



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Metodologías para el tratamiento de aguas residuales
domésticas con fines de reúso en hidroponía”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Alvarado Armas, David Enrique (ORCID: 0000-0003-2034-3476)

ASESOR:

Mg. Garzón Flores, Alcides (ORCID: 0000-0002-0218-8743)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad Y Gestión De Los Recursos Naturales

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios, mis padres y familia, por todo su incondicional apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

Agradecimiento

Agradezco a Dios en primer lugar, a mis familiares, docentes y amigos que directa o indirectamente me alentaron a la realización de este trabajo de investigación y la cristalización de mi carrera profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenido.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstrac.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METOLOGÍA	27
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	27
3.2 Categoría, Subcategorías y matriz de categorización apriorística.....	27
3.3 Escenario de estudio.....	30
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5 Procedimiento.....	30
3.6 Rigor científico.....	33
3.7 Método de análisis de datos.....	34
3.8 Aspecto éticos.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Matriz de categorización apriorística.....	28
Tabla N° 2: Proceso de revisión sistemática y procedimientos.....	32
Tabla N° 3 Tipos de métodos	35
Tabla N° 4 Tipos de método según porcentajes.....	36
Tabla N° 5 Criterios de comparación.....	38
Tabla N° 6 Componentes de aguas residuales.....	42
Tabla N° 7 Métodos aplicados.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: <i>Sección transversal de humedal subsuperficial</i>	22
Figura N° 2: <i>Procedimientos del método de RAFA</i>	23
Figura N° 3 <i>Diseño de un DHS postratamiento de un RAFA</i>	24
Figura N° 4 <i>Fitorremediación en Humedal Artificial</i>	25
Figura N° 5 <i>Sistema Hidropónico NFT</i>	26

RESUMEN

La presente investigación se propuso identificar las metodologías más eficaces para el tratamiento de aguas residuales domésticas que sean aplicables en el reúso en hidroponía. La metodología fue de una revisión sistemática de diseño narrativo de tópicos los cuales permitieron analizar 35 artículos de revistas indexados a bases de datos o directorios de revistas científicas tales como Scopus, Web of Science, Science Direct, Redalyc. Con el instrumento de Ficha Técnica de recolección de Datos y análisis y la técnica fue el análisis documental. A través de esta investigación se pudo determinar que si existen metodologías eficaces para el tratamiento de aguas residuales domésticas que sean aplicables en el reúso en hidroponía, los cuales fueron el Método de humedal artificial de Flujo Subsuperficial, el Reactor RAFA, el sistema DHS, y el Método de Fitorremediación. Las cuales son tecnologías que operan como medios de descontaminación de las aguas residuales domésticas, removiendo de ellas todos los contaminantes que sean necesarios. Como conclusión, se pudo determinar que el método más óptimo para el tratamiento de aguas residuales domésticos es la del Flujo Sub Superficial, por su Eficacia en la remoción de contaminantes como el DQO (93%), Coliformes Totales y Fecales (99.9%), bajos costos de operación, no requiere de energía eléctrica, tiene un amplio proceso natural, evita malos olores y mosquitos.

Palabras claves: Aguas residuales domésticas, metodología, hidroponía.

ABSTRACT

The present research set out to identify the most effective methodologies for the treatment of domestic wastewater that are applicable in hydroponic reuse. The methodology was a systematic review of the narrative design of topics, which allowed the analysis of 35 journal articles indexed to databases or directories of scientific journals such as Scopus, Web of Science, Science Direct, Redalyc. With the instrument of Data Collection and Analysis Technical Sheet and the technique was the documentary analysis.

Through this investigation it was possible to determine that if there are effective methodologies for the treatment of domestic wastewater that are applicable in the reuse in hydroponics, which were the artificial wetland Subsurface Flow Method, the RAFA Reactor, the DHS system, and the Phytoremediation. Which are technologies that operate as a means of decontamination of domestic wastewater, removing from them all the contaminants that are necessary. As a conclusion, it was possible to determine that the most optimal method for the treatment of domestic wastewater is that of Sub-Surface Flow, due to its Efficiency in the removal of contaminants such as COD (93%), Total and Fecal Coliforms (99.9%), low operating costs, does not require electricity, has a wide natural process, prevents odors and mosquitoes.

Keywords: Domestic wastewater, methodology, hydroponics.

I. INTRODUCCIÓN

Todo ser humano y demás seres vivos necesitan del agua que es fundamental para su existencia, la cual se distribuye en el planeta tierra, por medio de los ríos, océanos, mares, fuentes, lagos y otros. Y a estas distintas fuentes de agua, se vierten sustancias líquidas sobrantes procedentes de sus casas, de industrias, y otros que conforman un pueblo o ciudad. Estos residuos líquidos vertidos de distintas fuentes, contienen pesticidas, desechos químicos, metales pesados, grasas, sustancias carbonatadas (jabón, detergente y otros), residuos fecales, y materia orgánica entre otros. La presencia de estos residuos si no son tratados y controlados oportunamente, pueden generar mayor contaminación a las fuentes de aguas que sirven para el consumo humano, volviéndolo no favorable para ello.

El problema causado por el agua residual no es solo una dificultad de contexto nacional, sino también en todo el mundo, que, por datos oficiales vertidos por la Organización de las Naciones Unidas, un 80 % de estos líquidos servidos de todo el mundo no se tratan antes de ser vertida, lo que permite la inoculación de plantas y animales causando enfermedades y muertes prematuras que generan costos muy elevados. (Sánchez, 2017). Esta es una problemática en el Perú, pues las instalaciones para tratar las aguas servidas, a lo largo de todo su territorio, no tienen un funcionamiento apropiado ni óptimo, tampoco una tecnología adecuada para el clima en la que han sido instaladas.

Al considerarse el rápido crecimiento de la población humana, se deben tener también en cuenta el aumento de la inoculación de las masas hídricas superficiales y subterráneas, la dispareja repartición del agua y el largo tiempo de sequía; que apremian la urgencia de nuevos planteamientos como recursos opcionales para el aprovisionamiento de agua y descontaminación de la misma. Razón por la cual se requiere que las aguas servidas se constituyan como un recurso sumado, que asista a esta necesidad. (Amarildo, 2010. Informe de país Perú, p. 12). Sobre la temática en mención, Yee-Batista (2013), confirma que el 70% de aguas servidas del territorio latinoamericano no pasa por un tratamiento como corresponde, porque solamente es extraída, utilizada y vertida totalmente contaminada a las masas hídricas. Por ello, se requiere que las aguas servidas o residuales sean tratadas antes de volverla a consumir a fin de evitar que contaminen a las personas y al

medioambiente (especialmente por sus consecuencias en la productividad del agro) y por la salubridad pública. (Fernando, González y Morales, 2015, p. 5).

Los habitantes de áreas con escasa provisión de agua padecen generalmente de diversos males estomacales y otros; y esta es una de las razones por lo que el tratamiento de aguas residuales, urge de un plan político de sanidad del medioambiente, sobre todo considerando la evacuación de aguas servidas producidas en las urbes, ya sea utilizada domésticamente, industrialmente o por la agricultura. Razón por la cual, se necesitan de instalaciones de saneamiento de las aguas servidas principalmente en las localidades urbanas, debido a su elevada densidad. (Fernando, González y Morales, 2015, p.6).

El saneamiento de las aguas servidas es practicado desde antes que se viene realizando desde la antigüedad, y actualmente es importante para conservar una vida de calidad, debido a que el agua es un líquido vital para la subsistencia humana. Existen muchas técnicas o métodos por cada forma de saneamiento de las aguas servidas con extensas prácticas, y que progresaron con el paso del tiempo tanto en diseño como en conocimientos. Actualmente existe mayor exigencia referente a las regulaciones que se deben cumplir en este proceso, lo cual ha permitido el uso de innovadas técnicas en función al saneamiento de las masas de aguas.

Los métodos de saneamiento de aguas servidas, son sistemas que tratan el líquido hídrico mediante su estudio y análisis a fin de tratarlo y analizarlo para su descontaminación. Para dicho tratamiento y descontaminación, se requieren de plantas o instalaciones que permitan su acondicionamiento, mediante la retención de diferentes materias sólidas y flotantes que se encuentran en las masas hídricas residuales. (Tratamiento y reúso de aguas residuales – Parte 2. SINIA Perú (Sistema Nacional de Información Ambiental), p. 27).

Teniendo en cuenta lo planteado renglones arriba, mediante el presente estudio se pretende conocer acerca de las distintas maneras de metodologías de saneamiento de las aguas servidas, previo análisis de estas metodologías de tratamiento, a fin de aplicarlos con fines de reúso en hidroponía.

Por tal motivo, se plantea en esta investigación analizar el uso de diversas metodologías aplicadas en el tratamiento del agua residual doméstica a fin de evaluar cuál sería el tratamiento más adecuado como alternativa para eliminar las partículas contaminadas de este líquido residual doméstico y ser aplicada en actividades de hidroponía. Por tal motivo, la presente investigación se justifica por conveniencia debido a la existencia de la necesidad de conocer qué metodología es la más segura para el tratamiento de aguas residuales domésticas para uso hidropónico. Asimismo, por justificación teórica y práctica los aportes tanto teóricos como prácticos que se obtendrán en esta investigación servirán como recursos para otras investigaciones. En lo social este trabajo se justifica por los resultados de esta investigación serán de utilidad para los agricultores y personas interesadas en el tratamiento de aguas residuales domésticas con fines de reúso en hidroponía.

Sobre la base de la realidad problemática se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación que son los siguientes. El problema general de la investigación fue: ¿Cuáles son los métodos más eficientes que se aplican en el tratamiento de las aguas residuales domésticas para reúso en hidroponía? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes: ¿Qué tipos de metodologías existen para el tratamiento del agua residual doméstica? ¿De qué manera se aplican estas metodologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas? y ¿Qué metodología aplicada en el tratamiento de aguas residuales domésticas para el reúso en hidroponía es la más eficiente?

El objetivo general fue: Determinar las metodologías más eficaces para el tratamiento de aguas residuales domésticas que sean aplicables en el reúso en hidroponía mediante una revisión sistemática. Los específicos fueron los siguientes: Identificar los diferentes métodos de tratamiento que se aplican a las aguas residuales domésticas. Describir el procedimiento de los diferentes métodos aplicados en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Identificar las metodologías más eficaces en el tratamiento de las aguas residuales domésticas aplicables en el reúso en hidroponía.

II. MARCO TEORICO

Para el desarrollo de la presente investigación, se tuvo en consideración trabajos previos como antecedentes a este estudio los cuales son:

Centeno Mora y Murillo Marín, (2020), abordan el tema del procedimiento sostenible de las aguas servidas en pequeñas comunidades de Costa Rica, estudio en el que se analizaron tres tecnologías para instalaciones de tratamiento de aguas servidas, de aplicación factibles en el país. Las conclusiones de esta investigación demostraron que la práctica actual de uso extendido de sistemas de Lodos Activados de Aireación Extendida (LAE) en pequeña escala, no es una opción más sostenible, por lo que urge en adelante considerar escalas de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de mayores escalas, como también ampliar el abanico de tecnologías empleadas en el país, y aprovechar las nuevas experiencias que tuvieron mucho éxito en países con iguales condiciones.

Asimismo, Chávez, (2017), de Ecuador, en su investigación ejecutaron un modelo e implementación de un sistema de saneamiento de aguas residuales en una empresa dedicada a la producción de alimentos, la misma que no tiene un mecanismo que le faculte el saneamiento de sus aguas servidas, producidas a consecuencia de su labor de producción. La metodología aplicada en la ejecución de este proyecto permitió establecer el Diseño del Sistema de Tratamiento, e instalarlo y montarlo con el fin de suprimir residuos orgánicos de las aguas servidas. La conclusión de este trabajo produjo una relación de Beneficio-Costo de un 5,10 valor superior a uno (1), indicando así que la implementación de un sistema de saneamiento de aguas servidas en la empresa FISHCORP S.A. es factible y provechosa económicamente.

Da Silva, et al. (2018), en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo de esta investigación fue evaluar la absorción de nutrientes y la masa fresca de plantas de lechuga cultivadas utilizando aguas residuales domésticas en un sistema hidropónico durante las temporadas de invierno y verano. El sistema hidropónico se utilizó la Técnica de Película de Nutrientes con tres tratamientos: 1) agua potable y fertilizantes químicos (T1): 2) aguas residuales suplementadas con fertilizantes químicos (T2): y 3) solo aguas residuales (T3) de forma completamente aleatoria

diseño experimental con cuatro repeticiones. El agua residual fue previamente caracterizada antes de ser utilizada en los tratamientos con el fin de cuantificar la necesidad de suplementación de nutrientes en el tratamiento T2. Para determinar la masa fresca, la masa seca y la absorción de nutrientes, se recolectaron tres muestras de plantas enteras de cada parcela a 1, 7, 14 y 21 días después del trasplante. La absorción de nutrientes ocurrió de acuerdo con una función polinomial creciente para todos los tratamientos y la mayoría de los elementos a lo largo de los dos ciclos del cultivo, excepto potasio y magnesio en el tratamiento T3 en la cosecha de invierno. Los resultados de masa fresca de la planta, pH y electricidad. La conductividad de las soluciones de nutrientes se sometió a ANOVA de 2 vías, considerando el invierno y el verano como los primeros factores y tratamientos como el segundo. Una interacción significativa entre los factores de masa fresca y eléctrica. Se observó conductividad, por lo que los promedios fueron sometidos a la prueba de Tukey ($p < 0.05\%$). En los tratamientos T1 y T2, se encontraron diferencias significativas entre el promedio de la masa fresca de invierno y verano, con valores más altos en invierno. Para el tratamiento T3, no se encontró diferencia entre los evaluados períodos, pero hubo una diferencia significativa en relación con los otros tratamientos en ambos períodos. Las plantas de este último tratamiento tuvieron menor masa fresca, menor acumulación de nutrientes y síntomas visuales de nutrición deficiencia. Bajo las condiciones experimentales, se concluyó que no hubo diferencia en la nutriente absorción entre el tratamiento T1 y T2, pero en el tratamiento T3, la absorción fue más lenta y menor, demostrando que es necesario complementar las aguas residuales con nutrientes.

Delaide, et al. (2019) observaron en su trabajo de investigación que los sistemas acuapónicos desacoplados (DAPS) utilizan las aguas residuales de los sistemas de acuicultura recirculados (RAS) como agua fuente para la producción de plantas en sistemas hidropónicos recirculados. El agua residual RAS se complementa con macro y micronutrientes para obtener concentraciones y pH equivalentes a los de las soluciones de nutrientes hidropónicas estándar (NS). A diferencia de los sistemas acuapónicos de recirculación simple, se pueden establecer condiciones óptimas de crecimiento en cada parte de producción de un DAPS (es decir, partes

de pescado y plantas) evitando compromisos. El diseño DAPS parece más adaptado para operaciones agrícolas comerciales, pero faltan estudios de viabilidad en sistemas a gran escala. Por tanto, la producción de tomates (*Solanum lycopersicum* L., cv. Foundation) cultivados en un NS a base de lucioperca complementada El agua residual RAS (es decir, el tratamiento AP) se ha comparado con la de los tomates cultivados en cultivos hidropónicos convencionales. NS (es decir, tratamiento HP), en condiciones de semi-práctica. Durante 3 años consecutivos, los tomates se cultivaron en losas de lana de roca, en un invernadero climatizado tipo Venlo a gran escala, mediante riego por goteo recirculado sistema idéntico a los utilizados por los profesionales del sector del tomate hidropónico. Mientras que la electro-conductividad fue significativamente mayor en el tratamiento AP debido a la presencia de NaCl en el RAS aguas residuales, no se encontraron diferencias significativas para los rendimientos de frutos totales y comercializables, el número de frutos y el tamaño encontrado entre los tratamientos AP y HP. Sin embargo, mientras que el nivel de pudrición del extremo de la flor (BER) varió sustancialmente (0,9-18,6%) en el tratamiento HP, fue notablemente constante y bajo (0,2-0,4%) a lo largo de los años en el Tratamiento AP, lo que sugiere un efecto beneficioso de las aguas residuales RAS. Nuestros resultados indican claramente la idoneidad de complementó las aguas residuales de la lucioperca RAS como agua de alimentación para la producción profesional de tomate HP mediante goteo riego para DAPS. Como el agua RAS contiene una diversidad de microorganismos y materia orgánica disuelta, es asumió que algunos de estos actuaban como bio-estimulantes de las plantas y mitigaban el estrés por salinidad y los síntomas de BER.

Floramis, Armenteros y Hernández (2016), de Cuba, en su investigación se propusieron determinar, la presente condición de operaciones y de seguridad de los sistemas de tratamientos biológicos para las aguas servidas en la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Villa Clara, para fijar un grupo de disposiciones organizativas, técnicas y humanas, que impidan la contaminación y reduzcan los peligros biológicos, avalando la seguridad de los obreros, las instalaciones, colectividad y el contexto medioambiental, para contar con un entorno laboral seguro en la organización. La conclusión a la que llegaron los autores fue fijar las

causas que afecten la operación del sistema de bio-digestión y garanticen el proceso.

A continuación, Castañeda y Flores (2013) de México, en su artículo de investigación estudiaron la cuestión del saneamiento de aguas residuales, cuyo propósito de estudio fue demostrar la necesidad de ejecutar técnicas paralelas, a precios viables, para el saneamiento de aguas servidas, buscando que este tratamiento sea óptimo en eliminar contaminantes a reducidos costos de instalación y mantenimiento. En esta investigación se tasaron tres diversas plantas típicas de humedales naturales que son: el carrizo común (*Phragmites australis*), el gladiolo (*Gladiolus spp*) y la totora (*Typha latifolia*), tras la medición de parámetros de calidad de agua. Las conclusiones demostraron importantes reducciones en todos los parámetros estudiados, de tal manera que las plantas valoradas pueden ser una alternativa sustentable para la remover las cargas contaminantes en aguas servidas urbanas con reducidos precios de instalación, operación y mantenimiento.

También Ríos, Águila y Montesinos (2014) en su investigación llevaron a cabo el proyecto de una instalación eficiente para tratar aguas residuales, tanto desde una perspectiva de la seguridad personal de trabajadores como para evitar la contaminación del medio ambiente. Para ello se ejecuta una evaluación técnico-económica como las alternativas más factibles a usar seleccionando la variante más apropiada. Son usados como medios de diseño de experimentos, válidos para delimitar parámetros de reacciones químicas peligrosas originadas y para desarrollar los balances de materiales y energía. Luego, se define el bosquejo tecnológico y ejecuta el plan tecnológico del equipamiento fundamental y auxiliar usando diversos programas computacionales. Del estudio ejecutado se decide que es viable técnica y económicamente. En este trabajo se constituye una evidencia de qué manera puede encaminarse el afán en eliminar problemas vinculados con la contaminación medioambiental tras la utilización de técnicas más higiénicas, que ayuden a encontrar soluciones factibles para el progreso del país.

Veliz et al. (2009), concluyeron en su trabajo que la utilización productiva de las aguas servidas es un significativo medio para riego agrícola por su alta capacidad de alimentos y sustancias orgánicas, que puedan contribuir al aumento de las

cosechas y mejora del suelo. Considerando en ello que la técnica más recomendable son las lagunas de estabilización, y asimismo se considera la existencia de otras técnicas utilizables y la obligación de realizar estudios y saneamientos opcionales como la actividad de filtraciones y la asepsia ovicida.

Siguiendo el mismo tema, Rodríguez Miranda, Juan Pablo; Cesar Augusto, García Ubaque y García Vaca, María Camila. (2015), en su investigación procuraron estabilizar las sustancias orgánicas en el tratamiento de las masas hídricas donde la relevancia de vincular la cinética del desarrollo de microbios y la interrelación de la remoción del nitrógeno, constituyen determinaciones precisas para la fase de medición de procesos de tratamientos biológico y saneamiento de aguas servidas, que favorezcan a comprender la fase paralela de remoción de sustancias orgánicas y nutrientes de las aguas residuales cruda.

También Wills; Vélez; Arboleda y Garcés (2010), en su investigación se propusieron un procedimiento para valorar el sistema de saneamiento de aguas servidas urbanas en el lugar de procedencia, que permita constituir de modo representativo su desenvolvimiento, afirmando mediante la instalación de dos unidades de homogeneización, que todas las cargas y aguas contaminadas producidas en las casas se encontrarán presentes en la muestra compuesta para ser analizada en la planta de investigación.

Rubio, Ainhoa; Lenin, Edwin y Peñuela Gustavo. (2013), en su trabajo de investigación, expusieron que las sustancias contaminadas emergentes forman un conjunto de elementos muy parecidos, cuyas características comunes producen resultados perjudiciales sobre las especies acuáticas, por ello requiere su exclusión del medioambiente. Aunque cabe lamentar que las fases usuales con los que funcionan los establecimientos para tratar las aguas servidas, especialmente los de forma biológica, son inútiles en remover estos contaminantes. Por tal motivo, se requiere útil valoración y optimización de tratamientos más eficientes, tales como las fases de procesos de oxidación avanzada y de filtración por membranas. Y tales tecnologías son inadecuadas porque limitan el uso individualizado de los mismos, por tanto se sugiere la concertación de ambas tecnologías con fases biológicas

siendo un buen resultado, para evaluar las masas servidas infectadas con partículas contaminantes biológicas flotantes.

De Vasconcelos, Rykson y Jerónimo, Carlos. (2012); asimismo, en su trabajo de investigación expusieron, que ante el problema de extracción irresponsable de recursos naturales la ciencia ha estado estudiando formas de recuperar o reutilizar áreas que sufrieron fases de degradación física, química o biológica. Y en esta investigación, se proponen hacer uso de técnicas de cultivo hidropónico con lechuga y maíz, como un medio alternativo de usar la tierra, así como el usar de forma racional el agua, dando condiciones de desarrollo agrícola en estas áreas. Se ejecuta una evaluación, sobre todo, como una valoración del uso de este modelo como alternativa para la compensación ambiental y reutilización de alcantarillas o efluentes de actividades de exploración petrolera, montaje de parques eólicos o incluso actividad minera.

Por su parte, Arce y Cruz (2019), en su investigación propusieron una alternativa de solución que mengua el choque ambiental producido por el vertimiento de líquidos servidos de una instalación a un ecosistema natural protegido. En este estudio se realizó el saneamiento de aguas servidas por el procedimiento de electrocoagulación de flujo continuo donde se obtuvo con eficacia remover el 94% de turbidez, el 21%, de sólidos disueltos, un 22% de conductividad eléctrica, el 51% de exigencia bioquímica de oxígeno, un 94% de óleos y lípidos, y un 63% de demanda química de oxígeno bajo condiciones de operación óptima de 40 Amperios y Caudal de 26 litros/hora con electrodos de aluminio. Las conclusiones a las que se llegó luego de tratar el agua residual, sobrepasan los modelos de calidad ambiental para el agua excepto el parámetro de aceites y grasas.

Los autores Esquivel y Caipo (2019), buscaron de qué manera disminuir la contaminación de aguas residuales superficiales debido a la evacuación de aguas servidas municipales en el distrito de Cachicadán, mediante el diseño de una de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales y aplicando la metodología propuesta por la normativa del estado responsable de este rubro. Esta investigación de impacto ambiental, se realizó con la matriz de Leopold y estudio de línea de base. Los resultados a los que se llegó con esta investigación fue que,

el procedimiento apropiado para el tratamiento de aguas servidas es de lodos activos.

Smyrilli, et al. (2018), en su investigación tuvo el propósito de implementar metodologías de tratamiento de aguas servidas sobrantes, como biodigestores, fosas sépticas y tratamiento a fin de evitar conexiones de infraestructura de zonas urbanas lejanas. Estudio que en cuyo resultado planteó la importancia de considerar el impacto ambiental, en función a la instalación, operación y sostenimiento futuro de instalaciones de saneamiento de aguas servidas seguras y sostenibles, que ayuden a garantizar la viabilidad de dichas plantas.

Farfán (2015), investigó la capacidad remocional biológica de la sustancia orgánica de aguas residuales domésticas usando un Reactor Biológico con secuencia a escala guía con el propósito de medir la eficacia del procedimiento para la adquisición de agua para regar de zonas verdes. El estudio dividido en tres pruebas principales, concluye planteando que el agua producida tras ser tratada por el sistema propuesto, podrá ser usada para regar áreas verdes, porque cumple con los Lineamientos Máximos Permisibles, sumando al tratamiento la fase de cloración.

Las aguas residuales por ser de uso humano, una amenaza por lo que deben ser extinguidos debido a los abundantes microorganismos que poseen. (Espigares y Pérez, s/f). Para la OEFA, (2014), las aguas residuales son líquidos con únicas propiedades que fueron modificadas por diferentes ocupaciones antrópicas y naturales pueden poseer sustancias como: grasas, detergentes, materia orgánica, residuos industriales, residuos agro-ganaderos y otros elementos contaminantes en dichas aguas, que, para ser reusada y vertida al desagüe, necesita antes ser analizada.

Las aguas residuales se dividen en cuatro tipos y son:

Las aguas servidas industriales, que resultan de procesos y actividades industriales, agrícolas, energéticas, agroindustrias, curtiembres, pesqueras, papeleras, etc. dichas aguas se vierten de fábricas, instalaciones manufactureras de productos energéticos de consumo o manufacturados. Estos líquidos contienen

altos niveles de sustancias minerales y químicos artificiales contaminados y de amplia variedad. (OEFA, 2014).

Las aguas servidas vertidas por actividades agrícolas y ganaderas, proceden en su mayoría del sector ganadero, y poseen altos niveles de contaminantes derivados de sustancias químicas, restos fecales y orine de animales. Estas sustancias contaminadas dañan los terrenos fértiles, cambiándolos a estériles, por la toxicidad y saturación de residuos fecales. (Arriols, 2018).

Las aguas residuales vertidas de lluvias ácidas se derivan de lluvias que arrastran sustancias contaminadas atmosféricas, especialmente de áreas urbanas, que cuando caen a tierra lo infectan. Gran parte de estas aguas se vierten a las cloacas públicas, donde se juntan con las aguas servidas urbanas. (Arriols, 2018).

Las aguas servidas urbanas son vertidas de áreas urbanas, provenientes de muchas viviendas, comercios, centros laborales, instituciones educativas y otros. Estas se desechan y vierten por sanitarios, duchas, lavaderos y lavanderías poseyendo elevados niveles de sustancias orgánicas contaminadas sólidas sedimentables y bacterianas. (OEFA, 2014). Asimismo, estas aguas residuales o negras se producen de excrementos y orina de las personas, de la higiene de las personas, de la casa y otros. Estas aguas poseen abundante propiedades orgánicas y microbios, así como residuos de jabón, desinfectantes, lejías y óleos. (Espigares y Pérez, 1985).

Las masas residuales domésticas presentan sustancias dañinas por las sobras vertidas en ella y estos componentes según Espigares y Pérez, (1985) son:

Malos olores y sabores: Se vierten de abundantes elementos descompuestos portadores de gases, los mismos que son disgregados en las aguas. A esto se suman abundantes microorganismos, restos descompuestos, presencia de vegetales acuáticos, mohos, hongos, y otros, y la disminución de sulfatos a sulfuros, en situaciones anóxicas.

Acción tóxica: Las aguas residuales domésticas contienen diferentes sustancias tóxicas cuyos resultados tóxicos pueden ser letales, causando envenenamiento y afectando el desarrollo, propagación o acción de los seres vivos.

Polución Térmica: Las aguas vertidas y originadas de fases de refrigeración industrial suben la calentura de las aguas que afectan a los seres fluviales, que se reproducen dentro de un parámetro de calentura delimitado extinguiendo las variedades más exigentes (estenotérmicos), y dando paso a especies euritérmicas acondicionarse a una gran categoría de calenturas.

Asimismo, las aguas residuales domésticas son potencialmente infectivas, debido a que contienen un alto poder infectivo, que al ser vertido a las aguas receptoras transmiten enfermedades originando riesgo a los pueblos expuestos. También la irrigación de la flora alimenticia con estas aguas, suelen provocar epidemias de amebiasis, y al evacuarse al océano o ríos contaminan el agua, peces y especies acuáticas. (Rodríguez 2017).

También las aguas residuales domésticas, manifiestan un cambio de su apariencia física. Cuando recientemente son evacuadas estas aguas no manifiestan hedores pestilentes a calenturas entre 20 y 25 grados centígrados ni color oscuro, pero luego de dos horas cuando se descomponen los elementos presentes en las masas hídricas, se enturbia y se vuelve de color marrón, a 6 u 8 horas después liberan gases tornándose aún más oscuro, manifestando olores fétidos y repugnantes, volviéndose en aguas ácidas. Posteriormente estas aguas se estabilizan y no manifiestan ni olores, ni colores ni sabores, alcanzándose elementos estables como dióxido de carbono (CO₂), óxido de nitrógeno (NO₃), y sulfatos (SO₄). La sustancia orgánica que se encuentra en estas aguas es sujeta a variación por reacción química y bacteriológica para alcanzar su oxidación y disminución de sustancias orgánicas en un promedio del 25 al 50% en poco tiempo. (Rodríguez 2017).

Las aguas servidas urbanas son como un vehículo de infección, porque al estar contaminadas por excretas humanas y diferentes elementos contaminantes que intervienen, directa o indirectamente, en el contagio de males, beneficiando el progreso de artrópodos o moluscos, que son cadenas epidemiológicas que difunden sustancias infecciosas mediante estas aguas que cuando llegan a las

masas hídricas y es consumida como bebida, o regada en hortalizas, y sembríos sin tratamiento previo puede transmitir dichas enfermedades. Asimismo, cuando estas aguas se vierten al océano o ríos contribuyen a la intoxicación de pescados y otras especies acuáticas.

Espigares y Pérez, (1985), describen que estas aguas poseen características cuya constitución es más o menos semejante, las mismas que presentan tres grupos de caracteres y composiciones que son:

En primer lugar, se observan en estas aguas, Características Físicas: la misma que presenta una temperatura que es superior al agua que se consume, por la evacuación de aguas calientes producto del aseo y labores domésticas. Estas aguas varían entre 10°C y 21°C, y una tasa media aproximada de 15°C, que cuando la temperatura es mayor, agota el oxígeno disuelto de agua y ocasiona mayor el daño a las masas hídricas modificando las especies vegetales y seres vivos dando lugar al desarrollo indeseable de algas, hongos, y otros microbios. Otra característica que manifiesta estas aguas es la turbidez, debido a la cantidad de elementos suspensos presente en las aguas residuales tales como el limo, sustancias orgánicas y microorganismos. También el color de estas aguas suele ser oscuro o pardo, pero a causa de las fases biológicas anóxicas este tono pasa a ser oscuro. Asimismo, estas aguas presentan elementos sólidos que se pueden clasificar como en totales, fijos y volátiles. Finalmente, otra característica física es el olor, debido a los desprendimientos de gases, sabores naturales, microorganismos, la existencia de vegetación acuática, mohos, hongos, y otros.

En segundo lugar, estas aguas presentan Características Químicas, porque manifiestan una serie de parámetros que son muy importantes. Estas aguas residuales se componen de sustancias orgánicas que forman la tercera parte de partículas de las aguas servidas, cuyos fundamentales compuestos son: Proteínas (40-60 %), Carbohidratos (25-50 %) y Grasas y aceites (10 %). Estas aguas durante su tratamiento tienen una serie de parámetros las mismas que son: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), Demanda química de oxígeno (DQO), Carbono orgánico total (COT). Demanda total de oxígeno (DTO), Demanda teórica de oxígeno (DTeO). Materia orgánica e inorgánica, tal como el pH, Cloruro,

Alcalinidades, Nitrógenos, Fósforos, Azufres, Compuesto Tóxico, Metal Pesado y Gases.

Y también estas aguas presentan característica Biológicas, puesto que manifiestan los principales grupos de organismos tales como: Las Bacterias como seres patógenos que provienen mayormente del canal digestivo, vuelven a estas aguas muy peligrosas, sobre todo cuando son vertidas en el suelo, subsuelo o en masas de aguas. Estas bacterias provenientes de estas aguas servidas, son diversas y producen muchos males. También en estas aguas se encuentran virus que en su variedad transmiten otras enfermedades.

Las aguas servidas urbanas y las de lluvias se descargan por sistemas de alcantarillado, las mismas que son vías que conducen las aguas sucias y de precipitación vertidas de las casas y espacio. Estas aguas arrastran diversas sustancias contaminadas de los domicilios y desagües, incluso abarcando elementos de la superficie, metal sólido, sustancias orgánicas, restos animales, aceite y grasas. Por ello las masas servidas domésticas necesitan un tratamiento para luego evacuarse a su destino. La fase de limpieza a las masas hídricas, se da gracias a la variedad de microbios como bacterias y algas presentes en las aguas, que degradan los residuos, metabolizándolos y transformándolos en elementos sencillos tales como dióxido de carbono, nitrógeno, y también evidentes microorganismos que asimilan algunos elementos inorgánicos. (FONAM, 2010).

Las aguas servidas domésticas pasan por un proceso mediante una secuencia de tratamiento físico, químico y biológico cuyo propósito es retirar los elementos infectantes manifiestos en el líquido residual, vertido de las actividades de los hombres. El objetivo del saneamiento de las masas hídricas servidas es obtener agua pura que se pueda utilizar en el medioambiente. (Tratamientos de aguas residuales - Ecured).

Para dar tratamiento a las masas servidas urbanas, se requiere de métodos y procedimientos apropiados, los mismos que impliquen un diseño óptimo y económico. Para ello es necesario un detallado análisis fundamentado en detalles tales como: el caudal, la finalidad de utilizar las aguas procesadas, el ambiente utilizable para el establecimiento de la planta, factibilidad de la economía y

particularidades atmosféricas (clima, precipitación). Asimismo, considerando que la resolución técnica más apropiada es la que mejora la capacidad tecnológica en la manera más sencilla y económica; y dicha técnica debe echar mano de los medios y recursos accesibles en el lugar.

Se precisa indicar que las opciones de procedimientos y/o diseños de establecimientos para el tratamiento de las aguas servidas son diversos según la estructura de cada instalación, pero los procesos para el tratamiento de estas aguas suelen compartirse del siguiente modo:

Pre-tratamiento: Este proceso tiene la función de eliminar elementos gruesos y arenosos, presentes en el líquido residual que alteraría el pleno proceso y óptima actividad de maquinarias, equipamiento y emplazamiento de la planta de tratamiento. En esta fase se ejecuta un pulido para suprimir los elementos grandes y tamizar para eliminar los elementos flotantes. También la actividad de desarenar, para quitar la arena y materias duras, compactas y flotantes y la actividad de desengrasar para desechar los óleos que se encuentran en las masas residuales y sustancias emergentes. (FONAM, 2010).

Tratamiento primario o físico: Esta fase tiende a remover la materia de fácil sedimentación, utilizando metodología física y física-química. En ciertas situaciones, estas aguas reposan temporalmente en amplios depósitos con elementos químicos 'quelantes' que facilitan una veloz y óptima sedimentación.

Este procedimiento faculta el asentamiento por caída de la materia densa flotante en las masas hídricas servidas suspensión en las aguas residuales. Las bacterias que se desarrollan en esta área, se eliminan en un depósito de sedimentos secundarios y son colocados otra vez al tanque de ventilación. Parte de esta fase es la solidificación, que es la acción de desestabilizar partículas gelatinosas ocasionadas por la suma de una reacción química llamado coagulante. Igualmente, la floculación, como fase de separar los líquidos-sólidos usados para remover cuerpos sólidos suspendidos en las aguas residuales. También, como parte de este tratamiento, se utiliza un tanque Imhoff la misma como una unidad de tratamiento primario remueve los sólidos suspendidos. En el trasiego primario y secundario se

originan lodos primarios o secundarios formados por agua y elementos sólidos. (Tratamientos de aguas residuales - Ecured).

Tratamiento secundario o biológico: Durante este tratamiento se quitan los residuos y elementos no eliminados ni removidos por la sedimentación, lo cual implica un proceso biológico y químico. El proceso biológico de autodepuración se da de forma natural, en el cual las aguas residuales evitan el contagio de las masas de agua antes de ser evacuadas. En esta fase se oxidan las sustancias orgánicas biodegradables con acción bacterial, que se ejecutan para apresurar un procedimiento natural y quitar luego la manifestación de sustancias contaminadas y la separación del oxígeno en las masas de aguas. En este tratamiento se aplica la fase de: Lagunas aireadas: que son los embalses de aguas servidas que utilizan una gran extensión de suelo, oxigenándose en este lugar a través de aireadores externos o difusores hundidos para producir oxidación bacteriana. Luego se aplica un proceso de lodos activados: donde las aguas residuales aireadas son mezcladas con bacterias aeróbicas que se desarrollaron antes. El proceso anaeróbico, como parte de esta fase, es una serie de etapas microbiológicas ocurridas dentro de una cavidad hermética, realizada por la asimilación de sustancias orgánicas con elaboración de metano. (FONAM, 2010).

El tercer procedimiento metodológico incluye una cloración, y se basa en procesos físicos y químicos especiales para depurar de las masas hídricas elementos contaminados como: el fósforo, nitrógenos, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, y otros. En este proceso se purifican las aguas atravesándola por lechos de arena, carbón y más elementos que detienen cuerpos flotantes y toxinas que resistieron al tratamiento secundario. Parte de este tratamiento es el Lagunaje proceso continuo que consiste en una primera anaerobia, donde los elementos más duros caen por gravitación y falta de oxígeno matando ciertas formas de vida, pasando después por una laguna facultativa y al final una de maduración. Este proceso es óptimo que exige mucho espacio. Continúa la fase con la remoción de nutrientes mediante una oxidación biológica usando ciertas especies de bacterias. Este tratamiento termina con la desinfección de microorganismos y microscópicos en las aguas, utilizando metodologías como la adición de cantidades significativas de cloro, la exposición a proporciones

mortales de luz ultravioleta (UV) o el bombardeo químico con ozono (O₃). (Raffino, 2019).

La metodología de sanear las aguas servidas es también biológica, el mismo que constituye en una sucesión de elementales procedimientos que son comunes en el uso de microorganismos (entre las que destacan las bacterias) para ejecutar la exclusión de elementos no deseables de las aguas, utilizando la acción metabólica de los mismos sobre tales elementos. Cuyo fin es disminuir los contenidos en sustancias orgánicas del agua, disminuir sustancias alimenticias, y quitar los patógenos y parásitos.

El tratamiento biológico de aguas residuales domésticas es Aeróbico: que es la fase donde el oxígeno admite finalmente electrones, favorecido por cualquier célula. La existencia del oxígeno presente, será el aceptor final de electrones, lo que conduce al logro de rentabilidad energética elevada y una valiosa concepción de fangos, por el elevado desarrollo de bacterias en situaciones aeróbicas.

También el proceso puede ser Anaeróbicos: donde la admisión última de electrones resulta ser la misma propia sustancia orgánica que obra como origen de carbono. Como fin de esta transformación, la mayor cantidad del carbono se dedica a elaborar subproductos del desarrollo (biogás, que es CO₂ y metano) mientras que la fracción de carbono utilizada para la síntesis celular es baja. Frente a este hecho se sospecha una doble ventaja: se crea una reducida proporción de lodos y también es producido biogás, el cual se puede revalorizar.

Asimismo, el proceso biológico puede ser Anóxicos: proceso donde el aceptor final de electrones es el nitrato, sulfato, hidrógeno, etc. Cuando el aceptor final de electrones son los nitratos, como producto de la fase metabólica, el nitrógeno de la partícula de nitrato se transforma en nitrógeno gas. Así pues, este procedimiento faculta la exclusión biológica del nitrógeno de las masas hídricas servidas (desnitrificación). (Tuset, 2020).

Las aguas residuales, también pueden ser tratadas mediante un método natural de terreno de infiltración lenta, la misma que radica en la práctica de un efluente observado de aguas residuales sobre un área de tierra con superficie de

plantaciones cultivadas. Estos métodos funcionan en periodos de uso semanal, durante el tiempo de desarrollo de cultivo. Las cargas de aguas residuales vertidas cada año sobre áreas activas de tratamiento se dan entre 0.5 y 6 m³/m². Tras la infiltración de las aguas residuales en los suelos, pueden recuperarse las condiciones aerobias gracias a las fases cíclicas de aplicación. La plataforma vegetal juega un valioso rol en esta metodología. Su elección y protección penden fundamentalmente del nivel de procesamiento tratamiento trazado y de las particularidades de los terrenos. La infiltración lenta tiene la mayor capacidad de tratamiento de todos los métodos de purificación en el suelo, debido al uso de pesos indeterminadamente cortos sobre suelos vegetados y a la existencia de un ecosistema muy activo en el suelo, a corta distancia del terreno.

También otra forma natural de terreno para tratar las aguas servidas puede ser mediante la infiltración rápida; la misma que radica en el uso observado de aguas servidas sobre balsas superficiales elaboradas sobre terrenos permeables de media a alta. Básicamente, la aplicación se lleva a cabo de manera cíclica, para acceder el restablecimiento aeróbico del área de infiltración y asentar la mayor cavidad del proceso. Las aguas residuales necesitan siquiera del tratamiento primario previo a su uso, siendo los pesos hidráulicos anuales normales de 6 a 100 m³/mz. Las balsas de infiltración no requieren que estén cultivadas, pero si demandan exigen mantenimiento periódico del área. El tratamiento del flujo superficial consiste en forzar la escorrentía de las aguas servidas sobre un terreno anticipadamente acondicionado (en pendiente y vegetación), luego recogerla en escolleras artificiales. El nivel de procesamiento alcanzado equivale a uno secundario, particularmente con favorable disminución de nitrógeno.

Asimismo, los sistemas humedales o naturales de tratamiento, son métodos en los que el agua brota permanentemente, cuyas superficies libres permanecen a la altura de la superficie, o sobre el mismo, conservándole en condición de congestión por mucho tiempo. Los humedales de origen natural son usados para la purificación de aguas servidas, estos son sistemas de tratamiento muy económicos, fácil de obrar y óptimos en semejanza con las metodologías de tratamientos convencionales. Este método de aguas residuales como método natural, consiste en la actividad de las macrofitas acuáticas (vegetales desarrollados en terrenos

colmados de agua) las mismas que cumplen un rol fundamental vinculados con la purificación del agua residual. Estos humedales son parte de principales ecosistemas terrenales por sus propiedades hidrológicas, y porque establecen vínculos entre métodos terrenales e hídricos. (Peña; Van y Madera 2011).

Los fangos construidos forman parte de la metodología de purificación planificada. Un humedal artificial es una metodología compleja de media saturada, planificada y elaborada por el ser humano, con vegetales sumergidos y emergentes y flora y fauna acuática que simulan un humedal natural para usarse en bienestar de los hombres. Existe fundamentalmente dos tipos de humedales: De flujo superficial (HFS) y flujo Sub-superficial (HS). El denominado superficial, es aquel en el que las aguas están vinculadas con el ambiente constituyéndolo como fundamental fuente del oxígeno para aireación; y el denominado de flujo Sub-superficial, es aquel donde la superficie del agua se conserva a la altura del área del lecho absorbente o bajo la misma. El traslado de oxígeno de los vegetales desde sus hojas hacia sus bulbos, es un mecanismo que suministra de oxígeno al agua. Por ella la existencia de flora con raíces flotantes es vital en ambos tipos de metodologías. (Peña; Van y Madera 2011).

Las metodologías de humedales naturales o artificiales son ya conocidos, cuyo procesamiento o fase de purificación se realiza gracias a reacciones biológicas, químicas y físicas, que se dan en los humedales que cumplen un rol de estabilizar el agua servida. Los anómalos producidos en ellos presenta relación con: sedimentación, oxidación, fotosíntesis, ventilación, digestión, etc. Es así que una de las ventajas de los métodos de purificación por humedales, se destacan su permanencia frente a variaciones de caudal, carga contaminante, así como el bajo costo en la explotación y mantenimiento. Por otro lado, en las desventajas se tiene en cuenta: la necesidad de amplios espacios de terreno, la presencia de los olores al momento de alcanzar condiciones anaeróbicas, además de la concentración elevada de microorganismos presentes en el efluente. Sin embargo, son métodos naturales, las cuales se incluye de forma habitual dentro de los sistemas convencionales de tratamiento, debido a la extensa práctica existente en su uso y aplicación. La carga orgánica aceptada por estas fases es del orden de 30-50

kg/ha/día, esto quiere decir que para las aguas de carga contaminante moderada (DBO: 240 mg/l), representa una carga hidráulica anual del orden de $6 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

El agua cumple una vital función en la vida de los seres vivos y su uso es necesario para diversas actividades, y una de las principales actividades del agua es el cultivo de los vegetales y frutas en sus diversas formas. Una de las actuales maneras de cultivo es mediante la hidroponía. Cuyo significado se refiere literalmente al trabajo en agua. El cultivo hidropónico es aquel que prescinde totalmente de la tierra para cultivar los alimentos. La hidroponía es el método de cultivo industrial de plantas que en lugar de tierra se usa únicamente soluciones acuosas con nutrientes químicos disueltos, o con sustratos estériles (arena, grava, vidrio molido) como soporte de la raíz de las plantas. Esta actividad es un conjunto de técnicas que sustituye al suelo, la misma que es denominada agricultura sin suelo. La hidroponía permite elaborar formas simples y/o complejas permitiendo las situaciones ambientales idóneas para cualquier planta de tipo herbáceo aprovechando en su plenitud todo espacio (azoteas jardines, suelos infértiles, terrenos escabrosos, etc.) sin importar los tamaños como el estado físico de estas.

La hidroponía es un método que facilita el cultivo en cualquier espacio, tener mayor control sobre los nutrientes que las plantas necesitan, reducir costos de producción y fortalecer la economía familiar. La hidroponía como nueva técnica relativamente que faculta la producción de cultivos saludables y homogéneos, en tiempos cortos, con buen sabor y calidad. Este tipo de producción agrícola se caracteriza por abastecer a las plantas de los nutrientes requeridos sin necesidad de tierra. Los productos cultivados por hidroponía son más saludables y con más nutrientes que los alimentos cultivados tradicionalmente; además son una opción ideal para tener una dieta equilibrada. Cabe mencionar que se pueden obtener cosechas con altos estándares de calidad.

La hidroponía básicamente funciona a partir del descubrimiento de cómo se nutre una planta, y se observa que no necesita la tierra para crecer, sino que la tierra le sirve una, de sustento y dos como reserva de nutrientes que solo están disponibles cuando se solubilizan, de ahí parte todo el desarrollo de diversos sistemas y técnicas para hacerlo, es decir desarrollar a la planta sin tierra. Así, un huerto

hidropónico funcionará con las raíces en suspensión y con soportes variados que pueden ir desde la corteza, hasta la grava o la espuma. A lo anterior, claro, se suma el agua que, en este caso, se acompaña de los nutrientes necesarios para que los cultivos prosperen.

Debido a que una planta como ser vivo contribuye a mejorar el medio ambiente puesto que captura el dióxido de carbono y lo convierte a hidrato de carbono permitiendo la disminución del carbono en el medioambiente que genera el efecto de gas invernadero. Asimismo, una planta mejora las condiciones ambientales ya que regula la temperatura y eleva la humedad relativa del ambiente, todas las plantas sirven como colchón o amortiguador térmico, pero en cuestión de hidroponía, reducen el consumo de agua en hasta un 95%, también eliminan totalmente el uso de químicos para control de plagas de insectos (insecticidas y pesticidas). La metodología de la hidroponía elimina en más de un 95% el uso de fertilizantes, permite la reducción de dañinos gases para la atmósfera al no requerir maquinaria en un 100% para actividades agrícolas de siembra, cosecha. También reduce la necesidad de transporta a larga distancia por camiones hacia centros de distribución urbanos, ya que se cultiva y se cosecha en donde se va a consumir.

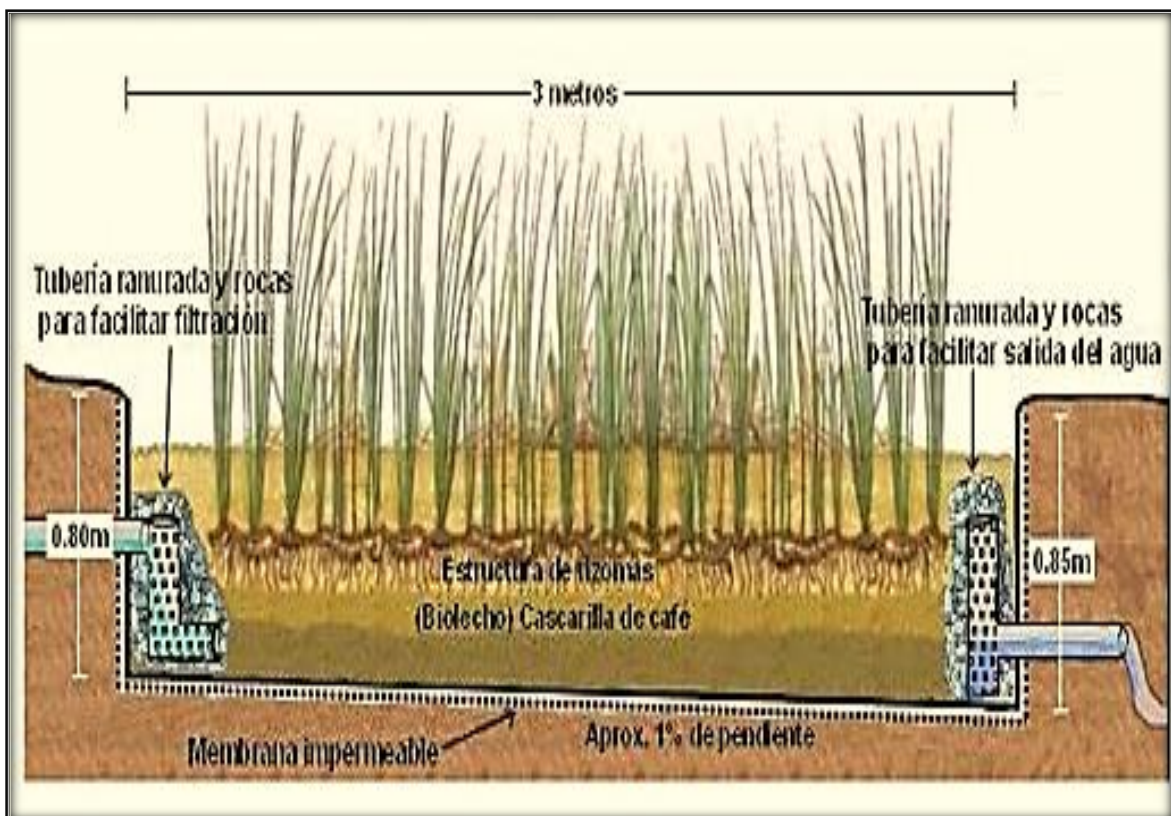
Hoy existe mucho interés por la reutilización agrícola de las aguas residuales domésticas; tanto para el riego localizado como para cultivos hidropónicos, empleando los mismos criterios que para aguas superficiales o subterráneas. La reutilización de las aguas residuales en cultivos hidropónicos cubre parte de las sales inorgánicas que integran las soluciones nutritivas empleadas. Dada la importancia del abastecimiento de alimentos a la población mundial, se buscan alternativas agrícolas para aumentar la producción y calidad de los alimentos y suplir dicha exigencia. La hidroponía permite lograr grandes rendimientos de los cultivos (principalmente hortalizas), mejorar la calidad de los frutos, ahorrar agua y fertilizantes. Morillo, et al (2009).

Para el desarrollo de este estudio, se tuvo en cuenta los diferentes métodos que se aplican en el tratamiento de aguas residuales domésticas, dichos métodos más aplicados son los que a continuación se describen:

Método de Flujo Subsuperficial: El sistema de flujo subsuperficial, es una concavidad grande llena de grava y arena en la que se planta vegetación de humedales; conforme las aguas residuales fluyen a través de la concavidad, el material de relleno filtra las partículas y los microorganismos degradan los orgánicos (Tilley et al, 2018).

Figura N° 1

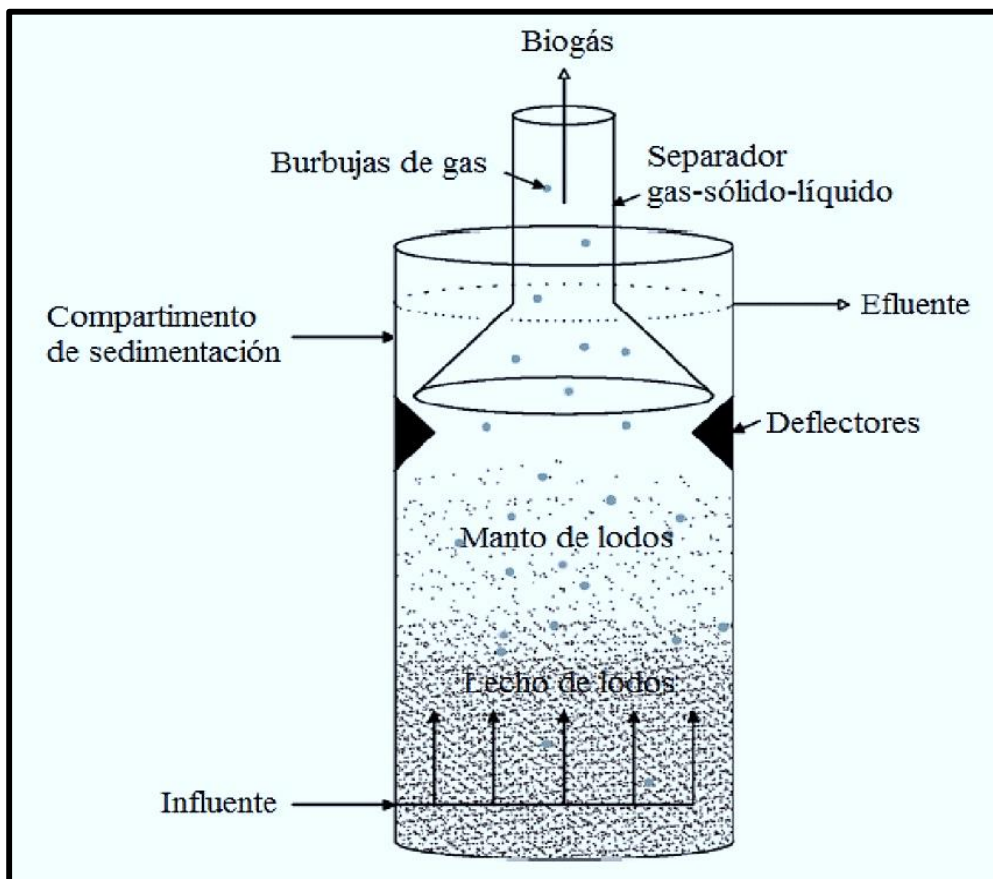
Sección transversal de humedal subsuperficial



Fuente: Palta y Morales (2013).

Método de RAFA: Es un proceso de un solo tanque, donde las aguas residuales entran al reactor por la parte inferior y fluyen hacia la parte superior. Un manto de lodos suspendido filtra y trata las residuales conforme pasan a través del manto. (Tilley et al, 2018).

Figura N° 2
Procedimientos del método de RAFA.

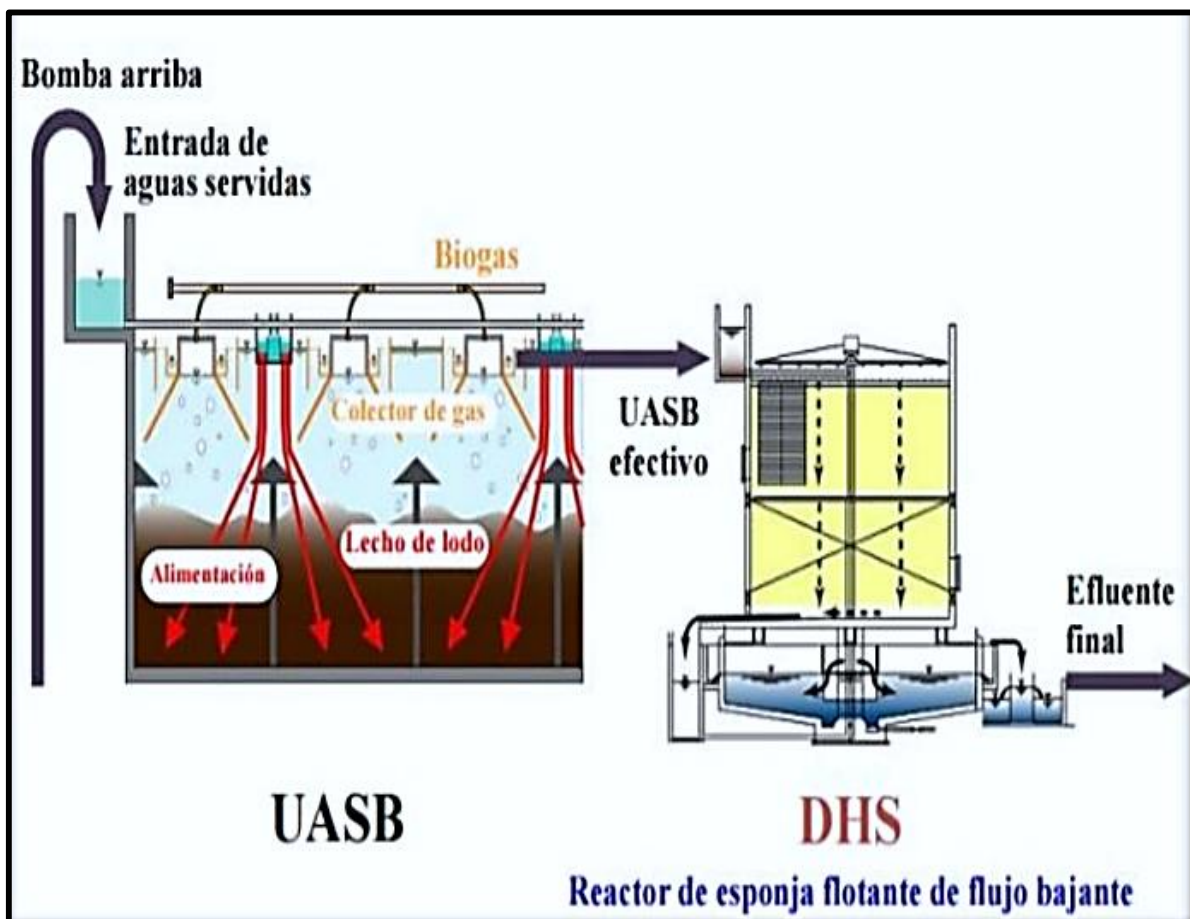


Fuente: Chong et al. (2012).

SISTEMA DHS (ESPONJA COLGANTE DE FLUJO DESCENDENTE): Es un sistema de reactor que tiene un buen rendimiento de retención de biomasa. La selección del sistema de reactor apropiado es uno de los factores decisivos para llevar el proceso con éxito. (Chuang, Yamaguchi, Harada y Ohashi 2008).

Figura N° 3

Diseño de un DHS postratamiento de un RAFA

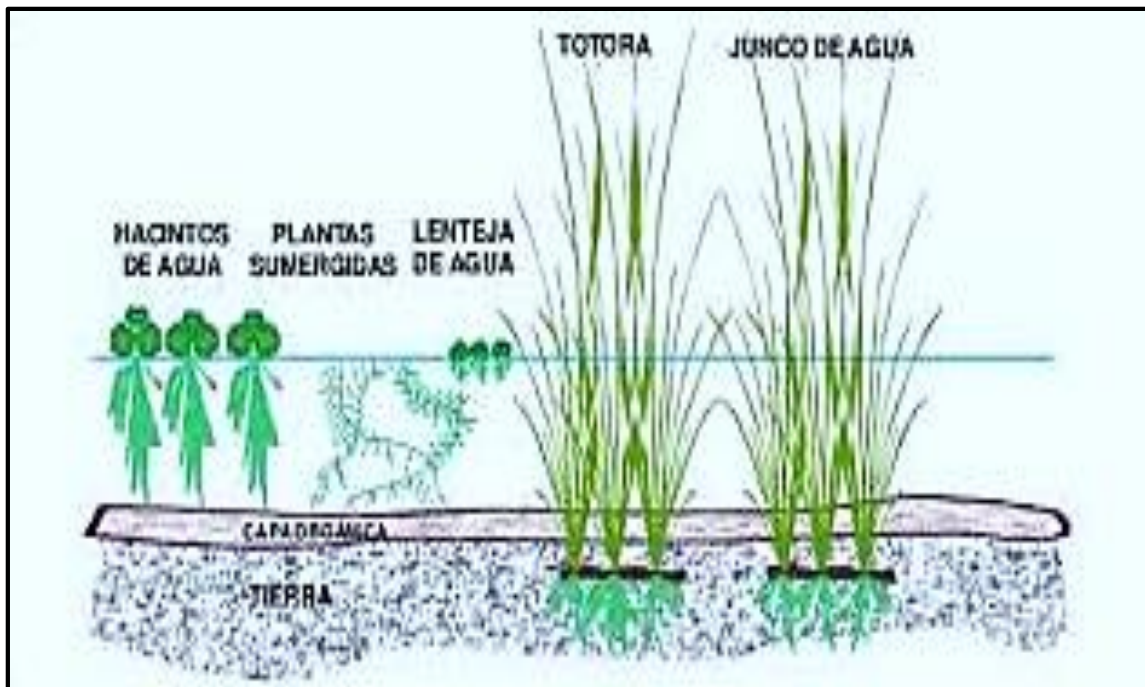


Fuente: Harada (2019).

Método de Fitorremediación: Aprovecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el suelo, aire, agua o sedimentos como: metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo.

Figura N° 4

Fitorremediación en Humedal Artificial



Fuente: Guio y Toscana. (S. F).

Método de Sistema Hidropónico: Es un sistema de cultivo en el cual se logra el desarrollo de las plantas en medios acuosos sin la necesidad del suelo. La hidroponía es la labor o el cultivo de plantas sin utilizar tierra o suelo. Los componentes necesarios son el agua y los nutrientes. Entre los beneficios de la hidroponía se encuentran el ahorro y conservación del agua, la utilización eficiente de los recursos y la reducción en gran medida del uso de pesticidas.

Método NFT: El sistema de NFT (Nutrient Film Technique) que, traducido al español significa "la técnica de la película de nutriente", es el sistema hidropónico recirculante más popular para la producción de cultivos en el mundo.

Figura N° 5
Sistema Hidropónico NFT



Fuente: Red de Agricultores (2015).

Método de DFT= La técnica de flujo profundo (conocido normalmente como DFT), es un sistema flotante en el que las plantas se depositan en “bandejas” sobre una solución de nutrientes que circula entre las raíces, usando una bomba o por gravedad. Este sistema no necesita oxigenación.

Método de SNP= Solución nutritiva estándar: La solución nutritiva es el medio acuoso en el cual se encuentran disueltos los nutrientes esenciales para el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas, y es la vía principal de nutrición de cultivos en hidroponía y sustratos.

Método Semi-Hidropónico: Es un sistema por el que las raíces reciben una solución nutritiva disuelta en agua. Así, las frutas y verduras obtienen todos los elementos químicos necesarios para su desarrollo sin necesidad de usar tierra.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Este trabajo de investigación fue de tipo no experimental, aplicada, de metodología o enfoque cualitativo, porque buscó determinar, examinar y explicar datos obtenidos de diferentes medios bibliográficos y documentales, para determinar la acción y efectividad de la variable de investigación y así indagar a profundidad hasta alcanzar el objetivo de estudio.

El diseño de la investigación fue narrativo de tópicos, ya que pretendió dar a conocer los eventos de las experimentaciones realizadas mediante la recolección de información y datos (Hernández, 2014). Y mediante este trabajo de investigación se pretendió recopilar datos de diferentes investigaciones de índole nacional e internacional, a fin de determinar y evaluar que trabajos son más coincidentes con la presente investigación y que datos pudieron aportar con mayor precisión el tema investigado.

3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística

La información categórica y subcategórica apriorística, fue elaborada antes de recopilar los datos que se originan desde el alzamiento de referencias significativas partiendo de la misma investigación.

Tabla N°1
MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN APRIORÍSTICA
TÍTULO: “METODOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS CON FINES DE REÚSO EN HIDROPONÍA”

OBJETIVO GENERAL: Determinar las metodologías más eficientes para el tratamiento de aguas residuales domésticas que sean aplicables en el reúso en hidroponía mediante una revisión sistemática.				
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUB CATEGORÍA	UNIDAD DE ANÁLISIS
Identificar los diferentes métodos de tratamiento que se aplican a las aguas residuales domésticas.	¿Qué tipos de metodológicos existen para el tratamiento del agua residual doméstica?	Tipos de metodologías de tratamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento Tecnológico. • Tratamiento Biológico. • Tratamiento Natural. 	Osorio et al (2018) Charris y Caselles (2016) Casierra et al (2016) Silva et al (2018). Vasconce et al (2015). Mendoza et al (2016) Martínez et al (2016) da Silva et al (2018) Aranda (2020) Píccolo et al (2012). Tavares et al (2019).
Describir el procedimiento de los diferentes métodos aplicados en el tratamiento de aguas residuales domésticas.	¿De qué manera se aplican estas metodologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas?	Procedimientos aplicados en el tratamiento de aguas residuales.	Etapas de tratamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Primario. • Secundario. • Terciario. 	Osorio et al (2018) Cuba, et al (2015) Bawiec, et al (2017). Mendoza et al (2016) Martínez et al (2016) Tavares et al (2019). Píccolo et al (2012).

<p>Identificar la metodología más eficiente en el tratamiento de las aguas residuales domésticas aplicables en el reúso en hidroponía.</p>	<p>¿Qué metodología aplicada en el tratamiento de aguas residuales domésticas para el reúso en hidroponía es la más eficiente?</p>	<p>Tipos de métodos más eficientes.</p>	<p>PARÁMETROS DBO5, DQO. SST, N, P.</p>	<p>Charris y Caselles (2016) Casierra et al (2016) Osorio et al (2018) Garzón et al (2016) Martínez (2015), Al-isawi, et al (2016). Silveira, et al (2017) Paulus et al (2012) Silva et al (2018). Cuba, et al (2015) Scholz, et al (2015) Ndulini, et al (2018) Bawiec, et al. (2017). Vasconce et al (2015). Santos et al (2020).</p>
--	--	---	---	---

Fuente: Elaboración propia del autor.

3.3. Escenario de estudio

El escenario es el sitio en el cual se va a llevar a cabo el estudio o investigación. (López 1999). En esta investigación no existe un escenario específico, porque está basado en la revisión de varios artículos científicos, manuales y libros publicados a nivel nacional e internacional respecto al efecto de las metodologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas con fines de reúso en hidroponía.

Como participantes de una investigación se define al grupo determinado o indefinido de sujetos con particulares para los cuales será extensiva los resultados de la indagación (Arias, 2012). En el presente trabajo de investigación los participantes fueron los artículos e información indexados a bases de datos o directorios de revistas científicas tales como Scopus, Web of Science, Science Direct, Redalyc y otros. Los cuales se obtuvieron mediante la búsqueda con las siguientes palabras claves: Aguas residuales.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica en investigación se entiende como el recurso o modo peculiar de recabar la información (Arias, 2012). La técnica que se aplicó en esta investigación fue el análisis documental, trabajo que consistió en; “los procedimientos dirigidos a interpretar la bibliografía y su argumento tras una manera distinta de su estado original, a fin de facultar su recuperación siguiente y reconocerlo” (Castillo, 2025).

Un instrumento de recolección de datos, son medios o dispositivos materiales o digitales, utilizados para obtener, anotar o guardar los datos o información” (Arias 2012). En este estudio el instrumento fue la Ficha Técnica de recolección de Datos y análisis. (Ver Anexo 1 y 2).

3.5. Procedimientos:

El Procedimiento en un trabajo de investigación, son los pasos a seguir durante el desarrollo de este trabajo. Y en esta investigación este proceso se llevó a cabo en tres fases que son las siguientes:

Primera Fase: Teniendo en consideración las palabras claves de la investigación y los buscadores en la plataforma de búsqueda, se inició la búsqueda de

información y datos necesarios para esta investigación, de la plataforma de búsqueda llegando a los siguientes resultados: Del servidor de SCOPUS se descargaron 101 artículos, dichos artículos se descargaron haciendo uso de las palabras claves denominadas: “Aguas Residuales Domésticas”, “Tratamiento”, “Reúso”, “ProQuest”, “Hidroponía” y “Metodología”. Este mismo procedimiento se continuó con el buscador de Science Direct, de donde se descargaron 1.214 artículos, del buscador de ProQuest se descargaron 786 artículos y de EBSCO 1970 artículos, considerando, asimismo, con estos buscadores las mismas palabras claves utilizadas en el primer buscador. El total de artículos descargados fueron 4.071 los mismos que no aún no fueron pasados por ningún filtro.

Segunda Fase: En la segunda fase, estos artículos descargados, fueron pasados por tres diferentes filtros, para seleccionar la información más certera para el desarrollo de esta investigación, y este proceso se llevó a cabo del siguiente modo: El primer filtro fue el de la fecha, en este filtro se desechó todos los artículos fechados del año 2015 hacia atrás, y se retuvo los fechados del 2015 hacia arriba. De los 4.071 se desecharon 3.276 y se retuvieron 795 artículos, los mismos que se pasaron por el segundo filtro que fue el filtro del idioma. En este segundo filtro se consideraron tres idiomas como selección, los mismos que fueron; el idioma inglés, el idioma español y portugués. De los 795 artículos, fueron seleccionados 238, de los cuales 125 fueron en español, 80 en inglés y 33 en portugués. En este segundo filtro se desecharon 557 artículos que estaban escritos en otros idiomas.

Tercer Filtro: En este tercer filtro, se tuvo en cuenta los artículos de interés o artículos que contengan los temas abordados en la investigación. Estos temas de interés fueron: “Aguas Residuales” e “Hidroponía”. De este filtro, fueron seleccionados solo 35 artículos para su análisis, interpretación y estudio. Estos artículos fueron nuevamente seleccionados y ubicados adecuadamente de la manera que a continuación se detalla en el siguiente cuadro:

TABLA N° 2
PROCESO DE REVISIÓN SISTEMÁTICA Y PROCEDIMIENTOS

Tipo de Documento	Documentos Referidos a:	Cantidad	Palabras Claves de Búsqueda	Idioma	Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Artículos	Aguas Residuales Domésticas	5	Tratamiento de Aguas Residuales	Español	Artículos de Revistas Indexadas.	Artículos de Revistas no Indexadas.
		8		Inglés		
	Aguas Residuales	1	Eliminación de Nutrientes	Español	Artículos de los últimos 5 años.	Artículos con más de 5 años de antigüedad.
		7		Inglés		
		1	Flujo de Nutrientes	Español		
		2	Tratamiento Hidropónico.	Inglés		
	Hidroponía	1	Cultivo Hidropónico	Inglés	Artículos en inglés, español o portugués.	Artículos publicados en idiomas diferentes al inglés, español y portugués.
		1	Reutilización de Aguas	Inglés		
		3	Hidroponía	Inglés		
		1		Español		
		3		Portugués		
		1	Salinidad	Inglés		
		1		Español		

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Rigor científico:

El rigor científico se define como la disciplina especulativa diligente al examen de calidad de la información científica o su validación por el procedimiento o subordinación al examen de la comunidad científica. Dicho rigor se basó en los siguientes criterios:

Dependencia: En una investigación cualitativa, la dependencia es como una fase sistemática, y legítima que involucra tres aspectos, 1) la conciencia reflexiva referente a su propio panorama, 2) la apreciación de las expectativas de los demás y 3) la equidad en la construcción, explicación, representación y apreciaciones en los que se sostiene. (Arias y Giraldo, 2011).

El rigor científico en este trabajo de investigación, se dio por la reconstrucción teórica y búsqueda de conexión entre las deducciones. (Hernández, Fernández y Baptista, 1997).

Credibilidad: En investigación cualitativa, la credibilidad se conoce cuando los descubrimientos son auténticos o legítimos, tanto por los participantes en la investigación, como por las que experimentaron el caso investigado. (Arias y Giraldo, 2011). Y la presente investigación para cumplir con el rigor científico fue sometida al método de la triangulación de datos a fin de medir la credibilidad de la misma, bajo una exhaustiva recopilación de información.

Transferencia se define como la probabilidad de transferir el resultado a otro contexto o grupo en futuras investigaciones. (Arias y Giraldo, 2011). El rigor científico en este trabajo de investigación, fue dado por la reconstrucción teórica y por la indagación de conexión entre las deducciones. (Hernández, Fernández y Baptista, 1997).

Confirmación: Este criterio se refiere a la imparcialidad en la observación e indagación de los datos, que se alcanza cuando otros estudiosos puedan seguir “la pista” y lograr a descubrimientos parecidos. (Arias y Giraldo, 2011). Y la presente investigación para cumplir con el rigor científico fue sometida al método de la triangulación de datos para medir su confirmabilidad de la misma, bajo una exhaustiva recopilación de datos.

3.7. Método de análisis de la Información

El presente estudio según el enfoque propuesto de análisis de investigación cualitativa de Taylor (1990), tuvo en cuenta los siguientes procesos: descubrimiento, codificación y relativización. La cual se consideró en la codificación por categorías y sub categorías establecidas en la matriz, las mismas que fueron revisadas, analizadas e interpretadas mediante la valoración interna del desarrollo coherente de ideas, las proposiciones de un autor que partieron de principales datos, sacados de una bibliografía, y de acuerdo a similitudes y diferencias que permitieron conocer qué metodologías aplicadas al tratamiento de aguas servidas para el reúso en el sistema hidropónico, fueron las más óptimas. (Tabla N° 1).

3.8. Aspectos éticos

El presente trabajo tuvo en consideración los códigos de ética y normativas de la universidad y el manual de referencias, teniendo en cuenta de este modo los derechos de autoría, de la bibliografía consultada afianzando la credibilidad de los futuros resultados, según lo normado por Grove, Gray y Faan (2019), quienes exponen lo siguiente: La confiabilidad es el manejo de la información personal, o datos compartidos por el investigador de manera asegurada, garantizando que será protegida y no divulgada sin su autorización.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

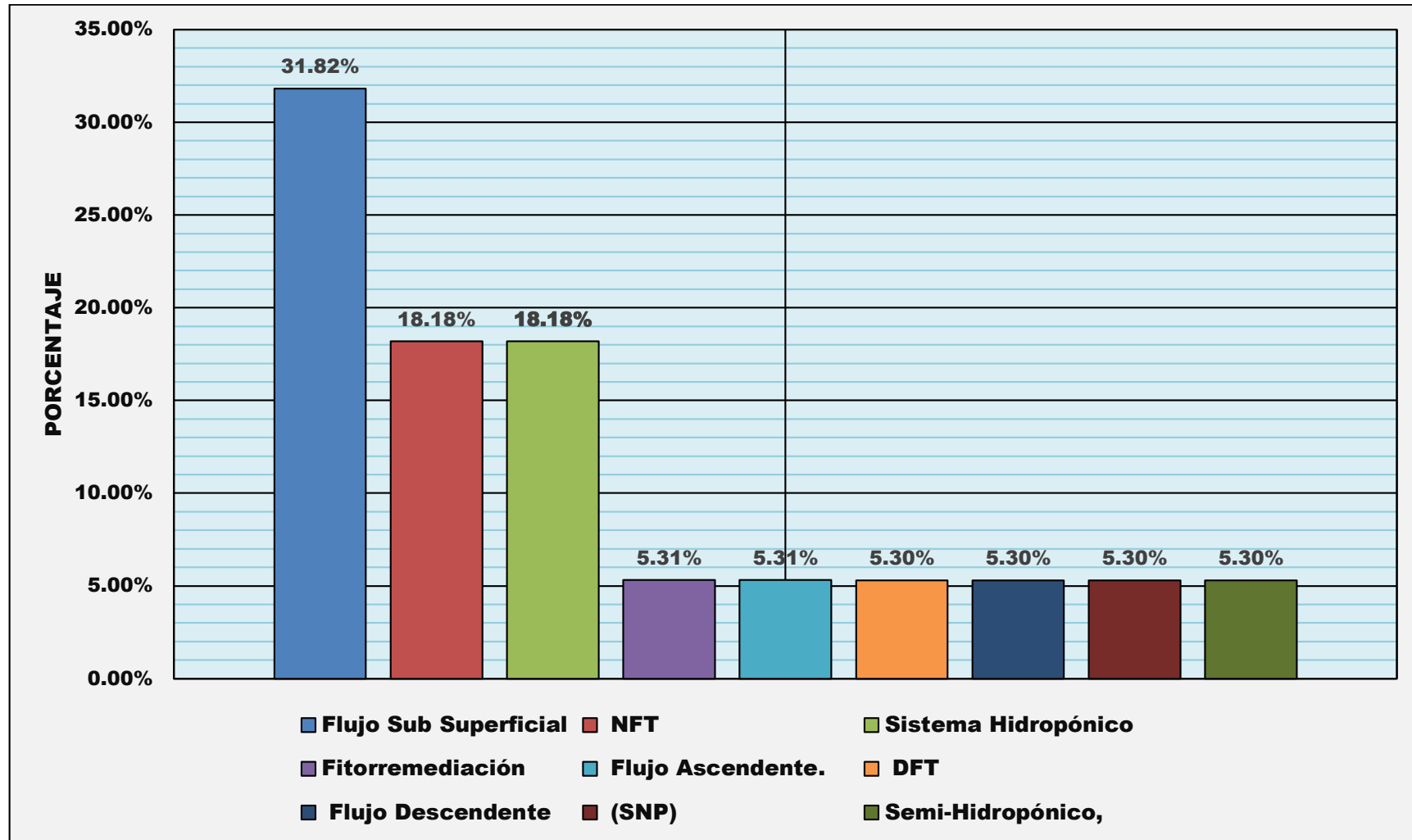
En el desarrollo de la presente investigación se obtuvieron los siguientes resultados: Luego del descargo de los artículos y su filtrado, se seleccionaron un total de 35 artículos de los cuales, 13 artículos corresponden al tema de “Aguas Residuales Domésticas” 11 a “Aguas Residuales” y 11 a “Hidroponía”. Del total de los 35 artículos tras su revisión, análisis y estudio se filtraron otros artículos más, desechando aquellos que no coincidían con el tema de investigación, quedando solo 21 artículos, descritos según método, porcentaje y cantidad tal como se presentan en la Tablas 3 y 4.

Tabla N° 3
TIPOS DE MÉTODOS UBICADOS EN PROMEDIO

N °	MÉTODO DE TAR	CANTIDAD
1	Flujo Sub Superficial	7 – Artículos
2	RAFA + CCM	1 – Artículo
3	RAFA + DHS	1 – Artículo
4	Fitorremediación	1 – Artículos
N°	MÉTODO HIDROPÓNICOS	CANTIDAD
1	Sistema Hidropónico	4 – Artículos
2	NFT (Técnica de la Películas de Nutrientes)	4 – Artículos
3	DFT (Técnica del Flujo Profundo)	1 – Artículo
4	SNP (Solución Nutritiva Estándar)	1 – Artículo
5	Semi – Hidropónico	1 – Artículo

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 4
TIPOS DE MÉTODOS SEGÚN PORCENTAJES



Fuente: Elaboración propia del autor.

DESCRIPCIÓN:

En la presente tabla se describen y presentan los diferentes métodos más aplicables y con mayor eficacia, referente al tratamiento de aguas residuales, las mismas que puedan ser rehusadas en cultivos de hidroponía. Estos métodos se encontraron en diferentes artículos que según la tabla se presentan en niveles de promedios porcentuales. El método de Flujo SubSuperficial abarca un 31:82%, del 100% de los artículos seleccionados, y este método fue el más utilizado en las investigaciones orientadas al tema del tratamiento de aguas residuales y su reutilización, dentro de este grupo de artículos seleccionados para esta investigación. El siguiente método fue el NFT seguido por el Sistema Hidropónico, métodos que se encuentran entre los artículos seleccionados en un 18:18% los mismos que se ubican en segundo lugar de utilización, los métodos de Fitorremediación y RAFA con Celdas de Combustible Microbiano, se encuentran dentro del grupo de los artículos seleccionados en un 5:31% y los métodos de DFT, RAFA con Esponjas Colgantes de Flujo Descendente, (SNP) Y Semi-Hidropónico en un 5:30%. Cabe recalcar el destaque de importancia de esta tabla que ubica la proporción del nivel porcentual de los distintos tipos de métodos en esta investigación, debido a que la mayor cantidad de artículos orientados a un tipo de metodología aplicado en el tratamiento de aguas residuales domésticas con rehúso hidropónico es significativo, puesto que determina que metodologías son las más aplicables a este tipo de actividad, datos muy significativos para esta investigación y para los interesados con esta temática.

Los resultados con relación a las metodologías de aguas residuales domésticas con propósitos de reúso en hidroponía están descritos de modo más detallado en el Anexo N° 3, donde se describen que las aguas residuales son aplicables para el cultivo hidropónico, en primer lugar, por tener ricos nutrientes reutilizables para riegos agrícolas diversos y usos hidropónicos. Asimismo, según algunas de las metodologías son viables por eliminar altos índices de elementos contaminantes tanto orgánicos e inorgánicos de estas aguas residuales. También, de los artículos analizados se observó que el 80% cumplió con los parámetros exigido por organismos internacionales, como la OMS, FAO, EPA y normativa colombiana.

Permitiendo pues que estas aguas luego de su óptimo tratamiento sean reutilizable para usos de cultivo agrícolas.

A continuación, se discutirán sobre los resultados fundamentado por diversos autores del siguiente modo:

En primer lugar, se tuvo que considerar que esta investigación es una revisión sistemática, cuya matriz de categorización apriorística nos permitió establecer las diferencias, similitudes y relación entre estas categorías y subcategorías del presente trabajo de investigación.

Tabla N° 5

CRITERIOS DE COMPARACIÓN		
TIPO DE AGUA RESIDUAL	MÉTODOS DE TRATAMINETO	PARÁMETROS
Agua Residual Doméstica	Flujo Sub Superficial RAFA + CCM RAFA + DHS Fitorremediación NFT Sistema Hidropónico DFT SNP Semi-Hidropónico	Químicos DQO DBO Amonio Nitrato Nitrito Ortofosfato pH Oxígeno Disuelto Físicos Conductividad Sólidos Suspendidos Turbiedad Temperatura Biológicos Coliformes Fecales Coliformes totales E. Coli Orgánicos Grasas y Aceites

Fuente: Elaboración propia.

La revisión sistemática realizada tuvo como resultados 3 temas muy puntuales que son: El agua residual doméstica, la aplicación estrechamente cercana a este estudio de 09 métodos que están descritos en la Tabla 5, y los parámetros físicos-químicos, biológicos y orgánicos, manifiestos en las aguas residuales que también se encuentran descritos en la Tabla 5. Los resultados han sido obtenidos de un total de 35 estudios relacionados a las metodologías aplicadas a estas aguas a fin de evaluar si son reusables en hidroponía.

SOBRE EL MÉTODO DE FLUJO SUB SUPERFICIAL

Dentro de la presente revisión de artículos, sobre el método de Flujo Sub Superficial, diversos autores en sus trabajos de investigación tuvieron los siguientes resultados:

Osorio Caselles et al (2018), en sus resultados encontrados demuestran la eficiencia de la demanda biológica de oxígeno (DBO5) y la demanda química de oxígeno (DQO), la cual fue superior a 41% y la eliminación de bacterias coliformes estuvo entre 46 y 81%. No hubo disminución del nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_4 + \text{-N}$) (<1%) y la eliminación de fósforo ($\text{PO}_4\text{-3-P}$) fue del 10%. Charris Jhan y Caselles Aracelly (2016), presenta resultados en eliminación de DQO, amonio, nitrato y ortofosfatos en un 93, 65, 71 y 32%, respectivamente, para *C. ligularis*, y de 85, 54, 67 y 57%, respectivamente, para *E. colinum*. La eficiencia de eliminación de bacterias coliformes fue de un 99.9% para ambas especies. Casierra et al (2016), por su parte, presenta resultados que indicaron que es posible obtener un valor de desinfección en un 99.999% de coliformes fecales y totales, cuando se acoplan la TAO (Tecnología Avanzada de Oxidación) y el Sistema Biológico con un tiempo de retención de tres días en el HC FSSH (Humedales Construidos de Flujo Sub Superficial Horizontal), y cinco horas en el fotorreactor. Garzón Marco, González Jazmín, y García Raúl (2016), demostraron en sus investigaciones que el sistema de Flujo Superficial, presentó un buen desempeño al aplicar los dos caudales (0.2 m³/d y 0.4 m³/d), pero la calidad del efluente que se obtuvo al aplicar el menor ($\text{DQO} \leq 44 \pm 12 \text{ mg/L}$; $\text{DBO}_5 \leq 24 \text{ mg/L}$, $\text{P-PO}_4\text{-3-} < 5 \text{ mg/L}$, $\text{N-NH}_4\text{+} \leq 3.77 \pm 3.3 \text{ mg/L}$, $\text{G y A} \leq 4.8 \text{ mg/L}$, $\text{HH} = 0$ y $\text{Coliformes Fecales} = 1.1 \text{ E}+02 \text{ NMP/100mL}$) cumplió para los parámetros evaluados con la norma mexicana (NOM-003-ECOL-

1997). Martínez (2015), mediante este sistema logró reducciones de E. coli y coliformes de 3-4 unidades logarítmicas y concentraciones promedio finales de 1000 ± 300 y 210 ± 60 NMP/100ml, respectivamente. Las eficiencias globales de remoción por medio de Flujo Superficial fueron de un 99,93 y 99,99%. Al-isawi, R., Scholz, M., y Al-faraj, F. (2016), en su investigación, presentaron resultados óptimos en la que encuentran que las concentraciones de $\text{NH}_4\text{-N}$ destacaron el umbral correspondiente de 5 mg / l, así también, las concentraciones de $\text{NO}_3\text{-N}$, y las concentraciones medias generales siguieron este orden: filtro 1 (0,3 mg / l) = filtro 3 (0,3 mg / l) < filtro 5 (0,7 mg / l). Los filtros siguieron el siguiente orden: para $\text{PO}_4\text{-P}$, las concentraciones medias generales fueron de 5,1, 6,0 y 7,2 mg / l, en lo que corresponde a los valores de pH. Los valores medios de forma ascendente siguieron este orden: filtro 1 (6.2) < filtro 3 (6.4) < filtro 5 (6,5). Los valores potenciales redox medios generales siguieron este orden: filtro 5 (9,9 mV) < filtro 3 (16,3 mV) < filtro 1 (26,2 mV). La conductividad eléctrica fue del filtro 1 ($503 \mu\text{S} / \text{cm}$) < filtro 3 ($593 \mu\text{S} / \text{cm}$) < filtro 5 ($918,3 \mu\text{S} / \text{cm}$).

DISCUSIÓN:

En relación a este método de Flujo Sub Superficial, Osorio et al (2018), con 326 mg/L de DQO Al-isawi, et al (2016), con 285.3 mg/l de DQO, y Garzón et al (2016), con 401.6 ± 129.9 mg/L, coinciden en Demanda Química de Oxígeno (DQO) con diferencia de valores en este parámetro. Y en lo que a Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5) corresponde, los investigadores Charris y Caselles (2016), con DBO5, mg l^{-1} 246 (± 78.8), Casierra et al (2016), con DBO5 de (mg l^{-1}) 234 (± 93), Garzón et al (2016), con DBO5 de (mg/L) 142.8 ± 25.9 , Al-isawi, et al (2016), con DBO5 de 124.8 mg/l, y los autores Silveira et al (2017), con DBO5 de $526,4 \pm 177$ mgL^{-1} P total $7,71 \pm 2,5$ mgL^{-1} , coinciden en Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), aunque con valores diferentes. Los estudios de Osorio et al (2018), Silveira et al (2017) y Martínez (2015), coinciden en coliformes totales y Garzón et al (2016) Osorio et al (2018), en coliformes fecales, y en E. Coli, Silveira et al (2017), Martínez (2015) y Charris y Caselles (2016), lograron en su tratamiento la eliminación de un 99% de estas bacterias aplicando este método. Asimismo, Charris y Caselles (2016), demostraron una Temperatura $^{\circ}\text{C}$ $27.4 (\pm 1.7)$, Oxígeno disuelto (OD), mg l^{-1}

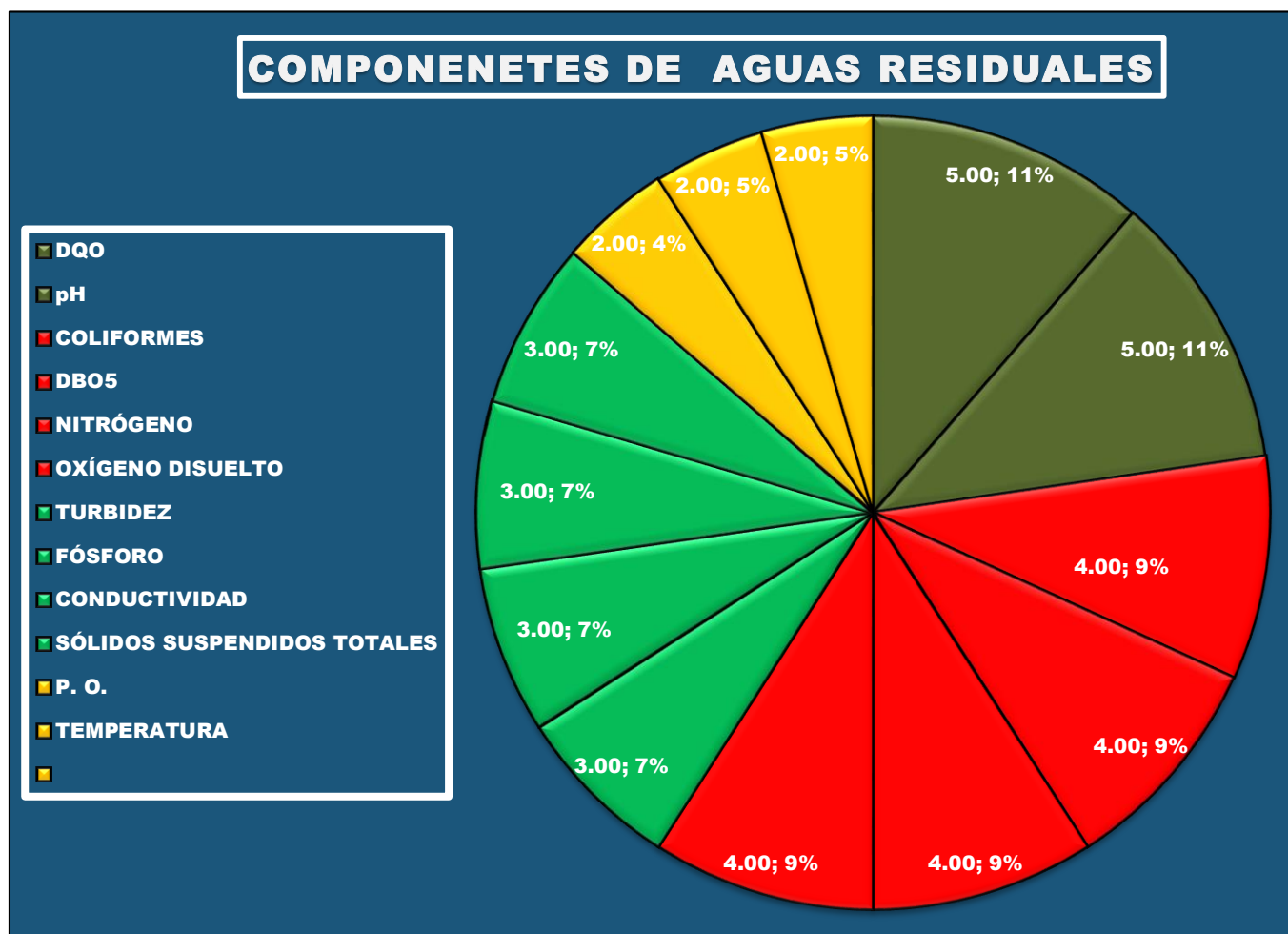
1 0.2 (± 0.5) y pH 8.2 (± 0.2), datos muy similares al de Casierra et al (2016), con un pH, 8.0 (± 0.92), Oxígeno disuelto, mg. d-1 1.08 (± 0.45) y una Temperatura, °C 28.3 (± 1.47), en cambio Martínez y Silveira demostraron pH y Oxígeno Disuelto con valores diferentes. Aspectos que describen tras la aplicación de una metodología apropiada como es el Flujo Superficial, la viabilidad del reúso de estas aguas residuales con fines hidropónicos. En la aplicación de esta metodología, Osorio et al (2018), Garzón, et al (2016), Al-isawi, et al (2016), y Charris y Caselles (2016), demostraron que no hubo disminución del nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_4 + -\text{N}$) ($<1\%$), y la eliminación de fósforo ($\text{PO}_4\text{-3-P}$) fue cercanamente en una proporción de 10%. La conductividad fue coincidente en tratamientos de Martínez (2015), Al-isawi, et al (2016), y Charris y Caselles (2016), con valores muy cercanos a $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 856.0 (± 171.8). También estas aguas presentaron en los estudios de varios autores, turbidez, (Martínez (2015) y Casierra et al (2016)), Sólidos suspendidos (Garzón, et al (2016) y Al-isawi, et al (2016)), Potencial óxido-reducción, mV -243.4 (± 159.8) (Charris y Caselles (2016) y Casierra et al (2016)), y finalmente grasas y aceites en el trabajo de (Garzón, et al (2016)).

La investigación de Osorio et al (2018), coinciden con la de debido a que precisamente, ambos trabajos presentan coincidencia en lo referente a la eliminación de DQO, amonio, nitrato y ortofosfatos fue de 93, 65, 71 y 32%, r. Dicha eliminación en ambos trabajos, fue eficiente y óptimo al aplicares en ellas el método de Flujo Superficial. Casierra, et al (2016), por su parte, en su investigación presenta eficientes resultados tras la aplicación de este método, indicando que es posible obtener un valor de desinfección y remoción de contaminantes en un 99.999% de coliformes fecales y totales cuando estas aguas se acoplan la TAO (Tecnología Avanzada de Oxidación) y el sistema biológico con un tiempo de retención de tres días en el HC FSSH y cinco horas en el fotorreactor. Resultados que demuestran la eficacia de esta metodología en su tratamiento a las aguas residuales. Garzón, et al (2016) comprobaron y demostraron de manera coincidente con Silveira et al (2017), que el sistema de tratamiento como metodología para aguas residuales presentó un favorable desempeño al aplicar los dos caudales (0.2 m^3/d y 0.4 m^3/d), y cumplió para los parámetros evaluados con la norma mexicana (NOM-003-ECOL-1997). Esto indica que la metodología aplicada para este proceso

contribuya de manera favorable, en acondicionar las aguas residuales para reúsos diversos, especialmente hidropónicos.

Finalmente, la investigación de Al-isawi, et al (2016), demostró resultados en las que se encuentran concentraciones de NH 4-N lo cual destacó el umbral correspondiente de 5 mg / l. La misma, que permitió luego de su ubicación ser removida para ser más útil, tras su filtración y purificación. Por tanto, el tratamiento con *Chlorellavulgaris* fue eficiente, ya que redujo los efectos fitotóxicos por casi el 90%. Dicho tratamiento mediante la aplicación del sistema de Flujo Superficial, llevó a los autores de los artículos citados en este acápite a coincidir en la efectividad y eficacia de remoción y eliminación de elementos fitotóxicos en un elevado porcentaje del 99.93%.

Tabla N° 6



Fuente: Elaboración del autor.

En resumen, en la aplicación del método de Flujo Superficial se observan en una que 5 investigadores (11%) demostraron en sus trabajos Demanda Química de Oxígeno (DQO), y pH en valores diferentes, siendo estos parámetros los más demostrados por los investigadores. Cuatro autores (9%), coincidieron en bacterias coliformes, oxígeno disuelto, nitrógeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO%), también con valores distintos. Los parámetros de Turbidez, sólidos suspendidos, conductividad y fósforo, fueron demostrados por tres estudios (7%) y los parámetros de temperatura, E. coli, potencialidad de oxidación y otros fueron demostrados por 2 trabajos de investigación (5%).

MÉTODO DE FITORREMEDIACIÓN

DESCRIPCIÓN

Dentro de la revisión sistemática de artículos analizados. Los trabajos de Mendoza et al (2016) y Alves et al (2017), aplicaron el método de fitorremediación. En el caso de Mendoza et al (2016), ejecutó este método de la fitorremediación, mediante el uso de plantas acuáticas como *E. crassipes*, lo cual se considera una alternativa eficiente y viable para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, por su parte Alves et al (2017), no especifica que planta acuática utilizó para su investigación solo plantea que los sistemas de tratamiento por raíces o fitorremediación aún no están contemplados en las normas técnicas brasileñas, lo que dificulta la homogeneidad de los parámetros y criterios para su dimensionamiento.

Alves et al (2017), presenta dentro de sus resultados las dimensiones de su área de investigación los que los demuestra mediante: TANQUE TAMAÑO VOLUMEN (L), con volúmenes de TS - 01 2,60m x 5,20m x 2,00m 25800, TS - 02 2,10m x 4,20m x 2,00m 17120, haciendo un total de TOTAL 42920. En relación al FILTRO TAMAÑO VOLUMEN (L), sus valores son: FB - 01 2,30m x 4,60m x 1,70m 12480., FB - 02 1,90m x 3,80m x 1,70m 8000 haciendo un total de: TOTAL 20480. En relación al SISTEMA DE RAÍCES TAMAÑO VOLUMEN (L), sus resultados son: SR - 01 8,5m x 4m x 0,80m 26400. Por su parte Mendoza et al (2016), presenta tres parámetros en su trabajo que son: Demanda Biológica de Oxígeno, en una proporción de DBO5 $113,19 \pm 23,87$ mg/L. Demanda Química de Oxígeno, en un

valor de DQO $237,88 \pm 356,21$ mg/L, y Coliformes en una cantidad $4,10 \times 10^7 \pm 2,18 \times 10^7$ NMP/100 mL. Resultados que demuestran la remoción de estos elementos, mediante la *E. crassipes*. Demostrándose de esta manera que la fitorremediación es óptimo y significativo en tratamiento de aguas residuales con fines hidropónicos.

Tabla N° 7
MÉTODOS APLICADOS

METODOS				
RAFA-CELDA MICROBIANA DE COMBUSTIBLE	EL SISTEMA HIDROPÓNICO DFT	REACTOR DE ESPONJAS COLGANTE DE FLUJO DESCENDENTE	SOLUCIÓN NUTRITIVA ESTÁNDAR (SNP)	SEMI-HIDROPÓNICO
EFICIENCIA DE REMOCIÓN EN LOS ARTÍCULOS RESULTADOS				
DQO 35 % a 60 %.	El consumo acumulado de agua disminuyó en un 5,26 y un 5,85% por unidad de aumento en ECw (dS m ⁻¹).	Turbiedad DHS1 fue de 89%. El DHS 2 fue 93%. Coliformes termotolerantes DHS 1 fue 98.61%. El DHS 2 fue 99.54%.	Hubo [concentraciones de SNP x N en ARB (0, 25, 50, 75 y 100% del N del SNP)].	Se encontró que los DC, NF, NFP y PROD se vio significativamente afectado de F3 máximo de hojas (41 hojas) en la concentración 100%.

DESCRIPCIÓN

Diversos autores en el tratamiento de aguas residuales domésticas, aplicaron otras metodologías como el sistema Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente-Celda Microbiana de combustible por Martínez et al (2016), el Sistema Hidropónico DFT por da Silva et al (2018), el Reactor de Esponjas Colgante de Flujo Descendente por Aranda (2020), la Solución Nutritiva Estándar (SNP) por Piccolo et al (2012), y

el Semi-Hidropónico, por Tavares et al (2019). De los 5 autores Martínez, Aranda y Tavares, realizaron sus estudios netamente con aguas residuales domésticas y demostraron parámetros de los cuales, demostraron pH en su trabajo, Martínez et al (2016), pH 8.20 y Tavares et al (2019) pH 7,60, con valores distintos. Asimismo, Martínez et al (2016), presentó otros parámetros como DQO 220 mg/L a 370 mg/L el COT 28 mg/L a 50 mg/L y SST 40 mg/L a 70 mg/L, elementos no presentados por los otros autores. Por otra parte, Aranda (2020), presento valores de T° C 25.8, Turbiedad 88.1 NTU, Conductividad 1316.29, Oxígeno disuelto 0.18 mg/L y Termotolerantes 7.90E+0. Y Tavares et al (2019), presentó CE 0,96 dSm-1, Turbidez 70,00, NTU, Coliformes totales >1100, NMP ml-1, Sodio 7,10 mmol L-1, Potasio 2.80 mmol L-1, Calcio 0,60 mmol L-1, Nitrato de plata 1.6 mmol L-1 y Bicarbonato 2,40 mmol L-1, de los cuales coincide con Aranda (2020), en los parámetros de Turbiedad, y Conductividad con valores diferentes. En cambio, da Silva et al (2018), solo presentó pH y Piccolo et al (2012), ningún parámetro.

En su investigación Martínez et al (2016), realizó la remoción de la DQO en el reactor RAFA y pasó de alrededor de 50 % con un TRH de 3 h, a 64 % con 6 h de TRH y de allí a alrededor de 76 % cuando el TRH aumentó a 12 h. El aumento en la remoción de la DQO fue aún más notable en la CMC ya que pasó de 35 % a 60 % cuando el TRH se incrementó de 6 h a 12 h. Una tendencia similar fue observada en el sistema RAFACMC, aunque en este caso la mejora fue proporcionalmente menor ya que pasó de 76 % con el TRH de 6 h a alrededor de 88 % con el TRH más alto (12 h). por su parte, da Silva et al (2018), planteó con su método DFT que el consumo acumulado de agua disminuyó en un 5,26 y un 5,85% por unidad de aumento en ECw (dS m⁻¹), respectivamente para los períodos de 1-20 y 1-24 DAT (Figura 2F), y por volúmenes de agua de 0.66, se requirieron 0.89 L para producir un manojo de 12 plantas cilantro en la ECw más baja (0.26 dS m⁻¹). Aranda (2020), en cambio demostró, la eficiencia en el parámetro de turbiedad en el DHS, el mismo que fue de un promedio de 89% y del DHS 2 fue 93%, asimismo, en coliformes termotolerantes en el DHS 1 fue de 1.86 log en un porcentaje de 98.61% y en el DHS 2 fue de 2.33 log en un promedio de 99.54%. por su parte Piccolo et al (2012), demostró que hubo un efecto de sustrato significativo ($p < 0.01$) sobre la producción de materia seca de la parte aérea, sequedad de la base y materia seca de toda la planta. Sin embargo, no hubo un efecto significativo de las concentraciones de N

en el BRA, ni hubo interacción entre N tracciones en sustratos ARB x, para los atributos evaluados aliados. Para tratamientos adicionales, al comparar el efecto de las soluciones [concentraciones de SNP x N en ARB (0, 25, 50, 75 y 100% del N del SNP)], hubo un significativo en la producción de MSPA solo en el sustrato CN. No hubo, sin embargo, un efecto significativo entre las soluciones, por diferentes sustratos, en la producción de MSBA y MSPT. Finalmente, Tavares et al (2019), vio que los DC, NF, NFP y PROD es afectado significativamente por adición de concentraciones de aguas residuales domésticas tratadas. AP fue la única variable que no fue influenciado por la adición de las aguas residuales, con una media de 52,6 cm en NF de pimientos, alcanzando el número máximo de hojas (41 hojas) en la concentración del 100% del efluente. La CD fue incrementado, observándose el valor máximo (18,5 mm) cuando el 100% de riego se aplicó con aguas residuales. El NFP mostró una respuesta cúbica en función del riego con diferentes concentraciones de aguas residuales domésticas tratadas, el número máximo de frutos (37 frutos por planta) fue obtenido con el riego del 75% con las aguas residuales domésticos. Se incrementó PROD, alcanzando un valor de máximo (9,6 t ha⁻¹) en plantas regadas con 100% de aguas residuales.

Los resultados planteados por estos autores demuestran que, el sistema acoplado RAFA-CMC demostró ser una buena alternativa para el tratamiento eficiente de aguas residuales domésticas. Altos niveles de remoción de la DQO (88 %), del COT (75 %) y de los SST (79 %) fueron logrados por el sistema acoplado RAFA-CMC cuando éste se operó con un TRH de 6h en cada reactor. (Alves et al, 2017). Da Silva et al (2018), plantea que se puede utilizar agua con una salinidad de hasta 7,0 dS m⁻¹ en cultivo de cilantro en sistema hidropónico. También (2020), determinó que la eficiencia del DHS a lo largo de su periodo de funcionamiento (Arranque y Experimental) mediante un análisis estadístico utilizando el programa R ya que es un software libre y programable, comparando con el ECA categoría 3 uso de riego y los LMP para efluentes de PTAR de agua vigentes haciendo una comparación entre el D.S 004-2017-MINAM con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para el cumplimiento categoría 3 para uso de riego y el D.S 003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR, donde se pudo determinar lo eficiente que fue nuestro sistema DHS a lo largo de su funcionamiento en los parámetros fisicoquímicos pero en los parámetros microbiológicos no, y es por ello

que nuestro sistema requiere un post tratamiento (cloración). Por su parte Piccolo et al (2012), pudo utilizar aguas residuales bovinas (ARB). Reemplazo la solución de nutrientes estándar en la producción de forraje verde hidropónico de maíz. Finalmente, Tavares et al (2019), en su trabajo, demostró que la irrigación con muchas diferentes concentraciones de aguas residuales domésticas tratadas produjo el aumento del crecimiento y la producción de chile, en el que la concentración del 100% promovió los mejores resultados. El sistema semi-hidropónico resultó ser eficaz para proporcionar un mejor control de cultivo, en relación con plagas, enfermedades, ahorro de agua, optimización del espacio, más para facilitar el trato cultural.

Los resultados de estos investigadores demuestran que las diversas metodologías aplicadas en el tratamiento de aguas residuales fueron óptimas en su uso para cultivos y sembríos hidropónicos.

MÉTODO DE SISTEMA HIDROPÓNICO

DESCRIPCIÓN

Ndulini, et al (2018), obtiene en sus resultados los parámetros fisicoquímicos en cuanto a la temperatura que osciló entre 17-28 °C, El pH osciló entre 6,6 y 7,1. La eliminación de DQO fue aumentando a medida que el tiempo iba pasando, y el 100% de las aguas residuales sin procesar (RW) muestreadas alcanzó una considerable eficiencia de eliminación de 96,4%, también se logró eliminar NH₄-N 87% y 50% de aguas residuales sin procesar tuvo una remoción más baja, así mismo el amoníaco se disminuyó de 108,63 a 12,48 µm / l, considerando también el 50% de aguas residuales sin procesar tuvo la mayor eficiencia de eliminación NO₂-N del 96,77%, en cuanto a los Nitratos la remoción más alta fue del 99% para una muestra de 70% RW en 192 horas. La muestra de 10% RW tuvo la remoción más baja (62%) en 144 horas, fósforo se logró la mayor eficiencia de eliminación (87%) en 70% RW a las 192 horas. Por su parte, Bawiec, et al (2017) y Vasconce et al (2015), encontraron que el diámetro del tallo, número de hojas, materia seca de la parte aérea y productividad no son afectados significativamente ($p > 0.05$) si se agregan dosis de aguas residuales domésticas tratadas. La altura de la planta fue el único parámetro que hubo una diferencia significativa ($p > 0.05$) por agregarse

dosis de aguas residuales domésticas tratados a las plantas de cultivo (plantas de lechuga). También Santos et al (2020), demostró que no hubo en su investigación efectos significativos ($p > 0.05$) en los tratamientos aplicados. Puesto que la altura de la planta del girasol ornamental en cualquier período de evaluación mantuvo una altura media total de 65,5cm a 40 DAT. Asimismo, el valor medio observado para la altura de la planta en este estudio es superior al informado por [17] (40 a 50 cm), y no hubo efecto significativo ($p > 0.05$) de los tratamientos sobre el número de hojas (NL) en cualquier período de evaluación, y en promedio se observaron 33,3 hojas por planta a los 40 DAT. También para el área foliar (LA), no hubo efecto significativo ($p > 0,05$) en la evaluación realizada a los 15 DAT y el valor medio fue de 0,095 m². Sin embargo, los tratamientos demostraron un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre LA a los 30 DAT (Tabla 2). Plantas en el tratamiento T1 (control) mostró un área foliar de 0.57 m².

Respecto a los parámetros Vasconce et al (2015), y Santo et al (2020), presentan coincidentemente en sus estudios los siguientes, un pH de 8,10, (Vasconce) y un Ph 7,41 (Santos). También los mismos autores demuestran en sus trabajos; Potasio 0.90 mmol L⁻¹; K 6.63 mgL⁻¹; Ca²⁺ 0.51 mmol L⁻¹; Calcio 0,40mmol L⁻¹; NA 1.73 mmol L⁻¹; Sódio 9,80 mmol L⁻¹; y HCO₃⁻ 3,30 mmol L⁻¹; HCO₃⁻ 0.41 mmolL⁻¹, tal como se aprecia en los datos, los mismos parámetros con valores distintos. Vasconce et al (2015), presenta también CE 0.57 dSm⁻¹, AgNO₃ 1,10 mmol L⁻¹ y Santos et al (2020), presenta EC 0.387 dScm⁻¹; P no determinado (ND); NO₃ ND; NH₄ ND; Mg²⁺ 0.88 mmolL⁻¹; Cl 1.87 mmolL⁻¹; SO₄ Presente mmolL⁻¹; CO₃ Ausente mmolL⁻¹ y SAR 2.93. Dentro de este rubro Bawiec, et al (2017), a diferencia de los otros autores, presenta volúmenes de Tanque de luz led con valores de D(3,2) 20.645 μm, D(4.3) 67.705μm y Tanques sin led con valores de D(3.2) 30.647 μm, D(4.3) 67.705 μm. Ndulini, et al (2018), no presenta datos paramétricos.

Tras los resultados Bawiec, et al (2017), y Vasconce et al (2015), demuestran que la adición de dosis de aguas residuales domésticas ya tratadas no influye en el desarrollo y producción de lechugas. La variedad de lechugas Roxa Scarlet tratada con proporción normal de aguas residuales, fue superior en la parte de producción en comparación de otros tratamientos a los que se adicionaron una mayor

proporción de aguas residuales tratadas. Finalmente, Santos et al (2020), en su investigación con esta metodología demostró que La solución nutritiva de Furlani para la producción del girasol ornamental en sistema hidropónico puede ser preparado en efluente residual doméstico tratado.

En resumen, se demuestra que el método del sistema hidropónico es óptimo y significativo para el cultivo de ciertas hortalizas como la lechuga en sus diversas variedades, el girasol y otras hortalizas con aguas residuales domésticas tratadas con fines de rehúso hidropónico.

SOBRE EL MÉTODO NFT

Método de NFT= Técnica de flujo laminar.

El sistema de NFT (Nutrient Film Technique) o "la técnica de película nutritiva", es el sistema hidropónico recirculante más popular para la producción de cultivos alrededor del mundo. Se basa fundamentalmente en el desarrollo de las hortalizas en múltiples canales de PVC dispuestos en zig zag, llamados canales de cultivo, donde pasa un bajo caudal, permanente y con una pequeña cantidad de solución nutritiva la cual fluye por las raíces de las plantas manteniéndolas nutridas, hidratadas, oxigenadas y de esta manera en constante desarrollo. Cada canal de cultivo tiene agujeros, donde se colocan las plantas, estos canales están apoyados sobre alguna estructura (caballetes, mesas etc.) que debe tener una ligera pendiente o desnivel que facilita la circulación de la solución nutritiva, dependiendo del diseño del sistema. La solución es recolectada y almacenada en un recipiente ya sea cubeta o un tanque (esto depende de los litros de solución nutritiva) mediante una bomba se eleva de la solución hasta los canales de cultivo.

Los resultados de Paulus Dalva et al (2012), encontraron que para una reducción de la productividad la masa de materia fresca en la parte aérea menos de 11%, el productor de lechuga podrá utilizar agua salina con una conductividad eléctrica hasta 1,80 dS m⁻¹. Por su lado Silva et al (2018), mencionan sus resultados de la calidad del agua para hidroponía, que las plantas de lechuga pueden extraer aproximadamente el 77% de fósforo y el 80% del nitrógeno contenido en las aguas residuales de las aguas residuales sanitarias. Los resultados presentados por Cuba, R., Carmo, J., Souza, C., y Bastos, R. G. (2015), determina la conductividad

eléctrica en todos los análisis se mantuvo por debajo de 0,75 dS m, el pH fue superior al recomendado, del mismo modo para los tratamientos TA y TRA, los niveles de potasio, calcio, magnesio, cobre y zinc se encontraron por debajo del rango recomendado para el cultivo de lechuga y el análisis microbiológico indica las condiciones de higiene durante el cultivo y su manipulación de plantas de lechuga. Ndulini et al (2018), obtiene en sus resultados los parámetros fisicoquímicos de temperatura que osciló entre 17-28 °C, El pH osciló entre 6,6 y 7,1. La eliminación de DQO aumentó con el aumento del tiempo de retención hidráulica (HRT), El 100% de las aguas residuales sin procesar (RW) muestreada logró una alta eficiencia de eliminación de 96,4% a las 192 horas, mientras que el 10% de RW tuvo una eliminación más baja del 24% en 144 horas.

En esta metodología, Scholz et al (2018), Silva et al (2018), y Cuba et al (2015), coincidieron en la demostración de parámetros en sus estudios en lo que corresponde a pH (7.38 y 7.5) con valores muy parecidos entre los tres autores, en DBO5 los tres autores tuvieron diferentes valores, Cuba et al (2015) demostró un DBO5 de 18.00mgL⁻¹, Scholz et al (2018), un DBO5 de 129.2mg/l, y Silva et al (2018), un DBO5 de (mg L⁻¹) 42.30. Cuba et al (2015) y Silva et al (2018) coincidieron en los parámetros de Calcio, Sodio y Magnesio, aunque con valores diferentes pero algunos cercanos. Cuba demostró en Ca 18.50mgL⁻¹ en Na 49.00mgL y Mg 5.68mgL⁻¹ S 35.30mgL⁻¹ -1 y Silva demostró en Ca (mg L⁻¹) 48,39, en Na (mg L⁻¹) 53,00 y Mg (mg L⁻¹) 11.39. Asimismo, Cuba et al (2015), es el único autor que presenta en su estudio bacterias de coliformes totales NR, Termotolerantes NR, CE 0.50 dSm⁻¹ OD 4.10mgL⁻¹ y K 33.58mgL⁻¹. Por su parte Silva et al (2015), dentro de sus parámetros demostrados dos valores unos para invierno y otro para verano, por ejemplo, en verano el pH es 8.03 y DBO 5 es (mg L⁻¹) 38,63 y en invierno el pH e 7.38 y DBO 5 (mg L⁻¹) 42,30. Finalmente Scholz et al (2018) presenta parámetros de COD 266.2 mg/l, NH₄-N 32.2mg/l, NO₃-N 2.7mg/l, PO₄-P 14.9 mg/l, SS 143.7 mg/l, NTU 83.1, los mismos que no se demuestran en los trabajos de Cuba y Silva,

Finalizando, el análisis de este método, Silva et al (2018), demuestra que las aguas residuales habilitados tras un tratamiento de descontaminación tienen un elevado

potencial para ser reutilizadas como una fuente alternativa de agua para el cultivo hidropónico de lechuga, dicho autor demostró no haber encontrado daños en términos de producción para el cultivo, siempre que un aporte nutricional se realiza, independientemente de la época del año, es decir debido a los valores distintos en temporada de invierno o verano tiene implicancia en este aspecto nutricional. Por otra parte, Scholz et al (2018), coincide con el trabajo de Silva et al (2018), quien tras sus resultados experimentales pudo concluir demostrando que la aplicación del efluente generado en el EDAR UFSCar CCA en Araras (SP) como fuente alternativa de agua para el cultivo de sistema hidropónico de lechuga resultó ser satisfactorio. Igualmente, Paulus et al (2012), en relación a estos autores demostró que el uso de agua salinas para preparar la solución. nutrición y reposición de la lámina diaria evapotranspirada, resultó óptimo para el cultivo de lechuga. Cuba et al (2015), a diferencia de los otros investigadores, experimentó en su tratamiento que se pueden cultivar con éxito utilizando aguas residuales, hortalizas como pimientos dulces y chiles, siempre y cuando las aguas residuales sean tratadas por humedales artificiales.

Tras el análisis interpretativo realizado anteriormente, quedó demostrado por estos autores que es posible el uso de aguas residuales domésticas tratadas principalmente por los métodos descritos como son: El Flujo Superficial, el Sistema Hidropónico y el de Fitorremediación, seguidos sin mucha relevancia por métodos como Semi-Hidropónico, Solución Nutritiva Estándar, Sistema DFT, y de Flujo Ascendente y Descendente.

V. CONCLUSIONES

1° Tras el análisis de los artículos seleccionados se pudo identificar 4 métodos que se aplican en el tratamiento de aguas residuales domésticas con fines de reúso hidropónico que son: Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial, el Reactor RAFA (Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente), el sistema DHS (Reactor de Esponja Colgante de Flujo Descendente) y la Fitorremediación. El método con mayor aplicación fue el de Flujo Subsuperficial. Asimismo, se identificaron 5 técnicas de sistemas que aplican la hidroponía que son: El Sistema Hidropónico, el NFT (Técnica de Flujo de la película de Nutrientes), el sistema Semi-Hidropónico, el DFT (Técnica de Flujo Profundo) y el SNP (Técnica de Solución Nutritiva Estándar).

2° De los métodos identificados de tratamiento de aguas residuales para fines hidropónicos se tiene al Método de Flujo Sub Superficial, la cual es una tecnología que opera como medio de descontaminación de las aguas residuales domésticas, removiendo de ellas todos los contaminantes que sean necesarios, según su procedimiento; la cual opera con recursos naturales (plantas). Dicho procedimiento se lleva a cabo en una concavidad grande llena de grava y arena en la que se planta vegetación de humedales; conforme las aguas residuales fluyen a través de la concavidad, el material de relleno filtra las partículas y los microorganismos degradan los orgánicos (Tilley et al, 2018).

3° Se pudo determinar que el método más óptimo para el tratamiento de aguas residuales domésticos es la de humedales artificiales de Flujo Sub Superficial, por su eficiencia en la remoción de contaminantes, bajos costos de operación, no requiere de energía eléctrica, tiene un amplio proceso natural, evita malos olores y mosquitos. Donde Osorio et al 2028, presenta una remoción de DQO del 50% y bacterias coliformes del 81%, Jhan Carris et presenta el DQO 93% y bacterias coliformes en un 99.9%. Casierra et al (2016), presenta un DQO 87%, y coliformes totales y fecales en un 99.99% de remoción.

VI. RECOMENDACIONES

1° Promover para el tratamiento de aguas residuales domésticas el método SubSuperficial porque no requiere de energía eléctrica y es de bajo costo de operación.

2. Impulsarse estudios sobre el sistema integrado MA+HCFV, puesto que surge como una tecnología ambiental innovadora, que, con pequeños ajustes, podría usarse eficientemente a gran escala y eventualmente reemplazar los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales.

3. Continuar investigándose el método de Celdas microbianas de combustible puesto que esta tecnología se encuentra principalmente en una etapa de desarrollo experimental y piloto. Asimismo, las potencias eléctricas obtenidas son aún bajas y no hay actualmente aplicaciones comerciales disponibles. Esta investigación hace prever un futuro prometedor a mediano plazo.

4° Considerarse en los diferentes tratamientos de aguas residuales domésticas una normativa de parámetros que regulen la calidad de las aguas residuales domesticas con fines hidropónicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-ISAWI, Rawaa, SCHOLZ, Miklas, y AL-FARAJ, Furat. Evaluación de aguas residuales domésticas contaminadas con diésel tratadas por humedales artificiales para el riego de chiles cultivados en un invernadero. *Environ Sci Pollut Res* 23, 25003–25023 (2016). [Fecha de consulta: 22 de abril de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7706-x>.
- AMARILDO, Estela. Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la agricultura. Informe de país Perú. Proyecto conjunto de FAO, UNW-DPC, UNU-INWEH para el desarrollo de capacidades para el uso seguro de aguas servidas en agricultura. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/356/modpage/content/128/Peru%20INFORME%20DE%20PAIS.pdf>.
- Aprende sobre el sistema hidroponá NFT. Red de Especialistas en Agricultura. [2015]. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://agriculturers.com/aprende-sobre-el-sistema-hidroponia-nft/>
- ARRIOLS, Enrique. Qué son las aguas residuales. Artículo de Ecología verde. Agosto, 2018. [Fecha de consulta: 13 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-aguas-residuales-y-como-se-clasifican-1436.html>
- ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación. Editorial Episteme, 2012. Caracas – Venezuela.
- ARIAS, M y GIRALDO, C. El rigor científico en la investigación cualitativa. *Investigación Educativa Enfermería*. 2011. [Fecha de consulta: 11 de marzo de 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/5248-Article%20Text-32025-1-10-20111130.pdf>
- BAWIEC, A., PAWĘSKA, K., y PULIKOWSKI, K. (2017). Analysis of granulometric composition of algal suspensions in wastewater treated with hydroponic method. *Water, Air and Soil Pollution*, 228(9), 1-12. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-017-3556-5>
- CASTAÑEDA Villanueva, Aldo y FLORES López, Hugo. Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante plantas macrófitas típicas en Los Altos de Jalisco, México. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, [en línea]. Septiembre, 2013, n°. 5. [Fecha de consulta 14 de mayo 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499051554003>

ISSN: 2007-3607.

CENTENO Mora y MURILLO Marín. Comparación de Tecnologías para el tratamiento sostenible de aguas residuales ordinarias en pequeñas comunidades de Costa Rica: demanda de área, costo constructivo y costo de operación y mantenimiento. Portal de Revistas Académicas - Ingeniería Vol.30 n°1, enero-junio, 2020. [Fecha de consulta 23 de junio 2020].
Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/388>
ISSN: 2215-2652.

CHÁVEZ Vera, Ingrid. (2017). Diseño e implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Dom. Cien., Vol. 3, núm. 1, marzo, 2017. [Fecha de consulta: 11 de agosto de 2020].
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.1.mar.536-560>. ISSN: 2477- 8818.

CHONG et al (2012). Estudio de la digestión anaerobia en dos fases para el tratamiento de las aguas residuales de despulpe del beneficiado húmedo del café - Scientific Figure on ResearchGate.
Disponible en: https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Componentes-principales-del-reactor-UASB-Chong-et-al-2012_fig2_315789274 [accessed 13 Dec, 2020]

CHUANG, YAMAGUCHI, HARADA y OHASHI (2008). Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante un sistema Down-flow Hanging Sponge (DHS) utilizando esponjas cilíndricas colgantes de poliuretano.
Disponible en: file:///C:/Users/David%20Alvarado/Downloads/Cesar_Tesis_Licenciatura_2019.pdf.

CUBA, da Silva Renata; [et al]. Potencial de efluente de aguas residuales domésticas tratadas como fuente de agua y nutrientes en el cultivo de lechuga hidropónica. [en línea]. 2015, vol.10, n.3. [Fecha de consulta: 17 de julio de 2020] pp.574-586.
Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2015000300574&lng=en&nrm=iso.
ISSN 1980-993X. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1575>.

DA SILVA

DELGADILLO, Oscar; [et al]. Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. 2010. Cochabamba - Bolivia. ISBN: 978-99954-766-2-5 (Proyecto HUMEDAL).

DELAIDE Boris et al (2019). Efecto de las aguas residuales de un sistema de recirculación de acuicultura de lucioperca (Sander lucioperca L.) sobre la

producción y calidad de tomate hidropónico, Gestión del agua agrícola, Volumen 226, 20 de diciembre de 2019, 105814. [Fecha de consulta: 07 de marzo de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105814>

DE VASCONCELOS, Rykson y JERÓNIMO, Carlos. (2012). La hidroponía como alternativa para el uso del suelo y la ocupación en áreas degradado por instalaciones de viento: Evaluación de impacto en el medio ambiente. Revista Científica Electrónica en Gestión, Educación y Tecnología Ambiental: REGET/UFSM. V(8), p- 1794 – 1804. [Fecha de consulta 15 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5902/223611707164>.
ISSN: 2236 – 1170

ESCOBAR, M. C, TOVAR, L. F., & CUÉLLAR, J. R. (2016). Diseño de un sistema experto para reutilización de aguas residuales tratadas. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 26(2), 21-34. [Fecha de consulta 25 de julio de 2020].
Disponible en: doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1827>

ESPIGARES García, M. y PÉREZ López, J. (1985). Aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Universidad de Granada. Servicio de Publicaciones. Granada. España. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2020].
Disponible en: [https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBRO S/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf](https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBRO_S/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf).

ESQUIVEL y CAIPO. (2019). Diseño de una planta de tratamiento aguas residuales municipales para el distrito de Cachicadán, Santiago de Chuco, La Libertad – 2018. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.

FARFÁN Reyes, Elizabeth. (2015). Evaluación de la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales domésticas para el riego de áreas verdes en el sistema de lodos activados de la planta piloto de la FIAR-UNAC. Tesis de Grado. Universidad Nacional del Callao. Perú.

FERNANDO; GONZÁLEZ y MORALES. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Saber y Hacer - Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL, Vol. 2, nº 2. Segundo semestre 2015. pp. 09-25, ISSN 2311 – 7915 (versión impresa). Universidad San Ignacio de Loyola.

FISCALIZACIÓN Ambiental en aguas residuales. Organismo de evaluación y fiscalización ambiental. Biblioteca Nacional del Perú. Lima Perú. 2014. [Fecha de consulta: 6 de junio de 2020]. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827

FISCALIZACIÓN Ambiental en aguas residuales. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. OEFA. 2014. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2020].
Disponible en: www.oefa.gob.pe

- FLORAMIS Pérez, Tayruma de los Ángeles Armenteros & Hernández Touse. (2016). Sistema de tratamiento para las aguas residuales en la empresa de aprovechamiento hidráulico Villa Clara/ Sreatment system for wastewater at Villa Clara wáter management company. Revista Centro Azúcar. VOL 43, abril-junio, 2016. Editora: Yaillet Albernas Carvajal ISSN: 2223- 4861. Disponible en: <http://centrozucar.qf.uclv.edu.cu>.
- HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto; FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill, 1997. México.
- HERNÁNDEZ Sampiere, Roberto. Metodología de la investigación. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2014. México.
- HERNÁNDEZ Salazar, MORENO Seceña y SANDOVAL Herazo. Tratamiento de aguas residuales industriales en México: Una aproximación a su situación actual y retos por atender. Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable. RINDERESU vol. 2(1-2): 75-88. 2017. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020]. Disponible en: <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/27/33>12|FEW.
- GONCALVES, Santos Karoline [et al] (2020). Los efluentes domésticos tratados como una fuente de agua y nutrientes en el cultivo hidropónico de girasol. (2020). Dyna, 87(212), 112-119. [Fecha de consulta: 05 de setiembre de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v87n212.80839>
- GUIO Arteaga Diego German y TOSCANO Hernández Juan Diego (s.f). Fitorremediación en humedal artificial con *eichhornia crassipes* para remoción de materia orgánica en muestras de agua del canal Albina en Bogotá.
- LÓPEZ, H. La metodología de la encuesta, en Técnicas de Investigación en Sociedad, Cultura y Comunicación. Adison Wesley - Colecc. Educación, 1998. México.
- MORILLO Gustavo; [et al]. Utilización de aguas residuales tratadas en cultivos hidropónicos de pimentón, Capsicum annum L. Revista CIENCIA 17(1), 98 – 106. Centro de Investigación del Agua, 2009. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. [Fecha de consulta: 12 de julio de 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/9924-10170-1-PB.pdf>
- NDULINI, S., SITHOLE, G., y MTHEMBU, M. (2018). Investigación de la eliminación de nutrientes y coliformes fecales en aguas residuales mediante un sistema hidropónico. Física y Química de la Tierra, Partes A / B / C. doi: 10.1016 / j.pce.2018.05.004

- PALTA Prado, Giovani Hernán y MORALES Velasco, Sandra. Fitodepuración de aguas residuales domesticas con poaceas: *Brachiaria mutica*, *Pennisetum purpureum* y *Panicum maximun* en el Municipio de Popayán, Cauca. *Rev. Bio. Agro* [online]. 2013, vol.11, n.2, pp.57-65. ISSN 1692-3561.
- PEÑA Varón, M., VAN Ginneken, M., y MADERA P. (2011). Humedales de Flujo Subsuperficial: Una Alternativa Natural para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en Zonas Tropicales. *Ingeniería y Competitividad*, 5(1), 27-35. [Fecha de consulta: 14 de setiembre de 2020].
Disponible en: <https://doi.org/10.25100/iyc.v5i1.2302>.
- PÉREZ; ARMENTEROS y HERNÁNDEZ. (2016). *Sistema de tratamiento para las aguas residuales en la empresa de aprovechamiento hidráulico Villa Clara – Cuba*. Artículo Científico – Revista Scielo. cen. az. vol.43 no.2 Santa Clara abr.-jun. 2016. [Fecha de consulta: 6 de junio de 2020].
Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_artlex&pid=S222348612016000200007
- RAFFINO, (2019). Tratamiento de Aguas Residuales. Diccionario Concepto de: Argentina. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2020].
Disponible en: <https://concepto.de/tratamiento-de-aguas-residuales/>.
- RÍOS Hidalgo, Liz Mabel, ÁGUILA Hernández, Idalia y MONTESINO Herrera, Mirelys. (2014). Tecnología para el tratamiento de las aguas residuales ácidas de la planta de síntesis de un compuesto nitroaromático. *Tecnología Química*, 34(1), 50-58. [Fecha de consulta: 17 de julio de 2020].
Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222461852014000100005&lng=es&tlng=es.
- RODRÍGUEZ Miranda, Juan Pablo; García Ubaque, Cesar Augusto y García Vaca, María Camila. (2015). Similitud teórica de la cinética de crecimiento biológico aeróbico para la estabilización de materia orgánica en el tratamiento de aguas residuales. *Revista Científica Tecnura - Vol. 19 No. 44 - abril - junio 2015 • pp. 145-156*. [Fecha de consulta: 04 de junio de 2020].
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.2.a11>.
ISSN: 0123-921X - e-ISSN: 2248-7638
- RODRÍGUEZ Miranda, Juan Pablo; GARCÍA Ubaque, César Augusto y PARDO Pinzón, Janneth Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. *Tecnura*, 19(46),149-164. (2015).
[Fecha de consulta: 17 de julio de 2020].
Disponible en: doi: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.4.a03>
- RODRÍGUEZ, Pimental. Las aguas residuales y sus efectos contaminantes. 2017. [Fecha de consulta: 13 de abril de 2020].

Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>.

ROSSI, Luna. (2010). Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú. Fondo Nacional del Ambiente – Perú.

[Fecha de consulta: 6 de junio de 2020].

Disponible en: <https://fonamperu.org.pe/download/oportunidades-de-mejoras-ambientales-por-el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-el-peru/>

RUBIO, Ainhoa; LENIN, Edwin y PEÑUELA Gustavo. (2013). Procesos de tratamiento de aguas residuales para la eliminación de contaminantes orgánicos emergentes. [2013]. Revista: Ambiente & Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science. [Fecha de consulta: 24 de setiembre de 2020].

Disponible en: doi:10.4136/1980-993X - www.ambi-agua.net.

ISSN 1980-993X.

SÁNCHEZ Montes, María. Las aguas residuales en Perú, realidad al 2017. [2017]. [Fecha de consulta: 07 de mayo de 2020]. Recuperado de:

<https://www.iagua.es/blogs/maria-sanchez-montes/aguas-residuales-peru-costo-improvisacion>.

SCHOLZ, M., AL-ISAWI, R., y SANI, A. Recycling of domestic wastewater treated by vertical-flow wetlands for watering of vegetables. Water Practice and Technology, 10(3), [2015]. [Fecha de consulta: 22 de julio de 2020].

Disponible en doi: <http://dx.doi.org/10.2166/wpt.2015.052445-464>.

SILVA Renatada, GASPARGAS Reinaldo y FONSECA Claudinei. Influencia del uso de aguas residuales en la absorción de nutrientes y la producción de lechugas cultivadas en un sistema hidropónico, Gestión del agua agrícola. Volumen 203, 30 de abril de 2018, páginas 311-321. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.03.028>

SILVEIRA, E. [et al]. Performance of an integrated system combining microalgae and vertical flow constructed wetlands for urban wastewater treatment. [2017]. Environmental Science and Pollution Research International, 24(25), 20469-20478. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2020].

Disponible en: doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s11356-017-9656-3>

SMYRILLI C, Selvakumaran: [et al]. (2018). Sustainable decentralised wastewater treatment schemes in the context of Lobitos, Peru. Journal of Environmental Engineering and Science 13(1): 8–16. <https://doi.org/10.1680/jenes.17.00023>

TAVARES Fiama Beatriz et al (2019). Crecimiento y producción de pimienta utilizando aguas residuales domésticas tratadas. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada; Fortaleza Tomo 13, n.º 5, (2019): 3683-3690.

[Fecha de consulta: 15 de abril de 2020].
Disponible en: DOI:10.7127/rbai.v13n5001131

TRATAMIENTO de aguas residuales. (2014). [Fecha de consulta: 6 de junio de 2020].
Disponible en: https://www.ecured.cu/Tratamiento_de_aguas_residuales.

TRATAMIENTO y reúso de aguas residuales. SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental) Parte 2. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2020].
Disponible en: [file:///C:/Users/HP/Downloads/153%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/153%20(1).pdf)

TUSET, Sergio. (2020). Tratamiento biológico de las aguas residuales. [Fecha de consulta: 08 de marzo de 2020].
Disponible en: <https://blog.condorchem.com/tratamiento-biologico-de-aguas-residuales/>

VASCONCELOS, John Lenon; [et al]. (2015). Crecimiento y producción de dos cultivares de lechuga mediante aguas residuales tratadas. Revista Brasileira De Agricultura Irrigada, [En línea]. 9(5), 320-325. 2015. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2020]. DOI: 10.7127/rbai.v9n500322.
ISSN 1982 – 7679.

VELIZ Lorenzo; [et al]. Reúso de aguas residuales domesticas para riego agrícola. Valoración crítica. Revista CENIC. Ciencias Biológicas, vol. 40, núm. 1, enero-abril, 2009, pp. 35-44. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2020].
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181221574007>
ISSN: 0253-5688

WILLS, Beatriz; Vélez, Santiago; Arboleda, Andrés; Garcés, Juan Pablo. Propuesta metodológica para la evaluación de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas en el sitio de origen. Revista EIA Número 13, p. 93-105. Julio 2010. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia). [Fecha de consulta: 21 de junio de 2020].
Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-12372010000100008&script=sci_abstract&tlng=es
ISSN 1794-1237

YEE-Batista, C. (2013). Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas. Banco Mundial, BIRF – AIF. [Fecha de consulta: 11 de marzo de 2020].
Disponible en: <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/01/02/rios-de-latinonoamerica-contaminados>.

ANEXO N°1

MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN APRIORÍSTICA

TÍTULO: “USO DE METODOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS CON FINES DE REÚSO EN HIDROPONÍA”

OBJETIVO GENERAL: Determinar la metodología más apropiada para el tratamiento de aguas residuales domésticas en el reúso en hidroponía.				
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUB CATEGORÍA	CRITERIOS
Revisar la bibliografía sobre los diferentes métodos de aguas residuales domésticas.	¿Qué diseños metodológicos existen para el tratamiento en aguas residuales domésticas?	Fuentes de información.	<ul style="list-style-type: none"> • Tesis • Revistas Científicas • Libros 	<p>TIEMPO: Estudios revisados serán del periodo – 2010 – 2020.</p> <p>IDIOMA: Artículos en inglés y español.</p> <p>FUENTE: Revistas indexadas, Bibliotecas virtuales y Repositorios universitarios.</p>
Analizar las diferentes metodologías de tratamiento de aguas residuales domésticas.	¿De qué manera se diferencian los tipos de metodologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas?	Metodologías de tratamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento Tecnológico • Tratamiento Biológico • Tratamiento Natural 	<p>GEOGRAFÍA: Lugar/zonas donde se realizan distintos tipo de tratamiento de Aguas Residuales.</p> <p>PASOS DE TRATAMIENTOS: Pasos cómo se lleva a cabo el tratamiento.</p>
Describir las metodologías más usadas en el tratamiento de aguas residuales domésticas aplicadas en el reúso en hidroponía.	¿Cuáles son las metodologías más apropiadas para el reúso en hidroponía?	Tratamiento de aguas residuales más usadas.	Tipos de Tratamiento	Mediante interpretación y comparación de datos se diferenciará la efectividad de la metodología más apropiada para el tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.

Fuente: Elaboración propia del autor.

FICHA DE RECABACIÓN DE DATOS

N°	FICHA DE RECOPIACIÓN DE ARTÍCULOS INDEXADO POR CONTINENTE												
	LUGAR Y AÑO	TÍTULO	PALABRAS CLAVES	SUB PRODUCTO	PROBLEMA	MÉTODO	ESTADÍSTICA	RESULTADOS	CONCLUSIONES	ENFOQUE	RECOMENDACIONES	BUSCADOR	REFERENCIA
1	Brasil - 2017	Dimensionamiento de un sistema sostenible para el tratamiento de aguas residuales domésticas en un condominio residencial de la ciudad de Cacador/SC.	Sostenibilidad; Tratamiento de Efluentes; Fitorremediación	AGUAS RESIDUALES		FITORREMEDIACIÓN		Tanque Tamaño Volumen (L) TS - 01 2,60m x 5,20m x 2,00m 25800. TS - 02 2,10m x 4,20m x 2,00m 17120 Total 42920. Filtro Tamaño Volumen (L) FB - 01 2,30m x 4,60m x 1,70m 12480. FB - 02 1,90m x 3,80m x 1,70m 8000 Total 20480. Sistema De Raíces Tamaño Volumen (L) SR - 01 8,5m x 4m x 0,80m 26400.	Los sistemas de tratamiento por raíces o fitorremediación aún no están contemplados en las técnicas brasileñas. El tratamiento por fitorremediación tiene altos índices de purificación del agua, sobre todo cuando es complementario a sistemas primarios y secundarios de tratamiento.	Cuantitativo		EBSCO	Alves Djanecler et al (2017). Revista Electrónica en Gestao, Educacao o e Tecnologia Ambiental - REGET.V. 21, n. 2, p.166-178. ISSN 2236 1170.
2	Brasil - 2018	Crecimiento, producción y consumo de agua de cilantro en sistema hidropónico utilizando aguas salobres.	Coriandrum sativum L.cultivo sin suelo recirculación de solución nutritiva salinidad.	HIDROPONÍA	Evaluar el crecimiento, la producción y consumo de agua de cilantro cv. 'Verdão' cultivado en Sistema Hidropónico DFT adaptado en tuberías de PVC.	SISTEMA HIDROPÓNICO O DFT	Los datos se analizaron por varianza por prueba F; las medias e intervalos se midieron por Prueba de Tukey con 0.05.	El consumo de agua disminuyó en un 5,26 y aumentó 5,85% por unidad en ECw (dS m ⁻¹), Los períodos de 1-20 y 1-24 DAT, requirieron de 0.66 y 0.89. para producir un manajo de 12 plantas de cilantro en la ECw más baja (0.26 dS m ⁻¹).	Es posible el uso de agua con una salinidad de hasta 7,0 dS m ⁻¹ en un cultivo de cilantro con sistema hidropónico DFT adaptado a tuberías de PVC. El consumo de agua fue de 0.89 L racimo ⁻¹ en 1-24 DAT con conducto eléctrico de 0,26 dS m ⁻¹ .3.	Cualitativo	Las aguas salobres se evaluaron por análisis de regresión.	EBSCO	Da Silva Mairton et al (2018). R. Bras. Ing. Agríc. Ambiental, v.22, n.8, p.547-552. http://dx.doi.org/10.1590/1807.0

3	Brasil - 2012	Crecimiento, consumo de agua y composición mineral de la lechuga cultivada en hidroponía con aguas salinas.	Lactuca sativa L., salinidad, conductividad eléctrica.	HIDROPONÍA	Uso de agua salina para preparar la solución nutritiva y sustitución de agua evapotranspirada, por lechuga.	SISTEMA UTILIZADO – NFT	Los resultados sometidos al programa "SAS", fueron analizados por varianza con la prueba F ($p < 0.01$) y aplicado por regresión polinomial.	En el primer y segundo cultivo, cada incremento de salinidad del agua unitaria ($dS m^{-1}$), da reducciones en materia fresca del tráfico aéreo del 6,0 y 6,5%. Las reducciones fueron de 7.5 y 4.6%, en el primer y en la parte aérea (MFPA), hubo una pérdida de 56,16 y 63,92%. El productor de lechuga podrá utilizar agua salina con conductividad eléctrica hasta $1,80 dS m^{-1}$.	El uso de agua salobre para preparar la solución. nutrición y reposición de la lámina diaria evapotranspirada resultó en un menor crecimiento y consumo de lechuga de agua "Verónica", con aumento de la salinidad del agua. El aumento del nivel de salinidad en el agua determinó aumentos significativos en los niveles de Na y Cl en sábanas.	Cualitativo		EBSCO	Paulus Dalva et al (2012). Rev. Ceres, Vicosa, v. 59, n. 1, pág. 110-117.
4	Brasil - 2013	Producción de forraje hidropónico de maíz verde, utilizando sustratos orgánicos y aguas residuales de ganado.	Hidroponía, reutilización de agua, residuos orgánicos, nitrógeno.	HIDROPONÍA	Uso de aguas residuales bovinas en la producción de forrajes en cultivo hidropónico.	SOLUCIÓN NUTRITIVA ESTÁNDAR (SNP).	El análisis de varianza utilizando la aplicación computacional SAEG (2009). Se probaron las medias de los contrastes ortogonales. aplicando la prueba F ($p < 0,001$ y $p < 0,05$).	El efecto de sustrato fue significativo ($p < 0.01$) sobre la producción de materia seca de la parte aérea con concentraciones de N en el BRA, sin interacción entre N tracciones y en sustratos ARB x. Fue significativa la producción en MSPA solo en el sustrato CN. No hubo efecto entre las soluciones de distintos sustratos, en la producción de MSBA y MSPT.	Se pueden utilizar aguas residuales bovinas (ARB) en la producción de forraje verde de maíz, mediante cultivo hidropónico. El enriquecimiento de ARB con nitrógeno promueve un aumento significativo en la producción de materia seca de forraje hidropónico de maíz verde.	Cualitativo		EBSCO	Pícolo Marco et al (2012). Rev. Ceres, Vicosa, v. 60, n. 4, pág. 544-551.

5	Cuba - 2015	Aclimatación de <i>Nicotiana tabacum</i> 'Criollo' 98' (Solanaceae) a la salinidad creciendo en condiciones de hidroponía.	Estrés salino, tabaco, fotosíntesis, densidad de estomas, especies reactivas de oxígeno (EROs), Solanaceae	HIDROPONÍA	Efecto de la salinidad sobre las respuestas fisiológicas como alteraciones en la expansión foliar, tasa fotosintética, apertura estomática y modificaciones de los sistemas antioxidantes.	SISTEMA RADICAL	Se analizó las variables con la técnica ANOVA y con la prueba de Tukey se comparó el grupo control y con la prueba de Dunnett Kruskall Wallis se realizó las pruebas no-paramétricas.	Los tejidos foliares de plantas de tabaco mostraron mayor porcentaje de salida de electrolitos después de 52 h de tratamiento salino ($21,4 \pm 1,3$) en comparación a las plantas de control ($12,0 \pm 1,9$). Sin embargo, el contenido de MDA no cambió en relación al control después de 6 h de tratamiento.	Las evidencias de aclimatación de las plantas de tabaco a las condiciones de salinidad del orden de 150 mmol L ⁻¹ NaCl, facilitó el control de la apertura estomática sin afectación de la fotosíntesis. La raíz mejora el nivel de humedad del suelo y la aparición de reactivos de oxígeno en los tejidos.	Cualitativo		EBSCO	Ortega Patricia, et al (2016). RNPS: 2362 - ISSN: 2307-695X - VOL. 4 - N° 3 pp. 16-28.
6	India – 2020	Sistema integrado de celda de combustible microbiano-hidropónico por goteo para tratamiento de aguas residuales y recuperación de recursos.	Hidroponía por goteo, Tecnología electroquímica microbiana, aguas residuales domésticas, celdas de combustible microbianas, eliminación de nutrientes, y Bioelectricidad.	HIDROPONIA		TECNOLOGÍA ELECTRO-QUÍMICA MICROBIANA DE CELDAS DE COMBUSTIBLE (MFC) HIDROPONÍA DE GOTEO INTEGRADA		Los resultados sugieren que los sistemas integrados pueden lograr eliminar eficientemente los contaminantes de aguas residuales en los HRT extendidos. No hay una reducción significativa de los coliformes ($3,9 \times 10^9 \pm 10,4$ MPN/100 mL). El total de coliformes en el afluente era de $5,4 \times 10^9 \pm 10,4$ MPN/100 mL.	La integración de diversos componentes en una unidad de reactor, facilita procesos que logra un tratamiento eficaz de las aguas residuales. El diseño del sistema basado en el uso de múltiples reactores pequeños es eficiente para la eliminación de contaminantes, ofrece una fácil operación y mantenimiento, produce un mínimo de lodo, y consume menos energía.	Experimental		Science direct	Yadav, RK, Chiranjeevi, P., Sukrampal y Patil, SA (2020). Informes de tecnología de fuentes biológicas, 100392. doi: 10.1016 / j.biteb.2020.10 0392

7	Sudafrica - 2018	Investigación de nutrientes y remoción de Coliformas Fecales en Aguas Residuales utilizando un Sistema Hidropónico.	Coliformes fecales, tiempo de retención hidráulica (TRH), sistema hidropónico, Macrófitos, nutrientes, aguas residuales.	HIDROPONÍA		SISTEMA HIDROPÓNICO	El análisis de la prueba t pareada determinó la significación estadística de los valores obtenidos. La influencia de los parámetros físico-químicos se indagó mediante la Correlación de Pearson.	La remoción de coliformes fecales fue de hasta 92.77%. La temperatura también tuvo una correlación débil con la eliminación de nutrientes y coliformes fecales ($-0,6 \leq r \leq -0,2$). El pH tuvo una correlación negativa muy pobre con la remoción de nutrientes y heces. La presencia de coliformes en el sistema fue de ($0,2 \leq r \leq 0,1$).	La eficiencia del tratamiento de las aguas residuales por el sistema hidropónico aumentó con el tiempo de retención hidráulica. La temperatura y el pH no tuvieron mucho efecto en la reducción de contaminantes. El sistema de tratamiento de aguas residuales resultó ser barato, sencillo y efectivo.	Experimental		Science direct	Ndulini, SF, Sithole, GM y Mthembu, MS (2018). Fisica y Química de la Tierra, Partes A / B / C. doi: 10.1016 / j.pce.2018.05.004
8	Brasil - 2018	Influencia del uso de aguas residuales en la absorción de nutrientes y producción de lechuga cultivada en un sistema hidropónico.	Lactuca sativa, nutrición mineral, efluente doméstico.	AGUAS RESIDUALES		LA TÉCNICA DE FLUJO LAMINAR DE NUTRIENTES	Método de análisis de varianza comparado por Prueba de Tukey con 5% de probabilidad. Los datos utilizados para se sometieron a análisis de regresión, considerando la variable edad de la planta. Se utilizó un ajuste polinomial o lineal para cada situación.	Las plantas de lechuga pueden extraer el 77% de fósforo y 80% del nitrógeno de las aguas residuales sanitarias. Las plantas de T3 captaron 0,17 g de Ca y 1,02 g de K. En los T1 y T2, se encontraron en 21 DAT 0,34 y 0,38 g de Ca. En T1, T2 y T3 fueron 0.10, 0.09 y 0.02g por planta. la masa seca al final del período fue 80.5, 54.32 y 67.81% mayor que durante el cultivo de invierno.	Las aguas residuales tienen el potencial de ser utilizadas como una fuente alternativa para el cultivo hidropónico de lechuga. El tratamiento de suministro de agua con fertilizantes químicos, conduce a la reducción de deficiencias masivas y nutricionales en las plantas, ubicándoles fuera de estándares de marketing.	Experimental		Science direct	Silva Renatada, Gaspar Reinaldo y Fonseca Claudinei (2018). Gestión del agua agrícola. Volumen 203 - 30 de abril de 2018, páginas 311-321. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.03.028 .

9	Belgica-2019	Efecto de aguas residuales de lucioperca (Sander lucioperca L.) recirculada a sistema de acuicultura sobre producción y calidad de tomate hidropónico.	Acuaponía, hidroponía, RAS, invernadero, manganeso, pudrición de la flor.	AGUAS RESIDUALES/ HIDROPÓNICOS		MÉTODO DE RIEGO POR GOTEO	Método de cultivo hidropónico de riego por goteo,	El rendimiento total medio y el rendimiento comercial medio respectivamente fueron $48,3 \pm 2,4$ y $47,3 \pm 2,4$ kg / m ² .- para el tratamiento AP48,0 $\pm 1,8$ y $46,3 \pm 1,8$ kg / m ² para el tratamiento HP AP (promedio tamaño final del tallo durante 3 años es 868,6 cm) que para HP (promedio final tamaño del tallo de 878,64 cm.	Se comparó la producción de tomates cultivados en un NS basado en aguas residuales RAS, utilizando riego por goteo. Se obtuvieron crecimientos y rendimientos similares en AP y HP. Los métodos para identificar DOM que promueven plantas también deben ser aplicados.	Experimental		Science direct	Delaide Boris et al (2019). Gestión del agua agrícola, Volumen 226, 20 de diciembre de 2019, 105814. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105814
10	Polonia – 2018	Uso de luz LED para la mejora de aguas residuales tratamiento en el sistema hidropónico.	Tratamiento de aguas residuales, tratamiento hidropónico de aguas residuales, iluminación LED, eliminación de nutrientes, Pistia stratiotes.	AGUAS RESIDUALES		MÉTODO POTENCIO-MÉTRICO MÉTODO ESPECTRO-FOMÉTRICO CON HNO 3 MINERALIZACIÓN. MÉTODO ESPECÍFICO		El pH se mantuvo constantemente a un nivel de 6,5. En los tanques aireados, se notó una diferencia visible de nitrógeno Para el tanque iluminado, la eficiencia de su remoción fue igual al 20,81%. Se observaron dependencias similares en el caso de PO 4. ($\eta = -207,25\%$, sin led - $530,91\%$.-.	Purificación de las aguas residuales a partir de nutrientes en un sistema hidropónico estático apoyado por la iluminación nocturna es un nuevo enfoque al problema de la eficiencia de eliminación de compuestos. Los resultados de las pruebas obtenidos mostraron que tanto en el caso de aireación de aguas residuales y suplementación de CO 2, iluminación de tanques por la noche con luz LED azul y roja afecta positivamente la remoción de nitrógeno total.	Experimental		Scopus	Bawiec, A., Pawęska, K. y Pulikowski, K. (2020). Tecnología Ambiental Volumen 41, 2020. Número 16 Páginas 2024-2036 doi: 10.1080 / 09593330.2018.1554007

11	India - 2018	Marsilea quadrifolia: un nuevo bioagente para el tratamiento de aguas residuales.	Marsilea quadrifolia. Tratamiento de aguas residuales, hidroponia.	AGUAS RESIDUALES		NUEVO BIORRECTO R LLAMADO SHEFROL		La reducción de DQO había cruzado el 70%, y el estado estable se logró a partir del séptimo día en adelante cuando la extensión del tratamiento rondaba el $84,5 \pm 3,5\%$. La unidad SHEFROL se hizo funcionar a 1800 mg /L DQO y TRH de 1,5, 3, 4,5 y 6 h. El COD eficiencias de remoción a niveles de DQO del influente de 600, 900 y 1200 mg / L fueron 89 ± 2 , 85 ± 3 y $80 \pm 1,5\%$. Las tasas de carga de DQO que se emplearon en los experimentos variaron de 0,24 a 2,88 kg / día m ² .	Los resultados revelan que M. quadrifolia tiene el potencial de ser un bio-agente muy exitoso para SHEFROL en el tratamiento de aguas residuales. Fue exitoso tanto en interiores como al aire libre, siendo su rendimiento, mejor al aire libre. La capacidad de los quadrifolias para tratar aguas residuales de concentraciones que varían de 600 a 1800 mg / L con eficiencia casi igual, que de 2400 mg / L DQO. También refleja el potencial de M. quadrifolia para absorber cargas de choque.	Experimental		Scopus	Abbasi, SA, Ponn, G. y Tauseef, SM (2018). Contaminación del agua, el aire y el suelo, 229 (4). doi: 10.1007 / s11270-018-3743-z
12	Polonia - 2018	Influencia de la insolación en la eficiencia de la eliminación de NO ₃ de aguas residuales tratadas en el sistema hidropónico.	Eliminación de nutrientes, tratamiento de aguas residuales, laguna hidropónica, eficiencia del tratamiento de aguas residuales, aguas residuales municipales.	AGUAS RESIDUALES		ESPECTRO-FOMETRÍA (para nitratos y fósforo)	Los análisis estadísticos se realizaron mediante software Estadístico.	Se determinó la suma de insolación necesaria de 10 días para obtener el efecto de la eliminación de nitratos de las aguas residuales tratadas en la laguna hidropónica lo cual fue de 48,6 h. Para los años 2013-2016, el análisis de la composición de las aguas residuales es superior a 48,6 h.	En el proceso de tratamiento de aguas residuales, el uso de plantas, garantizan una iluminación adecuada, sin embargo, debe prestarse atención al hecho de que en la laguna hidropónica, debido a la intensa luz de las aguas residuales puede ocurrir un crecimiento intensivo de alga.	Experimental		Scopus	Bawiec Aleksandra et al (2018). Water Air Soil Pollut (2018) 229: 232 https://doi.org/10.1007/s11270-018-3888-9

13	Polonia - 2020	Evaluación de la posibilidad de usar cultivos hidropónicos para la eliminación de productos farmacéuticos y compuestos disruptores endocrinos en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.	Productos farmacéuticos; compuestos disruptores endocrinos; cultivo hidropónico; determinando dirigirse a los contaminantes en los materiales vegetales; plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.	HIDROPONÍA		MÉTODO ANALÍTICO PARA LA DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS MÉTODO - ASE-SPE-GC-MS (SIM).		Concentraciones de los AINE analizados (ibuprofeno, naproxeno) en las aguas residuales no tratadas, determinaron la precisión y exactitud para tres concentraciones del rango analítico. La concentración más alta de todos los compuestos diana se observó para <i>Lysimachianemorum</i> (pimpinela amarilla) (16.849 ng / g de peso seco), seguida de <i>Cyperus papyrus</i> (papiro) (12.439ng / g dw), y la más baja para <i>Euonymus europaeus</i> (huso europeo) (2525 ng / g dw).	En este estudio, se desarrolló y validó un nuevo método ASE-SPE-GC-MS (SIM). Se aplicó una mezcla de MeOH: H ₂ O (1: 1, v / v) a 50. Los datos obtenidos demostraron la eficiencia de eliminación de los compuestos de las aguas residuales estaba en el rango de 35,8% a 100%. Por lo tanto, la aplicación de construidos humedales para soportar MWWTP convencionales permitió un aumento significativo en su eliminación de la corriente de aguas residuales.	Experimental		Scopus	Wolecki, D., Caban, M., Pazda, M., Stepnowski, P., Kumirska, J. (2020). Moléculas 25 (1), 162.
14	Polonia - 2018	Eficiencia en la remoción de compuestos de nitrógeno y fósforo en planta de tratamiento de aguas residuales hidropónicas.	Remoción de nutrientes; tratamiento de aguas residuales; laguna hidropónica; eficiencia de tratamiento de aguas residuales; aguas residuales municipales.	AGUAS RESIDUALES		MÉTODOS POTENCIO-MÉTRICO CONDUCTO-MÉTRICO ESPECTRO FOTO-MÉTRICO ESPECÍFICO COMPUTACIONAL	Los análisis estadísticos se realizaron con el software estadístico.	La eficiencia promedio de la reducción total de nitrógeno para el sistema de dos etapas fue 83% y para el sistema de tres etapas 82%. La eficiencia media en el sistema de tres etapas fue del 77%. La eficiencia de eliminación de N-NH ₄ en ambos sistemas superó el 98%	El análisis de datos ha demostrado que los nutrientes hicieron una remoción de nitrógeno en ambos sistemas con una eficiencia máxima de 80%. Y de fósforo en los sistemas de dos y tres etapas alcanzó una eficiencia media en el nivel de 84-85% y 99%.	Experimental		Scopus	Bawiec, A. (2019). Tecnología ambiental, Volumen 40, Número 16. doi: 10.1080 / 09593330.2018.1436595

15	Polonia - 2020	Los cambios en la composición granulométrica de las partículas en las aguas residuales que fluyen a través de una laguna hidropónica utilizada como la tercera etapa de una planta de tratamiento de aguas residuales.	Dimensión fractal, tratamiento hidropónico de aguas residuales, granulómetro láser, tamaño de partícula distribución, tratamiento de aguas residuales.	AGUAS RESIDUALES		LA DIFRACCIÓN LÁSER	Los resultados obtenidos fueron analizados utilizando el software para la granulometría láser Mastersizerómetro y software estadística.	En todos los puntos de muestreo, el rango de tamaños de partículas fue de 0,1 a 1.000 µm. Sobre la base del análisis de cambios en la intensidad de dispersión de ondas de luz láser. Las dimensiones fractales (Df) de las partículas muestran que durante el período de investigación el valor más bajo de Df $\frac{1}{4}$ 1.483 ocurrió en la salida de la laguna hidropónica y el más alto, Df = 2,883. Los valores medios de Df en todos los puntos de muestreo variaron de 2.112 a 2.173.	Los valores medios de las dimensiones fractales de las partículas en absoluto variaron de 2.112 a 2.173. El uso de granulometría láser, para la identificación de partículas da la oportunidad de caracterizar el TSS y estimar su impacto en el agua en la recepción de cuerpos de agua.	Experimental		Scopus	Bawiec, A. y Pawęska, K. (2020). Ciencia y tecnología del agua, 81 (9), 1863–1869. doi: 10.2166 / wst.2020.235
16	Polonia - 2017	Análisis de la composición granulométrica de suspensiones de algas en aguas residuales tratadas con método hidropónico	Suspensiones de algas, tratamiento de aguas residuales, composición granulométrica, granulómetro láser, análisis de tamaño de partículas.	AGUAS RESIDUALES		LA DIFRACCIÓN LÁSER		El límite inferior del rango de tamaño de partícula fue 0,1 µm, alcanzando el superior 100 µm. El tamaño de partícula en las aguas residuales analizadas durante la segunda serie de mediciones en ambos tanques estuvo en el rango de 0.02–100 µm. La temperatura del aire circundante varió de 15 a 20°C.	El uso de una luz adicional en el sistema para apoyar la fotosíntesis influye en el cambio del tamaño de 0020 partícula de las suspensiones en aguas residuales. Es una tarea difícil que requiere más investigación sobre la composición granulométrica de las suspensiones y naturaleza de los procesos.	Experimental		Pro-Quest	Bawiec, A., Pawęska, K., y Pulikowski, K. (2017). Contaminación del agua, el aire y el suelo. Volumen 228, Edición 9, 2017, Artículo número 366.

17	Brasil - 2015	Crecimiento y producción de dos cultivares de lechuga usando aguas residuales tratadas.	Sustentabilidad; lactuca sativa; hidroponia.	HIDROPONIA	la reutilización puede ser una fuente alternativa de agua, materia orgánica y nutrientes con la posibilidad de asegurar y aumentar la producción agrícola durante sequías prolongadas, especialmente en términos de agricultura familiar, ayudando a mantener a los trabajadores en el campo.	SISTEMA HIDROPÓNICO	Las variables fueron sometidas al análisis de varianza (SISVAR) y regresión (EXEL).	Se encontró que el diámetro del tallo, número de hojas, materia seca de la parte aérea y productividad no fueron afectados significativamente ($p > 0.05$). La altura de la planta fue el único parámetro en la que hubo una diferencia significativa ($p > 0.05$).	La adición de dosis de aguas residuales tratados no influyó en el desarrollo y producción de lechugas. La variedad Roxa Scarlet fue superior en la parte de producción.	Experimental		ProQuest	Vasconce John et al (2015). Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.9, N°.5, p.320 - 325, 2015 ISSN 1982-7679 (On line) DOI:10.7127/rbaiv9n500322.
18	Brasil - 2020	Crecimiento y producción de pimienta utilizando aguas residuales tratadas.	Capsicum annum L., sostenibilidad, hidroponia.	HIDROPONIA		SEMI-HIDROPÓNICO	Todos los análisis se realizaron con ayuda del software estadístico SISVAR.	Se encontró que los DC, NF, NFP y PROD fueron significativamente afectados por adición de concentraciones de aguas residuales caseras. El NFP mostró una respuesta cúbica en función de riego, el número máximo de frutos (37 frutos por planta) obtenido en el tratamiento regado con el 75% de las aguas residuales. La PROD, alcanzó un valor de máximo (9,6 t ha ⁻¹) en plantas regadas con 100% de aguas residuales.	La irrigación con muchas diferentes concentraciones de aguas residuales domésticas tratadas aumentó el crecimiento y la producción de chile, en el que la concentración del 100% promovió los mejores resultados. El sistema semi-hidropónico resultó ser eficaz para proporcionar un mejor control de cultivo, en relación con plagas, enfermedades, ahorro de agua, optimización del espacio, más para facilitar el trato cultural.	Experimental		ProQuest	Fiana Beatriz Tavares et al (2019). Revista Brasileira de Agricultura Irrigada; Fortaleza Tomo 13, N.º 5, (2019): 3683-3690. DOI:10.7127/rbaiv13n5001131.

19	Suecia - 2016	Evaluación de aguas residuales domésticas contaminadas con diesel tratadas por humedales artificiales para el riego de chiles cultivado en un invernadero.	Gestión de recursos hídricos agrícolas, saneamiento ecológico ambiental, contaminación por hidrocarburos, nutriente y control de minerales, cama de juncos, recuperación de agua.	AGUA RESIDUAL	Evitar la contaminación ambiental y la eliminación de la necesidad de usar fertilizantes.	FLUJO VERTICAL	Microsoft Excel y SPSS v 22 IBM. Donde se han obtenido resultados apropiados y significativos ($p < 0,05$).	Concentraciones medias globales de NH ₄ -N siguió este orden: filtro 3 < filtro 1 < filtro 5. Los valores correspondientes fueron 3,1, 4,5 y 10,1 mg / l. Las concentraciones medias generales siguieron este orden: filtro 1 (0,3 mg / l) = filtro 3 (0,3 mg / l) < filtro 5 (0,7 mg / l). El valor medio de DBO para el tratamiento aguas residuales fue de (124,9 mg / l) seguido de filtro 1 (51,5 mg / l), filtro 3 (37,4 mg / l), filtro 5 (38,7 mg/l).	Este documento destaca por primera vez el entorno óptimo de condiciones ambientales para el crecimiento efectivo de la muestra utilizando agua residual urbana pretratada por humedales maduros de flujo vertical. Se ha propuesto con éxito una solución de coraje para tratar eficazmente y posteriormente reutilizar los residuos domésticos de una manera más sostenible.	EXPERIMENTAL	Los sistemas de humedales construidos deben estudiarse a escala de campo, evaluar el impacto de los contaminantes acumulados en el crecimiento de las frutas de chile y su productividad en términos de rendimiento y rentabilidad económica.	ProQuest	Al-isawi, R., Scholz, M., & Al-faraj, F. (2016). Environmental Science and Pollution Research International, 23(24), 25003-25023. doi:http://dx.doi.org/10.1007/s11356-016-7706-x.
20	Brasil - 2020	Efluente doméstico tratado como fuente de agua y nutrientes en el cultivo hidropónico de girasol ornamental.	Producción de flores; helianthus annuus; reutilización del agua.	HIDROPONÍA	La utilización de efluente doméstico tratado en la agricultura es importante no sólo por servir como fuente hídrica, sino también nutricional para los cultivos.	SISTEMA HIDROPÓNICO	Los datos fueron analizados, por varianza y la prueba F y las medias comparadas por la prueba de Tukey a 0,05 nivel probabilidad. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa SISVAR- versión 5.6	No hubo efecto significativo ($p > 0.05$) de los tratamientos en la altura de la planta (PH) del girasol ornamental en cualquier período de evaluación, ($p > 0.05$). Pero, sin embargo, los tratamientos tuvieron un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre La DAT a los 30. Plantas en el tratamiento T1 (control) mostró un área foliar de 0.57 m ² .	La solución nutritiva de Furlani para la producción del girasol ornamental en sistema hidropónico puede ser preparado aplicado domésticamente. La solución nutritiva con 75% es recomendado para el cultivo de girasol ornamental en Sistema hidropónico con aguas residuales.	Experimental		ProQuest	Karoline Santos Gonçalves, et al. (2020). Dyna, 87(212), 112-119. doi:http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v87n212.80839

21	India - 2018	Marsilea quadrifolia: Un nuevo bioagente para el tratamiento de aguas residuales.	Marsilea quadrifolia . Tratamiento de aguas residuales hidroponia.	AGUAS RESIDUALES	la capacidad detrébol de cuatro hojas (Marsilea quadrifolia), una planta de humedalque crece arraigada en el suelo, en el tratamiento eficiente de las aguas residuales	MÉTODOS ESTÁNDAR		Después de aclimatar las plantas con aguas residuales de DQO400 mg / L por una semana, la DQO se elevó a 600 mg / L. Los resultados muestran buena de remoción a niveles de DQO del influente de 600 a 900 y 1200 mg / L fueron 89 ± 2, 85 ± 3 y 80 ± 1,5%.	La capacidad de los M. quadrifolia para tratar aguas residuales de concentraciones que varían de 600 a 1800 mg / L son igual de óptima para tratar significativamente las aguas residuales de incluso 2400 mg / L DQO.	Experimental	-	ProQuest	Abbasi, S. A., Ponn, G., & Tauseef, S. M. (2018). Air and Soil Pollution, 229(4), 1-8. doi:http://dx.doi.org/10.1007/s11270-018-3743-z
22	Brasil - 2015	Potencial de efluentes de aguas residuales domésticas tratadas como fuente de agua y nutrientes en el cultivo hidropónico de lechuga.	Efluente, Lactuca sativa L, hidroponía, solución nutritiva, sustentabilidad.	HIDROPÓNICO	La búsqueda de fuentes alternativas de agua para la agricultura hace que el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas en la agricultura son una estrategia importante para lograr la sustentabilidad.	TÉCNICA DE PELÍCULA DE NUTRIENTES	Para los análisis estadísticos se usó el programa estadístico Instat versión. Y los resultados promedio fueron sometidos a prueba estadística de Tukey.	La conductividad eléctrica en todos los análisis se mantuvo por debajo de 0,75 dS m. El valor de pH fue superior al recomendado. La conductividad eléctrica promedio de los tratamientos TA y TRA fue ligeramente superior al cultivo de lechuga en sistema hidropónico, de 2,73 dS m. El análisis microbiológico indica las condiciones de higiene durante el cultivo y manipulación de plantas de lechuga.	El sistema hidropónico de lechuga resultó ser satisfactorio, con ahorros de algunos fertilizantes en relación con la solución nutritiva recomendada, sin perjuicio de la productividad del cultivo. El análisis microbiológico indicó que los perfiles hidropónicos previenen contacto de la parte comestible de las plantas con el efluente utilizado en la solución nutritiva.	Experimental	-	ProQuest	Cuba, R. d. S., do Carmo, J. R., Souza, C. F., & Bastos, R. G. (2015). Revista Ambiente & Água,10(3), 574-586. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/1696857389?accountid=37408

23	Reino Unido - 2015	El reciclaje de las aguas residuales domésticas tratadas por vertical- flujo humedales para regar verduras.	Manejo de recursos hídricos agrícolas, saneamiento ecológico, nitrógeno, cañaverales, hortalizas, recuperación de agua.	AGUAS RESIDUALES		SISTEMA DE FLUJO VERTICAL	Se utilizó Microsoft Excel para el análisis de datos generales. IBM SPSS Statistics Versión 20 se aplicó para calcular la correlación entre variables y estadísticas diferencias entre tratamientos	Los valores de DQO fueron los más altos para las aguas residuales sin procesar, seguidos por los del Filtro 5, que se alimentó con una carga de entrada alta en términos de DQO. Los resultados muestran concentraciones de manganeso relativamente altas para los filtros 3 y 5, que excedieron el umbral de 0,2 mg / l.	El experimento muestra que los pimientos dulces y los chiles se pueden cultivar con éxito utilizando aguas residuales, tratado por humedales artificiales. Sin embargo, el rendimiento de los pimientos dulces fue insignificante en contraste al de los chiles.	Experimental	-	ProQuest	S, A. A. N. A., Scholz, M., Al-Isawi, R., & Sani, A. (2015). Water Practice and Technology, 10(3), 445-464. doi:http://dx.doi.org/10.2166/wpt.2015.052
24	Alemania – 2017.	Rendimiento de un sistema integrado que combina microalgas y humedales construidos de flujo vertical para uso urbano de tratamiento de aguas residuales.	Aguas residuales urbanas. Humedal construido, microalgas, sistema integrado, tratamiento de aguas residuales.	AGUAS RESIDUALES	El desempeño de un sistema integrado, que combina el uso secuencial de microalgas (MA) y humedales artificiales de flujo vertical (VFCW) para el tratamiento de aguas residuales producidas en un campus universitario.	FLUJO VERTICAL	Se realizó el análisis estadístico de los ensayos de toxicidad utilizando análisis de varianza (ANOVA) seguido de Dunnett. El nivel de significancia fue de 5% (p <0.05). El programa estadístico utilizado fue el software GgraphPad Prism60.	La Figura 2 presenta los resultados de la caracterización de las aguas residuales. El HCO 3-niveles, presentan en la Fig. 2 a, indican una absorción de CO 2 por parte del MA. Estos valores están directamente relacionados con Valores de pH, que generalmente aumentan con el crecimiento del MA actividad debido a la asimilación de CO 2 por la actividad fotosintética.	El sistema MA + VFCW obtuvo resultados muy prometedores para la eliminación de nitrógeno, con énfasis en la eliminación de N-NH 3 emergiendo como una alternativa para el tratamiento de aguas residuales ricas en nitrógeno- Factores como menor área requerida para dimensionamiento y una eliminación más eficiente de N-NH 3 justifica la elección del sistema planteado.	Experimental	.	ProQuest	Silveira, E. O., Moura, D., Rieger, A., Machado, Ê. L., & Lutterbeck, C. A. (2017).. Environmental Science and Pollution Research International, 24(25), 20469-20478. doi:http://dx.doi.org/10.1007/s11356-017-9656-3

25	India - 2018	Vigna radiata: un potente fitofiltrador de plomo cultivado hidropónicamente en aguas residuales.	Atributos de crecimiento, malondialdehído, peroxidasa y prolina	HIDROPONÍA	El plomo (Pb) presente en las aguas residuales induce estrés oxidativo y causa efectos nocivos en organismo vivo, por lo tanto, debe ser eliminado	SISTEMA FITOFILTRACIÓN	Los resultados expresaron una desviación estándar media (DAKOTA DEL SUR). Los niveles de significancia fueron representados por 0.05 (no significativo) , p <0.05 (significativo)) y p <0.01 (altamente significativo)	En el presente estudio, los atributos de crecimiento en términos de longitud total, peso fresco y seco de V. radiata se redujeron insignificadamente cuando se cultivó en aguas residuales domésticas.	La vigna radiata absorbió plomo de las aguas residuales a pesar de la acumulación de plomo ningún cambio significativo se dio en atributos de crecimiento y en términos de longitud total. Fresco y peso seco se observó en comparación con controlar. Estos resultados indican que las aguas residuales diluidas fueron eficaces en reducción del estrés oxidativo.	Experimental	-	ProQuest	Goyal, H., & Bafna, A. (2018). International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, 11(1), 45-54. Doi: http://dx.doi.org/10.30954/0974-1712.2018.00178.6
26	Perú – 2019	Tratamiento de aguas residuales domésticas utilizando esponjas cilíndricas colgantes de poliuretano.	DHS, Tratamiento de aguas residuales, Centros Poblados, Calidad Ambiental, Perú.	AGUAS RESIDUALES DOMSÉSTICAS	El elevado crecimiento poblacional de nuestro país provoca que las actuales plantas de tratamiento de aguas residuales utilicen tratamientos anaerobios.	REACTOR DE ESPONJAS COLGANTE DE FLUJO DESCENDENTE	-	La eficiencia en el parámetro de turbiedad en el DHS1 fue de 89% y del DHS 2 fue 93%, así mismo en coliformes termotolerantes en el DHS 1 fue de 1.86 log en porcentaje fue 98.61% y en el DHS 2 fue de 2.33 log en porcentaje fue 99.54%.	Se determinó la eficiencia del reactor de esponjas de flujo descendente (DHS) a escala piloto de tratamiento aerobio secundario. (UASB) del agua residual urbana, con eficiencia en el parámetro de turbiedad en el DHS1 de 89% y del DHS2 al 93% con un 95% de verdad. Los coliformes termotolerantes del DHS1 fue de 1.86 log y en el DHS 2 de 2.33 log.	Experimental	-	DIALNET	Aranda Castillo Cesar (2020)

27	Colombia - 2020	Evaluación de coagulantes naturales en la clarificación de aguas.	Color, dosis óptima, ensayo de jarras, turbiedad.	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	La coagulación/floculación y sedimentación de partículas presentes en el agua hacen parte del tratamiento primario avanzado, el cual es el más utilizado para la remoción de partículas contaminantes presentes en aguas con altos niveles de turbiedad.	COAGULANTES		Los resultados obtenidos señalan que el coagulante tipo C (semilla de aguacate) presentó una remoción del 44.27% en la turbiedad, por su parte el coagulante tipo B (mucílago del café y solución buffer de fosfato) tuvo mejores resultados y removió el 64,29% de la turbiedad y 52,20% de color, indicando ser un extracto que sirve como un coagulante preliminar en el proceso de tratamiento primario de aguas residuales urbanas.	El coagulante obtenido a partir de mucílago de café en base tipo A, representa una alternativa para la clarificación del agua residual analizada dando lugar a una reducción significativa de turbiedad y color, sin embargo, los valores son inferiores a los que se logran con sulfato de aluminio.			DIALNET	Barreto Sebastian et al (2020)
28	Colombia - 2016	Desinfección de agua residual doméstica mediante un sistema de tratamiento acoplado con fines de reúso.	Sistemas de tratamiento acoplados, UV/ H2O2, humedales construidos, desinfección solar, TAO, Cyperus ligularis.	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	La posibilidad de combinar sistemas biológicos con tecnologías avanzadas de oxidación (TAO) para el tratamiento de aguas residuales hace imprescindible valorar la utilidad de la combinación de tales tecnologías, ajustando los diseños y condiciones de operación.	SISTEMA DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL		Los resultados demuestran que la eficiencia de desinfección en el escenario 2 es proporcional a la dosis de peróxido de hidrógeno añadida; cuanto mayor fue la dosis añadida, mayor fue la eficiencia en desinfección.	Se alcanzaron remociones de una unidad logarítmica en la fotólisis; dos unidades cuando se añadieron 3, y 30 mg/l-1, y 3 cuando se aplicó 300 mg/l-	-		DIALNET	Casierra Henry et al (2016)

29	Colombia – 2016.	Eficiencia de eliminación de contaminantes del agua residual doméstica con humedales construidos experimentales plantados con <i>Cyperus ligularis</i> (Cyperaceae) y <i>Echinochloa colonum</i> (Poaceae).	DQO, amonio, coliformes, aguas residuales, macrófitas, humedales construidos de flujo subsuperficial.	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	Uno de los aspectos más estudiados en estos sistemas ha sido la participación de las macrófitas en el proceso de eliminación.	SISTEMA DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL		Los resultados indicaron que es posible obtener un grado de desinfección de 99.999% de coliformes fecales y totales cuando se acoplan la TAO y el sistema biológico con un tiempo de retención de tres días en el HC FSSH y cinco horas en el fotorreactor.	La eficiencia de eliminación de bacterias coliformes, materia orgánica, amonio, nitrato y ortofosfatos estuvo entre 99.9, 93, 65, 71 y 32% para <i>E. ligularis</i> , y entre 99.99, 85, 54, 67 y 57% para <i>E. colonum</i> . <i>E. colonum</i> eliminó ortofosfatos, mientras que <i>C. ligularis</i> eliminó DQO, amonio y nitrato. Estos resultados infieren que <i>C. ligularis</i> es una especie de macrófita acuática recomendable en gran escala para el Caribe - Colombia.			DIALNET	Casierra Henry et al (2016)
30	Venezuela – 2015.	Desinfección de aguas residuales en tres sistemas de humedales construidos híbridos.	Coliformes, desinfección, flujo subsuperficial, humedales construidos, humedales híbridos, plantas ornamentales.	AGUAS RESIDUALES	Se evaluaron tres sistemas de humedales construidos híbridos a escala piloto para comparar su eficiencia en la remoción de coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> .	SISTEMA DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL		En estos sistemas se lograron reducciones de <i>E. coli</i> y coliformes de 3-4 unidades logarítmicas y concentraciones promedio finales de 1000 ±300 y 210 ±60 NMP/100ml, respectivamente. Las eficiencias globales de remoción fueron de 99,93 y 99,99%, respectivamente.	Los resultados obtenidos en este estudio demuestran y coinciden con los obtenidos por otros autores en que los humedales construidos híbridos son eficaces para la remoción de microorganismos patógenos de las aguas residuales.			Redalyc	Martínez Florentina (2015),

31	México - 2016	Evaluación de un sistema de tratamiento doméstico para reúso de agua residual.	Sistema descentralizado, biofiltro orgánico, humedal construido, biopelículas, operación sencilla y económica.	AGUAS RESIDUALES	En las zonas rurales y periurbanas de México sin drenaje, el agua residual (AR) es vertida al suelo, barrancas o arroyos, lo que genera problemas de salud y de contaminación.	SISTEMA DE FLUJO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL		Las eficiencias de remoción obtenidas al aplicar al BF una VF de 2.5 m/d y al HC de 0.952 m/d (83 % de la DQO, 88 % de la DBO5, 82 % del N-NH4 +, 15 % del P-PO4 - y 5 unidades log de CF), Los resultados demostraron que el sistema presentó un buen desempeño al aplicar los dos caudales (0.2 m3/d y 0.4 m3/d), pero la calidad del efluente que se obtuvo al aplicar el menor (DQO ≤ 44 ± 12 mg/L; DBO5 ≤ 24 mg/L, P-PO4 -3 < 5 mg/L, N-NH4+ ≤ 3.77 ± 3.3 mg/L, G y A ≤ 4.8 mg/L, HH = 0 y CF = 1.1 E+02 NMP/100mL) cumplió para los parámetros evaluados con la norma mexicana (NOM-003-ECOL-1997).	El sistema combinado de fosa séptica (FS), biofiltración sobre lecho orgánico y humedal construido (HC) de flujo horizontal subsuperficial, demostró ser robusto ya que presentó buenas eficiencias de remoción de contaminantes. Los resultados demostraron que el sistema presentó un buen desempeño al aplicar los dos caudales (0.2 m3/d y 0.4 m3/d), pero la calidad del efluente que se obtuvo al aplicar el menor (DQO ≤ 44 ± 12 mg/L; DBO5 ≤ 24 mg/L, P-PO4 -3 < 5 mg/L, N-NH4+ ≤ 3.77 ± 3.3 mg/L, G y A ≤ 4.8 mg/L, HH = 0 y CF = 1.1 E+02 NMP/100mL) cumplió para los parámetros evaluados con la norma mexicana (NOM-003-ECOL-1997).		Redalyc	GARZÓN Marco, GONZÁLEZ Jazmín y GARCÍA Raúl (2016)
----	---------------	--	--	------------------	--	--	--	---	---	--	---------	--

32	México – 2019	Aguas residuales domésticas tratadas con reactores anaeróbicos y filtros de grava como recurso para ser usadas en agricultura.	Reactor anaeróbico compartimentado, agua residual, desempeño, reúso, riego, filtros de grava, evaluación, Bolivia, sostenibilidad.	AGUAS RESIDUALES	Debido a la limitada disponibilidad de agua limpia, las aguas residuales tratadas son un importante recurso para reducir la demanda de agua.	REACTORES ANAERÓBICOS. COMPARTIMENTADOS (RAC) SERIE DE FILTROS DE GRAVA HORIZONTAL Y VERTICAL.		Se encontraron concentraciones en el afluente de la PTAR de 396 ± 289 mg-DBO ₅ /l, 795 ± 262 mg-DQO/l, 361 ± 113 mg-SST/l, 66.0 ± 38.9 mg-N-NH ₃ /l, 11.8 ± 2.2 mg-P/l y 2.73 ± 1.13 m-S/cm de CE.	El reactor anaeróbico con deflectores es una tecnología simple que es efectiva cuando se combina con filtros de grava horizontales y verticales.			Redalyc	Echeverría Ivette et al (2019)
33	Ecuador- 2017	Remoción de contaminantes orgánicos presentes en agua residual doméstica mediante prototipo a escala de laboratorio.	Tratamiento de aguas residuales, anaeróbico, aeróbico, tanque séptico, lodos activados, carga contaminante.	AGUAS RESIDUALES URBANAS	En la comunidad de Pulinguí se tratan las aguas residuales domésticas en un sistema de tanques sépticos y filtro ascendente, que presentan problemas de mal olor y baja reducción de la materia orgánica.	TRATAMIENTO ANAEROBIO – AEROBIO.		La información generada permitió observar que el sistema tendió a estabilizarse durante la semana tres de operación, alcanzando eficiencias de remoción de materia orgánica en términos de DQO en el tratamiento anaeróbico de 53%, en el tratamiento aeróbico de 75%, logrando una reducción total en todo el sistema del 88% y eliminando el olor.	Del trabajo realizado se puede concluir que el agua residual proveniente de la comunidad de Pulinguí, cuyo contenido de materia orgánica, es muy variable no afecta el sistema una vez estabilizado el tratamiento. La utilización de un sistema de tratamiento de lodos activados evita los malos olores y la baja eficiencia del tratamiento actual.			Redalyc	Mejía Ana, Cabrera Mario y Carrillo Yurina (2017).

34	México – 2016.		Tratamiento de agua residual doméstica mediante un reactor Rafa y una celda microbiana combustible.	Digestión anaerobia, remoción de materia orgánica, sistema acoplado, densidad de potencia, eficiencia coulombica.	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	Se evaluó el desempeño de un sistema compuesto por un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA) y una celda microbiana de combustible (CMC) en el tratamiento de agua residual de baja carga, así como la recuperación de energía de este sistema.	SISTEMA REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE. CELDA MICROBIANA DE COMBUSTIBLE.		la remoción de la DQO en el reactor RAFA pasó de alrededor de 50 % con un TRH de 3 h, a 64 % con 6 h de TRH y de allí a alrededor de 76 % cuando el TRH aumentó a 12 h. El aumento en la remoción de la DQO fue aún más notable en la CMC ya que pasó de 35 % a 60 % cuando el TRH se incrementó de 6 h a 12 h. de forma similar se observó en el sistema RAFACMC,	El sistema acoplado RAFA-CMC demostró ser una buena alternativa para el tratamiento eficiente de aguas residuales domésticas. Altos niveles de remoción de la DQO (88 %), del COT (75 %) y de los SST (79 %) fueron logrados por el sistema acoplado RAFA-CMC cuando éste se operó con un TRH de 6 h en cada reactor.		Scielo	MARTÍNEZ Cindy et al (2016).
35	Colombia – 2018.	Producción de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) en un humedal construido de flujo sub superficial para el tratamiento de agua residual doméstica en una comunidad rural (Colombia).	DQO, DBO5, nitrificación, orfosfatos, producción de biomasa de tomates.	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS	Los temas de sostenibilidad relacionados con la seguridad alimentaria y el uso de los recursos como tierra, agua y energía, dan impulso al desarrollo de tecnologías de tratamiento sensibles a estos problemas.	SUB SUPERFICIE FLUJO DE HUMEDALES CONS-TRUIDOS		La demanda biológica de oxígeno (DBO5) y la demanda química de oxígeno (DQO) fue superior a 41% y la eliminación de bacterias coliformes estuvo entre 46 y 81%. No hubo eliminación de nitrógeno amoniacal (NH4 + -N) (<1%) y la eliminación de fósforo (PO4-3-P) fue del 10%. Una producción, relativamente alta, de tomates (730 g / m ²) fue obtenida.	El sistema desplegado en el presente estudio se desvió significativamente del tratamiento de aguas residuales convencionales objetivos, que continúan haciendo hincapié en maximizar la eliminación de materia orgánica y nutrientes con poca o ninguna consideración para reutilización de agua y nutrientes residuales.		Scielo	Osorio Caselles et al (2018)	

ANEXO N°3

FICHA RESUMEN DE RECABACIÓN DE DATOS

N°	AUTOR	TIPO DE AGUA RESIDUAL	MÉTODO - TRATAMIENTO	CARACTERÍSTICAS INICIALES	RESULTADOS	APLICA O NO PARA SER UTILIZADO EN HIDROPONIA
1	Osorio Caselles et al (2018).	Aguas Residuales Domésticas	Sub superficie flujo de humedales construidos.	COD 326 mg/L DBO5 124 mg/L Amonio 30 mg/L Nitrato 3,0 mg/L Nitrito 2,8 mg/L Ortofosfato 6,7 mg/L Coliformes totales, NMP/100ml 7406 Coliformes fecales NMP/100ml 365	La eficiencia de la demanda biológica de oxígeno (DBO5) y la demanda química de oxígeno (DQO) fue superior a 41% y la eliminación de bacterias coliformes estuvo entre 46 y 81%. No hubo eliminación de nitrógeno amoniacal (NH ₄ + -N) (<1%) y la eliminación de fósforo (PO ₄ -3-P) fue del 10%. Una producción, relativamente alta, de tomates (730 g / m ²) fue obtenida en comparación con un cultivo tradicional en un país tropical.	Los efluentes ricos en nutrientes se pueden reutilizar para regar jardines plantaciones de paisajes y varios otros cultivos de alto valor.
2	Charris Jhan y Caselles Aracelly (2016).	Aguas Residuales Domésticas.	Sistema flujo subsuperficial horizontal.	DQO, mg. l-1 246 (± 78.8). Amonio, mg. l-1 69.2 (± 46.0). Ortofosfatos, mg. l-1 43.5 (± 19.5). Temperatura, °C 28.3 (± 1.47). Oxígeno disuelto, mg. d-1 1.08 (± 0.45) EH, mV 27. 1 (± 205)	La eliminación de DQO, amonio, nitrato y ortofosfatos fue de 93, 65, 71 y 32%, para <i>C. ligularis</i> , fue 85, 54, 67 y 57%, respectivamente. La eficiencia de eliminación de bacterias coliformes fue de 99.9% para ambas especies.	Los resultados infieren que <i>C. ligularis</i> podría ser una especie de macrófita acuática recomendable en un sistema de humedales del Caribe colombiano. Las eficiencias de eliminación sistemática y factibilidad

				pH, 8.0 (\pm 0.92). Conductividad eléctrica, uS.cm-1 856.0 (\pm 171.8).		operativa rural donde no hay sistemas de tratamiento de agua residual es alta.
3	Casierra Henry et al (2016).	Aguas Residuales Domésticas.	Sistema flujo subsuperficial horizontal.	DQO mg l-1) 234 (\pm 93). Temperatura °C 27.4 (\pm 1.7). Oxígeno disuelto (OD), mgl-1 0.2 (\pm 0.5). Potencial óxido-reducción, mV -243.4 (\pm 159.8) pH 8.2 (\pm 0.2). Turbiedad, UNT 55.8 (\pm 34.8).	Se obtiene un grado de desinfección de 99.999% de coliformes fecales y totales cuando se acoplan la TAO y el sistema biológico con un tiempo de retención de tres días en el HC FSSH y cinco horas en el fotorreactor.	Los parámetros medidos cumplieron con lo exigido por la OMS, FAO, EPA, y norma 1594 de 1984 y la resolución 1207 de 2014 de Colombia. Sin embargo, estas concentraciones de amonio y fosfatos sobrepasaron los valores ambientales normados a nivel internacional.
4	Garzón Marco, González Jazmín y García Raúl (2016).	Aguas Residuales.	Sistema flujo subsuperficial horizontal.	pH (unidades) 7.2 0.4 Nitrógeno total (mg/L) 40.68 \pm 15.22. Nitrógeno amoniacal (mg/L) 29.53 \pm 6.08. Fósforo total (mg/L) 9.14 \pm 4.27. Fósforo de ortofosfatos (mg/L) 7.72 \pm 1.87. Demanda química de oxígeno total (mg/L) 401.6 \pm 129.9 Demanda bioquímica de oxígeno total (mg/L) 142.8 \pm 25.9 Coliformes fecales (MNP/100 mL) 7.57 E+06 \pm 8.35E+06 Grasas y aceites (mg/L) 36.2 \pm 25.8 Sólidos suspendidos totales (mg/L) 139.4 \pm 62.1.	Las eficiencias de remoción obtenidas al aplicar al BF una VF de 2.5 m/d y al HC de 0.952 m/d (83 % de la DQO, 88 % de la DBO5, 82 % del N-NH4 +, 15 % del P-PO4 - y 5 unidades log de CF). Al aplicarse los dos caudales hubo un buen desempeño (0.2 m3/d y 0.4 m3/d), pero la calidad del efluente que se obtuvo al aplicar el menor (DQO \leq 44 \pm 12 mg/L; DBO5 \leq 24 mg/L, P-PO4-3- < 5 mg/L, N-NH4+ \leq 3.77 \pm 3.3 mg/L, G y A \leq 4.8 mg/L, HH = 0 y CF = 1.1 E+02. NMP/100mL) cumplió con los	Por lo que puede reutilizarse directamente en actividades tales como lavado de patios, riego de áreas verdes y uso en sanitarios.

					parámetros evaluados con la norma mexicana (NOM-003-ECOL-1997).	
5	Martínez Florentina (2015).	Aguas Residuales.	Sistema flujo subsuperficial horizontal y vertical.	Conductividad 1,8 ±0,3 pH 8,2 ±0,08 OD 1,5 ±0,5 Coliformes totales 250 ±99 E. coli 160 ±68.	En estos sistemas se lograron reducciones de E. coli y coliformes de 3-4 unidades logarítmicas y concentraciones promedio finales de 1000 ±300 y 210 ±60 NMP/100ml, respectivamente. Las eficiencias globales de remoción fueron de 99,93 y 99,99%, respectivamente.	La generación de aguas residuales tratadas reutilizables en la agricultura en forma segura se requieren sistemas de por lo menos dos etapas y la selección de los sistemas individuales
6	Al-isawi, R., Scholz, M., & Al-faraj, F. (2016).	Agua Residual.	Flujo vertical.	Parámetros DQO 285.3 mg/l DBO5 124.8 mg/l Nitrógeno amoniacal 40.2 mg/l Nitrato-nitrógeno 1.1 mg/l Ortofosfato-fósforo 13.3 mg/l Sólidos suspendidos 147.8 mg/l Turbiedad NTU 70,7 pH 7.72 Oxígeno disuelto mg/l 7.1.	Las concentraciones medias globales de NH ₄ -N, a partir de menor a mayor siguió este orden: filtro 3 < filtro 1 < filtro 5. Los valores correspondientes fueron 3,1, 4,5 y 10,1 mg / l. Las concentraciones de NH ₄ -N para el agua de muestra del filtro 5 superó el umbral correspondiente de 5 mg / l. Concentraciones de NO ₃ -N: Las concentraciones medias generales siguieron este orden: filtro 1(0,3 mg / l) = filtro 3 (0,3 mg / l) < filtro 5 (0,7 mg / l). Los filtros siguieron el siguiente orden para PO ₄ -P. Las concentraciones medias	Este documento destaca por primera vez el entorno óptimo de condiciones ambientales para el crecimiento efectivo de la muestra. Los Chiles son vegetales de fructificación en invernaderos, utilizando residuos urbanos de agua pretratada por humedales maduros de flujo vertical. Se ha propuesto con éxito una solución de coraje para tratar eficazmente y posteriormente reutilizar los residuos domésticos de una manera más sostenible, particularmente para

					<p>generales fueron de 5,1, 6,0 y 7,2 mg / l. En cuanto a los valores de pH, los valores medios de menor a mayor siguieron este orden: filtro 1 (6.2) < filtro 3 (6.4) < filtro 5 (6,5). Los valores potenciales redox fueron: filtro 5 (9,9 mV) < filtro 3 (16,3 mV) < filtro 1 (26,2 mV). La conductividad eléctrica de menor a mayor fue: filtro 1 (503 μS / cm) < filtro 3 (593 μS / cm) < filtro 5 (918,3 μS / cm).</p>	<p>sistemas y climas restringidos, incluso cuando el capital de inversión es bajo. Humedales artificiales de flujo vertical sujetos a contaminación de hidrocarburos se asocia con un tratamiento de alentadora actuación.</p>
7	<p>Silveira, E. O., Moura, D., Rieger, A., Machado, Ê. L., & Lutterbeck, C. A. (2017).</p>	<p>Agua Residual.</p>	<p>Flujo Vertical.</p>	<p>Parámetros DBO5 526,4 \pm 177mgL-1 P total 7,71 \pm 2,5mgL-1. N-NH3 68,8 \pm 25,7mgL-1 Turbidez 187,5 \pm 78,1 NTU pH 7,7 \pm 0,37 Conductividad 1005,2 \pm 259,2 μS cm-1 color 0,71 \pm 0,22 EC50 58% Coliformes totales 1,78 x 10 6 (CFU/100 mL). E. coli 9,35 x10 5 (CFU/100 mL).</p>	<p>Los resultados de la caracterización de las aguas residuales tratadas. El HCO 3-niveles, indican una absorción de CO 2 por parte del MA. Los valores están relacionados con el pH, que aumentan al crecer del MA por la asimilación de CO 2 y fotosíntesis. En la fitotoxicidad aguda, el digestato no tratado no fue tóxico para Cucumis sativus, pero presentó una alta toxicidad para Lepidium sativum. El tratamiento con Chlorellavulgaris fue eficiente, pues redujo los efectos fitotóxicos por casi el 90%.</p>	<p>El sistema MA + VFCW obtuvo resultados muy prometedores para la eliminación de nitrógeno, con énfasis en la eliminación de N-NH 3, emergiendo como una alternativa para el tratamiento de aguas residuales ricas en nitrógeno como se utiliza en el experimento en instantes.</p>

8	Paulus Dalva et al (2012).	Aguas Salinas.	Sistema del NFT		<p>En el primer y segundo cultivo, por cada incremento de salinidad del agua unitaria (dS m⁻¹), hay reducción porcentual en la masa de materia fresca por 6,0 y 6,5%, en relación donde la solución nutritiva es sin agua salina (2,00 y 1,60 dS m⁻¹). La masa de materia seca, se reduce a 7.5 y 4.6%. En la masa de materia fresca de la parte aérea (MFPA), hubo pérdida de 56,16 y 63,92%, al comparar el nivel más alto de salinidad (10,4 y 10,6 dS m⁻¹) con el del testigo. Hubo una reducción de 11% de la productividad en la masa de materia fresca en la parte aérea, el productor de lechuga podrá utilizar agua salina con conductividad eléctrica de 1,80 dS m⁻¹.</p>	<p>El uso de agua salobre para preparar la solución-nutrición y reposición de la lámina diaria evapotranspirada, resultó en un menor crecimiento y consumo de agua de lechuga "Verónica".</p>
9	Silva Renatada, Gaspar Reinaldo y Fonseca Claudinei (2018).	Aguas Residuales.	Técnica de Flujo Laminar de Nutrientes.	<p>En verano pH 8.03 EC (dS m⁻¹) 0,86 DBO 5 (mg L⁻¹) 38,63. DO (mg L⁻¹) 2,41 Turbidez (NTU)17,76 NT (mg L⁻¹)44,74 TP (mg L⁻¹)15,33 K (mg L⁻¹)18,83 Ca (mg L⁻¹)38,67</p>	<p>Calidad del agua para hidroponía. Las plantas de lechuga pueden extraer aproximadamente el 77% de fósforo y el 80% del nitrógeno contenido en las aguas residuales sanitarias. Los valores más altos de este</p>	<p>Las aguas residuales tienen el potencial de ser utilizadas como una fuente alternativa de agua para el cultivo hidropónico de lechuga, y no hay daños en términos de producción para el cultivo, siempre que un aporte</p>

				<p>Mg (mg L⁻¹) 10,93 S (mg L⁻¹) 101,33 Na (mg L⁻¹) 87,91 53,00. Invierno pH 7.38. EC (dS m⁻¹) 0.72 DBO 5 (mg L⁻¹) 42.30 DO (mg L⁻¹) 2,35 Turbidez (NTU) 21.35 NT (mg L⁻¹) 23,80 TP (mg L⁻¹) 5,08 K (mg L⁻¹) 14,50 Ca (mg L⁻¹) 48,39 Mg (mg L⁻¹) 11.39 S (mg L⁻¹) 28,89 Na (mg L⁻¹) 53,00.</p>	<p>elemento acumulado en las plantas estaban en la cosecha de verano para los tratamientos T1 y T2, siendo 0,98 y 0,94 g vegetal. La máxima acumulación de Ca por las plantas en el tratamiento de T3 alcanzó 0,17 g de planta⁻¹ en verano y 0,04 g. Los valores máximos de K en las plantas fueron 1,02 g de planta⁻¹ para el T1 y 0,86 g de planta⁻¹ para el T2 en el verano. En los tratamientos T1 y T2, los valores máximos encontrados en 21 DAT de Ca en las plantas fueron 0,34 y 0,38 g planta⁻¹. En verano el azufre para T1, T2 y T3 fueron de 0.10, 0.09 y 0.02g por planta. La masa seca al final del período fue 80.5, 54.32 y 67.81% mayor que durante el cultivo de invierno para los T1, T2 y T3,</p>	<p>nutricional se realiza, independientemente de la época del año.</p>
10	Cuba, R., do Carmo, J. R., Souza, C. F., & Bastos, R. (2015).	Aguas Residuales Tratadas.	Técnica de Película de Nutrientes.	<p>Parámetros pH 7.83. CE 0.50 dSm⁻¹. DBO5 18.00mgL⁻¹. OD 4.10mgL⁻¹. NTK 1.40mgL⁻¹p 2.70mgL⁻¹ K.33.58mgL⁻¹.</p>	<p>La conductividad eléctrica en todos los análisis se mantuvo por debajo de 0,75 dS m. El valor de pH fue superior al recomendado. La conductividad eléctrica promedio de los tratamientos</p>	<p>El experimento muestra que los pimientos dulces y los chiles se pueden cultivar con éxito utilizando aguas residuales. tratadas por humedales artificiales.</p>

				<p>Ca 18.50mgL-1. Mg 5.68mgL-1 S 35.30mgL-1. Na 49.00mgL-1. RAS 2.39 coliformes totales NR Termotolerantes NR.</p>	<p>TA y TRA fue ligeramente superior al recomendado para el cultivo de lechuga en el sistema hidropónico, de 2,73 dS m. Para los tratamientos TA y TRA, el potasio, calcio, magnesio, cobre y zinc estuvo por debajo del nivel de cultivo de lechuga. El análisis microbiológico indica las condiciones de higiene durante el cultivo y manipulación de plantas de lechuga. En Brasil, por la práctica de reutilizar efluentes para la agricultura, no se permite el cultivo de hortalizas en un sistema hidropónico, no hay límites para estos parámetros microbiológicos.</p>	
11	S, N. A., Scholz, M., Al-Isawi, R., & Sani, A. (2015).	Aguas Residuales.	Técnica de Película de Nutrientes.	<p>Parámetros TPH (µg/l) nm (no medido). COD 266.2 mg/l. DBO5 129.2mg/l. NH4-N 32.2mg/l. NO3-N 2.7mg/l PO4-P 14.9 mg/l SS 143.7 mg/l NTU 83.1 PH 7.5</p>		<p>Por las condiciones experimentales se concluye que la aplicación del efluente generado en el EDAR UFS Car CCA en Araras (SP) como alternativa de agua para cultivos hidropónicos de lechuga fue satisfactorio.</p>
12	Ndulini, SF, Sithole, GM y	Aguas Residuales.	Sistema Hidropónico.		<p><u>Parámetros fisicoquímicos:</u> La temperatura osciló entre 17-28oC, el pH entre 6,6 y 7,1.</p>	<p>Las aguas residuales se eliminaron de manera eficiente y límites</p>

	Mthembu, MS (2018).				<p><u>La eliminación de DQO:</u> Aumento la retención hidráulica (HRT). El 100% de aguas residuales sin procesar (RW) muestreadas logró la eliminó 96,4% a las 192 horas, y el 10% de RW eliminó el 24% en 144 horas.</p> <p><u>Eliminación del Nutriente:</u> El 70% de RW logró la máxima eliminación de NH₄-N (87%) en 192 horas y 50% RW tuvo baja remoción. El amoníaco se redujo de 108,63 a 12,48 µm / l. El 50% RW tuvo mayor eficiencia de eliminación NO₂-N del 96,77% en 192 horas.</p> <p><u>Nitratos:</u> La remoción más alta fue del 99% para una muestra de 70% RW en 192 horas. La muestra de 10% RW tuvo la remoción más baja (62%) en 144 horas, fósforo Se logró la mayor eficiencia de eliminación (87%) en 70% RW a las 192 horas. A las 192 horas Eliminación de coliformes fecales. La remoción de coliformes fecales fue de hasta 92.77%.</p> <p><u>Influencias de los parámetros fisicoquímicos en el sistema hidropónico:</u> La temperatura</p>	estándares permitidos para la eliminación de aguas residuales en los recursos hídricos en Sudáfrica se alcanzaron en diferentes tiempos de retención hidráulica.
--	---------------------	--	--	--	---	--

					tuvo una correlación negativa moderada a una negativa con la eliminación de nutrientes y coliformes fecales ($-0,6 \leq r \leq -0,2$). El pH tuvo una correlación negativa con la remoción de nutrientes, heces y Coliformes en el sistema ($-0,2 \leq r \leq -0,1$).	
13	Bawiec, A., Pawęska, K., y Pulikowski, K. (2017).	Aguas Residuales Tratadas.	Sistema Hidropónico.	Tanque de luz led. D(3,2) 20.645 μm . D(4.3) 67.705 μm . Tanque sin led. D(3.2) 30.647 μm . D(4.3) 67.705 μm .	El diámetro del tallo, número de hojas, materia seca de la parte aérea y productividad no fueron afectadas significativamente ($p > 05$) agregando dosis de aguas residuales domésticas tratadas. La altura de la planta fue el único parámetro que hubo una diferencia significativa ($p > 0.05$) por agregar dosis de aguas residuales domésticas tratadas a la altura promedio de las plantas de lechuga.	La adición de dosis de aguas residuales caseras, tratadas, no influyó en el desarrollo y producción de lechugas. La variedad Roxa Scarlet fue superior en la parte de la producción-
14	Vasconce John et al (2015).	Aguas Residuales Tratadas.	Sistema Hidropónico.	Parámetros pH 8,10 CE 0.57 dSm-1 Sódio 9,80 mmol L-1 Potásio 0.90 mmol L-1 Cálcio 0,40mmol L-1 AgNO3 1,10 mmol L-1 HCO3 3,30 mmol L-1.		

15	Santos Karoline, et al (2020).	Aguas Residuales Tratadas.	Sistema Hidropónico.	<p>Parámetros Ph 7,41 EC 0.387 dScm-1. P no determinado (ND) K 6.63 mgL-1. NO3 ND - NH4 ND NA 1.73 mmol L-1. Ca2 0.51 mmol L-1. Mg2 0.88 mmolL-1. Cl 1.87 mmolL-1. SO4 Presente mmolL-1. CO3 Ausente mmolL-1 HCO3 0.41 mmolL-1 SAR 2.93.</p>	<p>No hubo efecto significativo ($p > 0.05$) de los tratamientos en la altura de la planta (PH) del girasol ornamental en cualquier periodo de evaluación con una altura media total de 65,5cm a 40 DAT. El valor medio observado para la altura de la planta es superior al informado por [17] (40 a 50 cm). No hubo efecto significativo ($p > 0.05$) de los tratamientos sobre el número de hojas (NL) y en cualquier periodo de evaluación, en promedio se observaron 33,3 hojas por planta a los 40 DAT. Para el área foliar (LA), no hubo efecto significativo ($p > 0,05$), la evaluación a los 15 DAT y el valor medio fue de 0,095 m². Las plantas de T1 (control) mostró un área foliar de 0.57m².</p>	<p>La solución nutritiva de Furlani para la producción del girasol ornamental en sistema hidropónico puede ser preparado en efluente doméstico tratado.</p>
16	Mendoza Yoma et al (2016).	Aguas Residuales Domésticas.	Fitorre-mediación.	<p>DBO5 113,19±23,87 mg/L DQO 237,88±356,21 mg/L Coliformes 4,10x10⁷ ±2,18x10⁷ NMP/100 mL.</p>	<p>Los resultados muestran que la calidad del efluente tratado cumple en su mayoría con los límites máximos permisibles establecidos en la Legislación Colombiana, obteniéndose la mejor eficiencia del sistema al</p>	<p>La fitorremediación, mediante el uso de plantas acuáticas como E. crassipes, es una alternativa eficiente y viable para el tratamiento de las aguas</p>

					<p>aplicar tasas de renovación de 75% en las unidades con plantas, para porcentajes de remoción de 99,9% de amonio; 93,1% de ortofosfato; 93,9% de materia orgánica (DQO); 91,6% de materia orgánica (DBO 5); 99,9% de coliformes totales y fecales.</p>	<p>residuales domésticas de la ciudad de Riohacha.</p>
17	Alves Djanecler et al (2017).	Aguas Residuales Domesticas.	Fitorre-mediación.		<p>Tanque Tamaño Volumen (L). TS - 01 2,60m x 5,20m x 2,00m 25800. TS - 02 2,10m x 4,20m x 2,00m 17120. Total 42920. Filtro Tamaño Volumen (L) FB - 01 2,30m x 4,60m x 1,70m 12480. FB - 02 1,90m x 3,80m x 1,70m 8000. Total 20480. Sistema De Raíces Tamaño Volumen (L) SR - 01 8,5m x 4m x 0,80m 26400.</p>	<p>Los sistemas de tratamiento por raíces o fitorremediación aún no están contemplados en las normas técnicas brasileñas, lo que dificulta la homogeneidad de los parámetros y criterios para su dimensionamiento.</p>
18	Martínez Cindy et al (2016).	Aguas Residuales Domésticas.	Sistema reactor anaerobio de flujo ascendente-celda microbiana de combustible.	<p>DQO 220 mg/L a 370 mg/L COT 28 mg/L a 50 mg/L SST 40 mg/L a 70 mg/L.</p>	<p>La remoción de la DQO en el reactor RAFA pasó de alrededor de 50 % con un TRH de 3 h, a 64 % con 6 h de TRH y de allí a alrededor de 76 % cuando el TRH aumentó a 12 h. El aumento</p>	<p>El sistema acoplado RAFA-CMC demostró ser buena alternativa para el tratamiento eficiente de agua residual doméstica. Altos niveles de remoción de la DQO (88 %), del COT (75</p>

					en la remoción de la DQO fue aún más notable en la CMC ya que pasó de 35 % a 60 % cuando el TRH se incrementó de 6 h a 12 h. Una tendencia similar fue observada en el sistema RAFACMC, aunque en este caso la mejora fue proporcionalmente menor ya que pasó de 76 % con el TRH de 6 h a alrededor de 88 % con el TRH más alto (12 h).	% y de los SST (79 %) se lograron por el sistema acoplado RAFA-CMC cuando éste se operó con un TRH de 6 h en cada reactor.
19	Da Silva Mairton et al (2018).	Aguas Salobres.	El Sistema Hidropónico DFT.	pH	El consumo acumulado de agua disminuyó en un 5,26 y un 5,85% por unidad de aumento en ECw (dS m ⁻¹), respectivamente para los períodos de 1-20 y 1-24 DAT (Figura 2F), y volúmenes de agua de 0.66 y se requirieron 0.89 L para producir un manojo de 12 cilantro plantas en la ECw más baja (0.26 dS m ⁻¹).	Se puede utilizar agua con una salinidad de hasta 7,0 dS m ⁻¹ en cultivo de cilantro en sistema hidropónico.
20	Aranda Castillo Cesar (2020).	Aguas Residuales Domésticas.	Reactor de Esponjas Colgante de Flujo Descendente.	T° C 25.8 Turbiedad 88.1. NTU pH 8.20. Conductividad 1316.29. Oxígeno disuelto 0.18 mg/L. Termotolerantes 7.90E+0.	La eficiencia en el parámetro de turbiedad en el DHS1 fue de 89% y del DHS 2 fue 93%, así mismo en coliformes termotolerantes en el DHS 1 fue de 1.86 log en porcentaje fue 98.61% y en el DHS 2 fue de 2.33 log en un 99.54%.	El uso del programa R determinó la eficiencia del DHS a (Arranque y Experimental). Comparando el ECA categoría 3 uso de riego y los LMP para efluentes de PTAR de agua con el D.S 004-2017-MINAM

						y los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. La categoría 3 para uso de riego y el D.S 003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR, que determina lo eficiente del sistema DHS requiere de un post tratamiento (cloración).
21	Píccolo Marco et al (2012).	Aguas Residuales de Ganado.	Solución Nutritiva Estándar (SNP).		Hubo un efecto de sustrato ($p < 0.01$) sobre la producción de materia seca de la parte aérea. No hubo efecto de la concentración de N en el BRA, ni interacción entre N x, para los atributos evaluados aliados. Al comparar el efecto de las soluciones [concentraciones de SNP x N en ARB (0, 25, 50, 75 y 100% del N del SNP)], hubo aumento en la producción de MSPA solo en el sustrato CN. No hubo efecto entre soluciones por diferentes sustratos, en la producción de MSBA y MSPT.	Se pueden utilizar aguas residuales bovinas (ARB), como reemplazo de la solución de nutrientes estándar en la producción de forraje verde hidropónico de maíz.

22	Fiama Beatriz Tavares et al (2019).	Aguas Residuales Tratada.	Semi-Hidropónico.	<p>Parámetros pH 7,60 CE 0,96 dSm-1 Turbidez 70,00 NTU Coliformes totales >1100 NMP ml-1 Sodio 7,10 mmol L-1 Potasio 2.80 mmol L-1 Calcio 0,60 mmol L-1 Nitrato de plata 1.6 mmol L-1 Bicarbonato 2,40 mmol L-1.</p>	<p>Se encontró que los DC, NF, NFP y PROD fueron afectados por adición de concentraciones de aguas residuales caseras. AP fue la única variable que no fue influenciado por la adición de agua residual, con una media de 52,6 cm en NF de pimientos, alcanzando el número de máximo de hojas (41 hojas) en la concentración 100% del efluente la CD fue incrementado, observándose el agua residual. El NFP mostró una respuesta cúbica en función de riego con diferente concentración de aguas residuales domésticas tratadas, el número valor máximo (18,5 mm) cuando 100% riego con máximo de frutos (37 frutos por planta) obtenido cultural en el tratamiento regado con el 75% de las aguas residuales. Se incrementó PROD, alcanzando un valor de máximo (9,6 t ha-1) en plantas regadas con 100% de aguas residuales.</p>	<p>La irrigación con diferentes concentraciones de aguas residuales domésticas tratadas aumentó el crecimiento y la producción de chile, en el que la concentración del 100% promovió los mejores resultados. El sistema semi-hidropónico resultó ser eficaz para proporcionar un mejor control de cultivo, en relación con plagas, enfermedades, ahorro de agua, optimización del espacio, para facilitar el trato.</p>
----	-------------------------------------	---------------------------	-------------------	--	---	--

Fuente: Elaboración propia.