



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Revisión Sistemática: Reaprovechamiento de Aguas Residuales
en Sistemas Hidropónicos**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORAS

Cortez Fuster, Nilda Marcela (0000-0002-0793-079)

Mendoza Caro, Kathia Gabriela (0000-0003-2240-7090)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

“El presente informe de investigación está dirigido principalmente a Dios, que a través de su fe nos guía en cada paso que damos en nuestra vida. A su vez, a nuestros padres y hermanos que con gran voluntad nos brindaron el apoyo que necesitábamos durante el largo proceso universitario”.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Facultad de Ingeniería, escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y a todos nuestros docentes por compartir sus conocimientos y permitir que nuestros sueños se hagan realidad.

Índice de contenidos	
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Índice de abreviaturas.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorísticas	15
3.3. Escenario de estudio.....	16
3.4. Participantes	16
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.6. Procedimientos	17
3.7. Rigor científico	18
3.8. Método de análisis de datos.....	19
3.9. Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	20
V. CONCLUSIONES.....	29
VI. RECOMENDACIONES	30
VII. REFERENCIAS.....	31
ANEXOS.....	43

Índice de tablas

Tabla 1: Plantas tolerantes a contaminantes

Tabla 2: Técnicas de fitorremediación

Tabla 3: Antecedentes

Tabla 4: Matriz de categorización apriorística

Tabla 5: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 6: Resultados del objetivo 1

Tabla 7: Resultados del objetivo 2

Tabla 8: Resultados del objetivo 3

Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1: Porcentaje de remoción según el tipo de cultivos

Gráfico 2: Remoción de contaminantes y nutrientes

Gráfico 3: Clasificación de agua residual

Gráfico 4: Valores de pH y temperatura en el Sistema Hidropónico

Figura 1: Selección de artículos

Figura 2: Lugares de publicación por continente

Figura 3: Elaboración de un Sistema Hidropónico

Índice de abreviaturas

As (III): Óxido Arsénico (III)

As(V): Óxido arsénico (V)

B : Boro

Ca : Calcio

Cd : Cadmio

Co : Cobalto

Cs : Cesio

Cr : Cromo

Cu : Cobre

Cu(II) : Óxido cúprico

F : Fósforo

Fe : Hierro

Hg : Mercurio

K : Potasio : Mn

: Magnesio Na :

Sodio

Ni : Níquel

P : Potasio

Pb : Plomo

S : Azufre

Sr : Estroncio

Zn : Zinc

Zn (II) : Hidruro de zinc

Resumen

El problema que aqueja es la contaminación a causa del acelerado crecimiento demográfico, la urbanización descontrolada, la industrialización etc. Para lo cual se tuvo como objetivo general explicar los estudios de reaprovechamiento de aguas residuales en sistemas hidropónicos. Este estudio, es un tipo de investigación aplicada, con diseño cualitativo narrativo de tópicos mediante un análisis documental a través de fichas de análisis de contenido. De 353 artículos solamente 22 fueron seleccionados por medio, de criterios de inclusión y exclusión. Los resultados que se obtuvieron para la remoción según el tipo de cultivo son las hortalizas, cereales, hierbas y medicinales. Los contaminantes y nutrientes removidos son Co, Cu, As (III), As (V), Zn (II), Cd, Pb, N, P y K; 44%, 34%, 70%, 80%, 49.53%, 95%. 84%, 99%, 98% y 55% respectivamente. Se destaca que el agua residual industrial, es el más utilizado en sistemas hidropónicos. El agua industrial ha sido utilizado con mayor frecuencia. Los parámetros señalados son el pH y la temperatura. Los efectos en las plantas se dan a través de sus procesos morfológicos, fisiológicos, fotosintético y metabólicos. Los contaminantes más notables son los metales pesados, N, P Y K. Y las plantas más estudiadas son la lechuga y el arroz. Los mecanismos son la absorción y translocación. En conclusión, la técnica hidropónica, según nuestro estudio puede ser capaz de sustituir al suelo y reducir la contaminación de los recursos naturales, el impacto ambiental ya sea la flora, fauna y la salud de las personas.

Palabras Claves: Aguas residuales, Hidroponía, Reutilización y Plantas hiperacumuladoras.

Abstract

The problem that afflicts is pollution caused by rapid population growth, uncontrolled urbanization, industrialization etc. For which the general objective was to explain the studies of wastewater reuse in hydroponic systems. This study is a type of applied research, with a qualitative narrative design of topics through a documentary analysis through content analysis files. Of 353 articles, only 22 were selected by means of inclusion and exclusion criteria. The results that were obtained for the removal according to the type of crop are vegetables, cereals, herbs and medicinals. The pollutants and nutrients removed are Co, Cu, As (III), As (V), Zn (II), Cd, Pb, N, P and K; 44%, 34%, 70%, 80%, 49.53%, 95%, 84%, 99%, 98% and 55% respectively. It is highlighted that industrial wastewater is the most used in hydroponic systems. Industrial water has been used more frequently. The indicated parameters are pH and temperature. The effects on plants occur through their morphological, physiological, photosynthetic, and metabolic processes. The most notable pollutants are the heavy metals, N, P and K. And the most studied plants are lettuce and rice. The mechanisms are absorption and translocation. In conclusion, the hydroponic technique, according to our study, may be able to replace the soil and reduce the contamination of natural resources, the environmental impact, be it flora, fauna, and people's health.

Keywords: Wastewater, Hydroponics, Reuse and Hyperaccumulator Plants.

I. INTRODUCCIÓN

El agua naturalmente representa un recurso potencial en la existencia de los seres vivos, el desarrollo de diversas actividades humanas y de producción económica. Sin embargo, en el mundo se ha ido consumiendo alrededor de 3.928 km³/año de agua dulce, el 44% en agricultura y el 56% es agua residual vertida al medio ambiente (Unesco, 2017, p.9). Según pronósticos, al 2030 la pérdida del recurso hídrico perjudicará a la mitad de la humanidad a nivel global (Magwaza, Odindo y Mditshwa, 2019, p.3). Ante ello el aporte de la conciencia social representa un mecanismo primordial para tomar decisiones sobre su vulnerabilidad (Llanos et al., 2020, p.1).

Ya que con el tiempo su calidad ha sido afectada por una serie de contaminantes que surgió a causa del acelerado crecimiento demográfico, la urbanización descontrolada, la industrialización, etc. (Vardhan et al., 2019, p.5). A nivel nacional según la Calidad del agua en el Perú (2017, p.61), se generó alrededor de 2 217 946 m³/día de aguas residuales liberadas en una red de desagüe, causando la escasez y optando por la reutilización, pero estos al estar contaminados y no ser tratadas debidamente generan efectos tóxicos en cultivos, deterioro en la salud y el ambiente, por lo que urge su reducción, reciclaje y regeneración segura (Jung y Kim, 2020, p. 2).

Por la limitada disponibilidad de agua dulce para riego, los agricultores utilizan las aguas residuales para el desarrollo de sus cultivos (Khan et al., 2017), tales limitaciones han ido en aumento, por lo que hoy en día las aguas residuales son una fuente alternativa de agua para el cultivo de plantas (Azevedo et al., 2018). La estrategia de utilizar aguas residuales en un sistema hidropónico tiene soluciones nutritivas para la producción de alimentos, por lo que el nivel de la solución salina se puede mantener dentro de un rango compatible con la tolerancia a la sal (Souza Dos Santos et al. 2019).

En las investigaciones se confirmó que las aguas residuales tratadas pueden ser útiles como un recurso hídrico adicional para el riego y como una gran fuente de importantes minerales y nutrientes que pueden reducir los costos de cultivo debido al uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos (Khan et al. 2017).

Por ejemplo, el Cu es un metal pesado responsable de los niveles más altos de toxicidad expuestos en aguas residuales (Park et al., 2016, p. 151). Muchas sustancias contaminantes afectan a las plantas tales como el estrés oxidativo, peroxidación lipídica, inhibición de fotosíntesis etc. También se manifiesta en la salud causando daños al sistema nervioso central y mental provocando descomposiciones sanguíneas y dañando a los órganos fundamentales (Vardhan et al., 2019, p.6).

Ante esta problemática, existen mecanismos físicos, químicos y biológicos para tratar aguas residuales como procesos eficientes, económicos, ecológicos y con menor impacto negativo, siendo importantes para la sostenibilidad y la producción más limpia en diversas industrias. Adicionalmente como mecanismo biológico, los sistemas hidropónicos también representaron una alternativa en comparación con la agricultura convencional, reutilizando el agua al máximo para aprovechar los nutrientes, reduciendo la contaminación y generando menores costos al productor (Kalita y Baruah, 2020).

Entre sus ventajas, se considera como método para tratar aguas residuales y aprovechar los nutrientes con plantas económica y ecológicamente importantes, por ser ricos en nitratos y fosfatos (da Silva Cuba Carvalho, Bastos y Souza 2018, p. 312); reduce gastos como en energía, espacio, agua etc. (Gutiérrez, et al., 2017, p.4); apoya al crecimiento de la planta en diferentes condiciones climáticas y controla su actividad proporcionando nutrientes (Nascimento y Filho, 2020, p.109). Una de las desventajas es que necesita la construcción de un invernadero para darle un mantenimiento adecuado a las plantas (Jung y Kim, 2020, p.2); es decir en todo el sistema por tratarse del uso de aguas residuales, presenta desventajas tales como la proliferación de patógenos o roedores al no ser diseñados en un espacio

con óptimas condiciones ya sea la temperatura, la humedad, la ventilación entre otros.

En su proceso al emplear aguas residuales, la causa de la contaminación depende de la concentración de sustancias, el tipo, la especiación, factores ambientales y especies de organismos. En algunos estudios como modelo de planta fitotóxica se usó la lechuga, para determinar sus efectos de toxicidad, este es recomendado a nivel internacional, ya que las pruebas de fitotoxicidad son vitales para la evaluación toxicológica (Lyu et al., 2018, p.1). Por ejemplo, el efecto de Cr (VI) es la forma más tóxica de Cromo entre bacterias, algas, hongos y plantas (Diaconu et al., 2020, p. 4 y 14).

Sin embargo, la presente problemática nos creó una interrogante general de ¿cómo reaprovechar las aguas residuales en sistemas hidropónicos? y los específicos ¿Cuáles son los tipos de sistemas hidropónicos más óptimos para el reaprovechamiento de las aguas residuales?, ¿Cuáles son las características de las aguas residuales para sistemas hidropónicos? Y ¿Cuáles son los efectos de las aguas residuales en los sistemas hidropónicos?

Y para respaldar los argumentos afirmados, la justificación de la revisión es actualizar la información de sistemas hidropónicos como alternativa para tratar aguas residuales con sustancias tóxicas y aprovechar los nutrientes en cultivo de plantas. Ya que la elección del tipo de sistema hidropónico depende del tipo de agua y sustrato nutritivo (Cova et al. 2017, p. 150). Social, económica y ambientalmente, la revisión fue elaborada para crear iniciativas de prácticas hidropónicas urbanas o rurales y de paso reducir la contaminación de los suelos y agua, ya que reutilizan aguas contaminadas para los cultivos, siendo así; garantizar la prevención al usar agua residual en cultivos, parte de la salud alimentaria; reducción de costos en tratamiento y preservar la conservación de los recursos naturales. Finalmente, garantizamos la revisión como referencia para estudios posteriores.

Por lo tanto, como objetivo general se planteó explicar los estudios de reaprovechamiento de aguas residuales en sistemas hidropónicos y como objetivos específicos, mencionar los estudios de sistemas hidropónicos para el

reaprovechamiento de las aguas residuales, identificar las características de las aguas residuales para sistemas hidropónicos y describir los efectos de las aguas residuales en los sistemas hidropónicos. Así mismo el problema general de la investigación es ¿cómo reaprovechar las aguas residuales en sistemas hidropónicos? Y los problemas específicos son ¿cómo son los sistemas hidropónicos para el reaprovechamiento de las aguas residuales?, ¿cuáles son las características de las aguas residuales para sistemas hidropónicos? y ¿cuáles son los efectos de las aguas residuales en los sistemas hidropónicos?

II. MARCO TEÓRICO

En principio, naturalmente el agua, es transparente, sin sabor ni olor, es una molécula fuertemente polar, se representa por átomos de hidrógeno (+) y oxígeno (-). Su ángulo de enlace es por debajo de 105° . El cambio de sus propiedades físicas y químicas se dan a elevada presión y temperatura; poseen una extensa cte. de ionización. Y es potencialmente reactiva y capaz de diluir sustancias iónicas y moleculares (Mao et al., 2019, pp. 6-16).

Al convertirse en aguas residuales se definen por ser descargas de actividades antropogénicas domésticas, municipales e industriales. Generalmente se componen por materia química inorgánica de origen tóxica y fertilizable, entre metales pesados, materia orgánica, nitratos, fosfatos, sólidos suspendidos, fenoles entre otros. Es de uso alternativo en prácticas agrícolas (Rezania et al., 2016, p.588). Por su calidad actual requieren ser tratadas antes de reutilizarlos, estos son procesos químicos, físicos y biológicos para eliminar contaminantes. La elección de tecnologías dependerá del tipo de contenido de contaminantes, de uso denominado y las condiciones económicas (OEFA, 2014, p. 2).

Antes de llegar a un vertedero se clasifican en agua residual municipal; mezcla de aguas residuales tratadas o de drenaje pluvial, donde sus características fisicoquímicas dependen de la cantidad de población y los niveles socioeconómicos, pasando a ser fuente de materia orgánica e inorgánica (Villamar et al., 2018, p. 10). Su clasificación industrial proviene de actividades de producción económica como

textil, minera, agrícola etc. por verter contaminantes orgánicos e inorgánicos entre metales pesados siendo los más tóxicos y muy peligrosos para el ambiente y la salud. Y las aguas residuales domésticas provienen de comercios y residencias, con desperdicios fisiológicos según actividad antropogénica (Ali et al., 2020, p. 14). Sobre ello es obligatorio tomar medidas ambientales y socioeconómicas, al optar por su reutilización (van Wezel et al., 2018).

Según sus características físicas y químicas se expresan por parámetros como el pH, la cantidad de dureza el (Ca²⁺), el carbono inorgánico, carbono orgánico disuelto entre otros (Hu, et. al., 2019, p. 407). Suministran aguas agroclimáticas para el desarrollo económico como producción y reutilización en agricultura, siendo una alternativa para el agua y los nutrientes para los cultivos de plantas (da Silva Cuba Carvalho, Bastos y Souza 2018, p. 311 y 312).

En cuanto a sus propiedades físicas y químicas del agua limpia frente al agua residual, existe la polaridad, enlaces de hidrógeno, tensión ionizante y superficial, que al ser mezclados son influenciados por la elevada presión y temperatura. Sus propiedades viscosas como una de las más importantes y la conductividad se modifican con la temperatura, resultando ser diferentes a las aguas en condiciones ambientales normales, debido al cambio de estructura en su componente (Mao et al., 2019, pp. 6-16). Otra característica de sus propiedades es por su similitud al agua de grifo, por su elevada evaporación, baja tensión superficial y elevada conductividad (Wang, Wei y Li, 2018, p. 266).

La ventaja de las aguas residuales radica en la reutilización para cultivos agrícolas, ya que proporciona nutrientes esenciales para las plantas y también como alternativa ante la escasez del agua dulce sea para el uso que sea según su composición y tratamiento. La agricultura es el principal sector que consume de 70 a 80% de agua luego del uso industrial y doméstico (Prazeres et al. 2017, p. 317). Pues la mayoría de los contaminantes no son biodegradables, y pueden pasar fácilmente a través de diferentes niveles tróficos para acumularse de forma persistente en la biota (Ali et al., 2020). Es difícil eliminar los metales disueltos descargados de las industrias en infraestructuras que tratan aguas residuales (Lyu

et al., 2018, p. 149). Sobre ello existe la ventaja significativa de las plantas acuáticas con alta biomasa aérea y la alta capacidad de acumular contaminantes (Rezania et al. 2016, p. 589). Pues la adsorción de metal en la superficie de la raíz es un factor clave para la fitorremediación de aguas residuales (Wang et al. 2018, p. 32).

Sobre ello el sistema hidropónico, es una técnica de cultivo que usan diferentes tipos de soluciones nutritivas en vez del suelo agrícola. Contiene soluciones de macronutrientes y micronutrientes (Mupambwa et al., 2019, p.5). El sustrato es la combinación de soluciones esenciales que provienen del suelo in situ (Cortés, Mercado y Carmona 2018, p.120) y aquel que logra cumplir con un medio sostenible para la calidad de nutrientes (Gutiérrez, et al. 2017, p.15).

Se caracteriza por mostrar abundancia en sus plantas con hojas frescas (Souza et al., 2019, p.102). Su particularidad física, su calidad constante hace que no disminuya sus propiedades. Según su aspecto químico, hace intercambio catiónico y en su cualidad biológica, tiene estabilidad orgánica (El-Kazzaz, 2017, p.68).

Entre sus técnicas existe el riego localizado, que aprovecha la captura de la irrigación del agua lo que disminuye la escorrentía y drenaje, evita trabajos de limpieza y gastos adicionales. Luego el riego por goteo que hace reducir drásticamente la evaporación y permite ser instalada con facilidad (Serra, Wittling y Cheviron, 2019, p.2), por último, el riego por aspersión se diferencia por formar neblina que asimila una cierta cantidad de agua dando un movimiento lateral al sistema (Pino et al., 2018, p. 1 y 2).

La técnica hidropónica más recomendada es la técnica de película de nutrientes (NFT) que consiste en hacer un sistema con tuberías de PVC, o polietileno o similares. El agua residual antes de su uso en hidroponía debe pasar por un tratamiento primario (Murcia y Chacón pp.24 y 25). Por ejemplo, para una estructura de 24 parcelas puede ser en un depósito de plástico de 60 L de capacidad, una bomba eléctrica circulante y perfiles hidropónicos de polipropileno, 75 mm de diámetro comercial, 3 m de longitud, agujeros de 25 mm de radio y 25 cm de espacio entre plantas y 30 cm entre perfiles, siendo construido de forma de 4x4 y espaciados de 80 cm. Los perfiles se instalan a una altura de 85 cm, con cuatro puntos de apoyo y una pendiente del 5%, para promover el funcionamiento y el drenaje de la solución

(agua residual) (Lira et al., 2018, p. 14). O puede ser un invernadero, compuesto por una estructura metálica del tipo arco, cubierta con polietileno transparente, con una altura de 3 m y una dimensión de 20 m de largo por 6.40 m de ancho, con los lados cerrados tipo sombrilla (da Silva Cuba Carvalho, Bastos y Souza 2018, p. 313).

La técnica de película de nutrientes-NFT se destaca por proteger a los organismos vitales en funcionamiento de iones (Cova et al., 2017, p.7). Puesto que DFT- técnica de flujo profundo es un riego por secado debido al mantenimiento de su profundidad del sistema (Alipio et al., 2017, p. 27). Y el forraje verde hidropónico- FVH es la selección de semillas nativas para consumo humano con el objetivo de generar buena calidad de cosecha entre otros (Bedolla, Palacios et al., 2015, pp. 236-238). Dentro de sus parámetros operacionales, el pH detecta el valor de altura de la solución en las plantas hidropónicas (Sudana y Suyoto 2019, p.14). La temperatura es controlada por cambios climáticos según la región o lugar. La tolerancia a salinidad reduce la disponibilidad del agua y nutrientes en las plantas (Lima et al. 2017, p.676). La humedad es la más importante y éste afecta en las plantas en cambios de temperatura y vapor de agua cuando se encuentra en invernadero (Cavagnaro, 2016, p.4).

Se caracteriza por sus impactos sociales, económicos y ambientales. En lo social es una fuente primordial para el consumo humano (Mekuto, Ntwampe y Akcil, 2016, p.35). Económicamente es reconocida por crear más rentabilidad al tener innovadoras tecnologías, optimiza los recursos y el gasto a gran escala es visto a futuro (Souza, Gimenes y Binotto, 2019, p.258). Simultáneamente, mejora las condiciones ambientales, reduciendo el efecto de carbono y consumo del agua. Mientras tanto, las plagas representan una gran amenaza. Traen enfermedades tanto a la persona como la planta (Zhang et al., 2019, pp.1-2). Ante ello la fitopatología estudia el control y diagnostica enfermedades que sufre la planta al estar expuesta a las plagas (Mulugeta et al., 2020, pp. 404 y 405).

En el sistema hidropónico la absorción de metales pesados en las plantas depende de los parámetros principales y nutrientes. Su capacidad es determinada por sus

índices de absorción que presentan variaciones geográficas de contaminación (Jhonson y Ifediba, 2020, p. 2 y 3). También causa un transporte pasivo de metales en las plantas acuáticas que se acumulan en partes aéreas de la planta (Ravi et al., 2020, p. 3). Sus efectos de las plantas pueden resistir al estrés de la contaminación e incrementar su actividad de antioxidante de las enzimas (Burger et al., 2019). Trae consigo un aumento de la altura, diámetro del tallo y área de la hoja. Su fisiología afecta la fotosíntesis y la clorofila donde hay mayores cantidades de cosecha (Magwaza et.al., 2020, p. 2). Dentro de los principales cultivos se encuentra la lechuga, tomate, y cereales (Jordán et al, 2018, p.526).

Los metales pesados presentes en aguas residuales se definen como elementos que tienen una gravedad específica superior a cinco veces que el agua y comúnmente son tóxicos tales como Al, Hg, As, Cd, Cu, Cr, Pb, Zn, que representan una amenaza en plantas, animales y humanos (Mustafa y Komatsu, 2016, p. 4). Se dice toxicidad al grado de afectación de sustancias que se encuentran en el ambiente. Su exposición a grados elevados perturba el agua de las plantas, balances nutricionales, y causan daños oxidativos en el medio ambiente (Zulfiqar et.al., 2019). Los metales proporcionan niveles de toxicidad dependiendo del grado que se muestre afectando a los seres bióticos (Costello et al., 2019). Por ejemplo, el Cd es un oligoelemento altamente tóxico, este es liberado de procesos industriales y agroquímicas al ambiente y es parecido al Zn, Fe y Ca. Los niveles altos de Cu provocan daños oxidativos, soluciones antioxidantes, alteran la nutrición mineral, la actividad fotosintética, enzimática y el contenido de clorofila en las hojas; que conducen a un menor crecimiento y rendimiento (He et.al., 2017).

Finalmente, la causa de toxicidad por contaminantes actúa como prooxidantes, generando especies reactivas como estrés oxidativo, altas concentraciones, estructura y función distorsionada de proteínas según su procedencia (Gupta, 2017, pp. 1-8); también causa limitación de biomasa, desarrollo lento y tensiones. El cadmio según experimentos afecta significativamente el contenido de clorofila del *Sorghum bicolor*, L. (El-Meihy et al., 2019, p. 298); el Cd en raíces, tallos y hojas del arroz, reduce el contenido de Fe, y su acumulación es absorbida principalmente por sus raíces (Wu et al., 2020, p. 3).

Tabla 1: Plantas tolerantes a contaminantes

Nombre de la planta	Metales pesados
Phragmites Cummunnis (Carrizo)	Cr, Cu, Cd, Zn Ni, y Pb
Ceratophyllum demersum (Mil hojas)	Pb y Cd
Elodea Canadensis (Canada)	Zn , Cu Cd y, Pb
Micranthemum Umbrosum (Cuba)	As y Cd
Scirpus Grossus (totora)	Pb
Linnochris flava (sur este de Asia)	Fe, Cu, Zn, Pb y Hg
T. latifolia (Australia)	Cu, Cd, Cr, Pb

Fuente: (Wang et al., 2018, Rezanía et al., 2016; Ali et al., 2020;).

Tabla 2: Técnicas de fitorremediación

Técnica	mecanismo
Fitofiltración/Rizofiltración	Adsorción/Absorción
Fitoextracción/Fitoacumulación	Hiperacumulación
Fitoestabilización	sorción, precipitación y complejación
Fitovolatilización	Volatilización
Fitodegradación/Fitotransformación	Degradación
Rizodegradación	acumulación

Fuente: (Rezanía et al., 2016; Ali et al., 2020; Bello, 2018; Wang et al., 2018; Zulfikar et al., 2019; He et al., 2017).

Tabla 3: Antecedentes

N°	Autor (año)	País	Breve descripción	Tipo de agua	Parámetros operacionales	Contaminantes	Tipo de plantas	Mecanismo	Efectos en plantas P: Positivo N: Negativo	conclusión
1	(Bawiec, Paweska y Pulikowski 2016)	Polonia	Tratamientos hidropónicos usando aguas residuales para mejorar el cultivo de plantas según los cambios estacionales	Residuales domésticas e industriales	estaciones del año	Nutrientes	Planta	-	P: reducción de nutrientes	En los nutrientes fue de 96.8%
2	(Bello, Akeem O et al. 2018)	Arabia Saudita	fitorremediación en sistema hidropónico para eliminar Cd, Pb y Ni	Agua contaminada	pH, CE, T	Metales pesados y nutrientes	Carrizo	Fitoestabilización, absorción	Ninguno	La eliminación de metales llego hasta un 89%
3	(Burger et al. 2019)	Austria	absorción del Cs y Sr usando llantén en hidroponía	Residual industrial	pH, T, MO	Metales pesados, nutrientes	Llantén	absorción, acumulación	N: reacción fotosintética, clorofila, procesos fisiológicos, crecimiento	Alto potencial del llantén en la eliminación de contaminantes por sus mecanismos antioxidantes
4	(Chekli et al. 2017)	China	Uso de agua residual como fertilizante para el cultivo de Lechuga en un sistema hidropónico	Agua residual	pH, T, TDS, TOC, CE	Metales, Nutrientes	Lechuga	absorción	P: Actividad enzimática N: Disminución de crecimiento, clorofila, deficiencia de nutrientes	El agua residual se puede utilizar como fertilizante en forma de solución hidropónica con una eficiencia de hasta 75%
5	(Fioroto et al. 2020)	Brasil	Fitodisponibilidad de metales pesados en el crecimiento de	Agua con contaminantes	pH y Volumen	Metales	maíz y cereales	absorción, Translocación	P: No altera su morfología y presenta la	La prueba proporcionó información importante para predecir la fitodisponibilidad de

			maíz en un sistema hidropónico						fitodisponibilidad de la planta	sustancias potencialmente tóxicas y debe evaluarse con precaución
6	(Gebeyehu et al. 2018)	Ethiopia,	Remoción de contaminantes en aguas residuales usando la técnica hidropónica con totora	Aguas residuales	pH, T, COD, BOD	Nutrientes	Totora	acumulación	P: Remoción de nutrientes, N: altos niveles de biomasa	En el diseño hidropónico se mostró una gran efectividad de eliminación de nutrientes en un 70 %
7	(Iqbal 2016)	Pakistan	La toxicidad de los metales pesados y el método de remediación en bioensayo hidropónico para monitoreos ambientales	Residual Industrial	pH, T	Metales pesados	habas, cebolla y maíz	absorción	N: citogénesis, mutagénesis, daños celulares, modificaciones de ADN	La prueba de <i>V.faba</i> proporciona un sistema de prueba rápido, sensible y de bajo costo
8	(Jin et al. 2020a)	China	Uso de agua residual porcina como fertilizante en sistema hidropónico	Aguas Residuales	pH, T°	Cu, N	Espinaca	-	P: crecimiento más rápido, alta productividad, fácil manejo y mayor eficiencia	El agua como fertilizante líquido es una opción ecológica prometedora para la producción de vegetales y eliminación de contaminantes hasta un 88%
9	(Jung y Kim 2020)	República de Corea	biodegradación de aguas residuales y su uso como biofertilizantes en sistemas hidropónicos	Residual de pesca de caballa y algas pardas	pH, T, CE	Nutrientes y metales pesados	Lechuga	Bioacumulación	P: alta actividad antioxidante, mejor calidad la lechuga	La técnica hidropónica permite mejorar su crecimiento y las altas actividades antioxidantes a un 83.1% en las plantas de lechuga
10	(Lee et al. 2018)	República de Corea	eliminación de nutrientes de aguas residuales en un sistema hidropónico con algas	Residual municipal e industrial	pH, T, Humedad, Intensidad de Luz	Nutrientes, iones inorgánicos	Algas	acumulación	P: aumento de pH por la fotosíntesis microbiana	Posible aplicación de técnicas de tratamiento microbiano hasta un 89%

11	(Lyu et al. 2018)	Corea	Uso de efluentes industriales en un sistema hidropónico de lechugas analizado mediante la prueba de fitotoxicidad	Industrial	pH, T, CE, T	Metales	Lechuga	-	-	El uso de lechuga en hidroponía dio un enfoque más sensible para el desarrollo de los efluentes
12	(Magwaza et al. 2020)	Sudáfrica	Tecnología hidropónica para que las aguas residuales produzcan hortalizas en una agricultura urbana	Residual doméstico y municipal	DBO, SST, Turbiedad, pH, E coli	Nutrientes, metales pesados	Tomate, espinaca de agua, lechuga romana	degradación, absorción, adsorción	N: Reduce su porcentaje de clorofila, desorden en los nutrientes.	Uso eficiente de aguas residuales para cultivos hidropónicos, eliminación de contaminantes y seguridad alimentaria
13	(Park et al. 2016)	Corea del Sur	Bioensayo de alargamiento de raíz de lechuga expuestos a metales y aguas residuales en un sistema hidropónico	Residual y destilada	CE, pH, tiempo	Metales pesados, fenol	Lechuga	absorción y acumulación	Procesos fisiológicos, reducción de la longitud de la raíz	El alargamiento de la raíz es un criterio adecuado para evaluar sustancias fitotóxicas. Presenta ventajas prácticas, en términos de costo y efectividad en tiempo.
14	(Salinitro et al. 2020)	Australia	Se investigó de cómo el pH influye en la actividad y la absorción de Ni y Zn en plantas cultivadas en un sistema hidropónico	Agua tratada	pH	Metales, polifenoles	Hierba gallinera	Acumulación y absorción	N: Actividad antioxidante, pigmentos fotosintéticos	Mayor acumulación de flavonoides y polifenoles en brotes que tienen las mayores concentraciones de metales y pueden actuar como captadores reactivos de oxígeno
15	(Xu et al. 2018)	China	exposición de arroz en placas de Fe y Cr en un sistema hidropónico	Agua con soluciones contaminantes	T, pH	Metales	Arroz	absorción, translocación, acumulación	N: distribución de nutrientes, contenido de biomasa	La adición exógena de Fe disminuye la concentración de Cr en hoja y tallo de plántulas de arroz. La placa de hierro puede reducir la absorción y acumulación de Cr

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada por buscar metodologías y describir los conocimientos adquiridos por diversos autores. Su teoría pretende hacer análisis temáticos e interpretación de datos rigurosos cualitativos (Castleberry y Nolen, 2018, p. 1y3). Así también, mejoró la investigación y sus hallazgos de las evidencias actuales sobre los temas elegidos (Noble et al. 2018, p.1773). La definición se cumplió por ser sistemático, exhaustivo y por presentar una perspectiva que va más allá de números (Mertz, Fischer y Salloch 2019, p.7). Permite resolver problemas aprovechando metodologías y guías de comprensión profunda, identificando las partes interesadas eficientes y artículos con mayor rigor científico (McWilliams et al. 2019, p.1).

(Hernández, Fernández y Baptista, 2017), el diseño de investigación tuvo un enfoque cualitativo cercano al tema de interés. Pues, este sigue procesos cualitativos sistemáticos con el fin de generar teorías que expliquen acciones o áreas conceptualmente específicas y que se distingan de la teoría formal (pp. 492-494). Por lo tanto, según nuestro objetivo de estudio recurrimos a un diseño cualitativo narrativo de tópicos, lo cual representa diferentes aspectos de conocimientos con contenido definido y conceptos que incluyen conocimientos formales e informales de algún aspecto físico, social o mental, con el fin de procesar cuestiones poco claras (Sağlam, 2019, p. 16).

3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorísticas

Tabla 4: Matriz de categorización apriorística

Revisión sistemática: Reaprovechamiento de aguas residuales en sistemas hidropónicos					
Objetivo general: Explicar los estudios de reaprovechamiento de las aguas residuales en sistemas hidropónicos					
Objetivos específicos	Problemas específicos	categoría	subcategoría	Criterio 1	Criterio 2
Mencionar los estudios de sistemas hidropónicos para el reaprovechamiento de las aguas residuales	¿Cómo son los sistemas hidropónicos para el reaprovechamiento de las aguas residuales?	Sistemas hidropónicos (Park et al., 2016 y Magwaza et al., 2020)	Composición de los sistemas Hidropónicos (Fioroto et al., 2020, Da Silva Cuba, Gaspar y Fonseca, 2018 y Gebeyechu et al.,2018)	De acuerdo con el tipo de cultivos (Prazeres et al.,2017 y Magwaza et al.,2020)	De acuerdo con la remoción de contaminantes y/o nutrientes (Gebeyechu et al.,2018 y Lwalaba Wa Lwalaba et al., 2019)
Identificar las características de las aguas residuales para sistemas hidropónicos.	¿Cuáles son las características de las aguas residuales para sistemas hidropónicos?	Agua residual (Mupambwa et al., 2019)	Características de las aguas residuales (Lwalaba Wa Lwalaba et al., 2019 y Park et al.,2016)	De acuerdo con la clasificación de las aguas residuales (Bello et al., 2018 Jung y Kim, 2019 y Ndulini, 2018)	De acuerdo con sus parámetros significativos (Almuktar et al., 2017, Da Silva Cuba, Gaspar y Fonseca 2018)
Describir los efectos de las aguas residuales en los sistemas hidropónicos	¿Cuáles son los efectos de las aguas residuales en los sistemas hidropónicos?	Efectos en plantas (Xu et al., 2018 y Du et al., 2019)	Efectos morfológicos y fisiológicos (Burger et al., 2019; Sakamoto,2015 y He ,2017)	De acuerdo al tipo de plantas (Iqbal, 2016, Cardoso, 2018)	De acuerdo a los mecanismos y contaminantes (Du et al., 2019, Zulfiqar ,2019 y Li et al., 2020)

Fuente: elaboración propia

3.3. Escenario de estudio

Según los artículos, los estudios han sido llevados a cabo en domicilios, instituciones públicas o privadas que generan aguas residuales urbanas, municipales, industriales y laboratorios experimentales con fines de investigación (Rufí-Salís et al. 2020 p.2). El espacio del sistema hidropónico debe ser con buena iluminación y ventilación, el tamaño mínimo desde 2 metros horizontal o verticalmente. Los grupos que lo conformaron fueron investigadores, ingenieros, persona jurídica o natural y jóvenes que deseen conocer un poco más del tema, puesto que es apto para el público en general.

3.4. Participantes

Esta revisión sistemática está compuesta por contenidos de artículos científicos, revistas indexadas y manuales, entre ellas desde la base de datos Scimedirect, Scopus, Scielo, EBSCO, PubMed, etc. Pues para la elección de base de datos se ubicó la investigación relevante, considerando la distribución dispersa de la investigación en varias disciplinas diferentes y, por lo tanto, en revistas. Aunque el número de bases de datos buscadas en las revisiones sistemáticas aumentó con el tiempo, las revisiones sistemáticas cualitativas a menudo se enfocaron en búsquedas bibliográficas y la recuperación de estudios relevantes disminuye considerablemente si solo se incluyen unas pocas bases de datos (Frandsen, Gildberg y Tingleff, 2019, p. 119). También son fundamentales para probar la solidez de los sistemas de patentes entre países en investigaciones internacionales, gestión de propiedad intelectual y formulación de políticas (Papageorgiadis y Sofka 2020, p. 5).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Es una técnica de análisis documental, que normalmente se considera como un grupo de acciones que representan la forma y el contenido en una recolección de datos, se comprende que son diversas fases entre ellas la descripción bibliográfica que expresa exclusivamente la descripción del contenido de investigación (Clause, 1993). De tal manera, la presente ficha representa el instrumento empleado para la recolección de datos más relevantes para el proceso de análisis de resultados a partir de los resultados y conclusiones de las investigaciones. Se puede apreciar en el anexo 4 ,en la tabla 5.

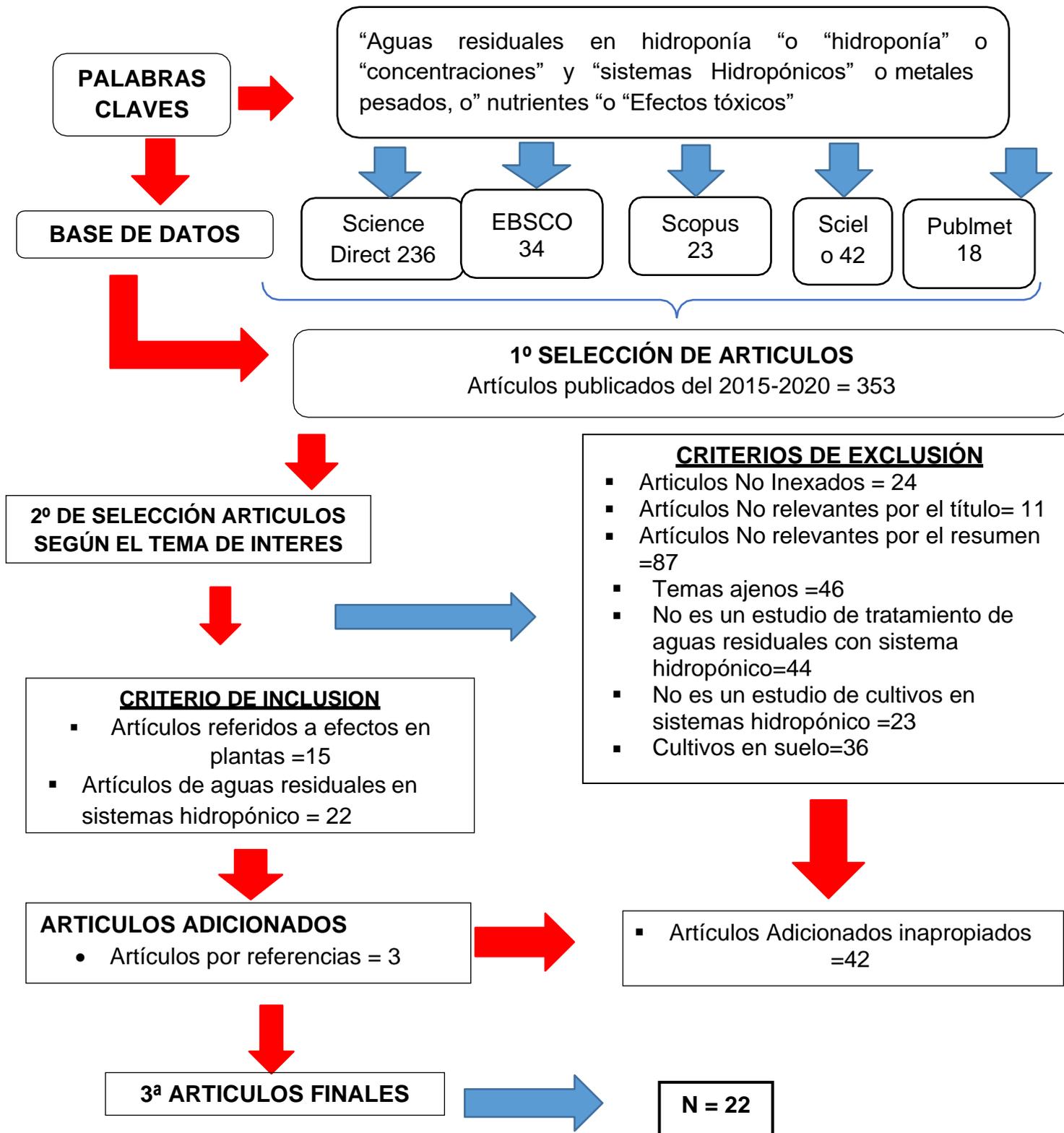
Tabla 5: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

		FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO	
TITULO:			
PAGINAS UTILIZADAS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION	
TIPO DE INVESTIGACIÓN:		AUTOR (ES):	
PALABRAS CLAVES:			
OBJETIOS			
PRUEBA ESTADISTICA			
RESULTADOS:			
CONCLUSIONES:			

Fuente: Elaboración propia

3.6. Procedimientos

Figura 1: Selección de artículos



Fuente: Elaboración propia

Se comenzó por la búsqueda de palabras claves tales como: “aguas residuales en hidroponía” o “hidroponía” o “sistemas hidropónicos” o “nutrientes” o “efectos en las plantas”. Las bases de datos en línea utilizados son Science direct (nº=236), EBSCO (nº=34), Scopus (nº=23), Scielo (nº=42) y Publnet (nº=18). En su primera fase, solo se tomaron artículos de los años 2015-2020 puesto que son los más actuales para la investigación. Las búsquedas de diferentes bases de datos se fusionaron y se eliminaron artículos no indexados (nº=24), artículos no relevantes por el título (nº=11) y resumen (nº= 87). En la segunda fase según los criterios de inclusión se seleccionaron los temas de interés entre revisiones sistemáticas (nº= 2), artículos referidos a efectos tóxicos en plantas (nº=15) y artículos de aguas residuales en sistemas hidropónico (nº=20). Según el criterio de exclusión se hallaron temas ajenos(nº=46), no son estudios de tratamiento de aguas residuales en sistemas hidropónicos (nº=44), no son estudios de cultivos en sistemas hidropónicos (nº=23) y cultivo en suelos (nº=36). Posteriormente se adicionaron (nº=45) artículos por referencias y se descartaron (nº=42) por ser inapropiados y solo (nº=3) son válidos. Previamente quedaron 40 artículos dentro de los cuales fueron evaluados y examinados detenidamente según los criterios de investigación, hasta que finalmente los artículos con mayor relevancia para la revisión fueron en total (nº=22) artículos.

3.7. Rigor científico

El rigor científico se basó en el producto de los valores éticos de la investigación lo cual involucra un proceso interactivo. Entre sus criterios, nuestra investigación cumplió con la dependencia, lo cual es un instrumento que se mide mediante la recolección de datos similares en el proceso generando resultados equivalentes. Puesto que existen dos tipos; las internas tienen temas con mayor similitud con los mismos datos y externas; poseen temas comunes con el mismo lugar, periodo y datos (Rojas y Osorio 2017 p.66) ofrecen información compuesta por otros autores en la que incluye la descripción detallada del artículo y su efectividad para la elección de métodos (Ruiz y Vives 2016 p.194).

De la misma forma, la credibilidad como soporte de argumentos que contrarrestan las preexistencias del contenido sustentado, pues confirman la verificación de los

hechos (Pugh ,2019 pp.8-12); está relacionada la recopilación y análisis de datos confiables que acreditan características formidables para el investigador (Cypress, 2017, p. 256).

Así como también la transparencia, conjunto de procedimientos de una investigación. Posee una descripción global de los autores al transferir los diferentes conocimientos hacia el desarrollo de estudios de manera transparente (Prager et al. 2019 p.3), dicho instrumento viene a ser la intervención de un análisis descriptivo en criterios categorizados que influye en la transferibilidad (Schloemer y Schröder-Bäck 2018 p.2 y 3).

Por último, la autenticidad en nuestra investigación como medida para asegurar los hallazgos encontrados son resultados de ideas y experiencias importantes para el investigador que consta de una parte esencial para el propósito de incluir argumentos consistentes (López y Avello 2019 p.44), es similar a una verificación de datos o resultados en una investigación, este también varía de acuerdo con la cantidad de ítems o sujetos del estudio con la finalidad de garantizar un instrumento cuya medición sea auténtico (Cadena Iñiguez et al. 2017 p.1611).En tal sentido, los 4 valores éticos mencionados se cumplieron en nuestra investigación debido a que presentaron características similares a nuestro proyecto de investigación.

3.8. Método de análisis de datos

Se utilizo el método de análisis documental, es de forma técnica, sigue procesos intelectuales con el fin de describir y representar información unificada (Dulzaides y Molina 2004, p. 2). También se entiende que son análisis de una variedad de teorías mediante operaciones mecánicas como intelectos. Se debe elegir un enfoque y modo de análisis para aplicar dicha técnica, la más aceptada es la línea integral para contemplar los análisis internos y externos, así como obtener información útil para comprender un contenido. Para lo cual, es necesario la aplicación de modelos profesionales para investigación con respuestas y preguntas sobre el tema (Salazar y Tobón 2018, p. 3).

Por lo tanto, el análisis de la presente revisión fue a partir de la búsqueda de artículos en diferentes bases de datos según las palabras claves, considerando las más actuales entre los años 2015 y 2020, luego la selección así como los criterios de exclusión, reducción de artículos no relevantes ya sea por títulos, resúmenes, etc., e inclusión por los contenidos más adecuados que representan la necesidad del estudio, de esa manera obtuvimos como respuesta que de 353 solamente 22 artículos indexados son netamente del tema de interés ver Figura 1.

Comprendido el detalle, las categorías, subcategorías y criterios se seleccionaron en función a los objetivos específicos con el fin de agrupar la información para obtener resultados evidentes.

3.9. Aspectos éticos

Esta revisión se compuso estrictamente por artículos indexados. Los criterios tomados por aspectos éticos son de rasgo cualitativo efectuados por referencias de distintos autores de artículos científicos para la recopilación de información bibliográfica que se use en el presente trabajo de investigación generando nuevos conocimientos, siendo accesibles por cumplir protocolos específicos y confiables (Yıldız 2019 p.2).

Por consiguiente, se detalla los aspectos éticos para tener en cuenta en la revisión sistemática:

La investigación se realizó con las medidas dadas por el código de ética de la universidad y se logró citar apropiadamente con el estilo internacional ISO 690-2.

Respetamos la legitimidad de la información bibliográfica de los autores.

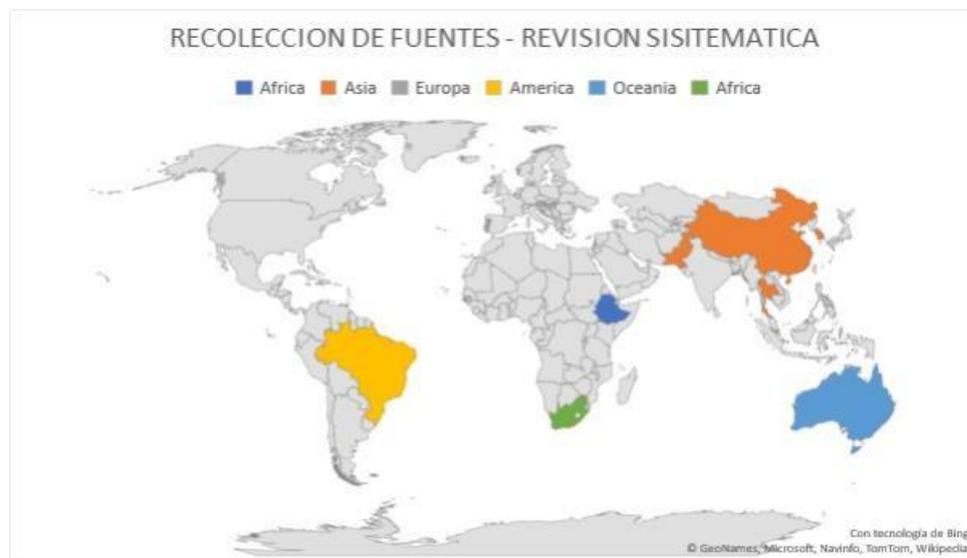
Cumplimos con aspectos de credibilidad por acceder a bases de datos de alta gama que garantizan criterios de aprobación por expertos antes de ser publicadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se obtuvieron 353 artículos originales, de los cuales se seleccionaron 22 artículos con mayor relevancia y se dividieron en indicadores como sistemas hidropónicos Park et al., (2016) y Magwaza et al., (2020), agua residual (Mupambwa et al., (2019), efectos en plantas (Xu et al., (2018) y Du et al., (2019). Las publicaciones

utilizadas para la revisión sistemática son de Asia y Europa (Ver figura 2). También se hallaron artículos procedentes de África (Oriental - Austral), América y Oceanía.

Figura 2: Lugares de publicación por continente



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Resultados del objetivo 1

Nº	TIPO DE SISTEMAS HIDROPONICO	TIPO DE CULTIVOS	CONTAMINANTE Y NUTRIENTES	(%) REMOCIÓN	REFERENCIAS
1	Ensayo Hidropónico	Cereal	Co	44%	Lwalaba Wa Lwalaba et al., (2019)
			Cu	34%	
2	Sistema Hidropónico	Cereal	As (III)	70%	Du et al., (2019)
			As(V)	80%	
3	Sistema Hidropónico	Hortalizas	N	87.91%	Jin et al., (2020)
			Cu (II)	64.29%	
			Zn (II)	49.53%	
4	Sistema Hidropónico	Hortalizas	N	59%	Prazeres et al., (2017)
			P	25%	
			K	55%	
5	Técnica de película de nutrientes (NFT)	Hortalizas	N	99%	Magwaza et al., (2019)
			P	98%	
6	Sistema hidropónico	Hierbas	P	93%	Bello et al., (2018)
			Cd	95%	
			Pb	84%	
7	Macetas hidropónicas	Medicinal	Cs	-	Burger et al., (2019)
			Sr		

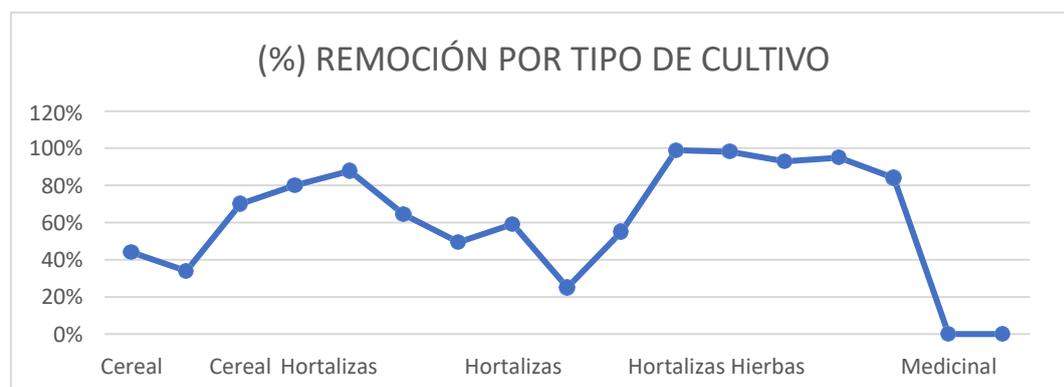
Fuente: Elaboración propia

De la tabla 6 se comprende que los sistemas hidropónicos son capaces de remover nutrientes y contaminantes de las aguas residuales a través de cultivos. Teniendo en cuenta que los tratamientos físicoquímicos son más costosos que los procesos biológicos (Bello et al., 2018).

Bawiec, Pawesk y Pulikowski (2016), realizaron un estudio experimental donde emplearon aguas residuales para mejorar los cultivos en sistemas hidropónicos según los cambios estacionales, donde su rendimiento y la reducción de los nutrientes fueron de 96.8%. Por otro lado, Bello, Akeem et al., (2018) estudiaron la fitorremediación en sistemas hidropónicos para eliminar metales pesados, donde llegaron a remover hasta un 89% de contaminantes, siendo así una de las investigaciones que permitió afirmar que los sistemas hidropónicos pueden eliminar contaminantes según el tipo de cultivos. Chekli et al., (2017) utilizó el agua residual como fertilizante para cultivar lechuga y afirma que la eficiencia de usar las aguas residuales como fertilizante es de 75%.

Gebeyehu et al., (2018) con el diseño hidropónico que estudió demostró la efectividad de eliminación de nutrientes llegando hasta un 70%. Según Jung y Kim, (2020) la eliminación de contaminantes y la producción de vegetales como opción fertilizante y biodegradable es de 83.1%. En el mismo contexto Lee et al., (2018) también usó el sistema hidropónico para eliminar nutrientes hasta 89%, es así que las aguas residuales al ser procesadas en el sistema permiten ser reaprovechadas como eliminar nutrientes y contaminantes.

Gráfico 1: Porcentaje de remoción según el tipo de cultivos

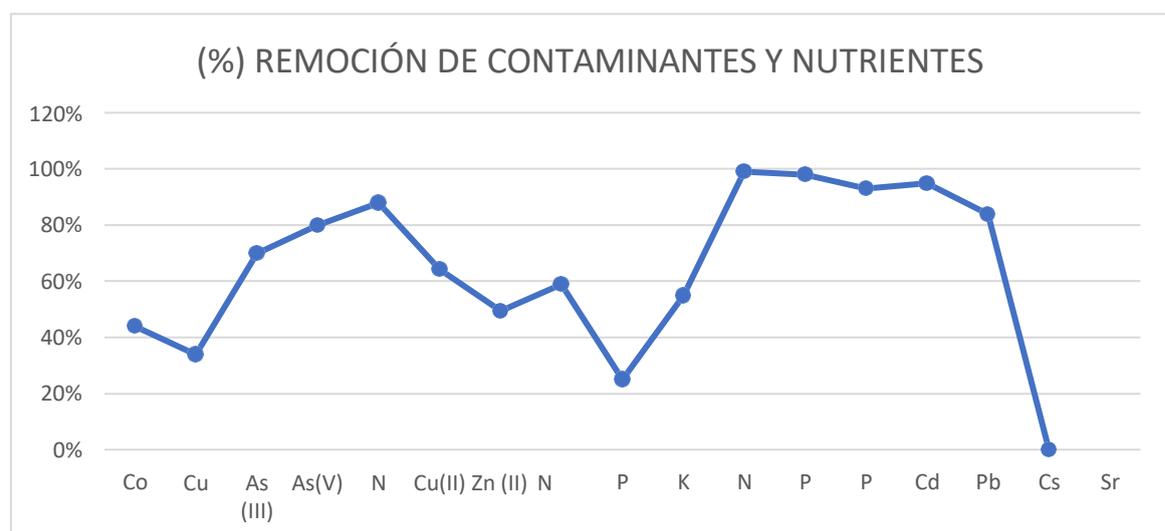


Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico 1 referido al porcentaje de remoción según el tipo de cultivo, son las hortalizas, cereales, hierbas y medicinales. Lo cual, según Jin et al., (2020), Prazeres et al., (2017) y Magwaza et al., (2019) las hortalizas son capaces de remover nutrientes y contaminantes hasta un 99%. Lwalaba Wa, Lwalaba et tal., (2019) y Du et al., (2019) los cereales pueden remover contaminantes hasta un 80%. Las hierbas pueden remover contaminantes y nutrientes hasta un 95% (Bello et al., 2018) ver gráfico 1. Cabe mencionar que la elección del tipo de sistema hidropónico es de acuerdo con el tipo de cultivos que se emplea según el fin que sea.

Al respecto Jin et al., (2020) reporta que usó aguas residuales como fertilizante, afirma que los sistemas hidropónicos son una opción ecológica y prometedora para la producción de vegetales y eliminación de contaminantes con un 88%. Lyu et al., (2018) reaprovecho el agua residual en sus cultivos, pero no evaluó la eliminación de contaminantes. Las semillas que se van a cultivar tienen una vida útil prolongada, por lo que no requieren un mantenimiento continuo Park et al., (2016).

Gráfico 2: Remoción de contaminantes y nutrientes



Fuente: Elaboración propia

Los contaminantes y nutrientes removidos son Co, Cu, As (III), As (V), Zn (II), Cd, Pb, N, P y K; 44%, 34%, 70%, 80%, 49.53%, 95%. 84%, 99%, 98% y 55%

respectivamente (Lwalaba Wa Lwalaba et al.,2019, Du et al.,2019, Jin et al., 2020, Prazeres et al.,2017, Magwaza et al., 2019, Bello et al., 2018).

Thongnok et al., (2018) al evaluar arsénico en plántulas de arroz consideró que es necesario realizar ensayos de campo. Empleo espinaca de agua para evaluar los nitratos y fosfatos hasta 92.38% de eliminación (Jin et al., 2020). La presencia de cromo (Cr) en arroz reduce la concentración de (Fe) Xu et al., (2018). Y Fioroto et al., (2018) estudió la presencia de Cd, Cr, y Pb en maíz. Son investigaciones que hablan a cerca de la presencia de nutrientes y contaminantes en las plantas, pero no resaltan el % de remoción como en el caso de Chekli et al., (2017) obtuvo ventajas de concentración y reducción de macronutrientes y micronutrientes desde 75 a 95%.

Tabla 7: Resultado del objetivo 2

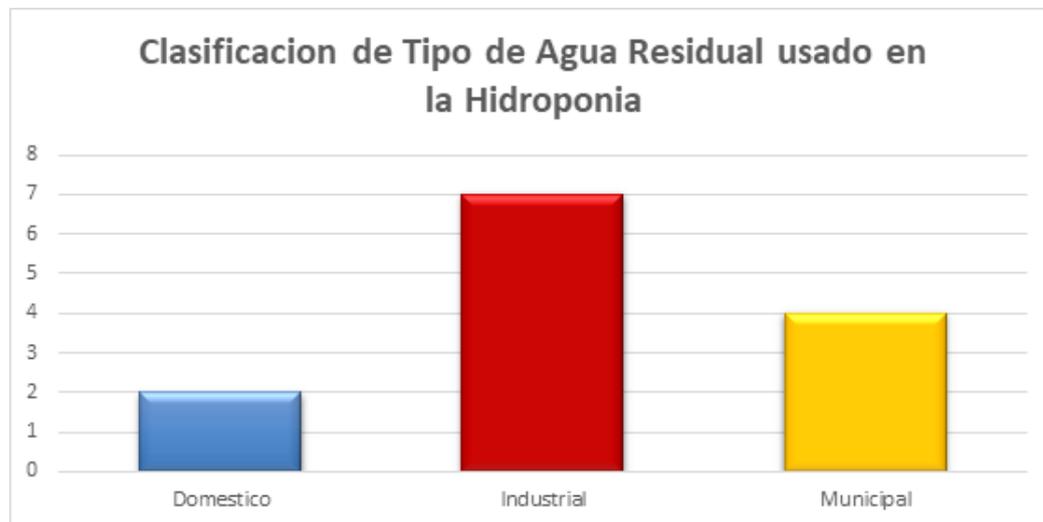
N°	Parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales			Referencias
	clasificación	pH	Temperatura (C°)	
1	Industrial	6	32	Gebeyehu et al., (2018)
2	Industrial	7.69	30	Mupambwa et al., (2019)
3	Industrial	7.15	21	Park et al., (2016)
4	Industrial	6.15	24	Chekli et al., (2017)
5	Industrial	6.5	25	Salinitro et al., (2020)
6	Industrial	5.9	24	Lee et al., (2018)
7	Industrial	7	18	Jung y Kim (2019)
8	Industrial	6	20	Du et al., (2019)
9	Industrial	8	25	Bello et al., (2018)
10	Municipal	4.8	26	Iqbal (2016)
11	Municipal	6-5	26	Ndulini et al., (2018)
12	Domestico	7.3	21	Da Silva Cuba, Gaspar y Fonseca (2018)
13	Domestico	8.14	30	Carvalho et al., (2028)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se muestra la clasificación del tipo de agua residual más utilizado en los sistemas hidropónicos y los parámetros más notables. Se destaca que el agua residual industrial, es el más utilizado en sistemas hidropónicos, con fines de tratamiento de las aguas y para la producción de cultivos (Gebeyehu et al.,2018,

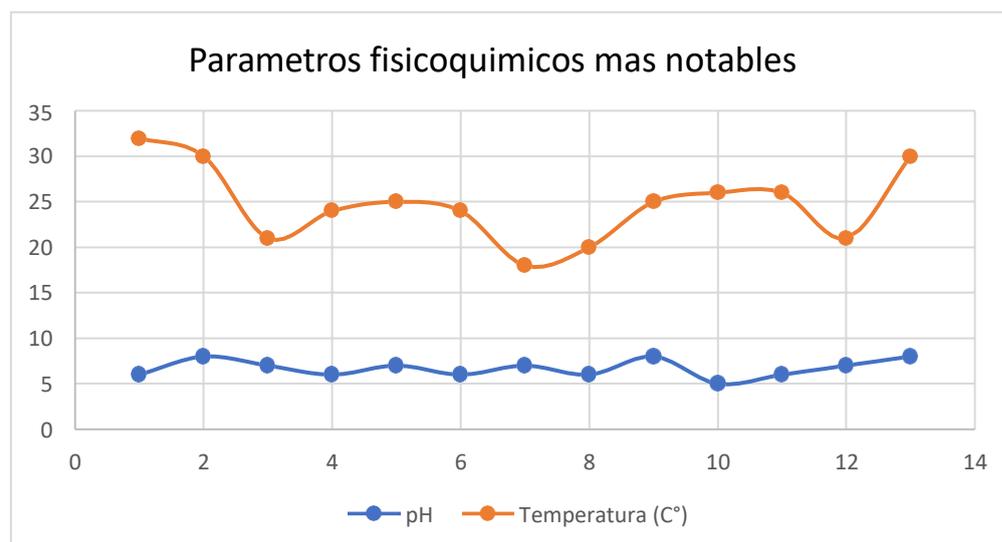
Mupambwa et al.,2019, Park et al.,2016, Chekli et al.,2017, Salinitro et al., 2020, Lee et al., 2018, Jung y Kim 2019, Du et al., 2019, Bello et al., 2018) grafico 3.

Gráfico 3: Clasificación de agua residual



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: Valores de pH y temperatura en el Sistema Hidropónico



Fuente: Elaboración propia

Del grafico se aprecia que los parámetros más notorios en los estudios según (Gebeyehu et al.,2018, Mupambwa et al.,2019, Park et al.,2016, Chekli et al.,2017,

Salinitro et al., 2020, Lee et al., 2018, Jung y Kim 2019, Du et al., 2019, Bello et al., 2018), fueron el pH y la temperatura, son primordiales por permitir que las plantas se encuentren en óptimas condiciones. En general el agua industrial en los estudios fue de 6 a 8 considerado alcalino, el municipal de 4 a 6 considerado pH ácido y el doméstico de 7 a 8 alcalino, tales condiciones han resultado efectivas para la reutilización de las aguas residuales según su clasificación. En el mismo contexto se puede apreciar que la temperatura de las aguas residuales en el sistema hidropónico fue de 18 a 32°.

En tal sentido comparando con los resultados obtenidos respecto al grafico 3 y 4, en la investigación de Gebeyehu (2018), tecnología hidropónica que uso *T. latifolia* fueron diseñados, construidos y operados para evaluar su idoneidad para el tratamiento de aguas residuales de cervecerías. *T. latifolia* se estableció y creció bien bajo la exposición real de las cargas de aguas residuales de la cervecería y mostró una buena capacidad para eliminar nutrientes en condiciones de invernadero, consideró parámetros tales como pH y temperatura, lo cual es muy parecido al resultado de la presente revisión. Prazeres et al., (2017) tratar las aguas residuales trae beneficios económicos y ambientales. Las aguas industriales y domesticas proporcionan alternativas necesarias para los cultivos en aplicaciones hidropónicas. La reutilización de aguas residuales para riego mediante sistema hidropónico evita la contaminación de las aguas subterráneas y la salinización del suelo. Iqbal (2016) señala que, aparte de temperatura y pH del agua, se debe considerar pH del medio, temporada de muestreo, características fisicoquímicas del sistema y la exposición de contaminantes a las semillas.

Tabla 8: Resultado del objetivo 3

N°	EFECTOS			REFERENCIAS
	TIPO DE PLANTA	CONTAMINANTES Y NUTRIENTES	MECANISMOS	
1	Lechuga (<i>L. sativa</i>)	Cu , Ni , Zn , Hg y Fenol	Absorción	
2	Lechuga (<i>L. sativa</i>)	N, P , Ca Mg,S Mn, B , Zn y Mo	absorción	Chekli et al.,(2017)
3	Lechuga (<i>L. sativa</i>)	As, Cd,Ni ,Cu ,Cr Zn Pb y Hg	absorción	Jung y Kim (2019)

4	Lechuga (<i>L. sativa</i>)	As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Hg, Ni, Zn	absorción	Lyu et al., (2018)
5	Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	As	absorción y translocación	Du et al.,(2019)
6	Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	Cr	absorción y acumulación	Xu et al.,(2018)
7	Arroz (<i>Oryza sativa</i>)	As(III)	acumulación y translocación	Thongnok y Siripornadulsill (2018)
8	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	K, Mg , Na, Pb y Zn	absorción	Mupambwa et al.,(2019)
9	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn y Na	absorción	Magwaza et al., (2020)
10	Totora (<i>Typha latifolia</i>)	N y P	acumulación	Gebeyehu et al.,(2018)
11	Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	Co y Cu	translocación	Lwalaba Wa Lwalaba et al.,(2019)
12	Llanten (<i>Plantago</i>)		absorción y acumulación	Burger et al., (2019)
13	maíz (<i>Zea Mays</i>)	As, Cr ,Pb y Cd	Translocación	Fioroto et al., (2020)
14	El Capiquí (<i>Stellaria media</i>)	Ni y Zn	absorción	Salinitro et al., (2020)
15	Espinacas (<i>Spinacia oleracea</i>)	Cu, Zn,Pb ,Cd y Hg	absorción	Jin et al., (2020)
16	Carrizo (<i>Phragmites australis</i>)	Cd, Pb y Ni	Translocación	Bello et al.,(2018)
17	Microalgas	N Y P	absorción y precipitación	Lee et al., (2018)

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 8; se observa los efectos de las plantas ante el sistema hidropónico, donde de los 22 artículos investigados solo 17 fueron seleccionados, Park et al., (2016), Chekli et al., (2017), Jung y Kim (2019) y Lyu et al., (2018) señalan que la lechuga (*L. sativa*) es adecuada para la hidroponía, puesto que, es menos sensible ante las aguas residuales en sistemas hidropónicos. Su mecanismo empleado es la absorción, ya que muestra respuestas positivas tales como alargamiento de sus raíces, captación de nutrientes. Comparando con los resultados de Magwaza et al., (2020) concuerda con el cultivo de lechuga usado en hidroponía a su vez, emplearon dos sistemas donde uno restaura la solución nutritiva y realiza la recuperación de nutrientes logrando economizar los costos en su elaboración además del buen uso del agua.

Por otro lado, tenemos a Du et al., (2019) y Xu et al., (2018) identificaron que el arroz (*Oryza sativa*) mostro un efecto en As (arsénico) y Cr (cromo); como contenido alto de biomasa en las plantas empleando absorción-acumulación puesto que, no pudieron metilar compuestos inorgánicos. Así mismo, para Thongnok (2018), el As (III) causó un efecto tolerante a las bacterias oxidantes en la planta. A la inversa, es de Fioroto et al., (2020) uso el Maíz (*Zea Mays*) lo cual se observaron el comportamiento de los brotes de plantas empleando como elemento fertilizante para los contaminantes en los medios cultivados.

Mupambwa et al., (2019) y Magwaza et al., (2020) demostraron en su investigación que el cultivo del Tomate (*Solanum lycopersicum*) se encontró bajo el mecanismo de absorción teniendo la capacidad de acumular contaminantes, contradiciendo con el autor Bello et al., (2018) confirman que el estudio de *P.australis* favorece su eliminación del cultivo mencionado se presencia en sus brotes, raíces y hojas de las plantas mas no usaron el tomate como recurso.

Otros artículos como Gebeyehu et al., (2018) revelaron el uso de Tatora (*Typha latifolia*) presenta mejores resultados de eliminación de contaminantes orgánicos se atribuye a la absorción directa de las plantas; crea un entorno propicio para los microorganismos en los nutrientes. Del mismo modo, para Lee et al., (2018) se realizaron con microalgas teniendo características para los nutrientes pudiendo cultivar rápidamente, durante su fase de crecimiento microbiano.

Salinitro et al., (2020) indicó que los contaminantes de Ni y Zn translocaron las raíces por el uso de Capiquí (*Stellaria media*) alterando sus valores del pH, reducción de biomasa y cantidad de clorofila. Ha comparación, con Burger et al., (2019) por que señaló los efectos causados en las plantas son los metales Cs y Sr. Siendo en el caso, Lwalaba Wa Lwalaba et al., (2019) discute que el cobalto y el cobre expuestos a la cebada, generan efectos en los brotes de hojas, con altos niveles de carga orgánica (estrés en plantas) y aumento de su tamaño. Del artículo mencionado, por Fioroto et al., (2020), el As también causó una reducción de sus raíces de la Fito disponibilidad así mismo, comportamientos en la planta.

Sin embargo, en Bawiec,Paweska y Pulikowski (2016) el consumo de nutrientes provoco que cambios de diferentes estaciones de año dando un impacto positivo

para la hidroponía. De la discusión con Jin et al., (2020) tuvo diferentes concentraciones durante el desarrollo y crecimiento de cultivos. No obstante, Bello et al., (2018) investigó el Carrizo (*Phragmites australis*) en condiciones hidropónicas teniendo en cuenta los volúmenes en las aguas residuales se observó la remediación con más de 90 % de eliminación mediante el uso de translocación, seguido de sus brotes y cantidades pequeñas de sus hojas.

V. CONCLUSIONES

Se concluye, que al explicar acerca del reaprovechamiento de aguas residuales en sistemas hidropónicos, se aporta información actualizada para investigadores que desean conocer del tema. Al mismo tiempo desde un punto de vista aplicativo, se ha convertido en una alternativa ecológica prometedora para la producción de vegetales y la eliminación de contaminantes. Pues definitivamente la técnica hidropónica, según nuestro estudio puede ser capaz de sustituir al suelo y reducir la contaminación de los recursos naturales, el impacto ambiental ya sea la flora, fauna y la salud de las personas.

Los sistemas hidropónicos para el reaprovechamiento son de diferentes formas y tipos según la técnica empleada, lo cual en la actualidad es aplicado para el mejoramiento de la producción agrícola. Lo importante es que deja de contaminar los suelos, reduce el gasto de volumen de agua dulce, asegura la salud pública entre otros. Los tipos de cultivo son las hortalizas, cereales, hierba y medicinales. De nuestros resultados hubo hasta 99% de remoción de contaminantes y nutrientes, lo que demuestra que existe una alta probabilidad de practicar esta tecnología ecológica.

Los parámetros identificados primordiales fueron el pH y temperatura, considerado óptimo desde 6-9 y 18-32 °C respectivamente. Esto infiere, que tanto como el agua residual y la ubicación del sistema hidropónico deben encontrarse en óptimas condiciones para el buen desarrollo de los cultivos. Por otro lado, el tipo de agua residual mas utilizado fue el industrial. Cabe mencionar que el agua que se emplea

en el sistema debe ser previamente tratado, ya que la presente tecnología es conocida como tratamiento terciario.

Por último, los efectos de las aguas residuales en los sistemas hidropónicos se dan a través de sus mecanismos de transporte, ya sea de contaminantes o nutrientes, los más frecuentes son la absorción y translocación. Las plantas más estudiadas son la lechuga y el arroz, los contaminantes encontrados son los metales pesados los N, P, K; los cuales son esenciales y no esenciales para los cultivos. Hay cambios positivos y negativos en los cultivos que afectaran a su producción, produciendo reacciones como el balance nutricional de los macro y micronutrientes, la clorofila, los procesos fisiológicos, morfológicos y metabólicos.

VI. RECOMENDACIONES

Para el estudio experimental se recomienda diseñar un sistema hidropónico con condiciones óptimas, tales como la infraestructura, el espacio, el acceso al agua residual, los materiales y como parte fundamental la clasificación de cultivos o semillas hiperacumuladoras o tolerantes a contaminantes y nutrientes.

Se recomienda evaluar, los aspectos ambientales como el origen de la contaminación, el tipo de las aguas residuales, los impactos que generaría y la importancia de su ejecución con pensamientos críticos y sostenibles. También es necesario involucrar e incentivar la conciencia ambiental a poblaciones urbanas y rurales con intereses agrícolas a través de la práctica.

Durante el desarrollo de la investigación se debe sistematizar información que permita organizar acerca del tipo de riego, la manera de minimizar las amenazas para lograr capacidades competentes, cubrir costos que aporte utilidades, que sean económicos y socioambientales.

Las aguas residuales antes del proceso hidropónico deben pasar por un previo tratamiento, puesto que es una tecnología que aporta a la sociedad, contribuyendo ante el exceso de consumo del agua y la contaminación ambiental, siendo un elemento clave para futuros proyectos a realizar.

REFERENCIAS

1. AHMED, M. J. K., & AHMARUZZAMAN, M. (2016). A review on potential usage of industrial waste materials for binding heavy metal ions from aqueous solutions. *Journal of Water Process Engineering*, 10, 39–47. doi: 10.1016/j.jwpe.2016.01.014
2. ALI, ABBAS RIZWAN y ZAHEER (2020). Application of Floating Aquatic Plants in Phytoremediation of Heavy Metals Polluted Water: A Review. *Sustainability*, 12(5), 1927. doi:10.3390/su12051927.
3. ALIPIO, M. DE LA CRUZ, A DORIA, [Et .al]. (2017). A smart hydroponics farming system using exact inference in Bayesian network. *IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*. doi:10.1109/gcce.2017.8229470.
4. ALMUKTAR.S, SCHOLZ, M, AL-ISAWI, R & SANI, A. (2017). Recycling of domestic wastewater treated by vertical-flow wetlands for irrigating Chillies and Sweet Peppers. *Agricultural Water Management*, 149, 1–22. doi:10.1016/j.agwat.2014.10.025
5. ASAD, FAROOQ, AFZAL, & WEST (2018). Integrated phytobial heavy metals remediation strategies for sustainable clean environment - A review. *Chemosphere*. doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.11.021.
6. AZEVEDO, E. RODRIGUEZ, R ,MENDES, N SARIO, J LOPES, J.P y FERREIRA DE OLIVEIRA C. (2018). Toxicidad por Hg inorgánico en plantas: una comparación de diferentes parámetros genotóxicos, *Fisiología vegetal y bioquímica* doi: 10.1016 / j.plaphy.2018.02.015.
7. BAWIEC, A, PAWĘSKA, K, PULIKOWSKI, K, (2017). Analysis of Granulometric Composition of Algal Suspensions in Wastewater Treated with Hydroponic Method. *Water Air & Soil Pollution*. doi:10.1007/s11270-017-3556-5.
8. BAWIEC, A., PAWESKA, K. y PULIKOWSKI, K., (2016). Seasonal changes in the reduction of biogenic compounds in wastewater treatment plants based on hydroponic technology. *Journal of Ecological Engineering*, vol. 17, no. 2, pp. 128-134. ISSN 22998993. DOI 10.12911/22998993/62306.
9. BEDOLLA, PALACIOS [Et .al] (2015). La irrigación con levaduras incrementa el contenido nutricional del forraje verde hidropónico de maíz. *Revista Argentina de Microbiología*, 47(3), 236–244. doi: 10.1016/j.ram.2015.04.002.
10. BELLO, A. O., TAWABINI, B. S., KHALIL, A. B., BOLAND, C. R., & SALEH, T. A. (2018). Phytoremediation of cadmium-, lead- and nickel-contaminated water by *Phragmites australis* in hydroponic systems. *Ecological Engineering*, 120, 126–133. doi: 10.1016/j.ecoleng.2018.05.035.

11. BOECHAT, [et. al]. (2016). Accumulation and translocation of heavy metal by spontaneous plants growing on multi-metal-contaminated site in the Southeast of Rio Grande do Sul state, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(3), 2371–2380. doi:10.1007/s11356-015-5342-5.
12. BURGER Y WEIDINGER [ET .AL] (2019). Response of *Plantago major* to cesium and strontium in hydroponics: Absorption and effects on morphology, physiology and photosynthesis. *Environmental Pollution*, 113084. doi: 10.1016/j.envpol.2019.113084.
13. CADENA. P, RENDÓN.R, AGUILAR. J, SALINAS. E, DE LA CRUZ F.(2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea]. Vol.8(7), 1603-1617[fecha de Consulta 23 de Junio de 2020]. ISSN: 2007-0934. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153520009>
14. CAI, X., ZHENG, X., ZHANG, D., IQBAL, W., LIU, C., YANG, B., ZHAO, X., LU, X. y MAO, Y., 2019. Ecotoxicología y Seguridad Ambiental. , vol. 181, pp. 472-480. DOI 10.1016/j.ecoenv.2019.06.036.CALIDAD DEL AGUA EN EL PERÚ: Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales. Lima: DAR, 2017. 136 pp. ISBN: 978-612-4210-50-1.
15. CARDOSO Y BARCELLOS et al. (2018) Yield and quality of tomato grown in a hydroponic system, with different planting densities and number of bunches per plant. *Pesqui. Agropecu. Trop.* [online]. 2018, vol.48, n.4 [cited 2020- 06-26], pp.340-349. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632018000400340&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1983-4063. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632018v4852611>
16. CASTLEBERRY, A & NOLEN, A. (2018). Thematic analysis of qualitative research data: Is it as easy as it sounds? *Currents in pharmacy teaching & learning*, 10(6), 807–815. <https://doi.org/10.1016/j.cptl.2018.03.019>.
17. CAVAGNARO, T. R. (2016). Soil moisture legacy effects: Impacts on soil nutrients, plants and mycorrhizal responsiveness. *Soil Biology and Biochemistry*, 95, 173–179. doi: 10.1016/j.soilbio.2015.12.016
18. CHEKLI, J. EUN KIM, I. EL SALIBY, Y. KIM, S. PHUNTSHO, S. LI, N. GHAF FOUR, T. LEIKNES,H. KYONG SHON (2017), Fertilizer drawn forward osmosis process for sustainable water reuse to grow hydroponic lettuce using commercial nutrient solution, *Separation and Purification Technology* doi: [http://dx.doi.org/10.1016/ j.seppur.2017.03.008](http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2017.03.008).

19. CLAUSÓ GARCÍA, A., 1993. Análisis documental: el análisis formal. *Revista general de información y documentación*, vol. 3, no. 1, pp. 11-20. ISSN 1132-1873. DOI 10.5209/RGID.12586.
20. CORTÉS, MERCADO, GÓMEZ Y DÍAZ (2018). *Sistema de control de riego con funciones de monitoreo para cultivos hidropónicos basado en el método de bandeja de demanda - Irrigation control system with monitoring functions for hydroponic crops based on the demand tray method*. 40. 117-131.
21. COSTELLO, HARRISON, HAMMERSCHMIDT, MENDONCA, Y BURTON (2019). Hitting reset on sediment toxicity: Sediment homogenization alters the toxicity of metal-amended sediments. *Environmental Toxicology and Chemistry*. doi:10.1002/etc.4512.
22. COVA, FREITAS, AZEVEDO, Y SOARES, T. M. (2017). Content of inorganic solutes in lettuce grown with brackish water in different hydroponic systems. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(3), 150–155. doi:10.1590/1807-1929/agriambi. v21n3p150-155.
23. CYPRESS B.(2017). Rigor or Reliability and Validity in Qualitative Research: Perspectives, Strategies, Reconceptualization, and Recommendations. *Dimensions of critical care nursing DCCN*, 36(4), 253–263. <https://doi.org/10.1097/DCC.000000000000253>.
24. DA SILVA CUBA CARVALHO, R., BASTOS, R. G., & SOUZA, C. F. (2018). Influence of the use of wastewater on nutrient absorption and production of lettuce grown in a hydroponic system. *Agricultural Water Management*, 203, 311–321. doi: 10.1016/j.agwat.2018.03.028
25. DIACONU, M., PAVEL, L.V., HLIHOR, R.M., ROSCA, M., FERTU, D.I., LENZ, M., CORVINI, P.X. y GAVRILESCU, M., 2020. Characterization of heavy metal toxicity in some plants and microorganisms—A preliminary approach for environmental bioremediation. *New Biotechnology* [en línea], vol. 56, pp. 130-139. ISSN 18764347. DOI 10.1016/j.nbt.2020.01.003. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.01.003>.
26. DU, F., LIU, P., WANG, K., YANG, Z. y WANG, L.(2019). Influence of different arsenic species on uptake, speciation and efflux of arsenic in hydroponic rice plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 186, no. October. ISSN 10902414. DOI 10.1016/j.ecoenv.2019.109791.
27. DULZAIDES, M. y MOLINA, A., 2004. Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *Acimed* [en línea], vol. 12, no. 2, pp. 1-5. ISSN 10249435 (ISSN). Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84899874589&partnerID=40&md5=2c01cbb5636c36240c08941c50e2d34>.

28. ELKAZZAZ y AHMED. (2017). Soilless Agriculture a New and Advanced Method for Agriculture Development: an Introduction. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*. 3. 10.19080/ARTOAJ.2017.03.555610.
29. EL-MEIHY, R.M., ABOU-ALY, H.E., YOUSSEF, A.M., TEWFIKE, T.A. y EL-ALKSHAR, E.A., 2019. Efficiency of heavy metals-tolerant plant growth promoting bacteria for alleviating heavy metals toxicity on sorghum. *Environmental and Experimental Botany* [en línea], vol. 162, no. March, pp. 295-301. ISSN 00988472. DOI 10.1016/j.envexpbot.2019.03.005. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.03.005>.
30. FERTU, D.I., LENZ, M., CORVINI, P.X. y GAVRILESCU, M.(2020). Characterization of heavy metal toxicity in some plants and microorganisms—A preliminary approach for environmental bioremediation. *New Biotechnology* [en línea], vol. 56, pp. 130-139. ISSN 18764347. DOI 10.1016/j.nbt.2020.01.003. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.01.003>.
31. FIOROTO, A. M., ALBUQUERQUE, L. G. R., CARVALHO, A. A. C., OLIVEIRA, A. P., RODRIGUES, F., & OLIVEIRA, P. V. (2020). Hydroponic growth test of maize sprouts to evaluate As, Cd, Cr and Pb translocation from mineral fertilizer and As and Cr speciation. *Environmental Pollution*, 114216. doi: 10.1016/j.envpol.2020.114216.
32. FRANDBSEN, T.F., GILDBERG, F.A. y TINGLEFF, E.B., 2019. Searching for qualitative health research required several databases and alternative search strategies: a study of coverage in bibliographic databases. *Journal of Clinical Epidemiology* [en línea], vol. 114, pp. 118-124. ISSN 18785921. DOI 10.1016/j.jclinepi.2019.06.013. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2019.06.013>.
33. GEBEYEHU, A., SHEBESHE, N., KLOOS, H., & BELAY, S. (2018). Suitability of nutrients removal from brewery wastewater using a hydroponic technology with *Typha latifolia*. *BMC Biotechnology*, 18(1). doi:10.1186/s12896-018-0484-4.
34. GRACEPAVITHRA, SENTHIL KUMAR, PANNEERSEL Y SUNDARRAJ. (2019) A review on cleaner strategies for chromium industrial wastewater: Present research and future perspective. *Journal of Cleaner Production* 228 580e593
35. GUTIERREZ, REYES, CABRER y FERREIRA (2017). Revisión de Aspectos para promover el desarrollo de la Agricultura Urbana. *Investigación Academia Journals Celaya*. Vol. 9, No. 6, ISSN 1946-5351.
36. HE, S., YANG, X., HE, Z.& BALIGAR, V. (2017). *Morphological and Physiological Responses of Plants to Cadmium Toxicity: A Review*. *Pedosphere*, 27(3), 421–438. doi:10.1016/s1002-0160(17)60339-4.
37. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, M. del P., 2010. *Definición del alcance de la investigación a realizar:*

exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9786071502919 Disponible en: <http://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-5-ed-incluye-cd-rom/9786071502919/1960006>.

38. HU, T., XU, T., WANG, Fu-gang, YANG, Y., WANG, Fang y TIAN, H., 2019. International Journal of Greenhouse Gas Control The evolution of water chemical characteristics and their indicative function in CO₂-enhanced water recovery. *International Journal of Greenhouse Gas Control* [en línea], vol. 88, no. June, pp. 403-415. ISSN 1750-5836. DOI 10.1016/j.ijggc.2019.07.002. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2019.07.002>.

39. IQBAL, M. (2016). Vicia faba bioassay for environmental toxicity monitoring: A review. *Chemosphere*, 144, 785–802. doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.09.048.

40. JIN, E., CAO, L., XIANG, S., ZHOU, W., RUAN, R. y LIU, Y., 2020. Feasibility of using pretreated swine wastewater for production of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk.) in a hydroponic system. *Agricultural Water Management* [en línea], vol. 228, no. August 2019, pp. 105856. ISSN 18732283. DOI 10.1016/j.agwat.2019.105856. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105856>.

41. JOHNSON AFONNE, O., & IFEDIBA, E. C. (2020). Heavy metals risks in plant foods need to step up precautionary measures. *Current Opinion in Toxicology*. doi: 10.1016/j.cotox.2019.12.006

42. JORDAN, A. ET AL. Yield of lettuce grown in hydroponic and aquaponic systems using different substrates. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* [online]. 2018, vol.22, n.8 [cited 2020-04-20], pp.525-529.ISSN 1415-4366. [Consulta en: 14 de marzo del 2020] Disponible en:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662018000800525&lng=en&nrm=iso>.

43. JUNG, H.Y. y KIM, J.K., 2020. Complete reutilisation of mixed mackerel and brown seaweed wastewater as a high-quality biofertiliser in open-flow lettuce hydroponics. *Journal of Cleaner Production*, vol. 247. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.119081.

44. KALITA, E. y BARUAH, J., 2020. *Environmental remediation* [en línea]. S.l.: Elsevier Inc. ISBN 9780128133576. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-813357-6.00014-0>.

45. KHAN ZI, AHMAD K, REHMAN S, [et al] 2017. Health risk assessment of heavy metals in wheat using different water qualities: implication for human health. *Environ Sci Pollut Res Int.*;24(1):947-955. doi:10.1007/s11356-016-7865-9.

46. LEE, J. Y., RAHMAN, A., BEHRENS, J., BRENNAN, C., HAM, B., KIM, H. S., ... KWON, M. J. (2018). *Nutrient removal from hydroponic wastewater by a microbial consortium and a culture of Paracercomonas saepentans*. *New Biotechnology*, 41, 15–24. doi: 10.1016/j.nbt.2017.11.003
47. LI, TANG, QIAO & HUANG, J. (2020). Toxic effect of perfluorooctane sulfonate on plants in vertical-flow constructed wetlands. *Journal of Environmental Sciences*. doi:10.1016/j.jes.2020.02.018.
48. LIMA, GAZAFFI, CECCHERINI, MARTINEZ & SALA (2018). Volume of cells on trays influences hydroponic lettuce production. *Horticultura Brasileira*, 36(3), 408–413. doi:10.1590/s0102-053620180320
49. LIRA, R.M., SILVA, Ê.F.F., SILVA, G.F., SOARES, H.R. y WILLADINO, L.G., 2018. Growth, water consumption and mineral composition of watercress under hydroponic system with brackish water. *Horticultura Brasileira*, vol. 36, no. 1, pp. 13-19. ISSN 01020536. DOI 10.1590/s0102-053620180103.
50. LLANOS GÓMEZ-, E., DURÁN-BARROSO, P. y ROBINA-RAMÍREZ, R., 2020. Analysis of consumer awareness of sustainable water consumption by the water footprint concept. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 721, pp. 137743. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.137743. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137743>
51. LÓPEZ FERNÁNDEZ, R., AVELLO MARTÍNEZ, R., PALMERO URQUIZA, D. E., SÁNCHEZ GÁLVEZ, S., & QUINTANA ÁLVAREZ, M. (2019). Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48(2), 441–450.
52. LWALABA, J.L.W., LOUIS, L.T., ZVOBGO, G., FU, L., MWAMBA, T.M., MUKOBO MUNDENDE, R.P. y ZHANG, G., 2019. Copper alleviates cobalt toxicity in barley by antagonistic interaction of the two metals. *Ecotoxicology and Environmental Safety* [en línea], vol. 180, no. March, pp. 234-241. ISSN 10902414. DOI 10.1016/j.ecoenv.2019.04.077. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.04.077>.
53. LYU, J., PARK, J., KUMAR PANDEY, CHOI, LEE, H., DE SAEGER, J., DEPUYDT, S. y HAN, (2018). Testing the toxicity of metals, phenol, effluents, and receiving waters by root elongation in *Lactuca sativa* L. *Ecotoxicology and Environmental Safety* [en línea], vol. 149, no. October 2017, pp. 225-232. ISSN 10902414. DOI 10.1016/j.ecoenv.2017.11.006. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.11.006>.
54. MAGWAZA, S. T., MAGWAZA, L. S., ODINDO, A. O., & Mditshwa, A. (2019). Hydroponic technology as decentralised system for domestic wastewater treatment and vegetable production in urban agriculture: A review. *Science of The Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134154>.

55. MAGWAZA, S. T., MAGWAZA, L. S., ODINDO, A. O., & MDITSHWA, A. (2019). *Hydroponic technology as decentralised system for domestic wastewater treatment and vegetable production in urban agriculture: A review. Science of The Total Environment*, 134154. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134154.
56. MAO, H., YANG, Y., ZHANG, H., ZHANG, J. y HUANG, Y (2019). A critical review of the possible effects of physical and chemical properties of subcritical water on the performance of water-based drilling fluids designed for ultra-high temperature and ultra-high-pressure drilling applications. *Journal of Petroleum Science and Engineering* [en línea], pp. 106795. ISSN 0920-4105. DOI 10.1016/j.petrol.2019.106795. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106795>.
57. MCWILLIAMS, A., SCHOEN, M., KRULL, C., BILANCIA, J., BACON, M., PENA, E., ROBERGE, J. (2019). Combining Lean and Applied Research methods to improve rigor and efficiency in acute care outcomes research: *A case study. Contemporary Clinical Trials Communications*, 14, 100322. doi: 10.1016/j.conctc.2019.100322
58. MEKUTO, NTWAMPE, & AKCIL. (2016). An integrated biological approach for treatment of cyanidation wastewater. *Science of The Total Environment*, 571, 711–720. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.07.040
59. MERTZ, M., FISCHER, T., & SALLOCH, S. (2019). The value of bioethical research: A qualitative literature analysis of researchers' statements. *PLoS one*, 14(7), e0220438. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220438>
60. MULUGETA, MUHINYUZA, MEYER y MATSAUNYANE (2020). Botanicals and plant strengtheners for potato and tomato cultivation in Africa. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(2), 406–427. doi:10.1016/s2095-3119(19)62703-6.
61. MUPAMBWA, H. A., NAMWOONDE, A. S., LISWANISO, G. M., HAUSIKU, M. K., & RAVINDRAN, B. (2019). Biogas digestates are not an effective nutrient solution for hydroponic tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) production under a deep-water culture system. *Heliyon*, 5(10), e02736. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02736.
62. MURCIA J. & CHACON L. (2018). Diseño de un sistema automático de cultivo hidropónico para forraje verde. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_automatizacion/150.
63. MUSTAFA, G. y KOMATSU, S (2016). Toxicity of heavy metals and metal-containing nanoparticles on plants. *Biochimica et Biophysica Acta - Proteins and Proteomics* [en línea], vol. 1864, no. 8, pp. 932-944. ISSN 18781454. DOI 10.1016/j.bbapap.2016.02.020. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbapap.2016.02.020>.

64. NASCIMENTO, SENO; NASCIMENTO, FILHO, BERNARDES. N: K RATIO FOR PHENOLOGICAL GROWTH STAGES OF NET MELON CULTIVATED IN NFT HYDROPONIC SYSTEM1. (2020), *Rev. Caatinga* [online]. vol.33, n.1 [cited 2020-05-16], pp.108-115. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252020000100108&lng=en&nrm=iso>. Epub Mar 23, 2020. ISSN 0100-316X. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n112rc>.
65. NOBLE, C., BILLETT, S. R., PHANG, D., SHARMA, S., HASHEM, F., & ROGERS, G. D. (2018). Supporting Resident Research Learning in the Workplace: A Rapid Realist Review. *Academic medicine : journal of the Association of American Medical Colleges*, 93(11), 1732–1740. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000002416>
66. NDULINI, S.F., SITHOLE, G.M. y MTHEMBU, M.S., 2018. Investigation of nutrients and faecal coliforms removal in wastewater using a hydroponic system. *Physics and Chemistry of the Earth* [en línea], vol. 106, pp. 68-72. ISSN 14747065. DOI Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2018.05.004>.
67. OEFA (2014). Fiscalización ambiental en aguas residuales. [En Línea]. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2020]. Disponible en https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
68. OMS. Agua. [Fecha de consulta:14 de septiembre de 2020]. [en línea]. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
Osorio, B. (2019). Criterios de Calidad y Rigor en la Metodología Cualitativa.
69. PAPAGEORGIADIS, N. y SOFKA, W., 2020. Patent enforcement across 51 countries – Patent enforcement index 1998–2017. *Journal of World Business* [en línea], vol. 55, no. 4, pp. 101092. ISSN 10909516. DOI 10.1016/j.jwb.2020.101092. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2020.101092>.
70. PARK, J., YOON, J. hyun, DEPUYDT, S., OH, J.W., JO, Y. min, KIM, K., BROWN, M.T. y HAN, T (2016). The sensitivity of an hydroponic lettuce root elongation bioassay to metals, phenol and wastewaters. *Ecotoxicology and Environmental Safety* [en línea], vol. 126, pp. 147-153. ISSN 10902414. DOI 10.1016/j.ecoenv.2015.12.013. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.12.013>.
71. PINO, VARGAS, SCHWARZ, & BORQUEZ, R. (2018). Influence of operating conditions on the removal of metals and sulfate from copper acid mine drainage by nanofiltration. *Chemical Engineering Journal*, 345, 114–125. doi: 10.1016/j.cej.2018.03.070
72. PRAGER, CHAMBERS, PLOTKIN, MCARTHUR, BANDROWSKI, BANSAL, N., MARTONE, BERGSTROM, BESPALOV & GRAF, C. (2019). *Improving transparency and scientific rigor in academic publishing*.

73. PRAZERES, A, ALBUQUERQUE, A., LUZ, S, JERÓNIMO, E., & CARVALHO, F.(2017). Hydroponic System: A Promising Biotechnology for Food Production and Wastewater Treatment. *Food Biosynthesis*, 317–350. doi:10.1016/b978-0-12-811372-1.00011-7.
74. PUGH, A. J. (2019). Beyond the “Trust Me” Fallacy: The Credibility Crisis, Rigor, and Resonance in Qualitative Methods. Conference Papers -- American Sociological Association, 1(ebsco)
75. RAVI, S., KARTHIK, C., KADIRVELU, K., INDRA, P., SHANMUGASUNDARAM, T. y BRUNO, B., 2020. Understanding the molecular mechanisms for the enhanced phytoremediation of heavy metals through plant growth promoting rhizobacteria: A review. *Journal of Environmental Management* [en línea], vol. 254, no. September 2019, pp. 109 779. ISSN 0301-4797. DOI 10.1016/j.jenvman.2019.109779. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109779>.
76. RETTKE, H., PRETTO, M., SPICHIGER, E., FREI, I. A., & SPIRIG, R. (2018). Using Reflexive Thinking to Establish Rigour in Qualitative Research. *Nursing Research*, 1. doi:10.1097/nnr.0000000000000307
77. REZANIA, TAIB, MD DIN, DAHALAN & KAMYAB. (2016). Comprehensive review on phytotechnology: Heavy metals removal by diverse aquatic plants species from wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 318, 587– 599. doi:10.1016/j.jhazmat.2016.07.05
78. RUFÍ.M, CALVO.J, PETIT-BOIX.A., VILLALBA, G.&GABARRELL,X. (2020). Exploring nutrient recovery from hydroponics in urban agriculture: An environmental assessment. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104683. doi:10.1016/j.resconrec.2020.104683
79. RUIZ. V & VIVES.V. (2016). Autenticidad y calidad en la investigación educativa cualitativa: multivocalidad. *Investigación En Educación Médica*, 5(19), 191–198. doi:10.1016/j.riem.2016.04.006
80. SAĞLAM, M., (2019). No The main health sense center and the health-related indicators of the otaku high school における co-dispersion structure analysis Título. FLEPS 2019-Conferencia internacional de IEEE sobre sensores y sistemas flexibles e , vol. 6, no. 1, págs. 1-46. ISSN 1932-7447. DOI 10.1016 / j.surfcoat.2019.125084. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.127013>.
81. SAIFULLAH.S, DAHLAWI .S NAEEM, MUHAMMAD.I (2017)Opportunities and Challenges in the Use of Mineral Nutrition for Minimizing Arsenic Toxicity and Accumulation in Rice: A Critical Review, *Chemosphere* doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.11.149

82. SAKAMOTO, M. y SUZUKI, T., 2015. Efecto de la zona radicular de la temperatura sobre el crecimiento y la calidad del cultivo hidropónico lechuga de hoja roja (*Lactuca sativa* L . cv . Saludo rojo). , pp. 2350-2360.
83. SALINITRO.M, VAN DER ENT.A [et .al].(2020).Stress responses and nickel and zinc accumulation in different accessions of *Stellaria media* (L.) Vill. in response to solution pH variation in hydroponic culture, Plant Physiology and Biochemistry Volume 148, March 2020, Pages 133-141.Disponible en: Doi: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.012>.
84. SALAZAR, E. y TOBÓN, S., 2018. Análisis documental del proceso de formación docente acorde con la sociedad del conocimiento according to the knowledge society. *Espacios* [en línea], vol. 39, no. 53, pp. 17-29. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-17.pdf>.
85. SCHLOEMER, T, SCHRÖDER-BÄCK, P. (2018). Criteria for evaluating transferability of health interventions: a systematic review and thematic synthesis. *Implementation Science*. doi:10.1186/s13012-018-0751-8
86. SERRA-WITTLING, C., MOLLE, B., & CHEVIRON, B. (2019). Plot level assessment of irrigation water savings due to the shift from sprinkler to localized irrigation systems or to the use of soil hydric status probes. *Application in the French context. Agricultural Water Management*, 223, 105682. doi:10.1016/j.agwat.2019.06.017
87. SHAHID, KHALID, KHAN & DUMAT. (2019). A critical review of mercury speciation, bioavailability, toxicity and detoxification in soil-plant environment: *Ecotoxicology and health risk assessment. Science of The Total Environment*, 134749. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.134749.
88. SOARES Y HAMMADY [et al]. Salinity and flow rates of nutrient solution on cauliflower biometrics in NFT hydroponic system. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* [online]. 2020, vol.24, n.4 [cited 2020-04-17], pp.258-265. ISSN 1415-4366. [Consulta de: 19 de abril del 2020] Disponible en:<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n4p258-265>.
89. SOUZA DOS , SANTOS, (2019).F et al. Growth and yield of semi-hydroponic bell pepper under desalination waste-water and organic and mineral fertilization. *Rev. Caatinga* [online]. 2019, vol.32, n.4 [cited 2020-09-08], pp.1005-1014. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21252019000401005&lng=en&nrm=iso>. Epub Jan 24, 2020. ISSN 1983-2125. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n417rc>.
90. SOUZA, BORGHEZAN,, ZAPPELINI, CARVALHO, BARCELOS & PESCADOR. (2019). Physiological differences of “Crocantela” lettuce cultivated in

conventional and hydroponic systems. *Horticultura Brasileira*, 37(1), 101–105.
doi:10.1590/s0102-053620190116

91. SOUZAA, GIMENESB, Y BINOTTOB (2019) Economic viability for deploying hydroponic system in emerging countries: A differentiated risk adjustment proposal. *Land use policy*.357-369.

92. SRIVASTAVA, A. K., PASALA, R., MINHAS, P. S., & SUPRASANNA, P. (2016). Plant Bioregulators for Sustainable Agriculture: Integrating Redox Signaling as a Possible Unifying Mechanism. *Advances in Agronomy*, 237–278. doi:10.1016/bs.agron.2015.12.002

93. SUDANA, D., EMAN, D., & SUYOTO. (2019). *IoT Based: Hydroponic Using Drip Non-Circulation System for Paprika. International Conference of Artificial Intelligence and Information Technology (ICAIIIT), International Conference Of*, 124–128. <https://doi.org/10.1109/icaaiit.2019.8834581>.

94. THONGNOK, S., SIRIPORNADULSIL, W., & SIRIPORNADULSIL, S. (2018). *Mitigation of arsenic toxicity and accumulation in hydroponically grown rice seedlings by co-inoculation with arsenite-oxidizing and cadmium-tolerant bacteria. Ecotoxicology and Environmental Safety*, 162, 591–602. doi:10.1016/j.ecoenv.2018.06.080

95. UNESCO. informe mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos de las naciones unidas (2017).Las aguas residuales: el reuso desaprovechado, cifras y datos.[En Línea].2017.[Fecha de consulta:22 de abril 2020]. 202 pp.ISBN: 978 92 3 300058 2 Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/query?q=Corporate:%20%22UNESCO%20World%20Water%20Assessment%20Programme%22&sf=sf:*

96. VAN WEZEL, A.P., VAN DEN HURK, F., SJERPS, R.M.A., MEIJERS, E.M., ROEX, E.W.M. y TER LAAK, T.L., 2018. Impact of industrial waste water treatment plants on Dutch surface waters and drinking water sources. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 640-641, pp. 1489-1499. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2018.05.325. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.325>.

97. VARDHAN, K.H., KUMAR, P.S. y PANDA, R.C.(2019). A review on heavy metal pollution, toxicity and remedial measures: Current trends and future perspectives. *Journal of Molecular Liquids* [en línea], vol. 290, pp. 111-197. ISSN 01677322. DOI 10.1016/j.molliq.2019.111197. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111197>.

98. VILLAMAR, C.A., VERA-PUERTO, I., RIVERA, D. y DE LA HOZ, F.D(2018). Reuse and recycling of livestock and municipal wastewater in Chilean agriculture: A preliminary assessment. *Water (Switzerland)*, vol. 10, no. 6. ISSN 20734441. DOI 10.3390/w10060817.

99. VYMAZAL, J. (2016). Concentration is not enough to evaluate accumulation of heavy metals and nutrients in plants. *Science of The Total Environment*, 544, 495–498. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.12.011
100. WANG, M., DONG, C. y GAO, W., 2019. Evaluation of the growth, photosynthetic characteristics, antioxidant capacity, biomass yield and quality of tomato using aeroponics, hydroponics and porous tube-vermiculite systems in bio-regenerative life support systems. *Life Sciences in Space Research*, vol. 22, pp. 68-75. ISSN 22145532. DOI 10.1016/j.lssr.2019.07.008.
101. WANG, Y., WEI, H. y LI, Z., (2018). Results in Physics Effect of magnetic field on the physical properties of water. *Results in Physics* [en línea], vol. 8, pp. 262-267. ISSN 2211-3797. DOI 10.1016/j.rinp.2017.12.022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2017.12.022>.
102. WU, Z., NAVEED, S., ZHANG, C. y GE, Y (2020). Adequate supply of sulfur simultaneously enhances iron uptake and reduces cadmium accumulation in rice grown in hydroponic culture. *Environmental Pollution* [en línea], vol. 262, pp. 114327. ISSN 18736424. DOI 10.1016/j.envpol.2020.114327. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114327>.
103. XU, B., WANG, F., ZHANG, Q., LAN, Q., LIU, C., GUO, X., DING, J. (2018). Influence of iron plaque on the uptake and accumulation of chromium by rice (*Oryza sativa* L.) seedlings: Insights from hydroponic and soil cultivation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 162, 51–58. doi:10.1016/j.ecoenv.2018.06.063
104. YAN, D., WANG, S., DING, K., HE, Y. [ET .AT], (2019). Strontium Uptake and Effect in Lettuce and Radish Cultivated Under Hydroponic Conditions. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. doi:10.1007/s00128-019-02647-5.
105. YILDIZ E. (2019). Ethics in nursing: A systematic review of the framework of evidence perspective. *Nursing ethics*, 26(4), 1128–1148. <https://doi.org/10.1177/0969733017734412>
106. ZHANG, HUANG, PU, GONZALEZ, WU, & HUANG, (2019). Monitoring plant diseases and pests through remote sensing technology: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 165, 104943. doi:10.1016/j.compag.2019.104943.
107. ZULFIQAR, U., FAROOQ, M., HUSSAIN, S., MAQSOOD, M., HUSSAIN, M., ISHFAQ, M. ANJUM, M. Z. (2019). Lead toxicity in plants: Impacts and remediation. *Journal of Environmental Management*, 250, 109557. doi:10.1016/j.jenvman.2019.10955

ANEXOS

ANEXO 1

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

	<h2 style="margin: 0;">FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO</h2>	
TITULO: Cambios Estacionales en la reducción de compuestos biogénicos en plantas de tratamiento de aguas residuales basadas en hidroponía tecnológica		
BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2016	Hungria
TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental		AUTOR (ES): Bawiec, Pawes ka y Pulikowski
PALABRAS CLAVES:	Tecnología hidropónica, efectividad del tratamiento, eliminación de nutrientes	
OBJETIVOS	Presentar los efectos del tratamiento obtenido para las plantas que utilizan la tecnología hidropónica con respecto a los posibles cambios estacionales	
TECNICA ESTADISTICA	-	
RESULTADOS:	La tecnología BIOPAX, respecto al nitrógeno total varió de 76.9 a 84.4%. El fósforo total se eliminó de las aguas residuales con una efectividad del 96,4–98,0%. La planta hidropónica (tecnología Orgánica) alta efectividad de reducción de nitrógeno de amonio: 92.0-93.0%, y fósforo total cayó en el rango 49.3 55.3%.	
CONCLUSIONES:	La planta de tratamiento de aguas residuales hidropónicas tuvo una alta efectividad media anual de la reducción de contaminantes (compuestos de nitrógeno y fósforo): 75.6% para nitrógeno total y 96.8% para fósforo total.	

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: La sensibilidad de un bioensayo de alargamiento de raíz de lechuga hidropónica a metales, fenol y aguas residuales

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2017	Corea de Sur

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Park et al
--	-------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Toxicidad, metal pesado, efluentes
OBJETIVOS	Evaluar las semillas de lechuga cultivada en hidroponía sin sustrato convencional
TECNICA ESTADISTICA	Anova
RESULTADOS:	La prueba de toxicidad se realiza en semillas de lechuga lo cual indica en un 50% de inhibición d alargamiento de sus raíces de las plantas. Además, el Cu resulto ser el metal con mayor toxicidad.
CONCLUSIONES:	La prueba de bioensayo en el alargamiento de raíces tuvo la evidencia de mostrar el nuevo método en hidroponía con semillas de lechugas ya que mostro su baja sostenibilidad.

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Sistema hidropónico: una promesa Biotecnología para la producción de alimentos y tratamiento de aguas residuales

BASES DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2017	Portugal

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Descriptiva	AUTOR (ES): Prazeres et al
---	-----------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Hidroponía, aguas residuales, biotecnología
OBJETIVOS	Reutilizar las aguas residuales en los sistemas hidropónicos
TECNICA ESTADISTICA	revisión
RESULTADOS:	El sistema de NFT en hidroponía condujo a un análisis de parámetros donde llevaron a una eficiencia de remover los metales en las plantas. Así mismo, la comparación con otras tecnologías convencionales.
CONCLUSIONES:	Se logro minimizar el agua residual en la hidroponía siendo efectiva para posteriores prácticas en la hidroponía

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Respuestas al estrés y acumulación de níquel y zinc en diferentes accesiones de *Stellaria media* (L.) Vill. en respuesta a la variación del pH de la solución en hidropónica cultura

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION 2020	LUGAR DE PUBLICACION Australia
----------------------	-----------------------------------	--

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Salinitro Van der Ent
--	--

PALABRAS CLAVES:	hidroponía, acumulación, efluente residual
OBJETIVOS	Evaluar los efectos del pH en el Zn y Ni mediante plantas no acumuladoras en un sistema hidropónico.
PRUEBA ESTADISTICA	Prueba de Kruskal Walls y modelo de regresión lineal
RESULTADOS:	El estrés de la planta es afectado por la absorción de los metales puesto de sus diferentes concentraciones del pH se correlacionan en la reducción de su biomasa y brotes
CONCLUSIONES:	El valor del pH es fundamental para la absorción del Zn y ni lo están positivamente correlacionado. A su vez la producción de biomasa disminuyo su efecto de contenido de pigmentos y fotosintética

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Artículo de Mitigación de la toxicidad y acumulación de arsénico en cultivos hidropónicos plántulas de arroz por coinoculación con oxidación de arsenito y cadmio bacterias tolerantes

PAGINAS UTILIZADAS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2018	Tailandia

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Thongnok, Siripornadulsila
--	---

PALABRAS CLAVES:	Toxicidad, metal pesado, hidroponía
OBJETIVOS	Mitigar como toxicidad y acumulación en plántulas de arroz cultivadas hidropónicamente
PRUEBA ESTADISTICA	Statistix8 y Excel
RESULTADOS:	Se comprueba a través de gráficos la acumulación del As en raíces tuvieron brotes y que el arroz tiene la tendencia de absorber As.
CONCLUSIONES:	Se concluye la capacitación de bacterias oxidante al As y bacterias tolerante a Cd en las plántulas de arroz.

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Propiedades fisicoquímicas, funcionales y biológicas de los solubles en agua. polisacáridos de la fruta Rosa

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2018	China

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Xu, Whang ,Zhang
--	-------------------------------------

PALABRAS CLAVES:	absorción, agua residual, hidroponía
OBJETIVOS	Explorar los efectos de la placa de hierro en absorción y acumulación y acumulación del Cr (VI) en la plántula de arroz
PRUEBA ESTADISTICA	Anova y SPSS 19.9
RESULTADOS:	Mostraron diferentes soluciones de la biomasa foliar de las plantas de arroz y su resultado es significativa.
CONCLUSIONES:	Se evidencia el crecimiento de las raíces de arroz aumenta su diámetro y volumen de las plantas de arroz

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Investigación de los nutrientes y la eliminación de coliformes fecales en las aguas residuales mediante un sistema hidropónico

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2018	Sudáfrica

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Ndulini et al
--	----------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Coliformes fecales, Tiempo de retención hidráulica (TRH), Sistema hidropónico, Macrófitas, Nutrientes, Aguas residuales.
OBJETIVOS	Garantizar la salud pública y prevenir la contaminación de las aguas
PRUEBA ESTADISTICA	correlación de pearson
RESULTADOS:	La técnica hidropónica para el tratamiento de aguas residuales es una alternativa ecológica y de bajo costo
CONCLUSIONES:	La eliminación de contaminantes se dio de manera eficiente

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Fitorremediación de agua contaminada con cadmio, plomo y níquel por Phragmites australis en sistemas hidropónicos

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2018	Arabia Saudita

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Bello et al
--	--------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Remediación Metales pesados Cultivo en aguas profundas Plantas autóctonas Contaminación
OBJETIVOS	Investigar la capacidad de fitorremediación de P. australis para eliminar metales bajo un sistema hidropónico en aguas profundas
PRUEBA ESTADISTICA	ANOVA de 2 vías y Excel 2013
RESULTADOS:	Se observó que la planta era excelente para la remediación de Cd Y Pb, con más del 90% de eliminación de cada uno.
CONCLUSIONES:	P. australis podría usarse para la fitoestabilización de cadmio y plomo

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Crecimiento, producción y consumo de agua de cilantro. en sistema hidropónico utilizando aguas salobres

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2018	Brasil

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Da Silva Cuba et al
--	--

PALABRAS CLAVES:	Lactuca sativa L.Nutrición mineral Efluentes domésticos
OBJETIVOS	Crecimiento, producción y consumo de agua de cilantro. en sistema hidropónico utilizando aguas salobres
PRUEBA ESTADISTICA	ANOVA de 2 vías y pruebas de tukey
RESULTADOS:	Evaluar la absorción de nutrientes y la masa fresca de plantas de lechuga cultivadas con aguas residuales domésticas en un sistema hidropónico
CONCLUSIONES:	No hubo diferencias en la absorción de nutrientes entre el tratamiento T1 y T2, pero en el tratamiento T3, fue lenta y pequeña y es necesario suplementar las aguas residuales con nutrientes

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Articulo de Influencia de diferentes especies de arsénico en la absorción, especiación y flujo de salida de arsénico en plantas de arroz hidropónico

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2019	China

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Du et al
--	-----------------------------

PALABRAS CLAVES:	Contaminación por Hg, Especiación química, Biodisponibilidad, Fitotoxicidad, 22 Desintoxicación, Riesgo para la salud.
OBJETIVOS	Investigar la absorción y la translocación de As en plántulas de arroz bajo el estrés de diferentes especies de As
PRUEBA ESTADISTICA	ANOVA unidireccional con SPSS a través de la prueba de comparación múltiple de Duncan
RESULTADOS:	Las plántulas de arroz no pueden metilar As inorgánico en cultivo hidropónico. Se detecto que el As (III) representa más del 80% y 90% del total de As en raíces y brotes
CONCLUSIONES:	La mayor parte de As (V) en las raíces de arroz se redujo a As (III) después de la absorción; así, As (III) fue la especie dominante en las plantas de arroz

Fuente: Elaboración propia

5.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

	<h2>FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO</h2>
--	---

TITULO: Prueba de crecimiento hidropónico de brotes de maíz para evaluar la translocación de As, Cd, Cr y Pb del fertilizante mineral y la especiación de As y Cr

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION 2020	LUGAR DE PUBLICACION Brasil
----------------------	-----------------------------------	---------------------------------------

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Fioroto et al
--	----------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Fertilizante; fitodisponibilidad; especiación; XANES; HPL-ICP-MS
OBJETIVOS	Evaluar la Fitodisponibilidad y translocación de As, Cd, Cr y Pb usando brotes de maíz como modelo y la especiación de As y Cr
PRUEBA ESTADISTICA	XANES-Rayos X
RESULTADOS:	Se indico que el uso de este fertilizante debe ser evaluado con precaución, ya que contiene elementos potencialmente tóxicos que se translocaron hacia las aéreas del brote
CONCLUSIONES:	El arseniato en su forma isoestructural de Fe y Cr (FeCrO 3) podría ser la principal especie de As y Cr en la muestra de fertilizantes multinutrientes para el crecimiento hidropónico de maíz

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Viabilidad del uso de aguas residuales porcinas pretratadas para la producción de espinacas de agua (*Ipomoea aquatic Forsk.*) en un sistema hidropónico

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2020	China

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Jin et al
--	------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Aguas residuales porcinas, Sistema hidropónico, Agua espinaca<< Metal pesado NH4+ -N
OBJETIVO	Evaluar la viabilidad del cultivo simultáneo de espinaca de agua (SW) y la purificación de agua residual porcina pretratada (PSW) en el sistema hidropónico
PRUEBA ESTADISTICA	La eliminación de contaminantes de PSW se debió principalmente a las interacciones de varias especies de bacterias, raíces de plantas, grava, sol y agua.
PRUEBA ESTADISTICA	Excel, SPSS 23 y ANOVA
RESULTADOS:	La eliminación de contaminantes de PSW se debió principalmente a las interacciones de varias especies de bacterias, raíces de plantas, grava, sol y agua.
CONCLUSIONES:	La tecnología hidropónica que utilizaba las aguas residuales como fertilizante es una opción ecológica y prometedora para la producción simultánea de vegetales y la eliminación de contaminantes de las aguas residuales porcinas

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Reutilización completa de aguas residuales mixtas de caballa y algas pardas como biofertilizante de alta calidad en hidroponía de lechuga de flujo abierto

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2020	Corea del Sur

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Jung y Kim
--	-------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Aguas residuales de pesca mixta; Reutilización completa; Biofertilizante; Hidroponía de flujo abierto; Lechuga; Antioxidante
OBJETIVO	Descubrir una solución de ingeniería para crear un sistema alimentario sostenible completo, mientras se configuran cultivos hidropónicos a gran escala (hasta 52,000 m2)
PRUEBA ESTADISTICA	Varianza unidireccional y prueba de Tukey
RESULTADOS:	El potencial del biofertilizante para la producción de lechuga de alta calidad demostro la reutilización completa de las aguas residuales de la pesca mixta.
CONCLUSIONES:	La hidroponía de lechuga logró la reutilización completa de las aguas residuales de la pesca mixta como un biofertilizante económicamente atractivo.

Fuente: Elaboración propia

Técnicas e instrumentos de recolección de datos



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Eliminación de nutrientes de las aguas residuales hidropónicas por un consorcio microbiano. y una cultura de *Paracercomonas saepenatans*

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2018	Corea del Sur

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Lee et al
--	------------------------------

PALABRAS CLAVES:	ambientes controlados, aeropónica, hidrocultivo, Vermiculita tomate
OBJETIVO	Tratar las aguas residuales hidropónicas mediante un cultivo mixto microbiano predominantemente de algas y protozoos
PRUEBA ESTADISTICA	Coeficiente de correlación de Pearson (usando SYSTAT 10.2)
RESULTADOS:	La presencia de especies bacterianas confirmo que este tipo de aguas residuales puede ser tratada por algas y especies de protozoos junto con bacterias
CONCLUSIONES:	La eliminación de nutrientes principales y traza se debió principalmente a la absorción microbiana y / o precipitación química

Fuente: Elaboración propi



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: El cobre alivia la toxicidad del cobalto en la cebada mediante la interacción antagonista de los dos metales

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION 2019	LUGAR DE PUBLICACION China
----------------------	-----------------------------------	--------------------------------------

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Lwalaba et al
--	----------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Cebada, Genotipos, Cobalto, Cobre, Alivio del estrés oxidativo
OBJETIVO	Investigar hidropónicamente la combinación de efectos de Co y Cu en dos genotipos de cebada, su tolerancia a la toxicidad de Co para revelar el patrón de interacción de estos dos metales
PRUEBA DE ESTADISTICA	PROC ANOVA y PROC GLM procedimientos disponibles en SAS 9.2
RESULTADOS:	A comparación con plantas tratadas individualmente con Co y Cu, el tratamiento combinado resultó significativo en la reducción de la concentración de Co en brotes y raíces de ambos genotipos
CONCLUSIONES:	La aplicación de Co o Cu en medio de crecimiento causa toxicidad severa en plantas de cebada como resultados para mejorar el estrés oxidativo y la peroxidación lipídica, y la inhibición fotosintética

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Biogás no son una solución nutritiva eficaz para el cultivo hidropónico. producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) bajo aguas profundas sistema de cultivo.

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2019	Corea del Sur

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Mupambwa et al
--	-----------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Ciencias agrícolas Contenido de clorofila Fitotoxicidad de cultivos Metales pesados Rendimiento de frutos
OBJETIVO	Investigar hidropónicamente la combinación de efectos de Co y Cu en dos genotipos de cebada, su tolerancia a la toxicidad de Co para revelar el patrón de interacción de estos dos metales
PRUEBA ESTADISTICA	ANOVA
RESULTADOS:	A comparación con plantas tratadas individualmente con Co y Cu, el tratamiento combinado resultó significativo en la reducción de la concentración de Co en brotes y raíces de ambos genotipos
CONCLUSIONES:	La aplicación de Co o Cu en medio de crecimiento causa toxicidad severa en plantas de cebada como resultados para mejorar el estrés oxidativo y la peroxidación lipídica, y la inhibición fotosintética

Fuente: Elaboración propia

Técnicas e instrumentos de recolección de datos



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: *Biogás no son una solución nutritiva eficaz para el cultivo hidropónico. producción de tomate (Lycopersicon esculentum L.) bajo aguas profundas sistema de cultivo*

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2018	Corea del Sur

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Lyu et al
--	------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Lactuca sativa, Elongación de las raíces, Fitotoxicidad, Metal, Fenol, Agua que recibe Efluentes
OBJETIVO	Evaluar la fitotoxicidad y el potencial de nutrientes de los digestatos de biogás producidos a partir del estiércol de vaca obtenido del área del desierto de Namibia, bajo un sistema hidropónico de cultivo de agua profunda para tomate
PRUEBA ESTADISTICA	ANOVA utilizando el paquete estadístico JMP versión 12.0.1 y Excel 2013
RESULTADOS:	El tratamiento de control con el fertilizante hidropónico al 100% tuvo cantidades significativas ($P < 0.05$) de N y P. Pero la sustitución de la suspensión de biogás con el fertilizante hidropónico del 20% al 60% resultó en un aumento directo de P y N.
CONCLUSIONES:	Los digestatos de vaca no son un medio nutritivo adecuado para la producción de tomate hidropónico. Por la fitotoxicidad del amoníaco, es necesario evaluar los métodos para convertir los niveles más altos de amoníaco en los digestatos antes de su utilización como fertilizante hidropónico

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Prueba de la toxicidad de metales, fenol, efluentes y aguas receptoras por raíz alargamiento en Lactuca sativa L.

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2018	Arabia Saudita

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Chekli, Eun El Saliby
--	--

PALABRAS CLAVES:	Ósmosis directa, fertilizantes comerciales, reutilización de aguas residuales, hidroponía
OBJETIVO	Una prueba de fitotoxicidad basada en hidroponía utilizando semillas de Lactuca sativa se utilizó para evaluar la calidad del agua de las aguas receptoras y los efluentes cerca de dos sitios industriales.
PRUEBA ESTADISTICA	CE50 y ANOVA
RESULTADOS:	Descubrieron que Zn era el principio tóxico responsable de la toxicidad en los efluentes
CONCLUSIONES:	El método de prueba hidropónico de L. sativa puede ser aplicado como un método alternativo para medir la seguridad de los ambientes acuáticos utilizando Valores de EC20, con respecto a los contaminantes del agua (Cd, Cr, Cu, Pb, Mn, Hg, Ni, Zn).

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Idoneidad de la eliminación de nutrientes de aguas residuales de la cervecería utilizando una tecnología hidropónica con Typha latifolia

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2019	Austria

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental	AUTOR (ES): Burger et al
--	---------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Plantago major, Cs, Sr, Distribución de absorción
OBJETIVO	Remover contaminantes en lagunas residuales usando la técnica hidropónica con la planta Typha latifolia
PRUEBA ESTADISTICA	SPPS24 y Excel
RESULTADOS:	La hidroponía se realizó en un invernadero protegiendo los cultivos, en su análisis se consideró la biomasa para remoción de nutrientes para la fitorremediación usando la planta typhia.
CONCLUSIONES:	Su tratamiento hidropónico logro una buena capacidad usando la planta mencionada por lo que se logra remover los nutrientes y es una alternativa ecológica de remediación de las aguas.

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Revisión de Tecnología hidropónica como sistema descentralizado para aguas residuales domésticas tratamiento y producción de hortalizas en la agricultura urbana.

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2018	Ethiopia

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Descriptiva	AUTOR (ES): Gebeyehu, Shebeshe
---	---------------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Hidroponía, aguas residuales, agricultura urbana
OBJETIVO	Recuperar los nutrientes de las aguas residuales para sistemas hidropónicos
PRUEBA ESTADISTICA	Es una revisión
RESULTADOS:	La hidroponía es apta para las plantas, cambian procesos fisicoquímicos y biológicos que contribuye a la eliminación de nutrientes. Su sostenibilidad es de bajo costo ante los impactos ambientales.
CONCLUSIONES:	Se concluye que un sistema cerrado es una mejor alternativa para la disponibilidad del tratamiento de aguas residuales. Aumenta su eficiencia en la producción de cultivos.

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Revisión de estrategias más limpias para las aguas residuales industriales de cromo: Investigación actual y perspectiva futura

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION	LUGAR DE PUBLICACION
	2019	Sudáfrica

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Descriptiva	AUTOR (ES): Magwaza et al
---	----------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Agricultura urbana, Fertilizantes, Aguas residuales, Sistema hidropónico, Tomate
OBJETIVO	Demostrar diversas tecnologías para un tratamiento electroquímico y biológico de eliminación más limpia de cromo para transportar investigación futura
PRUEBA ESTADISTICA	Revisión
RESULTADOS:	Muestran adsorbentes utilizados para la eliminación de cromo y para el tratamiento biológico en su eliminación.
CONCLUSIONES:	La hidroponía es un medio de tratamiento biológico para la eliminación del Cr de las aguas residuales.

Fuente: Elaboración propia



FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO

TITULO: Respuesta de Plantago major al cesio y al estroncio en hidroponía:
Absorción y efectos sobre la morfología, fisiología y fotosíntesis*

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION 2016	LUGAR DE PUBLICACION Pakistan
----------------------	-----------------------------------	---

TIPO DE INVESTIGACIÓN:	AUTOR (ES): Iqbal et al
-------------------------------	--------------------------------

PALABRAS CLAVES:	Metales pesados, nanopartículas que contienen metales, proteómica, fitoquelatinas, metalotioneínas
OBJETIVO	investigar la transferencia de Cs y Sr en llanten para identificar sus efectos sobre su fisiología
PRUEBA ESTADISTICA	Excel Microsoft Office 2010
RESULTADOS:	El llanten resiste mejor el estrés causado por Cs que por Sr por su defensa antioxidante. La reducción de efectos de Sr en pigmentos depende de la clase de especies de plantas
CONCLUSIONES:	El llanten puede acumular cantidades considerables de Cs y aún más Sr; se puede usar en remediación que contienen ambos contaminantes metálicos.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3 : Elaboración de un Sistema Hidropónico

SISTEMA HIDROPONICO





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CORTEZ FUSTER NILDA MARCELA, MENDOZA CARO KATHIA GABRIELA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "REVISIÓN SISTEMÁTICA: REAPROVECHAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SISTEMAS HIDROPÓNICOS.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
KATHIA GABRIELA MENDOZA CARO DNI: 75911963 ORCID 0000-0003-2240-7090	Firmado digitalmente por: KMENDOZAC2 el 28-12-2020 13:57:29
NILDA MARCELA CORTEZ FUSTER DNI: 72444818 ORCID 0000-0002-0793-0791	Firmado digitalmente por: NCORTEZF el 28-12-2020 15:41:55

Código documento Trilce: TRI - 0101842