiempo corto. Se componen principalmente de restos de comida, como, por ejemplo: cáscara de naranja, plátano, verduras, restos de café, huesos y otros (Minan, 2019)

El incremento de los residuos orgánicos ha generado un gran impacto ambiental, colapsando ya algunos de los vertederos, Acosta y Castro (2021) generalmente los residuos que desecharnos son reutilizables de una manera muy favorable para bioaceites y biocombustibles con un alto valor energético (Ángeles, Rascón y Rivera, 2021). En su mayoría la población no tiene ningún conocimiento sobre reutilizar estos desechos y así mantener sin contaminantes que dañan a las personas a lo largo de los tiempos. (Acosta, Castro y Moreno, 2021) Al ser extensiva impactan en el ambiente ya que no tienen una gestión adecuada, ante ello nos plantea la alternativa de procesar estos desechos mediante la pirólisis. Trujillo (2019)

El **agua contaminada** es la alteración de los componentes naturales afectando su uso natural para la que ha sido destinado. Sufre distintos cambios en su composición hasta quedar sin uso; esto se traduce a la presencia de microorganismos, parásitos, plásticos, desechos fecales, fosfatos, nitratos, fármacos y hasta sustancias radioactivas, las cuales afectan a la salud y medio ambiente, también, el desequilibrio en la vida de los seres vivos. Econopedia (2021)

Eshiemogie y Iwuchukwu, (2022), para eliminar los contaminantes en las aguas residuales, el tratamiento debe basarse en tratamientos físicoquímicos y biológicos. La adsorción es la adhesión de átomos, iones o moléculas de una sustancia a la superficie de un adsorbente. Esta es la mayor preocupación del mundo. La biomagnificación de estos contaminantes en la cadena alimentaria pone en peligro la seguridad del agua potable y los alimentos. Adriano (2004)

Las aguas residuales domésticas son aquellas cuya calidad se puede ver muy afectada negativamente por la influencia humana. Es agua que por su calidad, cantidad o disponibilidad no tiene valor directo para el fin al que se destina ni para el fin de su producción. Las aguas residuales domésticas hacen referencia a aquellas usadas con fines higiénicos como baño, cocina, lavanderías, las cuales llegan al alcantarillado. Hidrotec (2021)

Mendoza, Amaringo y Guayamis (2013), estas aguas proceden de todas las actividades que comúnmente realizamos, teniendo a su vez una alta cantidad de material orgánico causando eutrofización a las aguas donde se desembocan.

SHAHRAKI, Maleki y MAO (2022), nos informa que los sistemas para el tratamiento de aguas domésticas de nivel primario eliminan contaminantes como DBO, N, P, Patógenos, y otros. El biocarbón resulta ser una oportunidad muy favorable por su nivel de adsorción de contaminantes, aparte de ser de bajo costo y fácil disponibilidad. Concluyen que el biocarbón es beneficioso para el tratamiento de aguas residuales in situ, recuperando P, N y reduciendo los patógenos y productos farmacéuticos y de cuidado personal.

La temperatura es una magnitud física en la que podemos medir el frío y el calor de un cuerpo; también, es una magnitud escalar ya que indica el grado de agitación de las partículas. Se dividen en tres escalas: Fahrenheit, Celsius y Kelvin. Rae (2020)

Son los factores físicos los que generan el calor de los cuerpos de agua; la temperatura del agua juega un papel clave en la salud de las especies de plantas y animales en el medio ambiente acuático, ya que esto tiene un efecto directo sobre la oxidación y la densidad del H₂O. MARASCA (2022). El biocarbón generado de

las plantas de infraestructura verde a un ciclo cerrado de reciclaje dan la gestión de contaminantes nocivos de aguas de lluvia. Concluyen que el biocarbón de secuoya del amanecer generado a 300°C reveló una mayor eficiencia en la adsorción de pireno, que es uno de los hidrocarburos aromáticos policíclicos presente en la escorrentía, logrando adsorber un 98.8%, y el de corona nupcial un 98%. Fabián (2022), concluye que de la eliminación de micro plásticos presentes en el agua, el biocarbón con mayor capacidad de adsorción es el que procede de astillas de madera, seguido por el de celulosa, finalizando por el de lignina; sin embargo, nos detalla que el biocarbón generado a mayor temperatura (700°C) proveniente de las astillas, es el que tiene mayor capacidad de adsorción. LICHUM et al (2022)

El potencial de Hidrógeno determina el grado de acidez o alcalinidad. Se mide en escala de 0 a 14, donde 7 es neutro. Cuanta más medida tenga el pH más turbio será, por lo que se presentará mayor contaminación hablando de aguas residuales. Hanna Colombia (2019)



Figura N° 1: Escala del pH

Fuente: EPA (2019)

CRISTIELLEM (2017) nos explica que el biocarbón producido a partir de residuos orgánicos es empleado para la filtración de biofertilizante obtenido a partir

de excreta de porcino para su adsorción de nutrientes, resultando que el biocarbón aumentó el pH del suelo, incrementando su CIC, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y en los frijoles.

La conductividad eléctrica es la facultad que tiene un material o una sustancia para permitir que transite la corriente eléctrica a través de ella; lo que significa que es capaz de transportar electrones que dependen de la presencia de los iones, la movilidad, etc. La tecnología de su H₂O para transportar la corriente depende de la densidad de la sal en el agua; si la acumulación de iones es mayor, la conductividad del agua será alta (Linseis 2020). El **potencial redox** es una de las formas de medir la oxidación - reducción a través de un electrodo, y luego generándola en energía. Si es negativo, es reducción y si es positivo, es oxidación. (Acquatecnología 2020) La **Turbidez** se entiende como el grado de transparencia que hay en el agua, mientras el agua tenga más partículas en suspensión más sucia se verá y se podrá ver más alta su turbidez. Esta se mide con un turbidímetro y su importancia en el agua es que se puede reflejar el grado de contaminación que puede existir, lo cual se utiliza en plantas de tratamiento de aguas negras y de plantas purificadoras de agua. Induanalisis (2020)

Gob.pe (2020) **Los límites máximos admisibles** o VMA son valores de concentración de sustancias, elementos, parámetros que distinguen a las aguas negras que va a ser vertido a la red de alcantarillado causando daños perjudiciales a la salud o a las infraestructuras sanitarias.

La **DBO** es la cantidad de oxígeno que consumen las bacterias en una muestra dejando al agua sin oxígeno u eutrofizándola; lo cual puede causar la muerte de la vida vegetal y marina a causa de ello. Induanalisis (2020) aplicaron el biocarbón generado a partir de la mazorca de maíz y de cáscara de arroz en humedades de flujo vertical con arena como material de referencia común, concluyendo que ambos biocarbones obtuvieron una eficiencia mayor en comparación con la eficiencia de un filtro de arena para eliminar la DQO, DBO BUHNYUY (2022) da como resultado la reducción de DBO a una 75% y el DQO a un 71% indicando que el uso de esta nueva tecnología es aprovechable para la reducción de estos contaminantes. Ramírez, Irina (2018)

Los coliformes totales son agrupación de bacterias que han sido el principal indicador sobre las características de las diferentes clases de agua. La población de coliformes de un analito se emplea como valoración de contaminación; en consecuencia, de salubridad de la misma. El grupo coliformes son bastones Gramnegativos, existen en medio con oxígeno, como facultativos en ausencia de oxígeno; estos descomponen la lactosa con generación de gases cuando son llevados al proceso de incubación que tarda 48 horas a 35°C. Comprenden los géneros Escherichia, Enterobacter, Klesbsiella y especies lactosa positiva de otros géneros. Ello provee información fundamental sobre el origen y tipo de contaminantes existentes. SILVA (2004)

GESCHE, (2003) **Siembra de tubos múltiples** es el procedimiento para determinar la población de bacterias presentes en agua es el de “tubos múltiples” conocido habitualmente como Número Más Probable (NMP), que nos da como resultado el valor probable de la cantidad de bacterias en 100 ml de agua. **Siembra en placa Petri** es una metodología empleada para realizar el cultivo de microorganismos, poder observar su crecimiento y obtener una población de bacterias para su estudio. Esta siembra se emplea un sustrato o medio de cultivo que puede ser Papa Dextrosa Agar (PDA), todo este proceso se debe ser llevado acabo con un mechero Bunsen a una distancia de 15 cm a 20 cm para evitar cualquier contaminación cruzara, y de igual forma todos los materiales empleados deberán ser esterilizados.

Según TOASA (2012) Los **Sólidos Totales** son el principal tipo de sólidos que sirven como indicador de calidad de agua. Vienen a ser los sobrantes de materia que persisten después de un proceso de evaporación y secado de la muestra en la estufa a temperatura propuesta según el método empleado. Los S.T. engloban las sales inorgánicas (cloruros, carbonatos, fosfatos, bicarbonatos, nitratos de sodio, sulfatos, calcio, potasio hierro y magnesio), así también como de materia orgánica. Una de las formas de clasificación puede ser por su tamaño y estado como Sólidos Totales en Suspensión, Sólidos Coloidales y Sólidos Totales Disueltos), por su propiedad química (sólidos volátiles y fijos) y por la decantabilidad (sólidos en suspensión sedimentables y no sedimentable).

Los **sólidos disueltos** o TDS por sus siglas en inglés, son el remanente de la muestra de agua después de pasar por el proceso de filtrados mediante un filtro de fibra de vidrio de 1.5 micras y posterior evaporación. La unidad de medida se reporta en mg/L.

El **oxígeno disuelto** es la cantidad de oxígeno presente en cuerpos de agua. Existen varias metodologías para hallarlo, desde kit colorimétricos, método de Winkler y por medio de equipos electrónicos LDO infrarrojo o de membrana semipermeable. Según POSADA et al (2013), el oxígeno disuelto es uno de los fundamentales indicadores de la calidad de agua. La disminución de este parámetro es originada esencialmente por la existencia de materia orgánica o elementos inorgánicos ligeramente oxidados. En los dos casos, se genera una demanda de oxígeno por la necesidad de los organismos que pueden asimilar la materia orgánica presente o por oxidación de los elementos inorgánicos presentes. Estos dos factores que alteran la necesidad de oxígeno pueden consumir en su totalidad o parcial el O.D.

GONZALES, Enrique y MARTINEZ, Antony (2017), El maracuyá es apreciada como una fruta exótica y es requerido a nivel mundial por sus características como el sabor, color y textura que lo posiciona como un fruto apetecible al consumidor; no obstante, tiene una gran aceptación para su industrialización en forma de compotas, jugos, concentrados, paletas, néctar entre otras. Su composición es de aproximadamente 50% a 60% cáscara, 30% a 40% jugo y de semillas solo un 10% al 15%.

HURREL et al (2010), la fruta Granada según su nombre científico “*Púnica granatum* L. (Punicaceae)”, es una fruta que se desarrolla en climas cálidos y áridos. Su país de origen se estima que es de Irán hasta el norte del Himalaya en la India. Se cultivó en todo el Mediterráneo, por ende, es considerada una fruta originaria de Persia. Está compuesta por una cáscara gruesa de gran peso y tamaño, su fruto comestible consta de gránulos de líquido con semillas ricas en fibra.

Según Iglesias, Álvarez, Vázquez y Salas (2020), en su artículo sobre dos métodos de pirólisis a partir de agua residual de eucalipto, a partir de ello fabricaron

dos tipos de pirólisis, una rápida y la otra lenta. La primera de ellas es la de un horno con doble cámara herméticamente sellado y la otra fue bajo tierra, esto fue a partir de las cortezas y ramas del eucalipto, lo cual paso por un proceso de biochar con la finalidad que se beneficie la producción agropecuaria, lo que permitiría el crecimiento de semillas; además de ello, buscaron la manera en que con las cenizas de estos residuos se puede buscar algún tipo de remediación ambiental y mejorar la corteza del suelo.

Balseca, Chela, Aquino y Figueroa, indican en su artículo de investigación acerca de un diseño de un prototipo de pirólisis térmica para la descomposición de los residuos plásticos. Ellos mencionan que a lo largo de los años ha habido un incremento significativo de contaminación de plásticos, por lo cual diseñaron un prototipo de pirólisis térmico que sea efectivo para la reducción de esos residuos de plásticos, lo que permitiría la degradación de ellos y así mitigar este residuo. El fin de este artículo de investigación es que garantice la degradación eficiente de estos residuos. (2021)

Según Acosta y Castro, en su tesis del diseño de una pirólisis para generar biocombustible a partir de RSU, tiene como finalidad reducir el impacto ambiental generado por los RSU. En Colombia el 85% de los vertederos ya está colapsado y solo el 15% está a menos de 3 años para colapsar, es por ello que se plantea este diseño para así a partir de residuos sólidos urbanos hacer biocarbón que permita la reducción de contaminantes tanto como en agua, suelos, aire y optar por esta medida ecoamigable. Colombia se genera 1. 136,93 toneladas de RSU al mes, lo cual con este proyecto permite minimiza y controlar los desechos generados por la población. (2021, p.12)

Bolívar y Cuenca, en su tesis sobre el proceso de pirólisis para valorización en rebaba de caucho, lo que busca es establecer de una manera propositiva que a partir de la rebaba de caucho se genere material para la producción de energía. A través de investigaciones anteriores, infiere que con la ayuda de la pirólisis sin la presencia de oxígeno se llegue a un carbonizado de la materia, lo que al producir calor genera energía o luz haciendo así presencia de hidrógeno, metano y dióxido de carbono, para luego convertirse en una mezcla líquida de hidrocarburos, lo cual

es utilizado como producción de energía sostenible que se desea implementar en una empresa. (2021, p 23)

Según Ángeles, Rivera, Rascón, en su artículo de revisión sobre energética de RO mediante pirólisis, nos indica que los residuos sólidos urbanos que generalmente desechamos puede ser reutilizados de manera favorable para bioaceites y biocombustibles con un alto valor energético. La pirólisis tiene la facultad de hacer carbón cualquier material orgánico y que este se pueda utilizar de una manera mucho más favorable y minimizar la contaminación que causan al estar expuestas al aire libre. Esta es amigable con el medio ambiente ya que estos contaminantes son los responsables de los cambios climáticos que se está sufriendo actualmente. (2021, PP. 1)

Acosta, Castro y Moreno, en su artículo de revisión sobre pirólisis para producir biocarbón con RSU, nos indica que en la ciudad de Madrid se genera una alta demanda en residuos sólidos que las personas desechan sin ningún conocimiento previo sobre la reutilización de estas, para lo cual en este artículo de revisión nos muestra la manera en cómo podemos reutilizar esos residuos orgánicos y convertirlos en residuos aprovechables para la sociedad, y así mantener el ecosistema libre de contaminantes que dañan a la larga a las personas acusando enfermedades severas. Además de ello, el resultado de la pirólisis ha sido favorable en cuanto a la reducción de los coliformes totales y al aumento de oxígeno en las aguas, causando un impacto positivo en la ciudad de Madrid, dando como segundo uso estas aguas que eran vertidas a los mares. (2021, PP. 1)

Según CHAVEZ et al (2020), en su artículo nos indican que la fabricación de biocarbones es una alternativa para gestionar los desechos agroindustriales, lastimosamente estos restos se emplean marginalmente y son de los que se tiene mayor acceso. De igual forma nos explican que el compostaje de estos biocarbones obtenidos eliminan las toxinas y mejoran las propiedades de los carbones, concluyendo que las cáscaras de piña y de naranja son elementos apropiados para la generación de biocarbones; no obstante, si se emplean como abono deben de compostarse.

Según MEDINA, Lenin y MEDINA, Iván (2018), en su publicación científica “Prototipo autotérmico móvil para producción de biocarbón con biomasa de esquilmo de aguacate”, expone que los residuos procedentes de la gran producción de aguacates pueden ser empleados para generar biocarbón. Esto representaría un impacto positivo a nivel ambiental, económico y social para la producción de estos biocarbones en grandes volúmenes sin perturbar los bosques y selvas. Se dedujo que estos residuos agrícolas presentes en otras actividades también pueden ser usados de forma secundaria para generar biocarbón mediante la pirólisis de los mismos, estos materiales obtenidos presentaron características adecuadas para su uso en suelo volcánicos.

Según TRUJILLO et al (2019), en su investigación sobre la caracterización de biocarbón a partir de RO avícolas, no evidencian la problemática existente en esta actividad y que los residuos procedentes de esta actividad económica (pollinaza y gallinaza) al ser extensiva impactan en el ambiente al no tener una gestión adecuada, ante ello, nos plantea la alternativa de procesar estos desechos mediante la pirólisis y se empleados como abonos. Los resultados arrojaron que los biocarbones obtenidos fueron capaces de rendir un promedio 64% en el caso de la gallinaza, y en el de la pollinaza un 43% a diferencia de los biocarbones obtenidos de biomasa lignocelulósica (27%).

Según IGLESIAS et al (2018), en su artículo sobre el maíz ayuda con el uso del biocarbón de eucalipto, nos manifiesta que el mal manejo de los sistemas integrados de eucalipto y de maíz en la regio de Ecuador provoca la degradación ambiental y desperdicio de elementos de fertilización orgánica, para ello emplearon los desecho que genera el eucalipto para llevarlos a un proceso de pirólisis y generar biochar, en consecuencia demostraron que mediante el biochar obtenido aumento el rendimiento y proteína del grano de maíz.

Según LUCONI (2022), en su publicación científica “Adsorción de Atrazina en biocarbón de cascarilla de arroz: un modelo fenomenológico aplicado a estudios de equilibrio y cinéticos”, nos explica sobre la problemática del herbicida Atrazina que es ampliamente empleado en la producción de cultivos de maíz, sorgo y caña de azúcar, siendo ese insumo tóxico para los seres acuáticos, plantas y humanos. Ante

ello nos propone el uso de la cáscaras de arroz que es un desecho problemático por su lenta absorción natural. Este residuo que representa el 20% de la masa de arroz será pirolizado para obtener biocarbón. Con esta investigación concluyeron que estos biocarbones son eficientes para la eliminación del herbicida Atrazina y que el biocarbón obtenido a la temperatura más alta tiene aún mayor capacidad de absorción que el que se obtuvo a temperatura más baja.

Según MARASCA (2022), en su artículo científico "Analysis of the potential of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) as raw material for the síntesis of bioproducts and energy generation", nos comunica la importancia de los desechos lignocelulósicos como fuente de combustibles, materias primas y energía para la industria química. Esta investigación se basa en los análisis de las cáscaras de cupuaçu, fruto oriundo de Brasil. Este residuo será sometido a hidrólisis para posteriormente ser llevados a un proceso de pirólisis lenta en el cual se obtuvo bioaceite con 5 compuestos, infiriendo que estas cáscaras tienen un potencial alto como materia prima de bioproductos.

Según ZHANG (2022), en su artículo científico "Características estructurales del carbón de lignito de diferentes reactores de pirólisis y la influencia en su reactividad de gasificación", nos plantea la pirólisis de un lignito de procedencia china, el cual va a ser sometido a tres diferentes reactores. El primero fue uno de lecho fluorizado, el segundo de flujo arrastrado y el tercero de lecho fijo, dando como resultado que el reactor de lecho fluorizado produce un carbón rico en volúmenes de poros.

Según Khalimatus Sa'diyah, Profiyanti Hermien, etc. (2022), en su tesis sobre el uso del aserrín para la conversión de carbón activado, nos muestra que la excesiva disponibilidad de aserrín que hay es un contaminante nocivo para nosotros ya que es un producto inflamable y se encuentra por doquier. En este proyecto lo que busca es hacer por medio de la pirólisis que el aserrín se vuelva carbón activado, lo cual ayuda a las empresas

Según Ramírez, Irina (2018), en su tesis sobre la eficiencia del biochar en aguas residuales domésticas nos da como resultado la reducción de DBO a un 75% y el DQO a un 71% indicando que el uso de esta nueva tecnología es aprovechable

para la reducción de estos contaminantes, que en los resultados se ve reflejado la disminución de estos, es recomendable el uso de esta técnica. Por ello, recomienda el uso de esta no solo en aguas sino también en la contaminación de suelos para la elaboración del biocarbón indican que fue a una temperatura de 400°C a 600°C para la efectividad de la misma en un horno de doble tambor.

Para I Gusti Ngurah Nitya Santhiarsa (2022), utilizaron el método de pirólisis para la reducción de los plásticos. Es sabido que aún no existe una tecnología ambiental para la reducción de los plásticos ya que estos son contaminantes nocivos para el planeta, es por ello que se plantea el uso del método por pirólisis para la minimización de este material tan nocivo, lo cual estuvo a una hora a 200°C por varias etapas, indicando como resultado el buen funcionamiento de este método.

Según Guerrero, Giralt, Serret y Penedo (2021), muestra los resultados que obtuvieron con la biomasa del bagazo de caña, con 24% de humedad, 77% de Volátil, 2% de cenizas. En el proceso de la pirólisis duro 30 minutos a una temperatura de 300°C, no solo eso, sino que añadieron un catalizador, lo cual este hace que se acelere la reacción química mucho más rápido de lo convencional y así puedan obtener un resultado más preciso a los anteriores y con más asertividad.

Según Viltres y Alarcón (2022), reutilizaron los residuos agrícolas, las cuales son muchas veces vertidas a la basura sin poder darle un segundo uso. En este artículo se pudo reutilizar estos desechos para obtener bioaceite por medio de la intervención de la pirólisis. Para este proceso no solo se utilizó la biomasa de los residuos de la agricultura, sino que también la paja de la caña de azúcar y capín de elefante obteniendo como resultado final un nuevo uso como un biocombustible y este segundo ayudara mucho a las personas que no cuentan con recursos necesarios para la adquisición de este material.

Según CRISTIELLEM et al (2017), en su publicación científica, biocarbón de diferentes residuos sobre las propiedades del suelo y la producción de frijol común, nos explica que el biocarbón producido a partir de residuos orgánicos es empleado para la filtración de biofertilizante obtenido a partir de excreta de porcino para su

adsorción de nutrientes, resultando que el biocarbón aumento el pH del suelo, aumentando su CIC, la disponibilidad de nutrientes en el suelo y en los frijoles.

Según XIN et al (2022), en su publicación científica rendimiento de la eliminación mejorar simultanea de nitrógeno y fosforo a través de un filtro aireado biológico con biocarbón como relleno bajo oxígeno disuelto bajo para el tratamiento de aguas residuales porcina digeridas, nos precisa el filtro biológico al cual se le suministro biocarbón obtenido del bambú, logro la retención mayor de NH_4^+-N , TN y TP en comparación al filtro biológico aireado con resina de polipropileno hidrofóbico.

Según YINCHAO et al (2022), en su investigación científica, efecto del biocarbón compuesto con un filtro biopercolador sobre la desodorización, la retención de nitrógeno y la sucesión de la comunidad microbiana durante el proceso de compostaje de estiércol de pollo, nos aclara que la aplicación combinada del biocarbón con la filtración biopercolador lograron una eliminación de NH_3 a un 95%, H_2S con un 97% y finalmente los TVOC a un 53%.

Según YINCHAO et al (2022), en su artículo sistemas de biorretención basados en biocarbón para suprimir los contaminantes químicos y microbianos de las aguas procedentes de las lluvias, una revisión crítica señala que los sistemas de filtrados a base de biocarbón aplicados a la remoción de contaminantes químicos y microbianos existentes en la escorrentía urbana eliminan elementos como, nitrógeno total, fosforo total, metales pesados, orgánicos y microbianos en un 32-61%, 45-94%, 27-100%, 54-100% y \log_{10} : 0.78 – 4.23 respectivamente.

MENGYA et al (2022), en su publicación rendimiento de eliminación de bacterias Gramnegativas y Grampositivas en el sistema de filtración de área con enmienda de biocarbón modificado con arginina, sustentan que adicionar biocarbón y biocarbón modificado con arginina en el sistema de filtrado de aren lenta y rápida podrían mejorar la eficacia de eliminación de *Escherichia coli* y *Bacillus subtilis*. Concluyeron que la adición de biocarbón mejoró sustancialmente la remoción de estos grupos bacterianos; sin embargo, la capacidad de adsorción mayor fue la modificada con arginina.

Según LICHUM et al (2022), en su publicación la adición de biocarbón como capa de preámbulo delgada en las columnas de filtración de arena podrían mejorar la eliminación de microplásticos presentes en agua, concluyen que el biocarbón con mayor capacidad de adsorción es el que procede de astillas de madera, seguido por el de celulosa finalizando por el de lignina, sin embargo, nos detalla que el biocarbón generando mayor temperatura (700°C) procedente de las astillas es el que tiene mayor capacidad de adsorción.

Según BAUTISTA et al (2022), en su artículo aplicación de sistemas de filtro en columna con biocarbón para el depurado de aguas grises: una revisión sistemática de la literatura, señala que los sistemas de biocarbón en columna más empleados son filtros de biocarbón únicos, filtro de multicapa y paso de pulido en cadena de tratamiento, logrando determinar una eficiencia de tratamiento de un 50% a 90%, dejando estas aguas para el lavado, descarga de retretes y riego de cultivos.

Según BUHNYUY et al (2022), en su artículo eficacia de sistemas de filtro con biocarbón vegetados con *Echinochloa pyranudakus*, aplicaron el biocarbón generado a partir de la mazorca de maíz y de cáscaras de arroz en humedades de flujo vertical con arena como material de referencia común, concluyendo que ambos biocarbones obtuvieron una eficiencia mayor en comparación con la eficiencia de un filtro de arena para eliminar la DQO, DBO, STS, Color verdadero y STD, no obstante, ambos biocarbones no obtuvieron una eficiencia mayor significativa uno del otro, pero pueden remplazar efectivamente a la arena como sustrato en los humedales construidos para el procesos de depuración de aguas residuales domésticas.

Según FABIAN et al (2022), en su publicación evaluación de la adsorción de pireno en biocarbón generado de las plantas de infraestructura verde; Hacia un ciclo cerrado de reciclaje den la gestión de contaminantes nocivos de aguas de lluvia, concluyen que el biocarbón de secuoya del amanecer generado a 300°C reveló una mayor eficiencia en la adsorción de pireno, que es uno de los hidrocarburos aromáticos policíclicos presente en la escorrentía, logrando adsorber un 98.8% y el de corona nupcial un 98%.

Según AFIA et al (2022), en su publicación un enfoque de recuperación para el agua y suelo degradado con cromo utilizando biochar modificado generado a partir de las cáscaras de maní, concluyeron que el biocarbón que se modificó con cetiltrimetilamonio logró una mayor adsorción e inmovilización del Cr(VI) (79.35%) en comparación del biocarbón sin modificar que solo logro un 37.47%.

III. METODOLOGÍA

3.1.- Tipo y diseño de investigación

La investigación tiene objetivos que plantea innovar nueva metodología sustentable con el medio ambiente; por tal motivo, su estudio es de tipo aplicada porque se emplearon teorías que guardan relación con los residuos orgánicos.

Por otro lado, el diseño de la investigación fue experimental, es tratar el agua residual doméstica de los coliformes totales y parámetros de OD, DQO con cáscaras de biomasa para reducir estos contaminantes y no perjudique al medio ambiente.

Según ARIAS, Fidia (2016), respecto al método cuantitativo tiene un diseño experimental y de un nivel preexperimental, ya que es un proceso que se basa en sujetar a un objeto como (Variable Independiente) para poder observar los efectos o reacciones que pueden producir las (Variables Independientes). También, es aquella que tiene como propósito determinar las relaciones de causa efecto en esta investigación.

3.2.- Variables y Operacionalización

En la presente investigación, las variables son características cuantitativas que se estudiará en la recuperación del agua residual doméstica de altas concentraciones de coliformes totales, y oxígeno disuelto como la demanda química de oxígeno siendo las siguientes:

- **Variable Independiente:** Es la que se manipuló en la investigación correspondiéndole al Consorcio de biomasa orgánica, cáscara de maracuyá, piña y granada.

- **Variable dependiente:** Coliformes totales, y parámetros biológicos
- **Operacionalización:** Donde se encuentran los conceptos teóricos, operacionales, las dimensiones, los indicadores y la escala.

3.3.- Población, Muestra, Muestreo y unidad de análisis

3.3.1.- Población

La población son las aguas residuales del canal de la urbanización Naranjito del distrito de Puente Piedra, las que estarán en estudio experimental. (López, Pedro 2004), son elementos sobre los cuales se investiga o se estudia, la cual está compuesta por todos los elementos que está dentro del análisis del problema de investigación.

Criterios de inclusión: La toma de la muestra, será analizada dentro de las 24 horas de su recolección.

Criterios de exclusión: La muestra que no fue analizada por pasar las 24 horas después de su recolección.

La muestra fue sustraída de acuerdo al protocolo de toma de muestra de aguas negras de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Se tomó 60 litros de agua. Según López, Pedro, nos dice que la muestra es una parte de la población en donde se realizara la investigación. (2004)

Para realizar el muestreo se homogenizó la muestra y se tomaron 50 litros de la muestra para realizar todo el proceso del tratamiento con los filtros de biomasa obtenidas por pirólisis. Según López, Pedro, indica que el muestreo es el método que se utilizará en la investigación para así poder hallar las partes de la muestra obtenida de todo el total de la población. (2004)

La unidad de análisis fue el volumen tomado después de cada tiempo que fue programado para la toma de la muestra siendo esta de 2000 ml.

3.4.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de la investigación

En la investigación experimental que se realizó fue fundamental la técnica de la observación, ya que se pudo controlar de manera sistemática las variaciones de la variable dependiente y poder dar respuesta a las hipótesis planteadas.

Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos fue importante utilizar instrumentos que puedan guiar todo el proceso de la investigación siendo estas:

- 1.- Registro de la recolección de muestra
- 2.- Registro de las propiedades físicas, químicas, biológicas, y microbiológicas del agua residual doméstica.
- 3.- Registro de las propiedades de las cáscaras obtenidas por pirólisis, y granulometrías de las mismas.
- 4.- Registro del diseño del tratamiento del agua residual
- 5.- Registro de los resultados de reducción de coliformes totales y parámetros biológicos del agua residual.

Validez y confiabilidad

A. Validez

La validez en la investigación estará revisada en el cumplimiento de los registros que son los instrumentos de la investigación, los que establecieron que las variables de estudio fueron realizadas de manera objetiva y clara en todo el proceso del desarrollo.

B. Confiabilidad

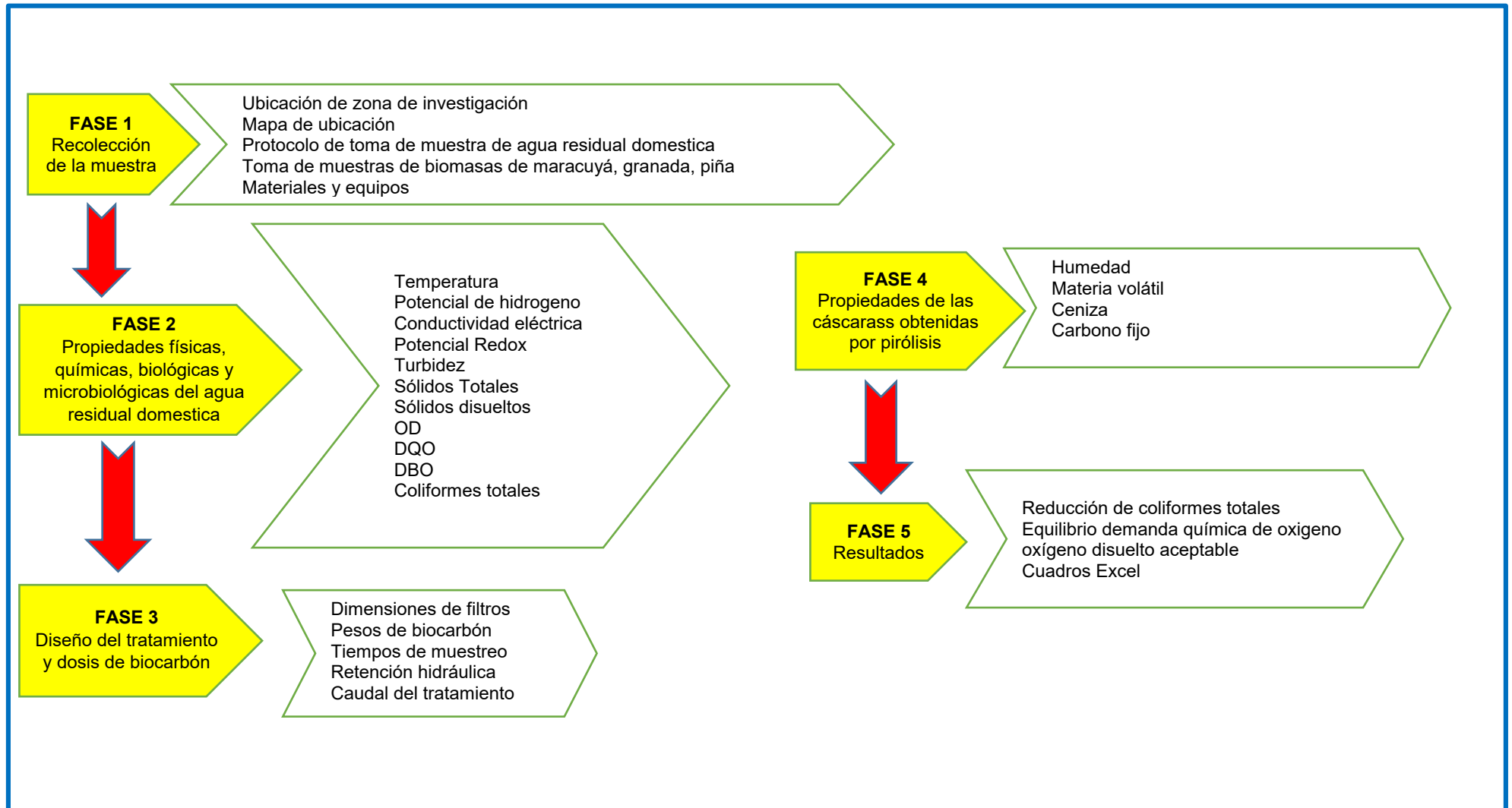
La confiabilidad estará evaluada de acuerdo al diseño que se planteó en la investigación experimental, los que fueron de 3x3x3, siendo estas 27 muestras evaluados en 9 réplicas por dosis, los que dieron respuesta a las hipótesis que se plantearon.

Esta evaluación será realizada por expertos ambientalistas, colegiados y grado superior de magister o doctorado como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Validación de Instrumentos

Especialistas	Profesional	Colegiatura (CIP)	% de Validación
Luis Fermín Holguín Aranda	Ingeniero Ambiental	111614	95%
Percy Luis Grijalva Aroni	Ingeniero Ambiental	221016	95%
Juan Julio Ordóñez Gálvez	Mecánico de Flui	89972	95%

3.5.- Procedimiento: Desarrollo de investigación



3.6.- Método de análisis de datos

El método de análisis de datos fue utilizando las fórmulas de cada parámetro del tratamiento y comparándolos en tablas y gráficos Excel.

3.7.- Aspectos éticos

El proyecto de investigación se desarrollará de conformidad con la ley política, guiándose por el reglamento de grado y título de la Universidad Cesar Vallejo, teniendo en cuenta los principios éticos en todo el proceso de desarrollo de la investigación y utilizando el plan Turnitin para darle factibilidad y originalidad al proyecto de investigación. Esto puede reconfirmarse mediante la metodología aplicada y los resultados de laboratorio.

FASE 1: Recolección de la muestra

Ubicación de zona de investigación:

- Procedencia: colector Municipal de la municipalidad de Lima
- Distrito: Puente Piedra
- Ciudad: Lima
- Provincia: Lima
- Descripción: Agua residual proveniente del colector Municipal ubicado a la altura del paradero Rosa luz - Puente Piedra.
- Coordenadas: E: 0 274 639 / N: 8 186 127

Mapa de ubicación



Figura 2: Estación de muestreo de agua residual

Protocolo de toma de muestra de agua residual domestica

Se Procedió a realizar la muestra siguiendo el protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos, DIGESA. Se recolectó 8 litros de agua para realizar la caracterización de la misma y 70 litros para el proceso de tratamiento, la cual consistió en colocar las muestras en envases de plásticos con boca ancha para los parámetros físico-químicos y frascos de vidrio estéril para los parámetros microbiológicos, los cuales fueron rotulados y llevados para realizar los análisis pertinentes.



Figura 3: Ubicación de la toma de muestra

Toma de muestras de biomásas de Granada, Piña y Maracuyá.



Figura 4: Biomasa de maracuyá



Figura 5: Biomasa de granada



Figura 6: Biomasa de Piña

Materiales y equipos

FASE 2: Propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua residual doméstica.

Temperatura, PH, CE, Potencial Redox (Método Potencio métrico)

En el procedimiento de caracterización y tratamiento de la muestra se realizó las mediciones de estos parámetros en un multiparámetro Gondo Ezodo de Scientific Measuring Instruments, calibrado por el INACA. Antes de realizar las mediciones lo primero que se realizó fue la calibración de los electrodos del pH, con buffer Hanna de pH 4, pH 7, pH 10, además, calibramos el electrodo de conductividad eléctrica, también buffer Hanna de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estando verificadas las calibraciones se procedió a medir la muestra.



Figura 7: Parámetros Físico Químicos (Elaboración propia)



Figura 8: Conductividad eléctrica (Elaboración propia)



Figura 9: Potencial Redox (Elaboración propia)

Turbidez (NTU) (Método Fotométrico)

La turbidez se realizó en un equipo de turbidimetría marca Ezodo, donde se realizó la calibración con sus estándares certificados de fábrica. Para corroborar su eficiencia en las mediciones, se tomó una alícuota de 10 mililitros de la muestra, que fue vertida en su frasco del equipo, y se procedió a la lectura dando resultados que se encuentran en la tabla N°06.



Figura 10: Turbidez (Elaboración Propia)

Sólidos Totales, y Sólidos Disueltos (mg/l) (Método Gravimétrico)

Estos parámetros fueron realizados siendo que primero se preparó el material de vidrio de 250 ml, esta fue enjuagado con agua destilada y colocado en la estufa a 105°C por 2 horas. Luego se dejó reposar y se pesaron en una balanza analítica, para así verter la muestra con una probeta de 100 ml. Los Sólidos Totales no se filtran, mientras que los sólidos disueltos se filtraron con un filtro Whatman N° 40, y se midió la muestra con probeta de 100 ml para colocarlo en plancha de digestión a 200°C por 3 horas hasta sequedad, para luego volverlo a la estufa a 105°C, por 2 horas, luego enfriar y pesar los resultados se encuentran en la tabla N° 11 y 12.

Formulas

$$ST \text{ (mg/l)} = \frac{(W_{\text{VASO + MUESTRA}} - W_{\text{VASO SECO}}) * 1000}{V_L}$$

Donde:

ST (mg/l): Solidos Totales

$W_{\text{VASO + MUESTRA}}$: Peso de la muestra seca a 105 °C por 45 minutos + peso del vaso

$W_{\text{VASO SECO}}$: Peso del vaso seco a 105 °C por 45 minutos

V_L : Volumen de la muestra en litros

$$\text{SD (mg/l)} = \frac{(W_{\text{VASO + MUESTRA}} - W_{\text{VASO SECO}}) * 1000}{V_L}$$

Donde:

SD (mg/l): Solidos Disueltos

$W_{\text{VASO + MUESTRA}}$: Peso de la muestra seca a 105 °C por 45 minutos + peso del vaso

$W_{\text{VASO SECO}}$: Peso del vaso seco a 105 °C por 45 minutos

V_L : Volumen de la muestra en litros filtrado.

$$\text{SST (mg/l)} = \text{ST} - \text{SD}$$

Dónde:

SST: Solidos Suspendidos Totales (mg/l)

ST: Sólidos Totales (mg/l)

SD: Sólidos Disueltos (mg/l)



Figura 11: ST y SD (Elaboración Propia)

Oxígeno Disuelto, DQO, demanda bioquímica de oxígeno (mg/l) (Método Winkler, y por reflujo con dicromato de potasio)

El oxígeno disuelto del agua negra fue importante porque con ello se evaluó el DQO, Y DBO₅, datos que sirvieron para determinar la dilución del agua residual, y el otro la existencia de la materia orgánica presente en un tiempo de 4 horas, como es el método de reflujo con dicromato de potasio y ácido sulfúrico como un catalizador rápido.

Formulas

$$O.D. (mgO_2 /L) = \frac{Vol. gast \times N \times 8000 \times Vol. w}{Vol. m \times (Vol. w - 2)}$$

Donde:

O.D.: Oxígeno Disuelto

Vol. gast: Volumen gastado de Tiosulfato de Sodio 0.025N

N: Normalidad del Tiosulfato de Sodio 0.025N

Vol. w: Volumen de frasco Winkler

Vol. m: Volumen de muestra

$$D. Q. O. (mgO_2 /L) = \frac{(\text{Vol. gast. Blanco} - \text{Vol. gast. Muestra}) \times N \times 8000}{\text{Vol. m.}}$$

Donde:

Vol. gast. Blanco: Volumen gastado en el blanco

Vol. gast. Muestra: Volumen gastado en la muestra

N: Normalidad del sulfato ferroso amoniacal 0.25N

Vol. m.: Volumen de la muestra

$$DBO_5 (mgO_2 /L) = \frac{OD_{INICIAL} - OD_{FINAL}}{\% \text{ Dilución}}$$

Donde:

DBO₅: Demanda bioquímica de oxígeno (mgO₂ /L)

OD_{INICIAL}: Oxígeno disuelto inicial (mgO₂ /L)

OD_{FINAL}: Oxígeno disuelto final (mgO₂ /L)

Coliformes totales (UFC/ml) (Diluciones múltiples, y siembra en placa Petri)

El primer paso realizado fue esterilizar los materiales en una autoclave certificada por INACAL, donde se pudo observar su buen funcionamiento. Ahí colocamos tubos de ensayo, placas Petri, pipeta, matraz para preparar el Agar de coliformes totales Endo LES Agar. Fue pesado en una balanza analítica 24 gramos para un volumen de 420 ml que fueron vertido en 6 placas Petri como fue 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵, y 10⁻⁶, obtenidas de las diluciones de tubos múltiples que se realizó, se sembraron en cada uno de ellos y se colocaron en la incubadoras por 24 horas, a 35°C.



Figura 12: Autoclave (Elaboración Propia)

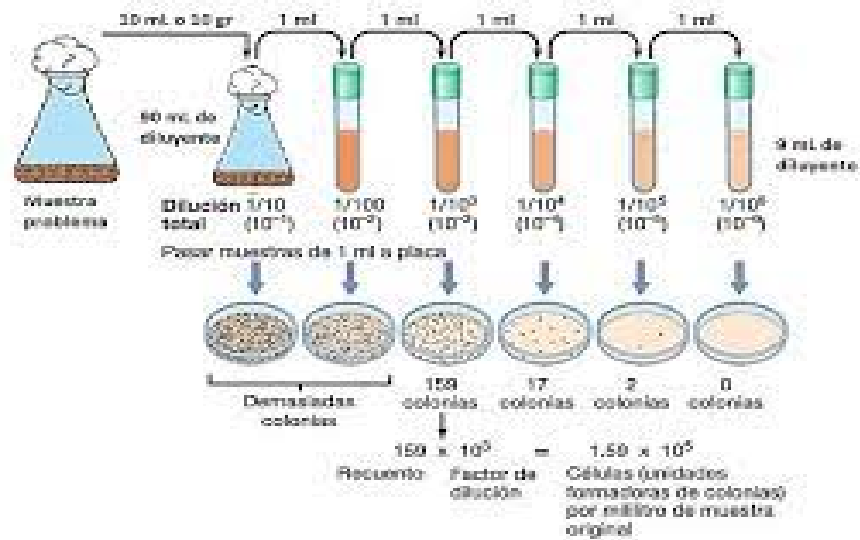


Figura 13: Coliformes totales

Finalmente, el promedio se multiplica por 65

$$\text{No. Colonias} = (\text{CA} + \text{CM} + \text{CB} / 3) * 65$$

$$\text{UFC / ml ó UFC / g} = \frac{\text{No. de colonias por placa} \times \text{el factor de dilución}^*}{\text{ml de la muestra sembrada}}$$

$$\text{UFC / ml parámetro} = \frac{\text{UFC / ml dilución A} + \text{UFC / ml dilución B}}{2}$$

2

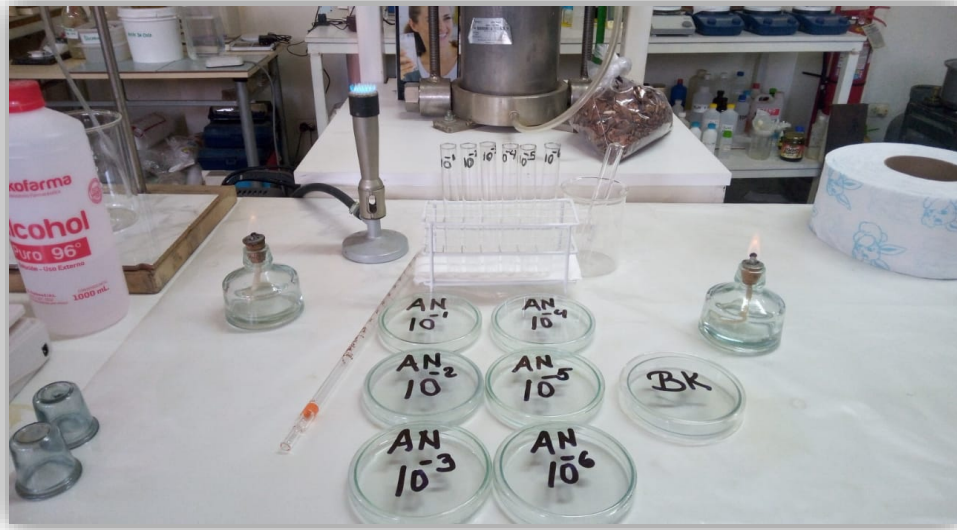


Figura 14: Instrumentos para el sembrado de CT

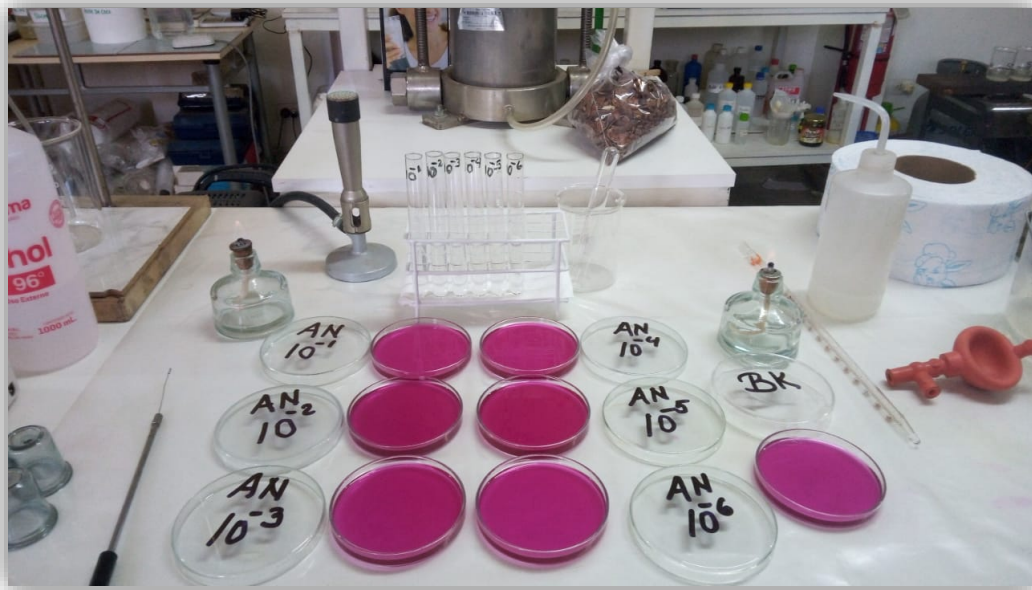


Figura 15: Siembra de Coliformes totales



Figura 16: 24horas Elaboración propia

FASE 3: Diseño del tratamiento y dosis de biocarbón

DIMENSIONES DE FILTROS

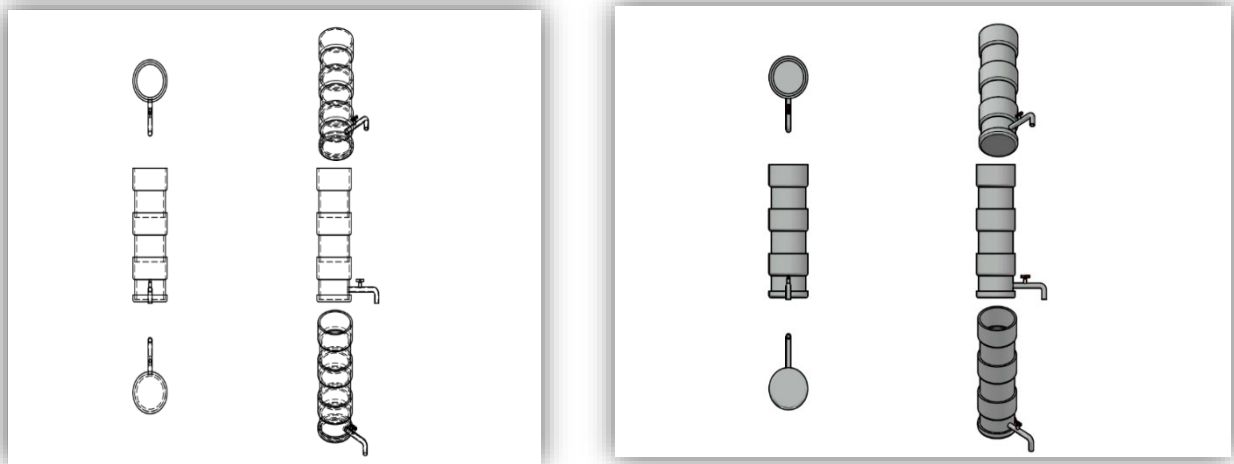


Figura 17: AutoCAD elaboración propia

Diámetro: 6 ½ pulgadas

Largo: 58,5 cm

Malla: 1 Pulgada / 2.54 cm / 25.4 mm



Figura 18: Filtros para el bio carbón

PESOS DE BIOCARBÓN

Los pesos de cada una de las biomásas son de 1,5 kilos por cada biomasa, es decir de piña, granada y maracuyá.



Figura 19: Pesado de las biomásas de maracuyá, piña y granada.



Figura 20: Pesado de las biomásas de maracuyá, piña y granada.

TIEMPOS DE MUESTREO

Para el proceso de tratamiento se recolectó 80 litros, los tiempos que se utilizó para el muestreo post tratamiento fueron 5, que estuvieron dados en lapsos de 30 minutos, es decir, fueron 30 minutos, 60 minutos, 90 minutos, 120 minutos y 150 minutos.

Retención hidráulica

La retención hidráulica se calculó mediante el volumen total del filtro que fue de 296.42 centímetros cúbicos entre los caudales de salida de cada filtro.

Tiempo de retención hidráulica para el filtro de maracuyá fue de 2.61s.

Tiempo de retención hidráulica para el filtro de granada fue de 3.74s.

Tiempo de retención hidráulica para el filtro de piña fue de 4.41s.

Caudal del tratamiento

El caudal fue de 2.66 centímetros cúbicos por segundo para cada uno de los filtros, el cual se graduó mediante un caño adicionado al final del filtro.

FASE 4: Propiedades de las cáscaras obtenidas por pirólisis

Humedad, materia volátil, ceniza, y carbono fijo

Parámetros físicos del biocarbón que se realizó en crisoles de porcelana, las que fueron lavados y secados en la estufa a 105 °C por 60 minutos, luego fueron enfriados para pesarlos en una balanza analítica, y obtener los resultados que se encuentran en las tablas N°2,3, 4 y 5 respectivamente.

HUMEDAD

Tabla 2: Humedad de biocarbón (Norma ASTM D 2216)

Código	PESO DE CRISOL (g)	PESO DE CRISOL + MUESTRA (g)	PESO DE MUESTRA seca (g)	PESO DE CRISOL + MUESTRA A 105°C X 2H (g)	HUMEDAD %
BC_CP	47.8772	51.1042	2.9822	50.8797	7.53
BC_CM	45.3357	50.1423	4.9581	49.7581	7.75

BC_CG	54.1927	59.3547	5.1422	58.9789	7.31
-------	---------	---------	--------	---------	------

$$\%Humedad = \frac{(Peso\ Crisol+Muestra) - (Peso\ Crisol+Muestra\ a\ 105C^{\circ})}{(Peso\ Crisol+M) - (Peso\ Crisol)} \times 100$$

MATERIA VOLÁTIL

Tabla 3: Materia Volátil de los biocarbón (MV) (Norma ASTM D3175)

Código	PESO DE CRISOL (g)	PESO DE CRISOL + MUESTRA (g)	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE CRISOL + MUESTRA A 900°C x 7'	%MV
BC_CP	28.3436	28.1294	0.5258	27.7298	76.00
BC_CM	28.7993	29.2326	0.6433	28.7464	75.58
BC_CG	24.6033	25.3224	0.7191	24.7854	74.68

$$\% MV = \frac{(Peso\ Crisol+Muestra) - (Peso\ Crisol+Muestra\ a\ 900C^{\circ}/7')}{(Peso\ Crisol+M) - (Peso\ Crisol)} \times 100$$

CENIZA

Tabla 4: Ceniza del biocarbón (Norma ASTM D 5142)

Código	PESO DE CRISOL (g)	PESO DE CRISOL + MUESTRA (g)	PESO DE MUESTRA (g)	PESO DE CRISOL + MUESTRA A 900°C X 2H	%C

BC_CP	28.3436	27.7298	0.5258	27.7122	3.35
BC_CM	28.7993	28.7464	0.6433	28.7253	3.28
BC_CG	24.6033	24.7854	0.1821	24.7801	2.91

$(\text{Peso Crisol} + \text{Muestra a } 900^{\circ}\text{C}) - (\text{Peso Crisol})$

$$\%C = \frac{\text{Peso Crisol} + \text{Muestra a } 900^{\circ}\text{C} - \text{Peso Crisol}}{\text{Peso Crisol} + \text{M} - \text{Peso Crisol}} \times 100$$

CARBONO FIJO

Tabla 5: carbono Fijo de biocarbón (Norma ASTM D3172)

CÓDIGO	MATERIA VOLÁTILES %	CENIZA %	CARBÓN FIJO %
BC_CP	76.00	3.35	20.65
BC_CM	75.58	3.28	21.14
BC_CG	74.68	2.91	22.41

$$\%CF = 100 - (\%Ceniza + \% \text{ Sólidos volátiles})$$

FASE 5: Resultados

Reducción de coliformes totales

Equilibrio de DQO

OD aceptable Estadística de los resultados

I.V RESULTADOS

Agua negra doméstica Inicial – Coliformes Totales – Parámetros biológicos

Tabla 6: Parámetros físico químico 01

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	CE $\mu\text{S/cm}$	PR mV	Turbidez NTU
PFQ-AND	22	7.78	1149	108.5	145

PFQ-AND: Parámetros físicos químicos del agua negra doméstica

Tabla 7: Oxígeno disuelto (OD)

Muestra	Vol. gast. en muestra (ml)	Vol.de muestra (ml)	Normalidad de tiosulfato de sodio	Vol. del winkler (ml)	OD mg/l
AND - OD	0.6	100	0.02525	300	1.22

AND -ODI: Agua Negra doméstica – oxígeno Disuelto Inicial

Tabla 8: Demanda química de Oxígeno (DQO)

Muestra	Vol. gast. en muestra (ml)	Vol.de muestra (ml)	Normalidad de Sulfato ferroso	Vol. Gast. Blanco (ml)	DQO mg/l
AND-DQO	0.9	3	0.25	3	1400

AND-DQO: Agua negra doméstica – demanda química de oxígeno

Tabla 9: Oxígeno Disuelto (OD) Inicial del DBO5

Muestra	Vol. gast. en muestra (ml)	Vol.de muestra (ml)	Normalidad de tiosulfato de sodio	Vol. del winkler (ml)	OD mg/l
AND -ODi	3.8	100	0.02525	300	7.73

AND -ODi: Agua negra doméstica – oxígeno disuelto inicial para DBO5

Muestra	Vol. gast. en muestra (ml)	Vol.de muestra (ml)	Normalidad de tiosulfato de sodio	Vol. del winkler (ml)	OD mg/l
AND -ODf	0.4	100	0.02525	300	0.81

AND -ODf: Agua negra doméstica – oxígeno disuelto final del DBO5

Tabla 10: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)

Muestra	OD Inicial mg/l	OD Final mg/L	Factor de dilución	DBO5 mg/l
AND-DBO5	7.73	0.81	0.01	692

AND-DBO5: Agua negra doméstica – demanda bioquímica de oxígeno

Tabla 11: Sólidos Totales (ST)

Muestra	Peso del vaso seco (g)	Peso de vaso+ST (g)	Vol. de muestra (ml)	ST mg/l
AND-ST	100.9616	101.1657	100	2041

AND-ST: Agua negra doméstica – Sólidos Totales

Tabla 12: Sólidos disueltos (SD)

Muestra	Peso del vaso seco (g)	Peso de vaso+ST (g)	Vol. de muestra (ml)	SD mg/l
AND-SD	102.9144	103.0204	100	1060

Tabla 13: Sólidos Suspendidos totales (SST)

Muestra	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos disueltos (mg/l)	Vol. de muestra (ml)	SST mg/l
AND-SST	2041	1060	0.1	981

AND-SD: Agua negra doméstica – Sólidos Disueltos

Tabla 14: Componentes del análisis microbiológico

Muestra	Volumen de muestra (ml)	Agar EndoLES (g)	Volumen de solución	Volumen por placa Petri (ml)
CAM - AND	100	24	420	70

CAM – AND: Componentes del análisis microbiológico

Tabla 15: Conteo de colonias después de incubación (24 horas)

Muestra	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
alto	10	5	3
medio	6	3	2
bajo	4	1	1
N° Colonias	433.33	195	130

Nota: (El método de placas Petri está en el rango de 30 a 300 colonias)

Tabla 16: Obtención de las UFC/ml

muestra	N° colonias por placa	factor de dilución	volumen de siembra (ml)	Coliformes totales UFC/ml
UFC/ml -A	195	100	1	19500
UFC/ml -B	130	1000	1	130000

Tabla 17: UFC obtenidas en dos diluciones para resultados óptimo

MUESTRA	UFC/ml - A	UFC/ml - B	UFC/ml
AND-AM	19500	130000	84500

Agua negra domestica caracterización después del tratamiento

Volumen: 2 litros constante

Temperatura: Constante

Tiempos: (30, 60, 90, 120, 150 MINUTOS)

Dosis: 1500 GRAMOS POR FILTRO (Filtros de Piña, Maracuyá, Granada)

Tabla 18: Parámetros obtenidos para el filtro de biocarbón de piña

Condiciones Iniciales	Temperatura °C	pH	O.D. mg/l	Turbidez NTU	Potencial redox mV	C.E. uS/cm	S.D. mg/l	D.Q.O. mg/l	DBO(5) mg/l	S.T. mg/l
AR-ST	22.0	7.78	1.22	145.0	108.5	1149	1060	1400.00	692.00	2041
TARN1- (30 - Piña)	20.6	7.02	1.52	45.2	154.5	2060	1352	1220.00	500.00	1985
TARN2- (60-Piña)	20.6	7.21	1.85	41.8	168.4	2080	1254	1120.00	481.00	1878
TARN3- (90 -Piña)	20.6	6.85	2.18	38.8	139.5	2100	996	880.00	308.00	1584
TARN4- (120 - Piña)	20.6	6.77	2.42	35.8	130.8	2170	946	766.67	294.00	1458
TARN5- (150 -Piña)	20.6	6.70	2.75	28.9	136.4	2230	377	346.67	282.00	890

Tabla 19: Parámetro de Coliformes Totales filtro de biocarbón de piña

Condiciones Iniciales	C.T. UFC/ml
AR-ST	149500.00
TARN1- (30 - Piña)	6716.67
TARN3- (90 -Piña)	20583.33
TARN5- (150 -Piña)	19283.34

En los siguientes gráficos se muestra los resultados de las propiedades físicas del Biocarbón.

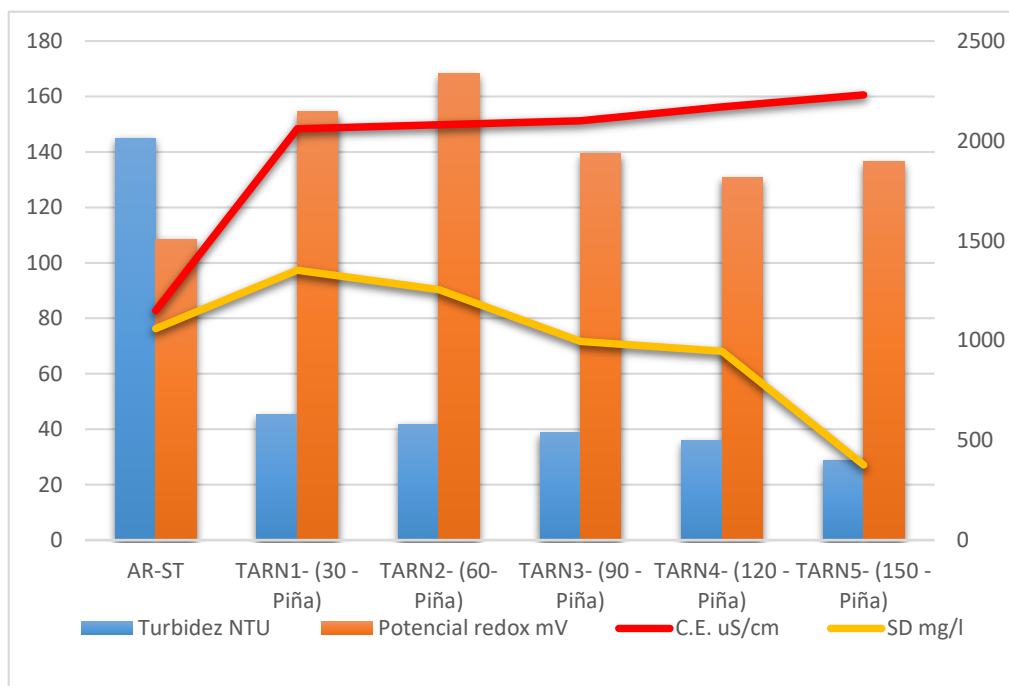


Gráfico 1

En el gráfico 1 se observa el comportamiento de la turbidez y cómo a partir del filtro con piña disminuye y continua con esa conducta hasta el minuto 150, caso contrario del potencial Redox puesto que se midió un ligero crecimiento; sin embargo, esta conducta no se mantuvo ya que al minuto 90 vuelve a decrecer en valor. En el caso de la C.E. el aumento de este parámetro se mantuvo desde el inicio del tratamiento hasta su final. Para el parámetro de sólidos sedimentables se obtuvo un decrecimiento desde el inicio hasta el final.

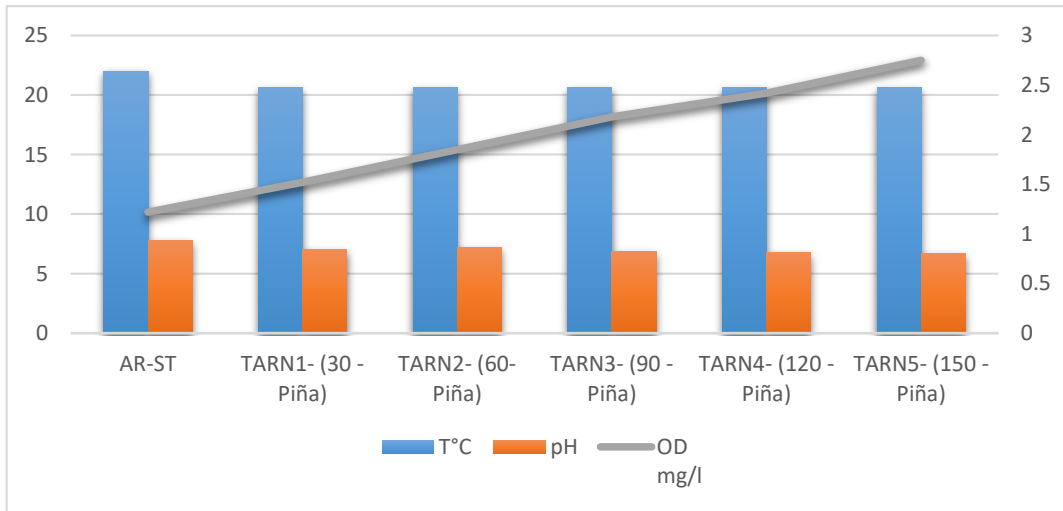


Gráfico 2

En el gráfico 2 se analiza el comportamiento de los parámetros DQO, DBO (5) y Sólidos Totales los cuales se aprecia una disminución en sus valores desde el inicio del tratamiento y continúa ese comportamiento hasta el minuto 150.

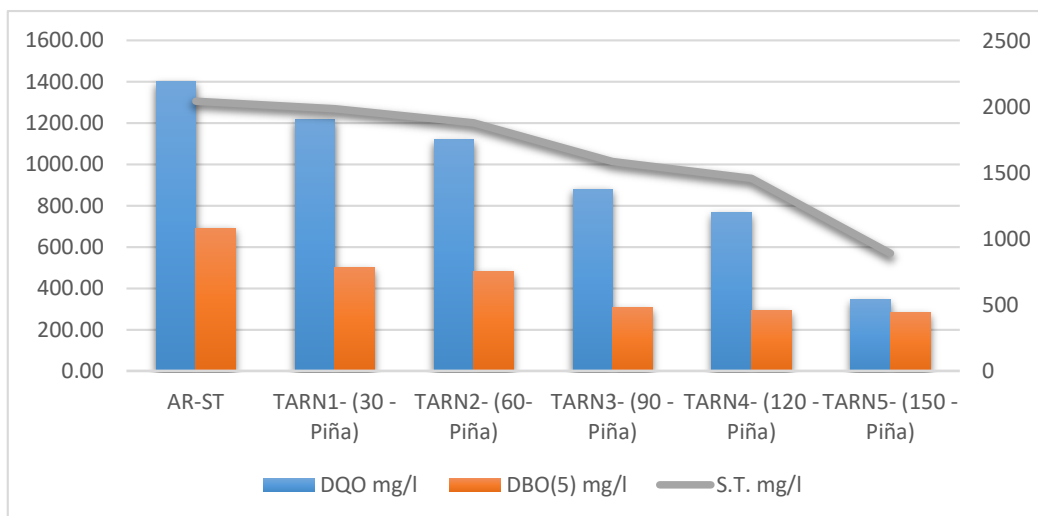


Gráfico 3

En el gráfico 3 observamos el comportamiento de la temperatura, pH y oxígeno disuelto en el cual se evidencia el incremento de oxígeno disuelto desde el inicio del tratamiento hasta su culminación; no obstante, el comportamiento de los otros dos parámetros se mantiene oscilando en valores aceptables.

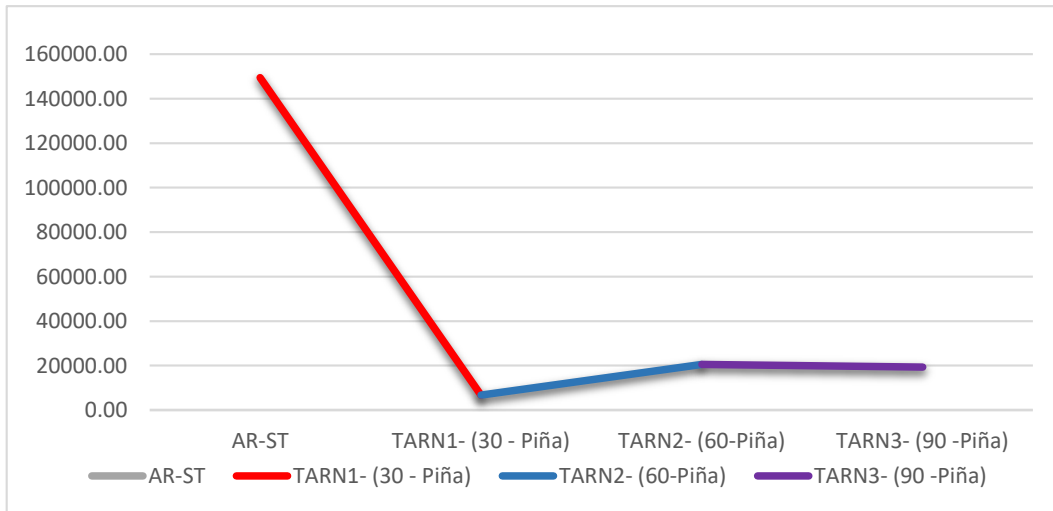


Gráfico 4

En el gráfico 4 se evidencia el decrecimiento significativo del parámetro de coliformes totales alcanzando un 95% de reducción de coliformes, sin embargo, se midió un decrecimiento en la efectividad al minuto 60, con la cual solo se logró un 86.23% de retención para después lograr un 87.10% de reducción en comparación a la muestra inicial.

Tabla 20: Parámetros obtenidos para el filtro de biocarbón de maracuyá

Condiciones Iniciales	Temperatura °C	pH	OD mg/l	Turbidez NTU	Potencial redox mV	C.E. uS/cm	S.D. mg/l	DQO mg/l	DBO(5) mg/l	S.T. mg/l
AR-ST	22	7.78	1.22	145	108.5	1149	1060	1400.00	692.00	2041
TARN1- (30 - Maracuyá)	20.6	7.17	1.27	47.9	160.2	2010	1345	1253.33	514.00	1996
TARN2- (60- Maracuyá)	20.6	7.27	1.64	45.5	176.6	1980	1245	1166.67	505.00	1886
TARN3- (90 - Maracuyá)	20.6	6.94	2.10	40.8	140.6	2030	1020	1053.33	314.00	1624
TARN4- (120 - Maracuyá)	20.6	6.92	2.24	37.4	142.1	2110	965	853.33	300.00	1542
TARN5- (150 - Maracuyá)	20.6	6.85	2.42	31.8	138.2	2140	632	586.67	296.00	1180

Tabla 21: Parámetro de Coliformes Totales en el filtro de biocarbón de maracuyá

Condiciones Iniciales	C.T. UFC/ml
AR-ST	149500.00
TARN1- (30 - Maracuyá)	9100.00
TARN3- (90 - Maracuyá)	21450.00
TARN5- (150 - Maracuyá)	19716.61

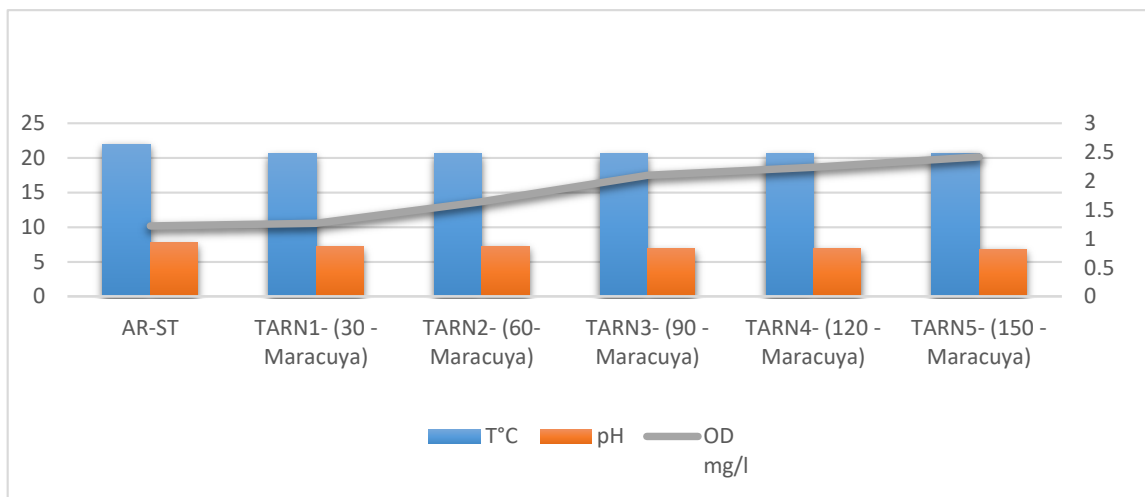


Gráfico 5

En el gráfico 5 observamos el comportamiento de los parámetros de temperatura, pH y oxígeno disuelto hallando el mismo comportamiento que en el filtro de piña la temperatura y pH oscilando en valores aceptables, mientras que el O.D. aumenta desde el inicio del tratamiento.

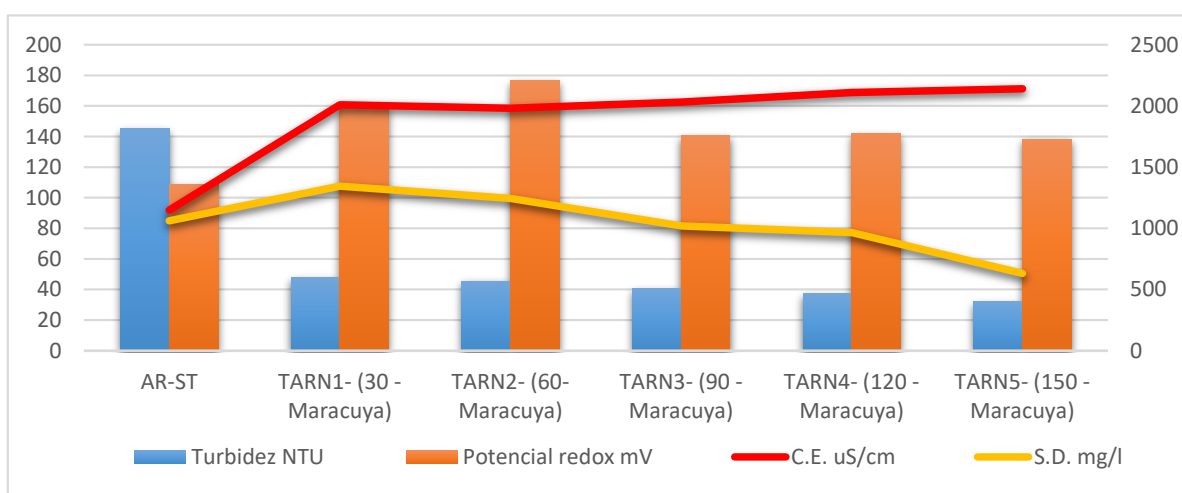


Gráfico 6

En el gráfico 6 podemos evidenciar el comportamiento del parámetro de potencial Redox, que hasta el minuto 60 tiene su punto máximo de aumento, mientras que después comienza a decrecer con un ligero repunte al minuto 120, para continuar con la disminución al minuto 150. Para el parámetro de turbidez y sólidos sedimentables se midió una disminución desde el inicio del tratamiento hasta la finalización del mismo, caso contrario de la conductividad eléctrica que tuvo un comportamiento creciente desde el inicio hasta culminar el tratamiento.

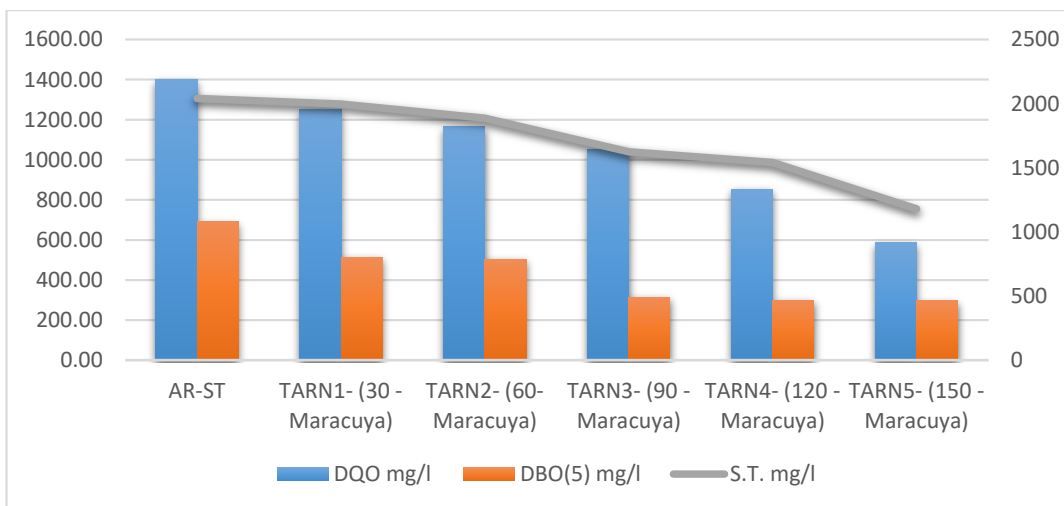


Gráfico 7

En el gráfico 7 analizamos el comportamiento de los parámetros DQO, DBO (5) y Sólidos Totales, los cuales presenta un comportamiento de reducción desde el inicio del tratamiento, minuto 30, hasta la finalización del mismo al minuto 150.

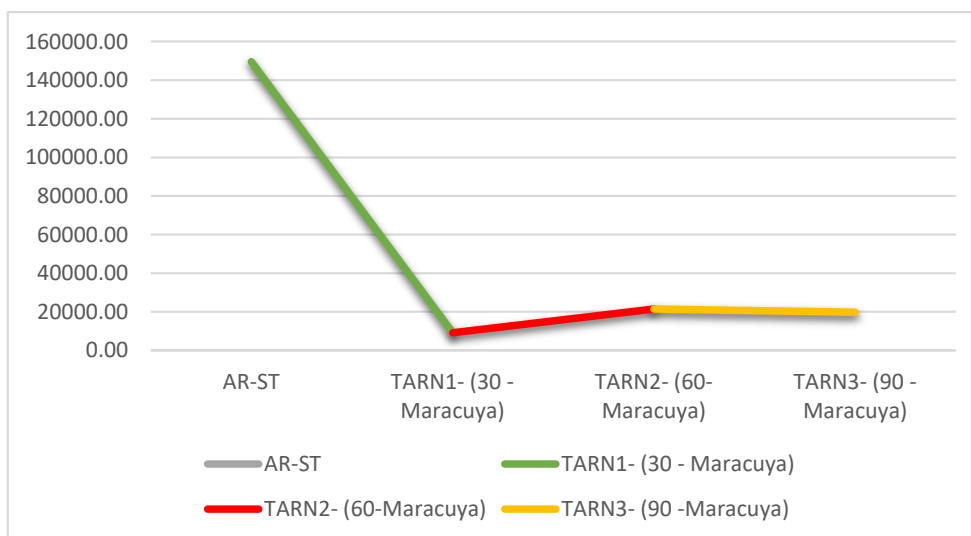


Gráfico 8

En el gráfico 8 observamos el comportamiento del parámetro de coliformes totales, el cual presenta una reducción del 93.91% al minuto 30, esto decrece al 85.65% al minuto 60 para finalizar en un 86.81% en comparación a la muestra inicial.

Tabla 22: Parámetros obtenidos para el filtro de biocarbón de Granada

Condiciones Iniciales	Temperatura °C	pH	OD mg/l	Turbidez NTU	Potencial Redox mV	C.E. mS/cm	SD mg/l	DQO mg/l	DBO(5) mg/l	S.T. mg/l
AR-ST	22	7.78	1.22	145	108.5	1149	1060	1400.00	692.00	2041
TARN1- (30 - Granada)	20.6	6.81	1.40	83.3	135.6	2070	1350	1233.33	503.00	1990
TARN2- (60-Granada)	20.6	6.88	1.79	77.2	137.2	2090	1243	1140.00	484.00	1879
TARN3- (90 -Granada)	20.6	6.43	2.16	65.6	152.3	2080	978	960.00	310.00	1574
TARN4- (120 - Granada)	20.6	6.42	2.36	58.2	154.5	2160	890	786.67	298.00	1432
TARN5- (150 -Granada)	20.6	6.35	2.69	49.7	162.6	2180	382	386.67	284.00	900

Tabla 23: Parámetro de Coliformes Totales en el filtro de biocarbón de granada

Condiciones Iniciales	C.T. UFC/ml
AR-ST	149500.00
TARN1- (30 - Granada)	7150.00
TARN3- (90 -Granada)	29033.00
TARN5- (150 -Granada)	19716.61

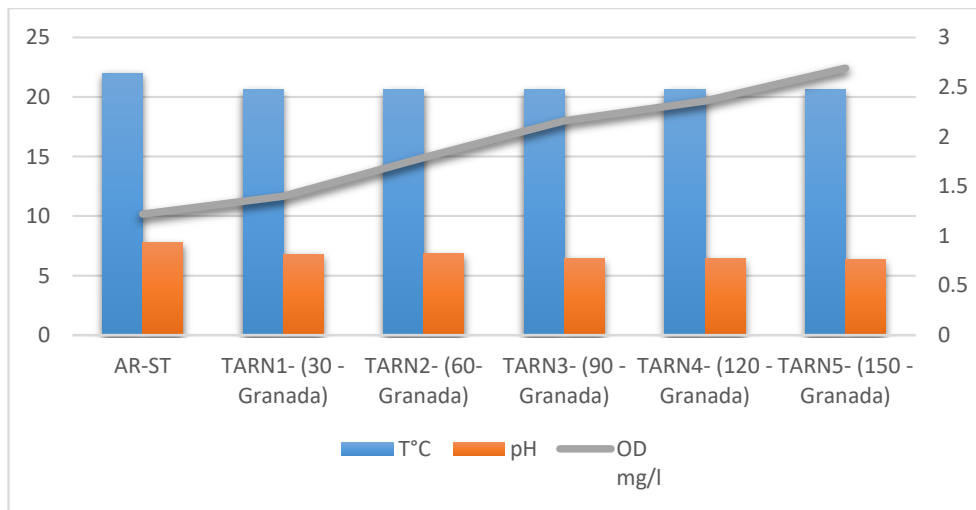


Gráfico 9

En el gráfico 9 podemos observar el comportamiento de los parámetros de temperatura pH que presentan una oscilación de valores aceptables, mientras que el oxígeno disuelto desde el inicio se observa un comportamiento positivo, aumentando valor desde el inicio de tratamiento hasta el final.

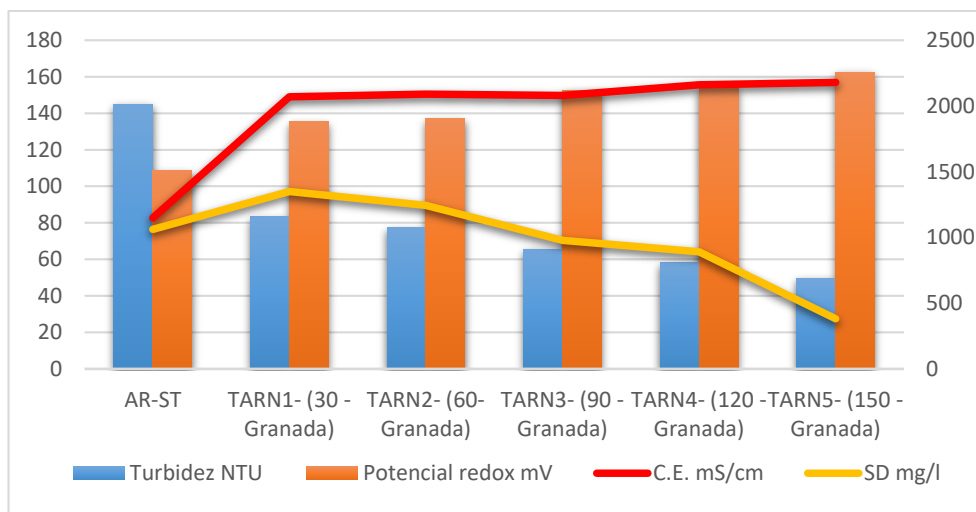


Gráfico 10

En el gráfico 10 observamos que el comportamiento de parámetro potencial Redox y de conductividad eléctrica, tiene un comportamiento de aumentar valor desde el minuto 30 al 150, mientras que la turbidez y los sólidos disueltos tiene un comportamiento positivo ya que disminuyen desde el inicio hasta el final del tratamiento.

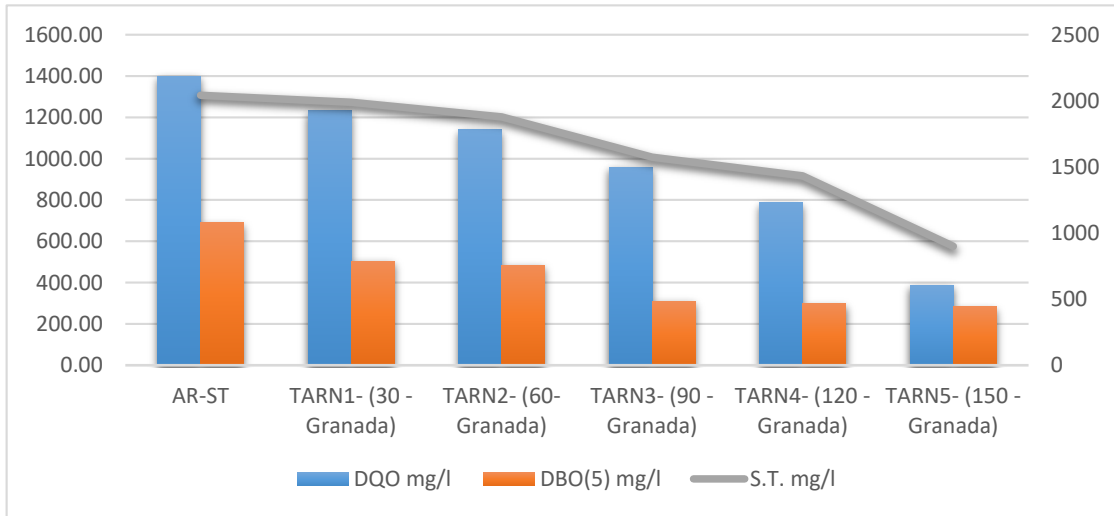


Gráfico 11

En el gráfico 11 analizamos el comportamiento de los parámetros de DQO, DBO (5) y Sólidos Totales decrecen desde el inicio del tratamiento hasta el final del mismo.

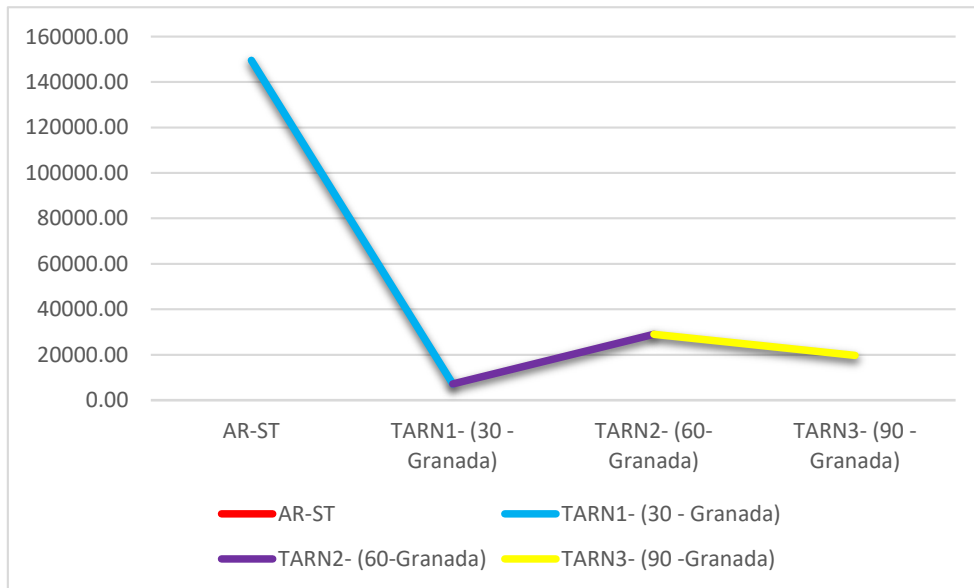


Gráfico 12

En el gráfico 12 observamos el comportamiento del parámetro coliformes totales, del cual tenemos una remoción del 95.22% desde el inicio del tratamiento al minuto 30, la cual disminuye al minuto 90 con un 85.58% para finalizar con un 86.81% al minuto 150.

V. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, el beneficio de la pirólisis a base de los residuos orgánicos que se generan diariamente permite un segundo uso a estos desechos que son arrojados a un botadero sin ningún aprovechamiento alguno, es por ello que al realizar la pirólisis con estos desechos se genera un biocarbón que ayuda como un adsorbente de los desechos tóxicos que se puede encontrar en las aguas residuales. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene López Deibi y Clemente Ainhoa (2021), en su artículo de opinión sobre el uso de este biocarbón como un medio de alternativa para la descontaminación de aguas residuales, indicando que el biocarbón proviene de la descomposición de la biomasa por medio de un proceso de combustión realizado a través de la pirólisis, la cual produce macro y microporos en los cuales interviene su capacidad de adsorción de toxinas en las aguas residuales.

La demanda química de oxígeno es la cantidad de sustancias que se encuentran en el agua capaces de oxidarse, en nuestros resultados el DQO obtuvo una reducción del 75% con las cáscaras de piña, en 72% con las cáscaras de granada y 58% con las cáscaras de maracuyá, logrando una reducción considerable de la materia inorgánica que se puede encontrar en nuestra agua residual lo cual afirma nuestra hipótesis específica que indica que el tratamiento de estas aguas negras con el biocarbón reduciría el DQO, lo mismo sostiene Ramírez Irina (2018), en su tesis sobre la eficiencia del biochar utilizando residuos municipales obteniendo un 71% de reducción en el DQO en su 2do y 6to día colocando un filtro juntamente con biochar, de igual forma ratifica FERREYRA, Andressa (2018), en su trabajo de fin de grado Tratamiento de efluentes de la industria del café vía adsorción en biocarbón activado, en la cual emplea tuza de maíz como fuente de biocarbón obteniendo una remoción de 71% de DQO, del mismo modo GUTIERREZ, Carlos (2019), en su tesis Bioadsorción aplicando bagazo de *Saccharum Officinarum* y biochar de *Persea Americana* en la reducción del DBO5, DQO, SST y AyG en taller automotriz, Callao 2019, en la cual emplea la pepa del fruto del palto como material orgánica para procesarlo por pirólisis y obtener su biocarbón dividiéndolo en tres filtros, obteniendo una reducción del DQO al 75.8% (1er filtro) 82.1% (2do filtro) y 75.6% (3er filtro), no obstante,

GARAYCOCHEA, Adrián (2020), en su tesis de grado remoción de DQO efluente final del procesamiento de café mediante bioadsorbentes de desechos agrícolas, en la cual emplea la cáscara de pacay, arroz y café como materiales orgánicos para la generación de biocarbón, posterior a su tratamiento obtienen la remoción del DQO (%) máxima 44.56 para el biochar de pacay, 16.70 para el biochar de arroz y 14.81 para el biochar de café.

La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno que consume la materia orgánica. Después del proceso de filtración se logró reducir al 58% el DBO5 con la cáscara de maracuyá, de una forma similar con la cáscara de piña que alcanzo un 75.2% en reducción, y con la cáscara de granada se obtuvo un 72.3% de reducción. con lo cual se llega a cumplir nuestros objetivos análogamente. FERREYRA, Andressa (2018), obtiene una remoción de del 75% de DBO, lo cual se contrasta con GUTIERREZ, Carlos (2019), que logro la remoción de 81.8% de remoción en su filtro número 1, 86.2% en su segundo filtro y 83.4% en su filtro número 3. Todos compuestos por diferentes granulometrías obtenido por su biocarbón de la pepa de la palta.

De los resultados obtenidos en esta investigación la pigmentación que tiene las aguas residuales al ser pasadas por un filtro en donde se le coloca las biomasas previamente pirolizadas y convertidas en biocarbón se puede apreciar un color en tono oscuro esto se debe al color de los biocarbones al estar en un estado de combustión a más de 300°C, tal como lo indica Puquio Mayra (2019), en su tesis sobre la eficiencia del biocarbón a partir de los residuos orgánicos en donde menciona que las propiedades o características del biocarbón son sólidos de pigmentación negra u oscura donde la capacidad de absorción depende del tamaño de los poros con relación a la temperatura al que se ha realizado el proceso de pirólisis, es decir que a mayor cantidad de poros que se encuentre en las biomasas pirolizadas mayor será su capacidad de absorción que pueda minimizar la materia orgánica que se encuentra en las aguas residuales.

Otros resultados que tiene la presente investigación es que se puede observar el comportamiento de los parámetros de temperatura, pH que presentan una oscilación de valores aceptables acidificando ligeramente el agua tratada, caso

contrario a lo registrado por GARAYCOCHEA, Adrián (2020), en la cual su muestra a tratar es ácida con un pH de 4.1 y posterior a su tratamiento con biochar procedente de cáscaras de pacay obtiene un pH 6.7, cáscaras de arroz 4.1 cáscaras de café 4.2, mientras que el oxígeno disuelto desde el inicio se observa un comportamiento positivo, aumentando valor desde el inicio de tratamiento hasta el final. Este resultado es relativamente bueno ya que se puede ver la presencia de oxígeno en estas aguas ya que al resultado de la primera muestra tomada nos indicaba que contaba con poco oxígeno y que el agua está por eutrofizarse, estos indicativos guardan relación con Acosta, Castro y Morena (2021), la pirólisis ha sido favorable en cuanto a la reducción de los coliformes totales y al aumento de oxígeno en las aguas causando un impacto positivo en la ciudad de Madrid, dando como segundo uso estas aguas que eran vertidas a los mares.

Hay dos tipos de pirólisis, en este caso nosotros usamos la rápida ya que nos permitía obtener los resultados en un corto tiempo, la temperatura era un factor muy importante ya que estuvo más de 3 horas a 300°C, 400°C y 500°C para que las biomásas puedan quedar perfectamente combustionadas y se pueda apreciar la mayor cantidad de macro y micro poros, lo cual es importante para la adsorción de toxinas en el agua, tal como lo indican Iglesias, Alvares y Salas (2020), la primera de ellas es la común de un horno con doble cámara herméticamente sellado y la otra fue bajo tierra, la cual la primera de ellas es mucho más eficiente en cuanto al tiempo, la temperatura y el producto final de las biomásas.

El parámetro de coliformes totales, microorganismos clasificados como bacilos gramnegativos, anaerobios, aerobios facultativos, de los cuales obtuvo una reducción de 95.22% con el filtro de granada, 93.91% con el filtro de maracuyá y un 95% con las cáscaras de piña. Con ello se logra reducir en gran medida la contaminación de nuestra muestra, ello tiene una correlación con Rivera López et al (2021), en su publicación Evaluación de los filtros de biocarbón-arcilla en la potabilización de agua de pozo en los municipios de Santiago Nonualco y en San Luis Talpa, en las cuales logran una remoción del 100% de coliformes totales, no obstante RODRIGUEZ, V. (2018), en su publicación Evaluación del funcionamiento de filtros de biocarbón/arcilla en la potabilización de agua mediante análisis

fisicoquímicos y microbiológicos, solo logra obtener la reducción de 54.90% para este parámetro.

Otros resultados sobre el biocarbón es que se considera una fuente de energía renovable porque se elimina como desecho y luego se convierte en materia orgánica sólida altamente porosa que se produce a partir de diversos residuos y materia orgánica en un ambiente no combustible. Esto lleva relación con lo que sostiene CRISTIELLEM et al (2017) en su publicación científica, biocarbón de diferentes residuos sobre las propiedades del suelo y la producción de frijol común, nos explica que el biocarbón producido a partir de residuos orgánicos es empleado para la filtración de biofertilizante obtenido a partir de excreta de porcino para su adsorción de nutrientes, resultando que el biocarbón aumento el pH del suelo y la disponibilidad de nutrientes en el suelo y en los frijoles.

La humedad en las biomásas es un factor muy importante ya que pasado el 10% se tendría que pasar por un proceso de secado tipo invernadero. En nuestros resultados las cáscaras de piña, maracuyá y granada obtuvieron un valor de 7.53, 7.75 y 7.31% de humedad lo que indica que está dentro del porcentaje establecido para una buena combustión en la pirólisis. Tal como indica MENDOZA, Adrián (2020) obtuvo en humedad menor al 10% indicando que el biocarbón es inversamente proporcional al contenido de humedad.

VI. CONCLUSIONES

- ✚ Se logró determinar los beneficios por pirólisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales y biológicos en aguas negras domésticas de la Urbanización Naranjito de Puente Piedra los cuales fueron de tres niveles, tanto social, económico y social.
- ✚ Se determinó las propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua negra doméstica antes y después del tratamiento. Se obtuvo el resultado de las tres cascaras maracuyá, granada y piña, en humedad se obtuvo un valor de 7.75%, 7.31% y 7.53% respectivamente, carbono fijo 21.14%, 22.41% y 20.65%, materia volátil 75.58%, 74.68% y 76%.
- ✚ Se pudo identificar las características fisicoquímicas de las aguas residuales, de entre ellas tenemos la temperatura, DBO, DQO, conductividad eléctrica, potencial Redox, etc.
- ✚ Se determinó el proceso de pirólisis de residuos orgánicos para obtener la granulometría de las dosis y depurar el agua residual doméstica.
- ✚ Para finalizar se determinó la reducción de coliformes totales, y en cuanto se recuperan los parámetros biológicos en las aguas residuales domésticas de la Urbanización Naranjito de Puente Piedra, logrando reducir en un 95.51%, 93.91% y 95.22% las C.T., además de la reducción en un 75.94%, 58.10% y 72.38% para DQO, mientras que un 59.25%, 57.23% y 58.96 para el DBO5 en los filtros con biochar provenientes de cáscara de piña, maracuyá y granada respectivamente

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Colocar en los filtros, arena gruesa, para la mejor filtración de la materia suspendida en las aguas residuales.
- ✓ En las próximas investigaciones sellar correctamente los filtros y así evitar la salida de las aguas negras y evitar accidentes.
- ✓ Recolectar siempre más de la muestra requerida ya que siempre se pierde en el traspaso de los filtros.
- ✓ Utilizar siempre equipos de protección como guantes, bata, botas para la recolección de las muestras.

REFERENCIAS

- Minam, Nueva ley y reglamento de residuos sólidos, DL N° 1278, , Artículo 14, [en línea] 2019, [Fecha de consulta 27 de abril del 2022] Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>
- Econopedia, Contaminación Hídrica, [en línea] 2021, [Fecha de consulta 27 de abril del 2022] Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/contaminacion-del-agua.html>
- Hidrotec, Tipos de aguas residuales, porque es importante conocerlas, [en línea] 2021, Barcelona, [Fecha de consulta 27 de abril del 2022] ,Disponible en: <https://www.hidrotec.com/blog/tipos-de-aguas-residuales/>
- Rae, Definición de Temperatura, [en línea] 2020, España, [Fecha de consulta 29 de abril del 2022] ,Disponible en: <https://dle.rae.es/temperatura>
- HannaColombia, ¿Qué es PH?, [en línea] 2019, Colombia, [Fecha de consulta 29 de abril del 2022] ,Disponible en: <https://www.hannacolombia.com/blog/p>
- Linseis, Conductividad Eléctrica, [en línea] 2020, Alemania, [Fecha de consulta 29 de abril del 2022], Disponible en: <https://www.linseis.com/es/propiedades/resistividad-electrica/>
- Acqua tecnología, Potencial Redox, [en línea] 2020, [Fecha de consulta 30 de abril del 2022], Disponible en: http://acquatecnologiaperu.com/wp-content/uploads/Potencial_Redox_Acqua_Tecnologia.pdf
- Induanalysis, Turbidez, [en línea] 2020, Colombia [Fecha de consulta 30 de abril del 2022], Disponible en: https://www.induanalysis.com/publicacion/detalle/turbidez_28

- Gob.pe, Valores Máximos Admisibles (VMA), [en línea] 2020, [Fecha de consulta 30 de abril del 2022], Disponible en: <https://www.gob.pe/12808-valores-maximos-admisibles-vma>
- Induanalysis, Demanda Bioquímica de Oxígeno, en 5 días, incubación y electrometría, [en línea] 2020, [Fecha de consulta 30 de abril del 2022], Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa>
- López Pedro, Población Muestra y Muestreo, [en línea] 2004, Scielo, [Fecha de consulta 06 de mayo del 2022] Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012#:~:text=Es%20el%20conjunto%20de%20personas,los%20accidentes%20viales%20entre%20otros%22.
- “Rodríguez, Diego J.; Serrano, Hector Alexander; Delgado, Anna; Nolasco, Daniel; Saltiel, Gustavo. 2020. De residuo a recurso: Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes para la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe. World Bank, Washington, DC. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33436> License: CC BY 3.0 IGO.”
- “Huerta Ramírez, Elmer Emilio, 2018. Basura en las calles del Perú | ¿Cómo podemos combatir este grave problema? El Comercio [En Línea] 23 de diciembre. Disponible en: <https://elcomercio.pe/tecnologia/actualidad/basura-peru-contaminacion-problema-lima-soluciones-noticia-588581-noticia/?ref=ecr>
- Mongabay, 2022 Nuevo informe revela la cadena de daños que provoca las aguas residuales al planeta, [Fecha de consulta 14 de mayo del 2022] Disponible en: <https://es.mongabay.com/2022/02/nuevo-informe-revela-cadena-de-danos-que-provocan-las-aguas-residuales-al->

- Acosta, Daniela y Castro Lizbeth, Pirólisis rápida para producir biocombustibles con residuos sólidos urbanos: estudio de caso, Madrid, Cundinamarca, 2021, Artículo de Revisión, Disponible en: <https://doi.org/10.15446/ga.v24nSupl3.97273>
- SILVA, J et al. Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesó filis en agua potable envasada y distribuida en San Diego, estado Carabobo, Venezuela. Rev. Soc. Ven. Microbiol. [online]. 2004, vol.24, n.1-2 [citado 2022-05-13], pp.46-49. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562004000100008&lng=es&nrm=iso. ISSN 1315-2556.
- GESCHE, E.; VALLEJOS, A. y SAEZ, M.. Eficiencia de Anaerobios sulfito-reductores como indicadores de calidad sanitaria de agua. Método de Número Más Probable (NMP). Arch. med. vet. [online]. 2003, vol.35, n.1 [citado 2022-05-13], pp.99-107. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2003000100011&lng=es&nrm=iso. ISSN 0301-732X. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2003000100011>.
- TOASA LLUMIGUSÍN, Fernanda Aracely. “Validación de los métodos de ensayo para fenoles, tensos activos, sólidos suspendidos y total de sólidos disueltos (tds)”. Tutor; Ana Machadi C. Universidad Central de Ecuador. Facultad de Ingeniería Química, Quito, 2012.
- Posada, Enrique et al. Establecimiento de índices de calidad ambiental de ríos con bases en el comportamiento del oxígeno disuelto y de la temperatura. aplicación al caso del río Medellín, en el valle de aburra en Colombia. Dyna rev.fac.nac. minas [online]. 2013, vol.80, n.181 [cited 2022-05-16], pp.192-200. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532013000500021&lng=en&nrm=iso. ISSN 0012-7353.

- GONZÁLEZ MORILLAS, Enrique Junior y MARTÍNEZ IPANAQUE, Anthony Agustín. “Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por la harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*) y la harina de cáscaras de maracuyá (*pasiflora edulis*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de galletas fortificadas” Director: Cesar Moreno Rojo. Universidad Nacional del Santa, Escuela académica profesional de Ingeniería Agroindustrial, Chimbote, 2017
- *Punica granatum* L. (Punicaceae), “granada”, es una fruta de zonas cálidas y áridas. Originaria de los alrededores de Irán hasta el norte del Himalaya en la India, se estableció en toda la región del Mediterráneo, incluida Armenia, por lo que es una fruta nativa de Persia cuyo origen se remonta a los primeros años del Neolítico (Hurrell y col., 2010; Pochettino, 2015)
- HURRELL, Julio A., et al., 2010. Biota Rioplatense XV Frutas fresa, secas y preservadas. Buenos Aires: LOLA. ISBN 978-987-1533-10-7
- CHAVEZ-GARCIA, Elizabeth; AGUILLON-MARTINEZ, Javier; SANCHEZ-GONZALEZ, Arturo y SIEBE, Christina. CHARACTERIZATION OF UNTREATED AND COMPOSTED BIOCHAR DERIVED FROM ORANGE AND PINEAPPLE PEELS. Rev. Int. Contam. Ambient [online]. 2020, vol.36, n.2 [citado 2022-05-17], pp.413-427. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992020000200413&lng=es&nrm=iso>. Epub 04-Mayo-2021. ISSN 0188-4999. <https://doi.org/10.20937/rica.53591>.
- MEDINA OROZCO, Lenin Ejecatl y MEDINA OROZCO, Iván N. Prototipo auto térmico móvil para producción de biocarbón con biomasa de esquilmos de aguacate. Terra Latinoam [online]. 2018, vol.36, n.2 [citado 2022-05-18], pp.121-129. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792018000200121&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2395-8030. <https://doi.org/10.28940/terra.v36i2.217>.

- TRUJILLO A, Enmer et al. Producción y caracterización química de biochar a partir de residuos orgánicos avícolas. Rev. Soc. Quím. Perú [online]. 2019, vol.85, n.4 [citado 2022-05-18], pp.489-504. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810634X2019000400489&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1810-634X. <http://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v85i4.262>.
- IGLESIAS ABAD, Sergio; alegre orihuela, JULIO; salas macias, CARLOS Y eguez moreno, José. El rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) mejora con el uso del biochar de eucalipto. Scientia Agropecuaria [online]. 2018, vol.9, n.1 [citado 2022-05-18], pp.25-32. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000100003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2077-9917. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.03>.
- Luconi, Juliana et al. adsorption of atrazine in rice husk biochars: a phenomenological model applied to equilibrium and kinetic studies. Engenharia Agrícola [online]. 2022, v. 42, n. 1 [Accessed 18 May 2022], e20190187. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v42n1e20190187/2022>>. Epub 18 Feb 2022. ISSN 1809-4430. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v42n1e20190187/2022>.
- MARASCA, Nicole et al. Analysis of the potential of cupuaçu husks (*Theobroma grandiflorum*) as raw material for the synthesis of bioproducts and energy generation. Food Science and Technology [online]. 2022, v. 42 [Accessed 18 May 2022], e48421. Available from: <<https://doi.org/10.1590/fst.48421>>. Epub 07 Jan 2022. ISSN 1678-457X. <https://doi.org/10.1590/fst.48421>.
- Zhang, Ying, Wang, Haitang and Wang, Xiaoqin Structural Characteristics of Lignite Char from Different Pyrolysis Reactors and the Influence on Their Gasification Reactivity. Journal of the Brazilian Chemical Society [online]. 2022, v. 33, n. 03 [Accessed 18 May 2022] , pp. 268-273. Available from:

<<https://doi.org/10.21577/0103-5053.20210145>>. Epub 21 Feb 2022. ISSN 1678-4790. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20210145>.

- Según Ramírez Irina, Eficiencia del biochar obtenidos a partir de residuos orgánicos municipales para la remoción de materia orgánica en aguas residuales, Chachapoyas, Amazonas, [online]. 2018 Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1509/Ramirez%20Mas%20Irina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FERREIRA PIMENTA, Andressa. 2018. Tratamiento de efluentes de la industria del café vía adsorción en biocarbón activado. [en línea]. Trabajo de fin de grado. Brasil: Universidad Tecnológica Federal de Paraná [consulta: julio de 2022]. Disponible en:
<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12114>
- GARAYCOCHEA MENDOZA DEL SOLAR, Adrián. Remoción de la demandad química de oxígeno del agua residual del procesamiento del café mediante bioadsorbentes derivados de residuos agrícolas. [en línea]. Tesis de grado. Lima: Universidad científica del Sur [consulta: julio de 2022]. Disponible en:
<https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1071>
- RODRÍGUEZ MEZA, V.; ESCOBAR PONCE, J.; RODRÍGUEZ-URRUTIA, E.; ARRIAZA ALFARO, C. 2018. Evaluación del funcionamiento de filtros de biocarbón /arcilla en la potabilización de agua mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos Agrocienza. [en línea].El Salvador: Facultad de ciencias agronómicas UES, 2, n. 07, p 20-31 [consulta: 19 Julio 2022] ISSN: 2522-6509 Disponible en:
<https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrocienza/index.php/agrocienza/articloe/view/82>
- GUSTI NGURAH NITYA SANTHIARSA. Rancang Bangun Alat Konversi Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Dengan Metode Pirólisis Untuk

- Penanganan Sampah Plastik. pp.189–196, 2022. Disponible en: <https://eds.s.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=6&sid=a595c9d2-acbe-4706-803e-0bd64cd6f84f%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=edsdoj.6f61eab677c246cdb251cb01667b588b&db=edsdoj>
- Guerrero, Giralt, Serret y Penedo, Estudio preliminar de la pirólisis de bagazo de caña con catálisis in situ. [online]. 2021 Disponible en: <https://eds.s.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=13&sid=a595c9d2-acbe-4706-803e-0bd64cd6f84f%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=153358239&db=fua>
 - Viltres y Alarcón, Caracterización química del bioaceite de pirólisis rápida de biomasa [online]. 2022 Disponible en: <https://eds.s.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=14&sid=a595c9d2-acbe-4706-803e-0bd64cd6f84f%40redis&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=156015314&db=fua>
 - CHAVEZ-GARCIA, Elizabeth; AGUILLON-MARTINEZ, Javier; SANCHEZ-GONZALEZ, Arturo y SIEBE, Christina. CHARACTERIZATION OF UNTREATED AND COMPOSTED BIOCHAR DERIVED FROM ORANGE AND PINEAPPLE PEELS. Rev. Int. Contam. Ambient [online]. 2020, vol.36, n.2 [citado 2022-05-17], pp.413-427. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992020000200413&lng=es&nrm=iso>. Epub 04-Mayo-2021. ISSN 0188-4999. <https://doi.org/10.20937/rica.53591>.
 - Silva, Isley Cristiellem Bicalho da et al. Biochar from different residues on soil properties and common bean production. Scientia Agricola [online]. 2017, v. 74, n. 5 [Accessed 14 July 2022] , pp. 378-382. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0242>>. ISSN 1678-992X. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0242>.
 - Xin, X., Liu, S., Qin, J. et al. Performances of simultaneous enhanced removal of nitrogen and phosphorus via biological aerated filter with biochar as fillers under low dissolved oxygen for digested swine wastewater

- treatment. *Bioprocess Biosyst Eng* 44, 1741–1753 (2021).
<https://doi.org/10.1007/s00449-021-02557-z>
- Yinchao Li, Jun Ma, Xiaoyu Yong, Liwen Luo, Jonathan W.C. Wong, Yabing Zhang, Hao Wu, Jun Zhou, Effect of biochar combined with a biotrickling filter on deodorization, nitrogen retention, and microbial community succession during chicken manure composting, *Bioresource Technology*, Volume 343, 2022, 126137, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126137>.
 - Yinchao Li, Jun Ma, Xiaoyu Yong, Liwen Luo, Jonathan W.C. Wong, Yabing Zhang, Hao Wu, Jun Zhou, Effect of biochar combined with a biotrickling filter on deodorization, nitrogen retention, and microbial community succession during chicken manure composting, *Bioresource Technology*, Volume 343, 2022, 126137, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126137>.
 - Mengya Zhang, Lei He, Xiangwei Zhang, Shuai Wang, Boaiqi Zhang, Lichun Hsieh, Kun Yang, Meiping Tong, Improved removal performance of Gram-negative and Gram-positive bacteria in sand filtration system with arginine modified biochar amendment, *Water Research*, Volume 211, 2022, 118006, ISSN 0043-1354, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.118006>.
 - Lichun Hsieh, Lei He, Mengya Zhang, Wanze Lv, Kun Yang, Meiping Tong, Addition of biochar as thin preamble layer into sand filtration columns could improve the microplastics removal from water, *Water Research*, Volume 221, 2022, 118783, ISSN 0043-1354, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118783>.Web
 - J.I. Bautista Quispe, L.C. Campos, O. Mašek, A. Bogush, Use of biochar-based column filtration systems for greywater treatment: A systematic literature review, *Journal of Water Process Engineering*, Volume 48, 2022, 102908, ISSN 2214-7144, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102908>.
 - J.I. Bautista Quispe, L.C. Campos, O. Mašek, A. Bogush, Use of biochar-based column filtration systems for greywater treatment: A systematic

literature review, *Journal of Water Process Engineering*, Volume 48, 2022, 102908, ISSN 2214-7144,
<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102908>.

- **Bellon, Riscanevo y Rodriguez**, A new dynamic model of thermal degradation of polymer binary mixes submitted through pyrolysis. 2022, Disponible en: [A new dynamic model of thermal degradation of polymer binary mixes submitte...: Discovery Service para Universidad Cesar Vallejo \(ebSCOhost.com\)](#)
- Pamela Sofia Fabian, Dong Hoon Lee, Sang Wook Shin, Joo-Hyon Kang, Assessment of pyrene adsorption on biochars prepared from green infrastructure plants: Toward a closed-loop recycling in managing toxic stormwater pollutants, *Journal of Water Process Engineering*, Volume 48, 2022, 102929, ISSN 2214-7144, <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102929>.
- Hafiza Afia Murad, Mahtab Ahmad, Jochen Bundschuh, Yohey Hashimoto, Ming Zhang, Binoy Sarkar, Yong Sik Ok, A remediation approach to chromium-contaminated water and soil using engineered biochar derived from peanut shell, *Environmental Research*, Volume 204, Part B, 2022, 112125, ISSN 0013-9351, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112125>.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935121014262>
- ESHIEMOGIE, S.O. y IWUCHUKWU, F.U., 2022. Recent advances in hydrochar application for the adsorptive removal of wastewater pollutants. *Chemical Engineering Research and Design* [en línea], vol. 184, pp. 419-456. ISSN 0263-8762. DOI 10.1016/j.cherd.2022.06.028. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2022.06.028>.
- Flores, Amaringo y Guayamis. *Las aguas residuales domésticas* (2013) [Fecha de consulta 17 de julio del 2022] Disponible en:
<https://es.slideshare.net/lobi7o/aguas-residuales-domesticas>

ANEXOS 1.- Operacionalización de variables: Beneficio por pirólisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales, y biológicos en aguas negras domésticas-

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
INDEPENDIENTE Pirólisis de residuos Orgánicos	La pirólisis es un proceso anaeróbico ya que convierte el material orgánico degradándolo en carbón, se distingue de otros procesos en que no hay presencia de oxígeno.	La pirólisis es la degradación térmica, sin que haya combustión, las temperaturas están alrededor de los 300° a 800° sin presencia de oxígeno, solo el que tienen los residuos.	Propiedades de las cáscaras obtenidas por pirólisis Diseño del tratamiento Dosis de biocarbón	Humedad Materia volátil Ceniza Carbono fijo Dimensiones de filtros Pesos de biocarbón Tiempos de muestreo	% % % % cm g minutos

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
DEPENDIENTE Coliformes Totales, y	Los coliformes totales se caracterizan por no tener esporas, los parámetros biológicos son utilizados como c indicadores de coliformes, estos se dedican al estudio de los microorganismos y la actividad que estos emplean como su forma, estructura, metabolismo, etc.	La agrupación de bacterias coliformes han sido el primordial indicador sobre las características de las diferentes clases de agua; la población de coliformes de un analito, se emplea como valoración de contaminación, en consecuencia, de salubridad de la misma	Propiedades fisicoquímicas del agua negra antes y después del tratamiento con biocarbón Propiedades biológicas del agua residual luego del tratamiento con el biocarbón.	Temperatura Potencial de hidrogeno Conductividad eléctrica Potencial Redox Turbidez ST SD OD DQO DBO CT Reducción de coliformes totales Equilibrio demanda química de oxígeno oxígeno disuelto aceptable	°C Acido/base µS/cm mV NTU mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L UFC/ml % mg/L mg/L


Anexo 2. Matriz de Operacionalización


PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLOGICO	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>General</p> <p>¿Cuáles serán los Beneficios por pirólisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales, y biológicos en aguas negras domésticas- Urbanización Naranjito – Puente Piedra?</p> <p>Específico</p> <p>¿Cómo serán las propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar los Beneficios por pirólisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales y biológicos en aguas negras domésticas- Rinconada Alta – La Molina.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar las propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua negra domésticas antes y después del tratamiento.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>H1: La pirólisis de residuos orgánicos influirá en el control de coliformes totales, y mejora de parámetros biológicos en aguas residuales domésticas- Urbanización Naranjito – Puente Piedra.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>H1: El tratamiento del agua residual domestica con biocarbón de cáscaras orgánicas influirán en la reducción de los CT, y mejora del DQO, OD.</p>	<p>INDEPENDIENTE</p> <p>Pirólisis de residuos orgánicos.</p> <p>DEPENDIENTE</p>	<p>Tipo de Investigación Aplicada Descriptiva</p> <p>Nivel de investigación Pre Experimental</p> <p>Diseño de Investigación</p>	<p>POBLACIÓN</p> <p>La población se encuentra en urbanización Naranjito – Puente Piedra</p> <p>MUESTREO</p> <p>Para realizar el muestreo será de 50 litros homogenizada</p>


<p>negra domésticas antes y después del tratamiento?</p> <p>¿Cuáles serán las características fisicoquímicas de las cáscaras de mamey, pecana, y melón?</p> <p>¿Cómo será el proceso de pirólisis de residuos orgánicos para obtener la granulometría de las dosis y depurar el agua residual doméstica?</p> <p>¿Cuál será la reducción de coliformes totales, y en cuanto se recuperan los parámetros biológicos en las aguas residuales domésticas de Urbanización Naranjito – Puente Piedra?</p>	<p>Identificar las características fisicoquímicas de las cáscaras de maracuyá, granada y piña.</p> <p>Determinar el proceso de pirólisis de residuos orgánicos para obtener la granulometría de las dosis y depurar el agua residual doméstica.</p> <p>Determinar la reducción de coliformes totales, y en cuanto se recuperan los parámetros biológicos en las aguas residuales domésticas de Urbanización Naranjito – Puente Piedra</p>	<p>H1: La granulometría de los biocarbones obtenidos por pirólisis permitirán depurar el agua residual doméstica.</p> <p>H1: Las características físicas y químicas de las cáscaras de Maracuyá, granada y piña influirán en la reducción de los coliformes totales, mejorando la demanda química de oxígeno, y oxígeno disuelto del agua residual domésticas.</p> <p>H1: La reducción de los coliformes totales, materia Orgánica y oxígeno disuelto serán mayor del 60% con el tratamiento de biocarbón del agua negra doméstica.</p>	<p>Coliformes totales y parámetros biológicos</p>	<p>Experimental</p> <p>Enfoque</p> <p>Cuantitativo</p>	
---	---	---	---	--	--

Anexo 3.- Instrumentos de recolección de datos

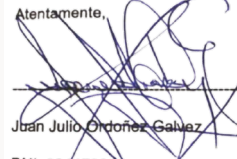
1.- Registro de la recolección de muestra

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		Ficha 01: Propiedades de las cáscaras obtenidas por pirólisis					
N°	Muestras	Humedad	Materia Volátil	Ceniza	Carbono fijo	Análisis Granulométrico de bio carbón	Capacidad de Absorción
01							
02							
03							
FACULTAD			INGENIERÍA AMBIENTAL				
APELLIDOS Y NOMBRES			Calle Gutiérrez Johanna Stefany – Cóndor Espinosa Marco Antonio				
TÍTULO			Beneficio por pirólisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales, y biológicos en aguas negras domésticas- Urbanización Naranjito – Puente Piedra 2022				


**LUIS FERMIR
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111711**



**PERCY LUIS
 GRIJÁLVA ARONI
 INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 221016**


Fuente


Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308



N°	Muestras	Dimensiones de filtros	Pesos de bio-carbón	Tiempos de muestreo	Retención hidráulica	Caudal del tratamiento
01						
02						
03						
FACULTAD			INGENIERÍA AMBIENTAL			
APELLIDOS Y NOMBRES			Calle Gutiérrez Johanna Stefany – Cóndor Espinosa Marco Antonio			
TÍTULO			Beneficio por pirólisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales, y biológicos en aguas negras domésticas- Urbanización Naranjito – Puente Piedra 2022			
OBSERVACIONES						


LUIS FERMIR
HOLGUIN ARANA
INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111711


PERCY LUIS
GRIJALVA ARONI
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 221016

Fuente


Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308



N°	Muestras	Temperatura	Potencial de Hidrogeno	Conductividad eléctrica	Potencial redox	Turbidez	ST	SD	OD	DQO	DBO	CT
01												
02												
03												
FACULTAD						INGENIERÍA AMBIENTAL						
APELLIDOS Y NOMBRES						Calle Gutiérrez Johanna Stefany – Cóndor Espinosa Marco Antonio						
TÍTULO						Beneficio por pirólisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales, y biológicos en aguas negras domésticas- Urbanización Naranjito – Puente Piedra 2022						
OBSERVACIONES												

LUIS FERRER
HOLGUIN ARANCA
INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111711

PERCY LUIS
GRIJALVA ARONI
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 221016

Fuente Atentamente,


Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO


Ficha 04: Resultados de la pirólisis

N°	Muestras	Humedad	Materia Volátil
01			
02			
03			
FACULTAD		INGENIERÍA AMBIENTAL	
APELLIDOS Y NOMBRES		Calle Gutiérrez Johanna Stefany – Cóndor Espinosa Marco Antonio	
TÍTULO		Beneficio por pirólisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales, y biológicos en aguas negras domésticas- Urbanización Naranjito – Puente Piedra 2022	
OBSERVACIONES			


LUIS FERMIR
HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111711

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Galvez
DNI: 08447308

Fuente

PERCY LUIS
GRIJALVA ARONI
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 221016

2.-Registro de las propiedades físicas, químicas, biológicas, y microbiológicas del agua residual doméstica.

✚ Temperatura

✚ Potencial de hidrógeno

✚ Conductividad eléctrica

✚ Potencial Redox

✚ Turbidez

✚ Sólidos Totales

✚ Sólidos disueltos

✚ OD

✚ DQO

✚ DBO

✚ Coliformes totales

3.- Registro de las propiedades de las cáscaras obtenidas por pirólisis.

✚ Dimensiones de filtros

✚ Pesos de biocarbón

✚ Tiempos de muestreo

✚ Retención hidráulica

✚ Caudal del tratamiento

4.- Registro del diseño del Tratamiento

✚ Dimensiones de filtros

✚ Pesos de biocarbón

✚ Tiempos de muestreo

✚ Retención hidráulica

✚ Caudal del tratamiento

5.- Registro de los resultados de reducción de coliformes totales y parámetros biológicos del agua residual.

 Reducción de coliformes totales

 Equilibrio demanda química de oxígeno

 Oxígeno disuelto aceptable

 Cuadros Excel

Anexo 4.- Imágenes de evidencia



Imagen en el punto de la toma del agua negra



Imagen con el filtro de aguas negras con el biocarbón

Anexo 5.- Planos de ubicación



Anexo 6.- Certificados de análisis



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Johanna Stefany Calle Gutiérrez

Procedencia de muestra : Canal de aguas residuales domésticas-Puente Piedra

Recepción de muestra : Lima, 25 de Mayo del 2022

Análisis inicial de agua residual negra domestica

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mV	Turbidez NTU
PFQ-AND	22	7.78	1149	108.5	145

PFQ-AND: Parámetros físico-químico del agua negra domestica

Muestra	Oxígeno Disuelto mg/l	Demanda química de Oxígeno(mg/l)	Demanda Bioquímica de Oxígeno(mg/l)	Sólidos Totales mg/l	Sólidos Disueltos mg/l
PFQ-AND	1.22	1400	892	2041	1060

Muestra	Sólidos Suspendidos Totales mg/l	N° de Colonias 10^{-2}	N° de Colonias 10^{-3}
PFQ-AND	981	195	130

muestra	N° colonias por placa	factor de dilución	volumen de siembra (ml)	Coliformes totales UFC/ml
UFC/ml -A	195	100	1	19500
UFC/ml -B	130	1000	1	130000

MUESTRA	UFC/ml - A	UFC/ml - B	UFC/ml
AND-AM	19500	130000	149500

Métodos: Potenciometría, Winkler, Gravimetría, Recuento en placas Petri.

Lima, 02 de Junio del 2022


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de aguas negras residuales domesticas

SOLICITADO POR : Johanna Stefany Calle Gutiérrez

Procedencia de muestra : Canal de aguas residuales domesticas-Puente Piedra

Recepción de muestra : Lima, 30 de Mayo del 2022

Muestras	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica mS/cm	Potencial redox mV	Turbidez NTU
TARN1- (30 - Piña)	20.6	7.02	2.06	154.5	45.2
TARN1- (30 - Maracuyá)	20.6	7.17	2.01	160.2	47.9
TARN1- (30 - Granada)	20.6	6.81	2.07	135.6	83.3
TARN2- (60-Piña)	20.6	7.21	2.08	168.4	41.8
TARN2- (60-Maracuya)	20.6	7.27	1.98	176.6	45.5
TARN2- (60-Granada)	20.6	6.88	2.09	137.2	77.2
TARN3- (90 -Piña)	20.6	6.85	2.10	139.5	38.8
TARN3- (90 Maracuyá)	20.6	6.94	2.03	146.6	40.8
TARN3- (90 Granada)	20.6	6.43	2.08	152.3	65.6
TARN4- (120 - Piña)	20.6	6.77	2.17	130.8	35.6
TARN4- (120 - Maracuyá)	20.6	6.92	2.11	142.1	37.4
TARN4- (120 - Granada)	20.6	6.42	2.16	154.5	58.2
TARN5- (150 -Piña)	20.6	6.70	2.23	136.4	28.9
TARN5- (150 -Maracuyá)	20.6	6.85	2.14	138.2	31.8
TARN5- (150 -Granada)	20.6	6.35	2.18	162.8	49.7

Muestras	Oxigeno Disuelto mg/l	Demanda química de Oxigeno(mg/l)	Demanda Bioquímica de Oxigeno(mg/l)	Sólidos Totales mg/l	Sólidos Disueltos mg/l
TARN1- (30 - Piña)	1.52	1220.00	500.00	1985	1352
TARN1- (30 - Maracuyá)	1.27	1253.33	514.00	1996	1345
TARN1- (30 - Granada)	1.40	1233.33	503.00	1990	1360
TARN2- (60-Piña)	1.85	1120.00	481.00	1878	1254
TARN2- (60-Maracuya)	1.84	1166.67	505.00	1886	1245
TARN2- (60-Granada)	1.79	1140.00	484.00	1879	1243
TARN3- (90 -Piña)	2.18	880.00	308.00	1584	996
TARN3- (90 Maracuyá)	2.10	1053.33	314.00	1624	1020
TARN3- (90 Granada)	2.16	960.00	310.00	1574	978
TARN4- (120 - Piña)	2.42	786.67	294.00	1458	946
TARN4- (120 - Maracuyá)	2.24	853.33	300.00	1542	965
TARN4- (120 - Granada)	2.36	786.67	298.00	1432	890
TARN5- (150 -Piña)	2.75	346.67	282.00	890	377
TARN5- (150 -Maracuyá)	2.42	586.67	296.00	1180	632
TARN5- (150 -Granada)	2.69	386.67	284.00	900	382

Métodos: Potenciométrico, Winkler, Gravimétrico.

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 -Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica
Laboratorio de Espectrometría

Muestra	N° Colonias 10 ⁻¹	N° Colonias 10 ⁻²	10 ⁻¹ UFC/ml	10 ⁻² UFC/ml	Coliformes Totales UFC/ml
TARN1- (30-Piña)	476.67	195.00	4766.67	19500.00	6716.67
TARN1- (30-Maracuya)	606.67	303.33	6066.67	30333.33	9100.00
TARN1- (30-Granada)	433.33	281.67	4333.33	28167.00	7150.00
TRAN3-(90-Piña)	325.00	173.33	3250.00	17333.00	20583.33
TRAN3-(90-Maracuya)	411.67	173.33	4116.67	17333.33	21450.00
TRAN3-(90-Granada)	520.00	238.33	5200.00	23833.00	29033.00
TRN5-(150-Piña)	411.67	151.67	4116.67	15166.67	19283.34
TRN5-(150-Maracuya)	455.00	151.67	4550.00	15166.67	19716.61
TRN5-(150-Granada)	455.00	151.67	4550.00	15166.67	19716.61

Método: Tubos múltiples, Recuento de placas Petri.

Lima, 09 de Junio del 2022



MSc. Ailio Magsaza A.
Jefe Lab. Espectrometría



Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

Anexo 7.- Captura de pantalla del Turnitin

feedback studio | JOHANNA STEFANY CALLE GUTIERREZ | tesis 2 johanna calle.docx

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Título de la Tesis

Beneficio por pirolisis de residuos orgánicos para el control de coliformes totales, y biológicos en aguas negras domésticas- Urbanización Naranjito – Puente Piedra 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR (ES):

Calle Gutiérrez, Johanna Stefany (ORCID: 0000-0001-9433-4308)
Cándor Espinoza Marro Antonio (ORCID: 0000-0002-1309-1437)

ASESOR (A):

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2022

Resumen de coincidencias ✕

14 %

1	repositorio.ucv.edu.pe	7 %	>
	Fuente de Internet		
2	hdl.handle.net	2 %	>
	Fuente de Internet		
3	Entregado a Universida...	1 %	>
	Trabajo del estudiante		
4	es.scribd.com	1 %	>
	Fuente de Internet		
5	Entregado a Universida...	<1 %	>
	Trabajo del estudiante		
6	openknowledge.worldb...	<1 %	>
	Fuente de Internet		
7	Entregado a Escuela P...	<1 %	>
	Trabajo del estudiante		
8	español.answers.yaho...	<1 %	>
	Fuente de Internet		
9	Entregado a Universida...	<1 %	>
	Trabajo del estudiante		
10	issuu.com	<1 %	>
	Fuente de Internet		

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Holguín Aranda Luis
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades de las cáscaras obtenidas por pirólisis
- 1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

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	


II. OPINIÓN DE APLICABILIDA

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

X
.....

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%



**LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111711**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Holguín Aranda Luis
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Diseño del tratamiento y dosis de biocarbón
 1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

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												X	
2	OBJETIVIDAD												X	
3	ACTUALIDAD												X	
4	ORGANIZACIÓN												X	
5	SUFICIENCIA												X	
6	INTENCIONALIDAD												X	
7	CONSISTENCIA												X	
8	COHERENCIA												X	
9	METODOLOGÍA												X	
10	PERTINENCIA												X	

X

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X
.....

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 11 de mayo del 2022



LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111712

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Holguín Aranda Luis
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua residual domestica
 1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
6	CLARIDAD												X	
7	OBJETIVIDAD												X	
8	ACTUALIDAD												X	
9	ORGANIZACIÓN												X	
10	SUFICIENCIA												X	
6.	INTENCIONALIDAD												X	
7.	CONSISTENCIA												X	
8.	COHERENCIA												X	
9.	METODOLOGÍA												X	
11	PERTINENCIA												X	


VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X
.....

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%



LUIS FERRER
HOLGUÍN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111711

Lima, 11 de mayo del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Holguín Aranda Luis
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Resultados de la pirólisis

1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
a. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
b. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
c. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
d. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
e. 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	
11. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	


VIII. OPINIÓN DE APLICABILIDA

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

X
.....

IX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%



LUIS FERMÍN
 HOLGUÍN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111711

Lima, 11 de mayo del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Gálvez Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades de las cáscaras obtenidas por pirólisis
- 1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
f. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
g. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
h. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
i. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
j. 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	
12. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

X. OPINIÓN DE APLICABILIDA

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

X
.....

XI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, 11 de mayo del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Gálvez Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Diseño del tratamiento y dosis de biocarbón
- 1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
k. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
l. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
m. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
n. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
o. 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	
13. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

XII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X
.....

XIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez
DNI: 08447308

Lima, 11 de mayo del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Gálvez Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua residual domestica
 1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
p. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
q. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
r. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
s. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
t. 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	
14. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

XIV. OPINIÓN DE APLICABILIDA

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

X
.....

XV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

Lima, 11 de mayo del 20

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Gálvez Juan Julio
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Resultados de la pirólisis**

1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
u. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
v. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
w. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
x. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
y. 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	
15. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

XVI. OPINIÓN DE APLICABILIDA

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

X
.....

XVII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 11 de mayo del 2022

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Grijalva Aroni Percy Luis
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades de las cáscaras obtenidas por pirólisis
 1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
z. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
aa. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
bb. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
cc. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
dd. 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	
16. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

XVIII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


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

X
.....

XIX. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Fuente

95%



PERCY LUIS
 GRIJALVA ARONI
 INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 221016

Lima, 11 de mayo del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Grijalva Aroni Percy Luis
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Diseño del tratamiento y dosis de biocarbón
- 1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
ee. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
ff. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
gg. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
hh. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
ii. 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
17. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

XX. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


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

X
.....

XXI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Fuente



PERCY LUIS
GRIJALVA ARONI
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 221016

Lima, 11 de mayo del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Grijalva Aroni Percy Luis
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua residual domestica
 1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
jj. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
kk. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
ll. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
mm. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
nn. 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	
18. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

XXII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


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

X
.....

XXIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Fuente

95%



PERCY LUIS
 GRIJALVA ARONI
 INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 221016

Lima, 11 de mayo del 202

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Grijalva Aroni Percy Luis
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente de la UCV**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Resultados de la pirólisis

1.5. Autores del Instrumento: Johanna Stefany Calle Gutiérrez, Marco Antonio Cóndor Espinoza

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
oo. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
pp. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
qq. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
rr. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
ss. 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	
19. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

XXIV. OPINIÓN DE APLICABILIDA


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

X
.....

XXV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Fuente

95%



PERCY LUIS
 GRIJALVA ARONI
 INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 221016

Lima, 11 de mayo del 2022