



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Revisión sistemática: tecnologías verdes para el
aprovechamiento de aguas residuales provenientes de los
frigoríficos.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental**

AUTORA:

Acuña Samaniego, Maritza (ORCID: 0000-0002-5922-3028)

ASESOR:

Dr. Sernaqué Auccahuasi, Fernando Antonio (ORCID:0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi padre en el cielo, por ser fuente de inspiración y darme la fuerza suficiente para continuar día tras día en este proceso de obtener uno de mis más anhelados deseos, si bien es cierto no se encuentra desde ya hace 17 años conmigo, pero todo lo que soy es por ti.

A mi Madre, por ser mi motor y motivo de salir adelante, pues en ella habita una persona dedicada, fuerte, amorosa y fiel mujer, digna de admirar por siempre.

De la misma manera, dedico este logro a mi hermana Edivix Acuña Samaniego, por su continuo apoyo durante mi etapa universitaria, por enseñarme que pese a los obstáculos que pueda haber en mi camino la vida continua y que solo depende de mí el poder definir la calidad de persona y profesional que deseo ser.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, a mi alma mater, la cual me vio crecer personal como profesionalmente, durante la etapa que de mi formación.

Al Dr. Fernando Sernaqué Auccahuasi por el apoyo continuo durante el desarrollo de la presente investigación.

A mi Madre, hermanos y amigos que no dudaron nunca de mí, por su apoyo, por sus palabras de aliento y la confianza puesta en mí, es la que me motivó a no rendirme pese a las adversidades en el camino

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística.....	19
3.3. Escenario de estudio.	20
3.4. Participantes.....	20
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	20
3.6. Procedimientos.	21
3.7. Rigor científico.	23
3.8. Método de análisis de información	25
3.9. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Revisión sistemática de las Tecnologías verdes para el aprovechamiento de aguas residuales provenientes de los frigoríficos.....	19
Tabla 2:Tecnologías verdes para el tratamiento de aguas residuales provenientes de los frigoríficos previo a su aprovechamiento.....	28
Tabla 3:Tecnología más utilizada para el aprovechamiento de las aguas residuales de los frigoríficos.....	32
Tabla 4: Características de las aguas tratadas para su aprovechamiento en riego.....	35
Tabla 5: Cultivos apropiados para el aprovechamiento de las aguas residuales de los frigoríficos.....	39

RESUMEN

Se presenta una recopilación de información puntual sobre el aprovechamiento de aguas residuales provenientes de frigoríficos a base de tecnologías verdes a nivel internacional.

En tal sentido durante esta revisión sistemática se identificó las tecnologías verdes para el tratamiento de aguas residuales, siendo los humedales superficiales, subsuperficiales y biodigestores anaerobios, así mismo se describió cuáles son las tecnologías más utilizadas actualmente para el aprovechamiento de aguas residuales pudiendo destacar los sistemas de riego por los aportes de macronutrientes y oligoelementos a los suelos permitiendo un mayor desarrollo de las plantas, se identificó las características fisicoquímicas de las aguas para ser reaprovechadas teniendo en cuenta las normativas vigentes de salud alimentaria destacando entre los parámetros con mayor relevancia el pH, DBO5, DBO, DQO, ST y SST e identificando cuales son los cultivos apropiados para el reaprovechamiento de aguas teniendo mayores resultados en la categoría agrícola y forestal.

Palabras clave: Contaminación o sistema de tratamiento, reúso de aguas, desarrollo sostenible , PTAR de industrias frigoríficas.

ABSTRACT

A compilation of specific information on the use of wastewater from cold stores based on green technologies is presented at an international level.

In this sense, during this systematic review, green technologies for wastewater treatment were identified, being surface wetlands, subsurface wetlands and anaerobic biodigesters, likewise it was described which are the most used technologies currently for the use of wastewater, highlighting the systems of irrigation due to the contributions of macronutrients and trace elements to the soils allowing a greater development of plants, the physicochemical characteristics of the waters were identified to be reused taking into account the current food health regulations, highlighting the pH among the most relevant parameters, BOD₅, BOD, COD, ST and SST and identifying which are the appropriate crops for the reuse of water having better results in the agricultural and forestry category

Keywords: Pollution or treatment system, water reuse, sustainable development, WWTP of refrigeration industries.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los grandes problemas que aqueja a nivel mundial es la contaminación del medio ambiente y si hablamos de manera puntual, nos referimos a la contaminación del agua, esto debido a la presencia de fosfatos, nitritos, hidrocarburos, materia orgánica, metales pesados, y agentes patógenos. Todos estos, estando presentes en el agua pueden causar distintos problemas como, por ejemplo, daños al ambiente y en ciertos casos puede afectar al hombre y animales (GIL et al., 2017, p.119).

El efecto del incremento de la tasa de natalidad de la población se percibe un alto deterioro del recurso hídrico, debido a la presencia de niveles altos en materia orgánica producidas por un sin fin de actividades desarrolladas por el ser humano en su permanencia, lo que hace que la calidad del recurso hídrico sea reducida (ZAMBRANO et al., 2018, p. 236).

Las consecuencias negativas de estas actividades se centran en poblaciones que no cuentan con ningún tipo de sistema de saneamiento, pues el gran porcentaje de las aguas residuales producidas por el hombre van directamente hacia ríos o al mar. Estas aguas residuales son un conjunto de aguas que provienen de los domicilios, industrias, establecimientos comerciales, etc. y entre los efectos más visibles por la contaminación del agua que se debe en su gran mayoría a la presencia de materia orgánica y agentes patógenos. Asimismo, los pocos tratamientos de aguas residuales existentes aumentan la problemática en sí, pues los mismos por el tipo de tecnología que son sumamente costosos (MATANGUE et al.,2018, p. 361).

Existen métodos naturales para tratar aguas residuales, a estos se les suele llamar tecnologías naturales las cuales se caracterizan por óptimos resultados de tratamiento, bajos costos de operación, mantenimiento, inversión y no requieren de personal altamente capacitado para su manejo, entre estas tecnologías tenemos a las lagunas de estabilización, humedales construidos y la infiltración en suelo (MATANGUE et al.,2018, p. 361 - 362).

Es muy importante que las aguas residuales, producto de las actividades del hombre sean tratadas, y estos tratamientos tienen que estar orientados al empleo de tecnologías verdes que asemejen su comportamiento al del medio ambiente y

de esta manera aprovechar sus componentes como son la biota y el suelo (ORTEGA et al., 2019, p. 89-90).

Una de las actividades del hombre que genera gran contaminación del efluente, son las aguas residuales producidas por la industria frigorífica, las cuales incluye sangre, rumen, pelos, grasas y proteínas. La generación de este tipo de aguas se caracteriza por su alta carga orgánica, DBO, y gran cantidad de sólidos en suspensión (SALAS et al., 2008, p. 1).

Un gran porcentaje de los efluentes residuales provenientes de los frigoríficos deben ser reducidos haciendo uso de metodologías de recirculación y reutilización, por ende, es recomendable que para un tratamiento de las aguas características de frigoríficos deben cumplir ciertas limitaciones como por ejemplo adecuar a las aguas para un tratamiento que demande menos tiempo y mayor eficiencia como el caso de la separación de grasas, estiércol, etc. (MUÑOZ, 2005, p. 91).

Los denominados pretratamientos tienen un objetivo especial, el cual es la separación de ciertos desechos sólidos o subproductos en las aguas que puedan obstruir parte del tratamiento aplicado sea primario o secundario generando escasa efectividad en la reducción del DBO, aceites y grasas de las aguas (MUÑOZ, et al., 2005, p. 95).

Cuando nos referimos a humedales naturales o artificiales para el tratamiento de aguas residuales, nos referimos al uso de tecnologías verdes que parte desde la necesidad de brindar un tratamiento a las aguas residuales a fin de argumentar beneficios para el medio ambiente permitiendo lograr obtener agua tratada y apta para el riego en regadíos de cultivos agrícolas (CORTEZ, et al., 2019, p. 320).

(MEJÍAS et al., 2016, p. 27) nos menciona que a menudo los procesos agroindustriales representan cierto porcentaje de contaminación del medio ambiente lo cual actualmente se encuentran buscando alternativas de desarrollo sostenible pretendiendo atender de manera eficaz el uso y riego de las aguas agroindustriales disminuyendo el impacto al ambiente realizando buenas prácticas en el sector agrícola.

A fin de enmarcar la investigación, nos planteamos las siguientes interrogantes, ¿Cuáles son las tecnologías verdes para el tratamiento de aguas residuales

provenientes de los frigoríficos previo a su aprovechamiento? ¿Cuál es la tecnología más utilizada para el aprovechamiento de las aguas residuales de los frigoríficos? ¿Cuáles son las características de las aguas tratadas para su aprovechamiento en riego? Y como último problema ¿Cuáles son los cultivos apropiados para el aprovechamiento de las aguas residuales de los frigoríficos?

Actualmente, las ciudades sean pequeñas o grandes vierten las aguas residuales parcialmente tratadas y no tratadas en las fuentes de agua superficiales y subterráneas de las inmediaciones. Con los vertidos de procesos industriales, más la infiltración de los residuos de fertilizantes y plaguicidas que son utilizados en la agricultura, efluentes domésticos y otros, aumenta la carga contaminante, a consecuencia es que sólo un tercio del recurso potencial, posiblemente unos 12 500 km³ al año, es probable aprovechar para cubrir las necesidades de las personas, proporción que va disminuyendo a medida que aumenta la contaminación (OMS 2013) (ROMERO et al., 2017, p. 89).

Hay una gran cantidad de métodos para la descontaminación de efluentes residuales (AR), entre los cuales se encuentran los métodos donde se utiliza microorganismos, a los que se les denomina eficientes (ME), y el grado de significancia es porque no generan subproductos contaminantes, además son eficientes como efecto del vertido sin un tratamiento previo al ambiente del agua residual de los canales se altera la calidad de los suelos y los cuerpos de agua, además de intensificar el riesgo de la salud por la proliferación de malos olores producto de la descomposición natural de la materia orgánica. El fin de la investigación de Castro es buscar alternativas de solución a la gran problemática que afronta el recurso hídrico, considerando que sean de bajo costo (CASTRO et al, 2019, p. 364).

Las condiciones socioeconómicas contemporáneas y presupuestales de los distintos municipios donde se ubican la mayoría de las plantas de sacrificio, no acceden con facilidad a los sistemas y/o tratamientos de manejo más adecuados para tratar el tipo de residuos generados. Es indispensable la incorporación de soluciones ambientales que mejoran la gestión ambiental (GUERRERO et al., 2004, p. 199-200).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal identificar las tecnologías verdes para el tratamiento de aguas residuales provenientes de los frigoríficos previo a su aprovechamiento, describir las tecnologías más utilizadas para el aprovechamiento de las aguas residuales provenientes de los frigoríficos, Identificar las características del agua tratada para su aprovechamiento en riego e identificar los cultivos apropiados para el aprovechamiento de las aguas residuales provenientes de los frigoríficos.

II. MARCO TEÓRICO

En las últimas décadas se ha incrementado el estudio en materia de tratamiento de efluentes líquidos de la industria, a fin de disminuir el impacto al medio ambiente, el objetivo de su estudio fue analizar los diferentes casos en el que se documentó la importancia del aprovechamiento de las aguas residuales de la industria mismos que a la vez contribuyen de manera significativa al desarrollo sostenible, por lo que se concluyó que convierten un problema en una magnífica oportunidad mediante el uso del aprovechamiento de los efluentes residuales (MEJIAS et al., 2016, p. 29).

Debido a la acumulación metales sólidos, líquidos y desechos tóxicos se requiere una mejora en la gestión de estos, a su vez la sociedad requiere de trabajos de investigación novedosos para los tratamientos de aguas residuales como por ejemplo tecnologías de Fitorremediación Schröder et al., 2012, pág. 490-497. donde estos son arrojados (Vasanth et al., 2020, p. 217 – 253)

La sociedad actualmente enfrenta problemas de gran complejidad, entre el íterin de la necesidad se busca nuevas técnicas, procesos y tratamientos basadas en investigaciones con beneficios a nivel social y ambiental para el manejo de las aguas, uno de ellos es el aprovechamiento de las aguas residuales previamente tratadas para el uso agrícola teniendo en cuenta cuales son las necesidades del suelo y también del cultivo (ROJAS et al, 2017, p. 22).

Para poder aplicar ciertos tratamientos a los efluentes residuales es importante conocer el ciclo de vida que se aplica en las PTAR, debido a que se considera también como una alternativa en todo un sistema de gestión ambiental en las plantas de tratamiento, por tal motivo se realizó una revisión más amplia en los proyectos, como resultado se define al ACV como potencial técnica el cual nos ayuda a determinar en qué situación se debe aplicar, como por ejemplo tener en conocimiento la localización y el grado de elementos contaminantes principalmente material orgánico y nutrientes que contengan las aguas a separar y mantener un seguimiento exhaustivo en temas de análisis ambientales para las PTAR (RODRÍGUEZ et al., 2016, p. 91).

La sostenibilidad de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales y el uso sostenible de aguas residuales en la agricultura son un conjunto de indicadores que

depende del contexto geográfico y demográfico de una comunidad en particular ha cobrado especial relevancia durante los últimos cinco años. La investigación ha mejorado significativamente a nivel técnico, pero problemas como el consumo de energía y la eliminación de metales pesados y elementos de productos químicos y farmacológicos aún deben refinarse. (Muga et al., 2008, p. 437-447), (Lopez – Serrano et al., 2020, p. 8948)

(STREICHAN et al., 1990 p. 113-124) menciona que producto de las PTAR se genera lodos activados los cuales podrían ser reutilizados como abono por gran cantidad de polifosfatos.

Para el tratamiento y el aprovechamiento de los efluentes residuales se aplica la denominada gestión de aguas residuales, el cual consiste en emplear medidas de acorde con la economía para el cuidado del ambiente empleando técnicas sostenibles a fin de salvaguardar las futuras generaciones (SANCHEZ et al, 2017, p. 124).

(BECERRA-CASTRO et al., 2005, p. 117 – 135.) indica que la reutilización de aguas residuales tratadas, en particular para riego, es una práctica cada vez más común, impulsada por gobiernos y entidades oficiales en todo el mundo. El riego con aguas residuales puede tener implicaciones a dos niveles diferentes: alterar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del suelo y / o introducir y contribuir a la acumulación de contaminantes químicos y biológicos en el suelo

Para saber qué tipos de contaminantes contienen las aguas residuales de los frigoríficos SALAS y Condorhuaman explican:

Los residuos líquidos producidos en un centro de beneficio o matadero son efluentes que contienen sangre, rumen, pelos, grasas, proteínas. La generación de vertidos de aguas residuales tiene una carga orgánica, DBO y de nutrientes media-alta (sangre) con un contenido importante de sólidos en suspensión (rumen), grasas y aceites [...]. (2008, p. 1)

(MATANGUE et al.,2018, p. 362), nos menciona que dentro de los tratamientos de aguas residuales se encuentran las denominadas lagunas de estabilización, los humedales que se construyen y también los tratamientos que se hacen por infiltración en el suelo, siendo las lagunas de estabilización los que mayormente se utilizan por ser de costos bajos, representando un nivel de eficiencia alta y no requieren de mucho mantenimiento.

En medio de una necesidad para el tratamiento de aguas residuales, se desarrollan opciones ecológicas y viables económicamente, se refiere a la construcción de humedales para un tratamiento de aguas sino también para la reutilización de las mismas a fin de mitigar la escasez del agua dulce, fuente principal para las actividades que se dan de manera diaria, se dice que solo un 50% de aguas residuales se llegan a tratar debido a los altos costos que demandan, sin embargo en los humedales se recrea tecnologías viables y es considerado como una alternativa ecológica de manejo de plantas de tratamiento, el cual tiene como principal objetivo mejorar la calidad del recurso (MARIN, et al, 2017, pp. 91, prr. 1).

Los tratamientos que encaminan al uso de tecnologías que se relacionen con la naturaleza y al cuidado de esta enmarcan niveles de aceptación con costos relativamente bajos, una de las muchas técnicas a utilizarse y una de las más demandadas son los humedales artificiales y sus procesos depurativos (ORTEAGA et al., 2019, p. 89-90).

Los denominados humedales artificiales tienen la siguiente consistencia; celdas impermeables, en ellas se encuentra un determinado sustrato que promueve el enraizado de la vegetación que servirá como filtro para el agua, existen tipos de humedales, entre los que se destacan se encuentran los de flujo superficial y subsuperficial, el agua se encuentra en contacto con la atmosfera, la vegetación se caracteriza por ser flotante y son sus raíces los que absorben los diferentes nutrientes, mientras que los humedales subsuperficiales, pueden ser de flujo horizontal como de flujo vertical, genera menos olores pero favorece a la proliferación de insectos, el sustrato que esta utiliza es piedra porosa o grava (MARIN, et al, 2017, pp. 92).

La optimización de tratamientos de aguas por humedales artificiales con la plantación de flores para la eliminación de contaminantes que alteren la calidad del agua como por ejemplo sólidos totales, DQO, DBO y uno que otro metal como el cadmio y cromo mediante los humedales primarios que buscan acondicionarse a los procesos físicos, químicos y biológicos (JARAMILLO, et al., 2016, p. 21).

Para VYMAZAL et al., 2010 en Alemania los humedales artificiales se han convertido en una tecnología confiable de tratamiento para varios tipos de agua residuales.

Los humedales artificiales deben estar compuestos por los siguientes elementos; agua, piedra, plantas que absorban los contaminantes presentes en los efluentes y microorganismos, esta tecnología debe ser utilizada únicamente con tratamientos previos de las aguas residuales a fin de evacuar o remover ciertos contaminantes persistentes (JARAMILLO, et al., 2016, p. 22).

Las valoraciones ambientales de los recursos naturales se calculan por sus valores que a la vez suman un bien en los servicios que se encuentren asociados, en otras palabras, las características que conllevan un valor ambiental del recurso hídrico, es por ello que las reutilizaciones de aguas residuales para el riego en la agricultura cada vez son más y de manera más frecuente, ya que los efluentes contienen componentes esenciales que podrían ser utilizadas como aportantes de nutrientes a las plantas, esto nos permite tener una apreciación de beneficios ambientales en la reutilización de efluentes residuales y teniendo mejoras en los sistemas de Gestión de Recursos Hídricos, así como también nos resulta imprescindible la aplicación de métodos de valoración ambiental (ALFRANCA, et al, 2016, p. 61-63).

VIGNESWARAN et al., (2004) y KRETSCHMER et al., 2004, p. 37-64, hablan de sus investigaciones sobre la reutilización de las aguas residuales domésticas en el sector agrícola, dando el enfoque del ciclo natural de agua y los tratamientos que deben de seguir para que cuente con características reaprovechables.

El aprovechamiento del agua reutilizada propone incrementar una serie de beneficios en las zonas rurales que cuenten con el recurso limitado, fomentando la sustentabilidad para el riego como lo están estableciendo en diferentes países, teniendo en cuenta que previamente deberá pasar por un tratamiento a fin de eliminar los metales pesados, salinidad u otros para evitar efectos adversos en los suelos como también en los cultivos agrícolas (SANCHEZ et al, 2017, p. 127 - 128).

El programa de las Naciones Unidas (PNUMA) tiene como principal objetivo, el cual es promover un aprovechamiento de manera eficaz de los recursos hídricos bajo el concepto de sostenibilidad a fin de no involucrar a las futuras generaciones (PNUMA, 2018).

(RUMA, 2010) centro su investigación en África occidental, donde la reutilización de aguas residuales podría dar gran solución a la falta o escasez de agua en dichas zonas, y así de esa manera aprovechar eficazmente las aguas tratadas.

El aprovechamiento de aguas residuales resulta sostenible si se refiere al desarrollo agropecuario y es por su importancia que tiene en ella. Por lo que MONTERO manifiesta en su artículo el cual tiene por objetivo principal determinar el rendimiento y la productividad de los efluentes al ser utilizadas para el riego ciertos cultivos siempre y cuando éstas cumplan ciertas características para tal fin, no solo por un tema de reutilización del recurso sino también que sirve como un fertilizante que aporta nutrientes a las plantas, como resultado de dicha investigación indicó que hay un incremento satisfactorio de productividad en cultivos del maíz y sorgo (MONTERO, et al., 2012, p. 49).

HARUVY et al., (1997), BAHRI et al., (1999) y SHAKIR et al., (2017) hacen también referencia a la reutilización de las aguas residuales en el sector agrícola, dando un análisis costo – beneficio y encaminándolo en un sentido legal, como normativas y leyes que evalúan los riesgos ambientales y de salud.

El aprovechamiento de las aguas residuales destinadas a los regadíos del sector agrícola debe cumplir ciertas características de calidad a fin de disminuir riesgos de

contaminación en su producción debido a su contenido fisicoquímico, DONATO en su estudio realizado hizo constar una metodología tomando muestras y analizando cada parámetro a fin de evaluar el grado de su foto toxicidad de las aguas destinadas a los regadíos de la agricultura, concluyendo que las muestras tomadas de un efluente que previamente paso por un proceso de depuración cumplen con los estándares de calidad para reutilizar las aguas en regadíos del sector agrícola (DONATO et al., 2015, p. 142 -145).

Jiménez et al. (2005) en su estudio también evaluó las tecnologías de tratamiento y estándares para la reutilización de aguas residuales agrícolas donde la legislación determina concentraciones adecuadas en las aguas residuales.

(HUSSAIN et al., 1999, p. 241-251) en su investigación menciona también la reutilización y uso de agua residuales tratadas en la agricultura, en países áridos y semiáridos debido a su condición.

CHAUX et al. (2009) en su investigación determinó el tipo de proceso limpios y viabilidad que demanda los tratamientos biológicos para efluentes de frigoríficos en pequeñas localidades. Caso: Municipio de El Tambo (Colombia). CHAUX et al. (2009) evaluó la factibilidad del tratamiento biológico para el matadero y propuso la implementación de procesos de producción más limpios referente al empleo del agua. Inicialmente se realizaron visitas con la finalidad de evaluar la cantidad de agua utilizada, los horarios de producción de aguas residuales, los aforos de los caudales, el seguimiento de la calidad fisicoquímica del efluente para seleccionar las alternativas de tratamiento biológicos, y así identificar los subproductos encontrados. Asimismo, CHAUX et al. (2009) nos menciona que la valoración de las propiedades fisicoquímicas de los efluentes procedentes de los mataderos dio como resultado que los líquidos vertidos son difícilmente biodegradables, esto se debe más que nada a la presencia de grasas y rumen, y ante ello el tratamiento biológico sería viable siempre y cuando exista una previa eliminación de grasas y rumen.

SÁNCHEZ et al. (2018) en su artículo de investigación tratamientos de aguas residuales con cargas características industriales mediante la oxidación avanzada

de técnicas convencionales por ello SÁNCHEZ et al. (2018) se plantea el aumento de una fase de tratamiento progresista al comienzo de los métodos convencionales con las fosas sépticas, esto para incrementar el índice de biodegradabilidad de los efluentes residuales y posibilitar que el siguiente tratamiento se realice con el índice ya cambiado. Las muestras residuales que obtuvieron las transportaron hasta laboratorios en los cuales para su correspondiente análisis utilizaron los protocolos del Standart Methods para el DQO, DBO5 y la técnica elegida para la descontaminación experimental. SÁNCHEZ et al. (2018), obtuvo como resultado que los niveles de DQO y DBO5 mantuvieron sus niveles elevados, sin embargo, el nivel de biodegradabilidad aumentó mostrando que la reacción de Fenton aumentó la biodegradabilidad de la materia orgánica para que estas aguas puedan seguir con un proceso de tratamiento convencional. SÁNCHEZ et al. (2018) sugirió colocar la reacción de Fenton entre el tratamiento físico y el tratamiento biológico con la finalidad de prolongar la vida útil de los métodos convencionales de tratamiento.

NAVARRO et al. (2019) estudiaron el resultado de tres opciones diferentes de depuración, usando humedales construidos de flujo horizontal, vertical e híbridos verificando así sus beneficios y debilidades para poder replicarlos en pequeñas comunidades de menos de 2000 habitantes. NAVARRO et al. (2019) utilizaron tres tipos de humedales construidos, los cuales son de Flujo horizontal, se realizaron experimentos a nivel de plantas piloto en dos locaciones recibiendo agua residuales mixtas, Flujo Vertical, se realizaron en laboratorio y a escala piloto evaluando el rol de las plantas acuáticas midiendo la remoción de contaminantes DQO, N y redox, y por ultimo de Flujo Híbrido donde se evaluó la efectividad para remover los micro contaminantes orgánicos de las plantas construidas a escala piloto. NAVARRO et al. (2019) como resultado del estudio demostraron que el sistema de humedales artificiales son un método eficaz en la eliminación de organismos potencialmente patógenos presentes en las aguas residuales, así también en la remoción de coliformes fecales los cual cumple con los estándares de niveles máximos permisibles para riego.

PÉREZ et al. (2016) evaluaron las modernas condiciones de operación y de seguridad de los métodos de tratamientos de aguas residuales para establecer un conjunto de medidas que prevenga la contaminación y minimice riesgos biológicos. PÉREZ et al. (2016) aplicaron procesos anaerobios que se basan en el tratamiento de desechos orgánicos y recuperación de energía, debido a que éstos ofrecen beneficios económicos y ambientales, referente a los criterios ambientales, el empleo de biodigestores anaerobios estabiliza los efluentes manteniendo la calidad ambiental como también puede considerarse un proceso productivo en el cual los residuos orgánicos forman la materia prima. PÉREZ et al. (2016) logró prevenir la contaminación, minimizó los riesgos biológicos y mejoró la disposición final de las aguas residuales al suelo para incrementar la producción de plantas sembradas.

CASTRO et al. (2019) valoró un novedoso tratamiento para aguas residuales provenientes de Camal Municipal de Huancavelica mediante la utilización de un reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente. Castro et al. (2019) diseñó y construyó un sistema a escala piloto para su aplicación, el cual bombeaba las aguas obtenidas en el camal después de haber pasado un pretratamiento (reja gruesa y desarenador) el cual se almacenaba en un tanque, para luego aplicar el reactor. CASTRO et al. (2019) obtuvo como resultado que después de la aplicación del Reactor por 14 horas son que el DQO se redujo en un máximo de 76% y la cantidad de sólidos suspendidos también se redujeron en un 30 %. Con esto se demuestra que el tratamiento del reactor anaerobio de manto de los de flujo ascendente es una alternativa para la remoción de materia orgánica y sólidos suspendidos totales.

MIRANDA et al. (2016) tienen como propósito en su estudio hacer una revisión de las características de aplicación de un método alternativo de gestión ambiental usado en las PTAR como lo es el análisis del ciclo de vida como un impacto ambiental. MIRANDA et al. (2016) aplicaron el Ciclo de Vida del Agua en las plantas de tratamiento de efluentes residuales convencionales para comparar las tecnologías, la calidad de las aguas tratadas, optimización, disminución de nitrógeno total y el segundo uso de las aguas residuales ya tratadas. MIRANDA et al. (2016) concluyen que el análisis del ciclo del agua es una técnica para evaluar

los procesos ambientales, el tratamiento y los impactos ambientales potenciales asociados con un producto o material.

MENDOZA et al. (2018) evaluaron el real aporte de las plantas acuáticas en el nivel de absorción de contaminantes de los efluentes residuales municipales. Así mismo, MENDOZA et al. (2018) presentaron los procesos metodológicos como el área de investigación, el diseño y esquema experimental, el efluente residual municipal cruda, la aclimatación de las plantas, el muestreo y análisis del efluente. Finalmente, MENDOZA et al. (2018) concluyeron que independientemente del valor que contribuyen las plantas en los humedales construidos se desarrollan procesos remediadores, su fácil operación y bajo costo, brinda una alternativa viable de tratamiento de aguas residuales al reducir la carga orgánica contaminante.

Sin embargo, Caicedo et al., (2016) menciona que no todas las plantas que puedan pueden aportar beneficios a estos ecosistemas y que no en todos los casos la reutilización de aguas recuperadas es viable.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es aplicada, por la que diversos autores que la identifican la definen como, por ejemplo:

(CORDERO,2009) refiere que la investigación aplicada son teorías científicas que fueron previamente validadas, las cuales son aplicadas a fin de dar solución a problemas prácticos y que mediante el control de situaciones de la vida tiene como principal característica el utilizar los conocimientos adquiridos y al mismo tiempo adquirir otros conocimientos nuevos (p. 159).

Por otro lado, (CAAMAÑO, 2004) nos menciona que el objetivo principal de una investigación aplicada es resolver un problema en un determinado tiempo haciendo uso de las teorías científicas existentes para brindar solución y buscar perfeccionar los recursos obteniendo nuevas respuestas de un determinado tema de investigación (p. 9).

La investigación aplicada genera conocimientos y busca adaptarse de manera directa en una sociedad, este tipo de investigación representa un valor, por lo mismo que al utilizar los conocimientos base para generar una diversidad de conocimientos (LOZA, 2014, p. 48).

La presente revisión sistemática corresponde a una investigación aplicada ya que se centra en la solución de un problema mediante el aprovechamiento de aguas residuales provenientes de frigoríficos haciendo uso de las denominadas tecnologías verdes previamente estudiadas y analizadas a profundidad a fin de brindar un segundo uso al recurso que actualmente se encuentra deficiente en algunas localidades a nivel nacional e internacional y contribuyendo al desarrollo sostenible.

El diseño de investigación de la presente corresponde a un diseño cualitativo narrativo de tópicos, por lo que a continuación diferentes autores indican lo siguiente:

(BOLIVAR, 2006) menciona que una investigación cualitativa con enfoque narrativo de tópicos es muy extensa incluyendo campos de investigación bajo teorías relevantes empleando la búsqueda de datos biográficos en los que describan metodologías avanzadas e innovadoras empleando el análisis y pretendiendo construir perspectivas nuevas a partir del conocimiento (p. 5).

Los especialistas nos indican que la investigación narrativa de tópicos tiene una serie de formas que identifican investigaciones básicas a fin de analizar problemas sociales con una posición moral y evaluadora a partir de experiencias en las que se recolectan datos (BLANCO, 2011, p. 10).

El estudio de una investigación narrativo de tópicos es una forma de obtener conocimiento con enfoque positivo de cómo es el proceso e interpretación de ideas que se relacionen entre una determinada perspectiva para la construcción de nuevos datos y el análisis de estos con conocimientos científicos (CARDONA, 2015, p. 172).

La investigación en curso corresponde a un diseño de investigación cualitativo narrativo de tópicos debido a que tiene una perspectiva en su contexto la cual abarca determinadas estrategias y maneras de análisis en las diferentes tecnologías verdes que se aplican, resaltando la efectividad versus los costos que demandarían al aplicarse en el tratamiento y aprovechamiento de aguas residuales provenientes de los frigoríficos.

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

Tabla 1: Revisión sistemática de las Tecnologías verdes para el aprovechamiento de aguas residuales provenientes de los frigoríficos.

Objetivo General	Objetivos Específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
				Clasificación de categorías				
Identificar las tecnologías verdes para el tratamiento de aguas residuales provenientes de los frigoríficos previo a su aprovechamiento.	Describir las tecnologías más utilizadas para el aprovechamiento de las aguas residuales provenientes de los frigoríficos	¿Cuál es la tecnología más utilizada para el aprovechamiento de las aguas residuales de los frigoríficos?	Tecnologías para el aprovechamiento de aguas residuales	Riego de áreas verdes (GIL et al., 2017, p.119). Cultivos (GIL et al., 2017, p.120).	Por el aporte que brindan ((GIL et al., 2017, p.119).	Por el escenario en el que se desarrolla (PÉREZ et al, 2016)	Por la metodología aplicada (SÁNCHEZ et al, 2018)	Por los hallazgos positivos (NAVARRO et al, 2019).
	Identificar las características del agua tratada para su aprovechamiento en riego	¿Cuáles son las características de las aguas tratadas para su aprovechamiento en riego?	Características del agua para riego	Características fisicoquímicas (GIL et al., 2017, p.119).	Por el pH	Por la Demanda Bioquímica del agua que será destinada a riego (DBO5), DBO y DQO (CASTRO et al 2019)	Por los ST y SST (CASTRO et al 2019)	
	Identificar los cultivos apropiados para el aprovechamiento de las aguas residuales provenientes de los frigoríficos.	¿Cuáles son los cultivos apropiados para el aprovechamiento de las aguas residuales de los frigoríficos?	Cultivos apropiados para reaprovechar las aguas residuales tratadas	Agrícolas y forestales (GIL et al., 2017, p.119).	Por Los tipos de cultivos (MENDOZA et al, 2018)	Por el análisis costo Beneficio (NAVARRO et al, 2019).	Por los impactos positivos en el desarrollo de los cultivos PÉREZ et al, 2016).	

3.3. Escenario de estudio.

En lo que se refiere al escenario de estudio de la presente investigación, se considera una distribución que abarca un determinado espacio teniendo en cuenta el tipo de tratamiento a aplicar para una posterior reutilización del recurso previo a una evaluación de la tecnología que se pueda aplicar.

Si bien es cierto, los ambientes donde se aplicaron los diferentes pretratamientos y tratamientos que se requiere para un posterior aprovechamiento de aguas residuales en su mayoría fueron en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) donde las condiciones de salubridad para una determinada población circundante no eran las adecuadas y eso se debió a sus precarias condiciones de construcción y operación (MENENDEZ et al, 2018, p.2)

3.4. Participantes.

Como base de este proyecto de investigación se tiene fuentes de información fiables, por la cual se obtuvo la información garantizada para su sustentación del proyecto en curso, éstas fuentes corresponden a las siguientes bases de datos y buscadores de investigaciones de la plataforma virtual de la Universidad César Vallejo tales como; Proquets, Scopus, Web of Science, Scielo, Redalyc en las cuales se encontró las investigaciones de institutos, universidades, organizaciones, destacándose entre artículos científicos, tesis y libros donde detallaron casos aplicativos, así como también investigaciones sistemáticas, buscando seleccionar los artículos que más se acoplen a la temática de la investigación desarrollarse.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

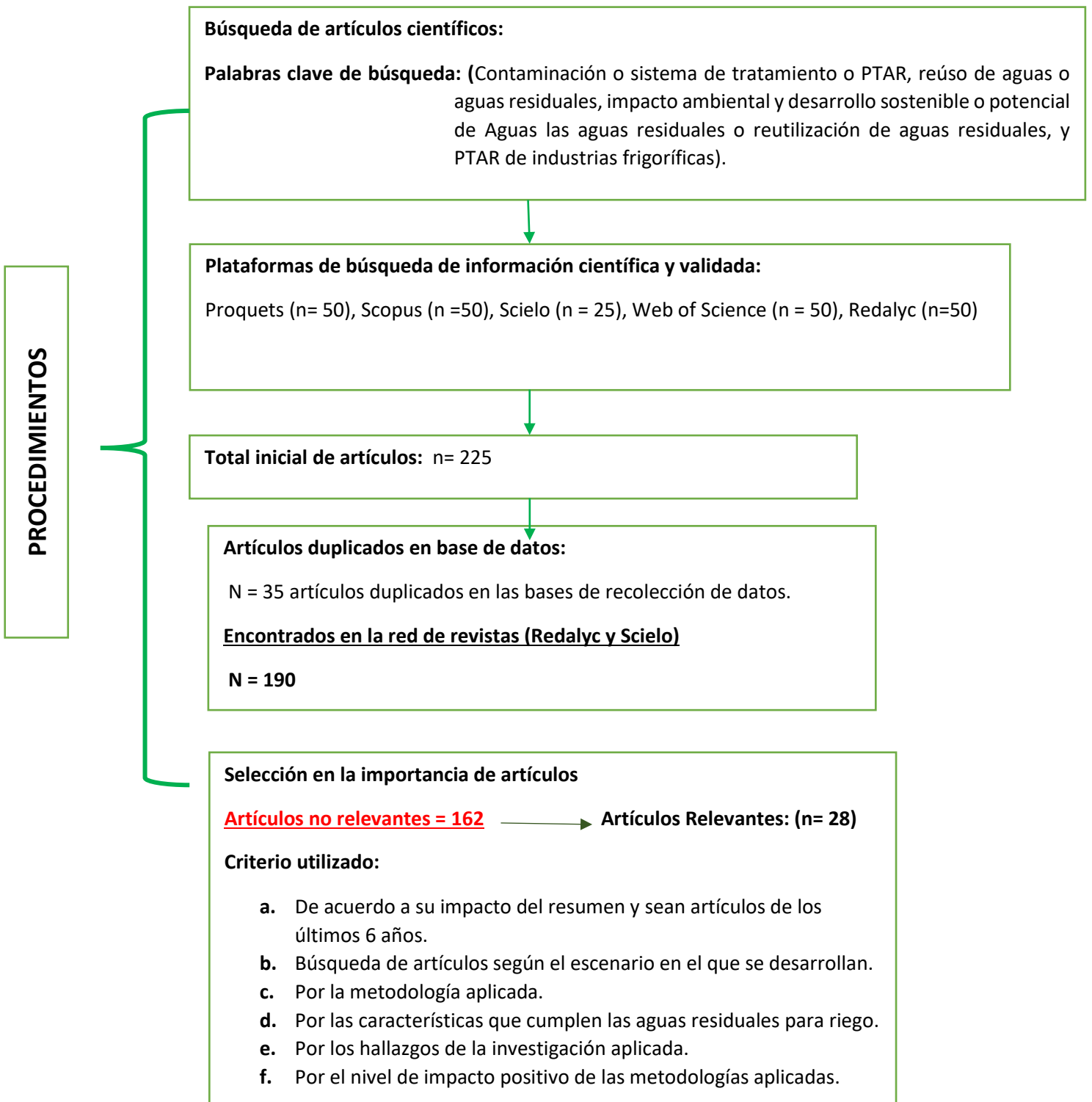
Las técnicas que incluye el presente proyecto de investigación tiene como fin plasmar la información necesaria en la ficha que se proyectará como (*Tablas*) para un análisis mayor de acuerdo a la información que se obtendrá de los participantes de la presente investigación cualitativa narrativa de tópicos, a esta ficha también se le denominará un instrumento de recolección de datos en la cual se plasmará el título de la investigación a analizar, las palabras claves, objetivos escenario de estudio, parámetros de medición utilizados en la investigación, métodos de aplicación, resultados y conclusiones.

Esta ficha de recolección de datos o también llamado ficha de análisis de contenido nos facilitará ordenar la información para su análisis correspondiente, el cual nos permitirá plasmar la información clasificada y anexarla con el estudio que se está siguiendo.

3.6. Procedimientos.

Procedimiento para la determinación de los artículos a trabajar en ésta investigación narrativa de tópicos se tomó artículos de revistas indizadas, libros, tesis e investigaciones de institutos de estadística y públicos, considerando las palabras clave en la base de datos y buscadores de investigaciones de la plataforma virtual de la Universidad César Vallejo tales como; Proquets, Scopus, Web of Science, Scielo, Redalyc, considerando artículos no mayores a los 6 años en investigaciones aplicativas y en cuanto a teorías según su contenido (Años indistintos y artículos seleccionados).

A continuación, se detalla el procedimiento para la selección de los artículos científicos que está siendo parte de la investigación a fin de retratar los criterios de selección y cumplir con los requisitos de un rigor científico que toda investigación lo requiere.



Para la selección de los artículos que forman y formarán parte de la presente investigación se siguió ciertos criterios de selección, empezando por las palabras claves y constructos que se utilizaron, seguido de los buscadores a través de nuestra plataforma virtual TRILCE como Proquets, Scopus, Scielo, Web of science

y Redalyc, en las cuales se analizaron de manera cuidadosa, los artículos a seleccionar para cumplir determinados lineamientos de información resaltante, mismas que cumplieron criterios de selección de artículos como por ejemplo las que contengan impacto en su resumen sobre el tema de investigación durante los últimos 7 años, según el escenario en el que se desarrollaron las investigaciones, por la metodología aplicada, por cuales son las características de las aguas residuales que se utiliza para el riego, por los resultados y su impacto positivo de las metodologías aplicadas en las investigaciones.

3.7. Rigor científico.

El rigor científico de la presente investigación cualitativa está dado a las reconstrucciones teóricas, empleando validez y confiabilidad mediante la dependencia, credibilidad, transferencia y auditabilidad, lo cual nos permite disponer de una mejor evidencia científica en la investigación desarrollada, el cual lleva un proceso de obtención e interpretación de datos mediante una revisión minuciosa. En esta etapa del proceso de elección de información mediante estas técnicas, surge una pregunta que enmarca una gran importancia a fin de considerar los criterios necesarios que toda investigación requiere.

La dependencia es un término que se relaciona directamente con la lógica mediante una evolución de unos determinados datos de un investigador al paso de los tiempos, este proceso delimita un contexto físico, interpersonal y por último social, realizando minuciosas descripciones de los mismos informantes tratando de crear una estabilidad en los datos o también llamado replicabilidad de datos (PLA Margarida, 1999, p. 296).

(BURNS et al., 2012) nos menciona que el presente criterio tiene una consistencia en los resultados o nuevas teorías que se hagan en un determinado estudio, ya que estos resultados están sujetos a una investigación que anteriormente ya estuvo en una trayectoria formativa (p. 650).

Esta investigación tiene el criterio de dependencia porque está ligado directamente a teorías y resultados que anteriormente pasaron por una serie de revisiones y han sido sustentadas y validadas por investigadores que tienen larga trayectoria investigativa, además de formar parte de una investigación con beneficio social y

ambiental haciendo uso de las denominadas tecnologías verdes para el aprovechamiento de las aguas residuales, las cuales ya han sido estudiadas y analizadas de manera minuciosa en sus resultados.

La credibilidad se logra cuando un investigador mediante la observación y diálogos con los participantes de la investigación hace la recolección de información, el cual nos conlleva a tener hallazgos aproximados de teorías que nos conllevaran a resultados esperados (CASTILLO et al, 2003, p.165).

Plantearon que cuando un investigador hace entrega de cierta información donde están brindando sus aportes, los datos deben ser consultados y verificados una vez que las conclusiones hayan sido redactadas y validadas (JIMENEZ et al.,2003, p. 126).

La presente técnica que se está aplicando en este trabajo de investigación se debe a que su objetivo es plasmar la información obtenida a fin de solucionar un problema social en una opción de sustentabilidad, haciendo uso de datos, métodos a fin de obtener una retroalimentación de la investigación y buscando documentar dicha información con casos reales y con resultados validados.

La transferencia es considerada el tercer criterio dentro de una investigación cualitativa porque se refiere a la posibilidad de la extensión de resultados de un determinado estudio a otras poblaciones, permitiendo examinar y ajustar los resultados en otros contextos (CASTILLO et al, 2003, p. 166).

Para (BURNS et al., 2012) los resultados de una investigación no son transferibles o aplicables a otras investigaciones con ámbitos indistintos, pero sí nos serviría como una referencia en sus instrumentos para la obtención de nuevos resultados (p, 649)

La presente técnica se está aplicando en esta investigación a fin de brindar información de las diferentes tecnologías verdes para el aprovechamiento de aguas residuales provenientes de frigoríficos, mediante investigaciones con metodologías que ayudan a tal fin y las cuales ya fueron validadas por su representatividad en el tema.

Para asegurar las definiciones dentro de la investigación es importante que sea auditable porque es considerado un criterio científico dependiendo de patrones generados, es por ello por lo que como mecanismo de control se toma el término auditabilidad, lo que nos brinda una vía de coherencia o conocido también como conformabilidad de la información recolectada (JIMENEZ, et al, 2011, p. 128). (BURNS et al., 2012), nos menciona que la auditabilidad es la muestra de afirmación expresada en investigaciones en las cuales se utiliza el análisis mediante instrumentos para la obtención de resultados validados (p. 652).

El presente criterio en esta investigación cualitativa se aplica por la recolección de información de las diferentes tecnologías relacionadas al desarrollo sostenible del recurso agua por sus resultados, los cuales ya cuentan con validaciones científicas y ayudan a visualizar el aporte para el medio ambiente, para la economía y como no, para un medio social también utilizando el concepto de las diferentes teorías que los investigadores mediante una serie de métodos aplicados validaron.

3.8. Método de análisis de información

Esta investigación se analizará bajo los criterios utilizados en la matriz de categorización y buscará la forma de encontrar una relación entre los resultados haciendo uso de categorías y subcategorías de investigaciones en las cuales previamente se observó, se describió explicando comportamientos de una determinada investigación experimental (GRYNA et al, 2007, p. 43).

Se toma en cuenta la ficha de análisis de datos propuesta en la presente investigación en curso, también se busca hacer una relación de categorías y subcategorías, y se construirá criterios a fin de agrupar la información luego de haber analizado para dar respuesta a las siguientes interrogantes de la investigación en curso ¿Cuáles son las tecnologías verdes para el tratamiento de aguas residuales provenientes de los frigoríficos previo a su aprovechamiento? ¿Cuáles son las características de las aguas tratadas para su aprovechamiento en riego? y como última incógnita ¿Cuáles son los cultivos apropiados para el aprovechamiento de las aguas residuales de los frigoríficos?

3.9. Aspectos éticos.

Los aspectos éticos que forman parte de la presente investigación demandan conductas éticas por parte del investigador compartiendo muchos otros aspectos que serán aplicados en la ciencia general, evitando posibles situaciones que puedan ser conflictivas durante el periodo de investigación y momento de plasmar información científica (AVILA, 2002, p. 85).

Como parte de esta investigación se cumplirá citando a todos los autores cuyos artículos son motivo de análisis de la información.

Desde la recopilación de información que forman parte de la estructura de la investigación en curso, cumplen con rasgos que definen la ética profesional contribuyendo a los principios y desarrollando aspectos de gran importancia como es la autonomía de cada artículo seleccionado de manera que se contribuye a uno de los principios esenciales del profesionalismo, que se lleva a cabo el cumplimiento de las normas establecidas bajo el sistema de referenciación ISO 690, el cual busca asumir responsabilidades bajo la información citada consolidándose de manera formal y eficiente.

Como aspecto ético por parte de la Universidad César Vallejo menciona que las cada investigador o coautor que hayan realizado una investigación tiene derecho de autoría de su trabajo realizado, nos indica también que sí hay infracciones al utilizar información sin tomar los derechos de autor, serán sancionados y se impondrán medidas disciplinarias por cometer actos que no estipulan los parámetros éticos de la investigación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2: Tecnologías verdes para el tratamiento de aguas residuales provenientes de los frigoríficos previo a su aprovechamiento.

Autor	País - ciudad	Tecnologías verdes para el tratamiento de aguas residuales	Ventajas	Parámetros analizados	Conclusiones
(ARTEAGA et al., 2019, p. 89-90).	México.	Humedales de flujo libre o superficial.	Presentan ventajas técnicas, económicas, sociales y estéticas, ya que permiten lograr la calidad del agua de acuerdo con la normatividad para ser usada en riego. Estos sistemas no presentan problemas con el desarrollo de mosquitos y no desprenden malos olores.	Flujo libre: SST, DBO, DQO Y PT Flujo Subsuperficial: DBO5, DQO, ST	La efectividad de remoción en los humedales de flujo libre obtuvo un 96 % de efectividad, para el DBO 96 %, para el DQO 87%, y para Fosforo Total (PT) un 30%, mientras que en los humedales de flujo subsuperficial presentó una mayor remoción de DBO5, DQO, ST
(JARAMILLO, et al., 2016, p. 22).	Colombia - Medellín.	Humedales de flujo subsuperficial horizontal.	Fácil mantenimiento y operación ya que no se requiere la capacitación especializada del operador.	DBO5, DQO, ST Y SST	Los humedales son un tipo de tratamiento de agua que permite eliminar ciertos contaminantes persistentes, al aplicarse esta técnica se tuvo una eficiencia para la DBO5, 4,1 % DQO, 56,9 %ST y un 117,2 % en SST, parámetros tomados bajo el tratamiento primario y secundario.
(SANCHEZ et al, 2017, p. 124).	México.	Humedales superficiales.	Ofrecen variedad de tratamientos sean aguas con media o altas cargas orgánicas, mismos que pueden combinarse con sistemas anaerobios y facultativos, los cuales permitirá cumplir con los estándares de calidad de descarga.	Parámetros no estudiados en la investigación.	La tendencia en tratamiento de aguas residuales vienen ser los humedales superficiales por ser suficientemente confiables por impulsar y desarrollar tecnologías innovadoras para una adecuada gestión de aguas cuidando la calidad de vida de la comunidad.
PÉREZ et al. (2016).	Cuba - Villa Clara.	Biodigestores anaerobios.	Previene la contaminación, minimiza riesgos biológicos, son fuentes de agua la reutilización.	pH, DQO, DBO5, Sed, Coliformes totales y fecales.	La aplicación del sistema de tratamiento logró prevenir la contaminación, minimizó riesgos biológicos y se registró una mejora en los suelos, luego de que los efluentes sean utilizados como agua de riego.
ROMERO et al., (2009)	Distrito Federal - México	Humedales superficiales	Mejora la calidad ambiental, salud y calidad de vida, son característicos de bajos costos en la instalación y operación comparados con otros sistemas.	DQO	Los humedales artificiales son considerados ecosistemas para el tratamiento de aguas residuales de manera segura, estética, económica y eficientemente.

(ARIAS et al, 2003, p. 17 - 24).	Colombia - Bogotá.	Humedales construidos basados en macrofitas flotantes macrofitas sumergidas y humedales construidos con macrofitas emergentes.	Eficientes, autónomas, económicamente viable, bajos costos de inversión en operación y mantenimiento crean y restauran nichos ecológicos, generan mejoramientos paisajísticos, contribuyen en la generación del amortiguamiento, son fuentes de agua para la reutilización.	DBO5, DBO, DQO Y SS.	Son alternativas verdes para la reducción de la contaminación ambiental.
MORATO et al., 2006	Colombia - Antioquía	Humedales construidos	Alternativa viable de tratamiento para la mejora de la calidad de los recursos de agua, la salud pública y medio ambiente.	DBO y SS	La construcción de humedales fue hecha para tratar aguas domésticas y urbanas, pero también hay experiencia en el tratamiento de aguas industriales y lixiviados.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla detallada corresponde al desarrollo del objetivo general, en la cual se precisa las tecnologías más utilizadas en los últimos años, entre las cuales se destaca que un 90% hace referencia a los humedales artificiales y un 10 % al uso de biodigestores anaerobios, esto debido a que los humedales son aplicados a pequeña y gran escala para un tratamiento de efluentes, sin embargo, los biodigestores anaerobios son aplicados en una menor escala.

La efectividad, caracteriza su capacidad de adsorber determinadas sustancias contaminantes (Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Plomo (Pb), fosfatos y especies nitrogenadas) permitiendo una mayor oxigenación del agua y a la vez adaptándola para un posterior aprovechamiento.

En la **(Tabla N° 2)** se puede observar diferentes artículos relacionados a la identificación de tecnologías verdes para el tratamiento de aguas residuales previo a su aprovechamiento en las actividades que se realizan en zonas rurales como también en zonas urbanas.

Arteaga et al., (2019), Sánchez et al., (2017) y Romero et al., (2009) en sus investigaciones relacionadas a la identificación de tecnologías verdes para el aprovechamiento de aguas residuales coincidieron en un tratamiento en específico el cual es el de Humedales superficiales; cada uno es su investigación encontró ventajas diferenciales en este proceso o tecnología a aplicar. Arteaga et al., (2019) mencionaba entre ellas las ventajas técnicas, económicas, sociales y estéticas del tratamiento, Sánchez et al., (2017) hablaba de la gran variedad de tratamientos que esta tecnología brindaba ya sea para aguas con carga orgánica media o alta, mientras que Romero et al., (2009) en sus ventajas indica que esta tecnología mejora la calidad ambiental, de salud y de vida debido a sus bajos costos de implementación. Asimismo, Arteaga et al., (2019) en su estudio analizó diversos parámetros para poder llegar a esas ventajas entre ellas DBO5, DQO y ST, de la misma manera Romero et al., (2009) analizó el DQO, sin embargo, Sánchez et al., (2017) no baso su estudio en ningún parámetro. Los tres autores ya mencionados en sus conclusiones refieren, a la efectividad de remoción de material contaminante, que son confiables tecnologías de aplicar e impulsar y son considerados ecosistemas aptos para el tratamiento de aguas residuales.

Arias et al., (2003) y Morato et al., (2006) en sus estudios realizados mencionan la construcción de humedales artificiales como tratamiento adecuado para la reutilización de aguas residuales, ya que son eficientes, autónomos, de bajos costos de inversión y operación, y mejora la calidad de los recursos hídricos, salud pública y medio ambiente. A su vez ambos autores, entre sus parámetros estudiados coinciden en el estudio del DBO y SS, los cuales los llevaron a concluir que estas construcciones son alternativas verdes para la minimización de la contaminación ambiental ya que no solo tratarían agua domésticas y urbanas sino también aguas residuales industriales.

Los estudios realizados por Arteaga et al., (2019) y Jaramillo et al., (2016) tienen bastantes similitudes, tanto en las ventajas que proporcionan el tipo de tecnología verde para el tratamiento de aguas residuales coincidiendo en la aplicación de Humedales de flujo libre o superficial, como en los parámetros utilizados para

sustentar sus investigaciones. Entre las ventajas que mencionan los dos autores están, las económicas, sociales y estéticas, así como su fácil mantenimiento y operación ya que no requerirían de una persona especializada para el manejo de esta. Arteaga et al., (2019) y Jaramillo et al., (2016) en sus conclusiones mencionan que este tipo de tratamiento permite la remoción de varios contaminantes, sin embargo, la investigación de Arteaga et al., (2019) revela que esta tiene una mayor eficiencia de remoción en DQO llegando a un 87% comparado con la de Jaramillo et al., (2016) con un 56.9 %.

Tabla 3: Tecnología más utilizada para el aprovechamiento de las aguas residuales de los frigoríficos.

Autor	País - ciudad	Tecnologías más utilizadas para el aprovechamiento de las aguas residuales de los frigoríficos.	Por el aporte que brindan	Por escenario en los que se desarrolla	Por la metodología aplicada	Por los hallazgos positivos
(MONTERO, et al., 2012, p. 49)	Cuba - La Habana	Riego de áreas verdes y alimento animal (sorgo, maíz y soja)	Tienen un comportamiento significativo sobre el rendimiento del alimento para animal y eso se debe a los nutrientes (P y K) que contiene las aguas residuales.	En una granja urbana municipal.	Sistema de riego mediante aspersión semiestacionario con aspersores modelo 5022 y a una presión de 25 m.c.a (metro por columna de agua)	Al aplicar el sistema de riego por aspersión se obtuvo un incremento significativo del rendimiento de agricultura (alimento para animal).
(GIL et al., 2017, p.119),	Argentina - Córdoba	Riego de áreas verdes y cultivos agrícolas.	Son una alternativa utilizados a menor escala para una adecuada Gestión de efluentes. Por los nutrientes como el K y el P que aportan a las plantas mediante una acción física, química, bioquímica y biológica.	Se llevó a cabo en dos frigoríficos de Córdoba y en las instalaciones de un campus universitario.	Sistema de riego. Se desarrollaron 3 casos diferentes de reaprovechamiento; regadío en 3 zonas diferentes con los siguientes sembríos: flores y plantaciones forestales	La utilización de las denominadas tecnologías verdes presentó una promisorio gestión de los efluentes con la finalidad de cuidar la calidad ambiental disminuyendo la emisión de gases de efecto invernadero, contribuyendo al desarrollo sostenible y mostrando que dichas tecnologías son viables económicamente para el desarrollo de una determinada comunidad.
(SASTRIQUES et al, p. 25-27, 2007).	Cuba - La Habana	Riego de cultivos: Hortalizas y verduras.	La investigación no registra criterio analizado	Se desarrolló en diferentes parcelas.	Se empleó las aguas insalubres mediante un sistema de riego que excluyó la posibilidad del contacto de las partes comestibles de las plantas con el agua contaminada.	El riego de prácticamente cualquier tipo de agua, a pesar de las malas características que esta pudiera tener, siempre que se tomaron en cuenta esas características en la planificación de las normas de riego, el diseño de sistemas de riego, drenaje, tratamiento del agua y forma de siembra.
(SILVA et al, 2008, p. 347 – 359).	Colombia - Bogotá	Riego de cultivos, irrigación de parques públicos.	Aporta beneficios asociados al mejoramiento de la fertilidad de los suelos aportando el Nitrógeno a las plantas permitiendo que éstos sean frondosos, mejoramiento en la calidad de los suelos aportando macronutrientes N - P y oligoelementos Na y K.	Espacios públicos y en áreas agrícolas.	Sistema de riego.	Gestión adecuada del recurso hídrico, eliminación de la necesidad de uso de fertilizantes químicos, mejoramiento de la fertilidad de los suelos a base de la carga orgánica.

LORENZO et al., (2008)	Cuba – La Habana	Riego de cultivos agrícolas	Reduce la carga contaminante presente en los efluentes, incrementa su potencial aprovechable de los efluentes, mejora las áreas agrícolas aportando nutrientes y materiales orgánicos.	Árboles maderables, espacios públicos y agrícolas.	Sistemas de riego	Son una alternativa importante para el riego agrícola mientras cumplan con la calidad que se requiere asociadas al desarrollo sostenible.
------------------------	------------------	-----------------------------	--	--	-------------------	---

Fuente: Elaboración propia.

Corresponde al primer objetivo específico de la investigación, pues luego de haberse determinado los tipos de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales se determinó cuáles son las tecnologías más utilizadas para un aprovechamiento de efluentes, siendo las más utilizadas en casos aplicativos, riego de espacios públicos, plantaciones forestales y riego de cultivos agrícolas, en las cuales se hace referencia al cumplimiento de normas sanitarias necesarias para su utilización; las aguas residuales que pasaron un pre tratamiento y un tratamiento suelen ser utilizadas mediante sistemas de riego brindando aportes benéficos al suelo y a las plantas, permitiendo una mejora tanto en desarrollo como en producción.

En la (**Tabla N° 3**) Tenemos a Montero et al., (2012), Sastriques et al., (2007) y Lorenzo et al., (2008) investigadores del mismo país, que basaron sus estudios en referencia a las tecnologías de aprovechamiento de aguas residuales cada uno analizando la tecnología más factible entre ellas el primero menciona el riego de áreas verdes y alimento animal, el segundo el riego de cultivos entre los cuales menciona a las hortalizas y verduras y por último Lorenzo et al., (2008) indica el riego de cultivos agrícolas. Cada uno basándose en los aportes que brindan, Montero et al., (2012) resalto el comportamiento significativo sobre el alimento animal, debido al contenido de fosforo y potasio en su composición, mientras que Lorenzo et al., (2008) indica que reduce la carga contaminante en los efluentes y mejora el rendimiento de las áreas agrícolas por la carga de nutrientes y materiales orgánicos presentes. Así mismo, los tres autores coinciden en la aplicación de sus estudios en áreas agrícolas y espacios públicos, empleando el sistema de riego como medio de dispersión de estas aguas. Los autores ya mencionados coinciden en que el riego de cultivos ya sea agrícola, de áreas verdes o parques públicos son una excelente alternativa de reúso de estas aguas previamente tratadas.

Gil et al., (2017) realiza su estudio en base al riego de áreas verdes y cultivos agrícolas ya que son una alternativa de uso, por los nutrientes que aportan como el potasio y el fosforo, y puede ser aplicados a menor escala según él, esto para una adecuada gestión de los efluentes, pero a su vez Silva et al., (2008) quien centro sus estudios en riegos de cultivo e irrigación de parques públicos menciona que este tipo de aguas aporta beneficios asociados a la mejora de la fertilidad de los suelos coincidiendo con Silva et al., (2008) en el tipo de nutrientes. Mientras el primer autor aplicó sus estudios solo en un campo universitario el segundo lo realizo en áreas públicas y espacios agrícolas cada uno siguiendo su línea de investigación mencionada. En ambos casos los autores decidieron que la forma óptima de aplicación de este tipo de aguas ya sea en cultivos agrícolas, áreas verdes o espacios universitarios era el sistema de riego. Concluyendo Gil et al., (2017) y Silva et al., (2008) que la utilización de las denominadas tecnologías verdes proporciona una adecuada gestión del recurso hídrico y de los efluentes, con la finalidad de cuidar la calidad ambiental y la eliminación del uso de fertilizantes químicos.

Tabla 4: Características de las aguas tratadas para su aprovechamiento en riego.

Autor	País - ciudad	Características de agua para riego	Por el pH	Por la Demanda Bioquímica - DBO y Demanda Química de Oxígeno DQO	Por los ST y SST
(SARABIA et al, p. 103-113, 2011)	México - Distrito Federal	Características fisicoquímicas	pH 6. 54 mínimo y máximo 7.74	Sus valores del DBO5 deben oscilar <10 mg- L y <30 mg-L en cultivos agrícolas que no se consumen,	Parámetros no tomados en cuenta en la investigación.
(JARAMILLO, et al., 2016, p. 22).	Colombia - Medellín.	Características fisicoquímicas	pH 7	DBO5 209 mg/L y el DQO a 2093 mg/L	Valor de SST igual a 1324 mg/L y ST tuvo un valor de 1374 mg/L
(MONTERO, et al., 2012, p. 49).	Cuba - La Habana	Características fisicoquímicas	pH 7,96 y 8,11	Los valores del DQO se encontraron entre 13 y 28 mg x L, y los valores de DBO5 se encontró entre el valor de 37 mg/L.	El valor de ST fue de 3158 mg/L para descarga a cuerpos receptores.
(DONATO et al., 2015, p. 142 -145).	México - Sinaloa	Características fisicoquímicas	El valor del pH se encontró entre el valor de 7.76 y 7.83.	El valor del DQO5 igual a 64 mg/L	ST su concentración fue débil 350 mg/L.
(MENENDEZ et al, 2018, p.2)	Cuba - La Habana	Características fisicoquímicas	pH 7.74	DQO es igual a 75 mg/L	No registra parámetros analizados.
(MARIN, et al, 2017, pp. 92).	México - Veracruz	Características fisicoquímicas	pH 2.3 y 8.9	Los valores de DQO fueron de 67 mg/L	Valores obtenidos de ST fue de 3085 mg/L.
PÉREZ et al. (2016)	Cuba - Villa Clara	Características fisicoquímicas	pH7.07 y 7.2	Los valores DBO se encontraron entre 2100 y 2000 mg/L.	No registra parámetros analizados.
MIRANDA et al. (2016)	Colombia - Bogotá	Características fisicoquímicas	El valor de pH 6 y 7.	Los Valores de DBO5 se trabajó en 100 mg/L y el DQO se trabajó con un valor de 160 mg/L.	Su valor de ST valor fue de 200 mg/L y SST tuvo un valor de 100 mg/L.
(LECCA et al, 2014, p. 71 – 80)	Lima - Perú	Características fisicoquímicas	El valor osciló entre 7.74 como promedio y 6.54 como mínimo.	DQO igual a 180 mg/L	El valor de SST fue de 240 mg/L y el valor de ST fue de 9452 mg/L.
CARMENATY et al., 2009, p. 22-28	Cuba - Santiago	Características fisicoquímicas	El valor de pH fue de 6.1 a 8.1.	Valor de DQO osciló entre 132 y 125 mg/L.	El valor analizado de ST fue de 3016 y SST 3158 mg/L
ARBOLEDA et al., 2015	Colombia - Bogotá	Características fisicoquímicas	Valor de pH = 8.4	Parámetro no analizado en la investigación.	Parámetros no analizados en la investigación.
LORENZO et al., 2008	Cuba - La habana	Características fisicoquímicas	El valor de pH osciló en los 6 mínimo y 9 como máximo	DBO se encontró debajo de los 30 mg/L.	Solidos Totales Suspendidos en niveles menores de 30 mg/L

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se presenta una de las consideraciones estrictamente necesarias para un aprovechamiento de aguas residuales, pues en la Tabla N° 3, se encuentra plasmado los tipos de cultivos en las que hubo resultados positivos al ser irrigados por aguas residuales previamente tratadas, se trata de las características fisicoquímicas de las aguas aptas para un posterior reaprovechamiento a fin de evitar efectos secundarios en las plantas como también en los suelos.

Continuando con el sistema de recolección y análisis de resultados en la **(Tabla N° 4)** se presenta las características de las aguas tratadas para su aprovechamiento en riego de cultivos.

Se tiene a los siguientes investigadores Saravia et al., (2011), Donato et al., (2015) y Marin., (2017) quienes publicaron sus investigaciones en el país de México, relacionando las características fisicoquímicas de las aguas tratadas para su aprovechamiento en riego de cultivos, tomando parámetros como por ejemplo pH, DBO y DQO, y Sólidos totales. Para el primer parámetro mencionado los valores medios en los cuales coinciden los tres autores es de 6.54 y 7.83, teniendo para alguno de ellos límites que sobrepasan estos valores medios. Continuando con el DQO y DBO, Saravia et al., (2011) menciona que su valor máximo no debe de sobrepasar los <30 mg/L, mientras que Donato et al., (2015) indica que el valor del parámetro encontrado es de 64 mg/L, Valores diferentes si tomamos en cuenta que los resultados son de un mismo país de origen. Por otro lado, Marin et al., (2017) analizo el DQO de estas estas aguas y el resultado que obtuvo fue de 67 mg/L. con respecto al último parámetro Saravia et al., (2011) no lo analizo, por el contrario, Donato et al., (2015) y Marin et al., (2017) si lo hicieron y sus resultados son muy distantes ya que el primero encontró una concentración muy débil, Marin et al., (2017) si hallo grandes concentraciones de este. Para ello se debe de tener en cuenta que los valores admisibles por cada país pueden variar, se necesitaría una revisión de esta para corroborar que estos valores encontrados de los parámetros se encuentran dentro del rango permitido.

Para Jaramillo et al., (2016), Miranda et al., (2016) y Arboleda et al., (2015) quienes siguieron la misma línea de investigación que los tres autores anteriores, pero en el país de Colombia, encontraron valores similares con respecto al pH tomando como valor medio 7.5, valor que se encuentra en el promedio dado por los autores mexicanos. Con respecto al DBO5 solo lo analizaron Jaramillo et al., (2016) y Miranda et al., (2016) quienes encontraron valores mayores en el rango de 100 mg/L y 209 mg/L, sobrepasando los encontrados en México. Arboleda et al., (2015) por su parte no tomo en cuenta en sus estudios este parámetro ni el de Sólidos Totales. En referencia al parámetro de Sólidos Totales, los resultados arrojan que

Jaramillo et al., (2016) encontró una alta carga de estos en el estudio que realizó. Al igual que en el caso anterior de los autores mexicanos, los valores permisibles dependerán de sus leyes aplicadas.

En Perú, tenemos a Lecca et al., (2014), quien, teniendo la línea ya mencionada, halló valores de pH que oscilaron entre 6.54 y 7.74, el DQO en 180 mg/L y el valor de SST fue de 240 mg/L y el valor de ST fue de 9452 mg/L entendiéndose por este último resultado que la carga de sólidos totales es muy alta.

Tabla 5: Cultivos apropiados para el aprovechamiento de las aguas residuales de los frigoríficos.

Autor	País - ciudad	Agrícolas y forestales	Tipos de cultivos	Por el análisis costo beneficio	Por los impactos positivos en el desarrollo de los cultivos
NAVARRO et al. (2019)	México - Ciudad de México	Agrícolas y forestales	Plantaciones de alimento animal y plantaciones forestales.	La relación de costo beneficio y los tratamientos mediante humedales superficiales tienen bajos costos de operación y mantenimiento, por lo que se adapta para pequeñas y grandes localidades.	Por el aporte de fertilizantes a las plantas, aporte de beneficios ecosistémicos al haber una Gestión de aguas residuales.
CASTRO et al. (2019)	Colombia - Medellín	Agrícolas y forestales	Cultivos agrícolas mientras las aguas cumplan estándares para riego.	Por el ahorro en fertilizantes para las plantas de cultivo agrícola de pastizales para vacunos.	No registra información dentro de la investigación analizada.
CHAUX et al. (2009)	Brasil - Río de Janeiro	Agrícolas y forestales	Plantaciones forestales, alimento para animal vacuno, plantaciones de maíz y flores.	Se utilizó para ver la viabilidad de los tratamientos de depuración de aguas residuales mediante filtros verdes.	Mayor desarrollo en las plantaciones que fueron regadas con agua residual a comparación de las que fueron regadas con agua potable.
(ALFRANCA, et al, 2016, p. 61-63).	España - Barcelona	Agrícolas y forestales	No registra cultivos específicos, pero sí se refiere de manera general a plantaciones forestales.	La reutilización de efluentes industriales constituye un instrumento fundamental referente a su uso, por lo que se considera una de las estrategias para ahorro de cuerpos de agua de primer uso.	La utilización de aguas residuales en la agricultura en los últimos años ha recibido una atención creciente debido a que éstas contienen sustancias que regeneran tanto el suelo así también como en las plantas aportando nutrientes como el N, K y P.
(SALAS et al, 2008, p. 29 -31)	México - Veracruz	Agrícolas y forestales	Cultivo de flores	El uso de plantas, agua, grava y microorganismos en un sistema de tratamiento para descontaminación de aguas resulta ser relativamente económico y rentable.	Pétalos de las flores con mayor coloración debido a la reacción que tuvieron con los nutrientes del agua residual.
(ROJAS et al, 2017, p. 22).	Colombia - Huila	Agrícolas y forestales	Cultivo de soja	Al contener macronutrientes para los cultivos de soja no fue necesario aplicar nitratos o fosfatos, mismos que al comprarlos demandaría costos elevados.	Mejoran los niveles de materia orgánica en el suelo lo que hace desarrollar a las plantas con mayor eficiencia.
(MENDEZ et al 2006, p. 17-21)	Cuba - La Habana	Agrícolas y forestales	Flor de Marigold	Se considera una de las técnicas consolidadas que aportan beneficios a los cultivos, teniendo en cuenta que las aguas residuales tengan baja carga contaminante.	Los valores de Nitrógeno y Fósforo incrementaron en los suelos donde se irrigó con agua tratada aumentando también el contenido de materia orgánica.

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se determinó los tipos de cultivos, el análisis costo beneficio y los impactos positivos durante el desarrollo de los sembríos, teniendo como punto principal y resaltante a las normativas sanitarias vigentes para evitar enfermedades en los humanos, pues la gran mayoría de los autores citados mencionan en sus investigaciones que las aguas residuales han tomado un elevado interés en los últimos años.

Para tal fin, NAVARRO et al., (2019) indicó que una de las ventajas del aprovechamiento de aguas residuales es el impacto positivo que tienen sobre las plantas o en el suelo por el aporte que los efluentes residuales pueden generar, así mismo menciona que en relación a costo beneficio, es una tecnología baja en inversión pero su producción supera lo invertido, teniendo en cuenta que los cultivos que se adaptan mejor para el reúso de las aguas residuales son las plantaciones agrícolas y forestales, de la misma manera los autores ROJAS et al., (2017), CHAUX et al., (2009), MENDEZ et al., (2006), SALAS et al., (2008) y ALFRANCA et al., (2016) sostienen que para el reaprovechamiento de aguas residuales los cultivos apropiados vienen a ser de categoría agrícola y forestal mediante sistemas de riego de plantaciones forestales, cultivo de alimento animal, plantaciones de maíz y regadío de flores.

CASTRO et al., (2019) manifestó que un tipo de cultivo para el aprovechamiento de aguas residuales pueden ser agrícolas de consumo indirecto para las personas siempre y cuando las aguas residuales cumplan ciertos parámetros de calidad a fin de cuidar la inocuidad alimentaria y la salud de las personas, por lo que en su estudio recomienda que de usarse se debe tener en cuenta parámetros de calidad y Límites Máximos Permisibles en concentración de contaminantes a fin de evitar riegos alimentarios, las normas son independientes al país en el que se desarrolla las investigaciones.

V. CONCLUSIONES

- En la investigación analizada se evidencia el desarrollo de tratamientos de aguas de efluentes industriales, mediante humedales artificiales de flujo libre o superficial; la reducción de procesos y el bajo costo hace considerarlo un tratamiento eco amigable y sostenible; estos disminuyen considerablemente los parámetros fisicoquímicos y organolépticos durante el tratamiento.

El uso de biodigestores anaerobios permite también el tratamiento de aguas residuales, y podría colocarse esta unidad de tratamiento antes de ser tratados por los humedales para tener mejores resultados en cuanto a la disminución del DBO, DQO, SST.

- En tal sentido se generó un mayor análisis, el cual conllevó a determinar qué tipo de aguas son las que están aptas para ser reaprovechadas posteriormente, de los autores citados en la tabla N° 4 concuerdan que la tecnología más adecuada es la utilización del agua residual tratada para el riego de áreas verdes, campos de golf, riego de áreas públicas, riego agrícola por su aporte nutricional al suelo y de la misma manera a las plantas para lograr un mayor y mejor desarrollo, por lo que los autores estudiaron y analizaron cuales son las características para su reutilización teniendo en cuenta el tipo de actividad en la que se emplee, teniendo en consideración parámetros fisicoquímicos de calidad de aguas como el pH, La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), la Demanda Química de Oxígeno (DQO), Solidos Totales (ST) y Sólidos Totales Suspendidos (SST), mismos que tienen valores máximos permisibles establecidos en las normativas vigentes que debe cumplir de acuerdo al país en el que se aplique este tipo de tecnologías verdes.
- El agua residual procedente de frigoríficos cuando su tratamiento es controlado, la cantidad de nutrientes servirán para fortalecer a fertilizar las áreas de cultivos son potencialmente generosas. Los países como México, Colombia, Brasil y Cuba, son los que más investigaciones

aplicativas tienen sobre aprovechamiento de aguas en regadíos de plantaciones de alimento animal, plantaciones forestales, cultivos agrícolas de consumo indirecto del ser humano y cultivo de flores, pues la reducción de los costos en abonos o nutrientes para los cultivos será mínimo, ya que las aguas residuales aportan fertilizantes como el Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) a las plantas además de ejecutarse una adecuada Gestión de recursos y evitar la contaminación ambiental.

VI. RECOMENDACIONES

- Terminado de analizar y determinar cuáles son las tecnologías verdes más utilizadas para el tratamiento de aguas residuales previo a su aprovechamiento, se recomienda realizar estudios aplicativos sobre el porcentaje de remoción de metales pesados entre los humedales construidos y los biodigestores.
- Aunque se determinó cuáles son los parámetros de calidad del agua residual para un posterior aprovechamiento, se recomienda que en futuras investigaciones se evalúe el riego de cultivos de consumo directo mediante un sistema de riego por goteo y determinar el nivel de riesgo que podría existir.
- Se recomienda determinar cuáles son los efectos secundarios negativos que tiene la reutilización de aguas residuales en los suelos que tienen los suficientes nutrientes.

REFERENCIAS

- GIL, Horacio Alfredo, et al. Tecnologías verdes para el aprovechamiento de aguas residuales urbanas: análisis económico. *Revista Ambiente & Agua*, vol. 8, (3), p. 118-128, mayo 2017.
 - ISSN: 1980_993X.
- MATANGUE, Mario Tauzene Afonso; FERREIRA, Larissa Candian; ORTIZ, Iván Andrés Sánchez. Evaluación cuantitativa de riesgo microbiano para consumidores de culturas irrigadas con aguas residuales de la PTAR de Ilha Solteira (SP). *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 36, (2), p. 359-377, enero 2018.
 - ISSN: 0122-3461.
- ARTEAGA-CORTEZ, Viviana M., et al. Estado del arte: una revisión actual a los mecanismos que realizan los humedales artificiales para la remoción de nitrógeno y fósforo. *Tecnología y ciencias del agua*, vol. 10, (5), p. 319-343, Julio 2019.
 - ISSN: 2007-2422.
- SALAS, G., y Condorhuaman, C. Tratamiento de las aguas residuales de un centro de beneficio de ganado. *Per. Química*, Vol.11, (1), p. 29-35, 2008.
- MUÑOZ, Sistema de tratamiento de aguas residuales de matadero para una población menor 2000 habitantes. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, Vol. 3, (1), p. 87-98, diciembre 2005.
- MEJÍAS-BRIZUELA, Nildia; OROZCO-GUILLÉN, Eber; GALÁAN-HERNÁNDEZ, Néstor. Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, vol. 2, (6), p. 27-41, mayo 2016.
- CORTEZ, et al., Estado del arte: Revisión actual a los mecanismos que se realizan los humedales artificiales para la remoción de nitrógeno y fosforo. *Tecnología y Ciencias del Agua*, Vol. 10 (5), p. 319 – 342, octubre 2019.
 - ISSN: 2007-2422
- PNUMA. (02 de Octubre de 2018). United Nations Environment Programme. Obtenido de United Nations Environment Programme: <https://www.unenvironment.org/es/sobreonu-medio-ambiente>.
- CHAUX, Guillermo; ROJAS, Gloria; BOLAÑOS, Lina. Producción más limpia y viabilidad de tratamiento biológico para efluentes de mataderos en pequeñas localidades caso: municipio de el tambo (Colombia). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 7, (1), p. 102-114, marzo 2009.

- MONTERO, Lorenzo, et al. Riego con aguas residuales en la producción sostenible de granos para alimento animal. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 21, (2), p. 48-52, octubre 2012.
 - ISSN: 1010-2760.
- MENÉNDEZ GUTIÉRREZ, Carlos; DUEÑAS MORENO, Jaime. Los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales desde una visión no convencional. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, vol. 39, (3), p. 97-107, julio 2018.
 - ISSN: 1680-0338
- SÁNCHEZ PROAÑO, Renato Gabriel; GARCÍA GUALOTO, Katty J. Tratamiento de aguas residuales de cargas industriales con oxidación avanzada en sistemas convencionales. LA GRANJA. *Revista de Ciencias de la Vida*, vol. 27, (1), p. 103-111, octubre 2018.
 - ISSN: 1390-3799
- NAVARRO-FRÓMETA, Amado Enrique; DURÁN-DOMÍNGUEZ, María del Carmen. El tratamiento descentralizado del agua residual de pequeñas localidades rurales y suburbanas: los humedales construidos, una tecnología a considerar. *Revista Cubana de Química*, vol. 31. (1), p. 87-104, enero 2019.
 - ISSN: 0258-5995
- RODRÍGUEZ MIRANDA, Juan Pablo, García Ubaque, César Augusto, Zafra Mejía, Carlos Alfonso EL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA APLICADO A LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. *Ciencia y Sociedad*, 41 (3), p. 617-636, mayo 2016.
 - ISSN: 0378-7680.
- PÉREZ MARTÍN, Floramis, Tayruma de los ángeles Armenteros Ordoñez y Juan Pablo Hernandez Touset. Sistema de tratamiento para las aguas residuales en la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Villa Clara. *Centro azúcar*, vol. 43, (2), pp. 68-75, febrero 2016.
 - ISSN: 2223-4861
- DONATO, JA Pérez, et al. Valoración fisicoquímica y fitotóxica de las aguas residuales depuradas/regeneradas destinadas al riego agrícola. *Revista de Toxicología*, vol. 32, (2), p. 140-143, marzo, 2015.
 - ISSN: 0212-7113
- CASTRO OLARTE, Jerson, et al. Remoción de materia orgánica en reactor anaerobio de manto de lodos de flujo ascendente en el tratamiento de aguas residuales del camal de Huancavelica. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol. 85, (3), p. 362-375, septiembre 2019.

- ISSN 1810-634X
- SÁNCHEZ, Anda, et al. Saneamiento descentralizado y reutilización sustentable de las aguas residuales municipales en México. *Sociedad y ambiente*, (14), p. 119-143, octubre 2017.
 - ISSN: 2007-657
- JARAMILLO GALLEGO, Mónica Lucía; AGUDELO CADAVID, Ruth Marina; PEÑUELA MESA, Gustavo Antonio. Optimización del tratamiento de aguas residuales de cultivos de flores usando humedales construidos de flujo subsuperficial horizontal. *Revista: Facultad Nacional de Salud Pública*. Vol. 3, (1), p (20-29), enero- abril 2016.
 - ISSN: 0120-386X
- MIRANDA, Juan Pablo Rodríguez; UBAQUE, César Augusto García; MEJÍA, Carlos Alfonso Zafra. El análisis del ciclo de vida aplicado a las plantas de tratamiento de aguas residuales. *Ciencia y Sociedad*, vol. 41, no 3, p. 617-636, 2016.
 - ISSN: 0378-7680
- MENDOZA Yoma I.; I PÉREZ, Jhonny; GALINDO, Andrés A. Evaluación del aporte de las plantas acuáticas Pistia stratiotes y Eichhornia crassipes en el tratamiento de aguas residuales municipales. *Información tecnológica*, vol. 29, (2), p. 205-214, abril 2018.
- CAAMAÑO, Aureli. Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: una clasificación útil de los trabajos prácticos. *Alambique*, vol. 39, (8), p. 19, 2 de noviembre 2004.
- BLANCO, Mercedes. Investigación narrativa: una forma de generación de conocimientos. *Argumentos* (México, DF), vol. 24, (67), p. 135-156, Setiembre 2011.
- CARDONA, Ana María Arias; SALGADO, Sara Victoria Alvarado. Investigación narrativa: apuesta metodológica para la construcción social de conocimientos científicos. *Revista CES Psicología*, vol. 8, (2), p. 171-181,2 Julio del 2015.
- CASTILLO, Edelmira; VÁSQUEZ, Martha Lucia. El rigor metodológico en la investigación cualitativa. *Colombia médica*, vol. 34, (3), p. 164-167, mayo 2003.
 - ISSN: 0120-8322.

- JIMÉNEZ, María Soledad Erazo. *Rigor científico en las prácticas de investigación cualitativa. Ciencia, docencia y tecnología*, vol. 22, (42), p. 107-136, mayo 2011.
 - ISSN: 0327-5566
- BURNS, Nancy; GROVE, Susan K.; GRAY, Jennifer. *Investigación en enfermería: desarrollo de la práctica enfermera basada en la evidencia*. España: Elsevier, 2012.
- PLA, Margarida. El rigor en la investigación cualitativa. *Aten Primaria*, vol. 24, (5), p. 295-300. 30 de septiembre de 1999.
- ÁVILA, Manuel González. *Aspectos éticos de la investigación cualitativa. Revista Iberoamericana de educación*, (29), p. 85-104, agosto 2002.
- GRYNA, Frank M., et al. *Método Juran: análisis y planeación de la calidad*. New York: McGraw-hill, 2007
- ROMERO, Teresita de Jesús, et al., *Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. Ingeniería hidráulica y ambiental*, vol. 38, (3), p. 88-100, septiembre 2017.
- ARIAS, Carlos A.; BRIX, Hans. Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. *Ciencia e ingeniería neogranadina*, (13), p. 17-24, julio 2003.
- SASTRIQUES, Fernando Ortega; GALLEGO, Rosa Orellana. El riego con aguas de mala calidad en la agricultura urbana. Aspectos a considerar. II. Aguas residuales urbanas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 16, no (3), p. 25-27, julio 2007.
 - ISSN: 1010-2760.
- SILVA, Jorge; TORRES, Patricia; MADERA, Carlos. Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, vol. 26, (2), p. 347-359, julio 2008.
 - ISSN: 0120-9965.
- SARABIA MELÉNDEZ, Irma Francisca, et al. Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del Valle de San Luis Potosí, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 27, (2), p. 103-113, marzo 2011.
 - ISSN: 0188-4999.

- LECCA, Eduardo Raffo; LIZAMA, Edgar Ruiz. Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial data*, vol. 17, (1), p. 71-80, junio 2014.
 - ISSN: 1560-9146.
- CARMENATY, Dannis Adrian Cascaret, et al. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA GALVÁNICA, EMPRESA CONFORMADORA. *Revista Cubana de Química*, vol. 21, (2), p. 22-28, setiembre 2009. ISSN: 0258-5995.
- ROJAS DÍAZ, María Ysabel. Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) en humedales artificiales en la comunidad de Santa Rosa bajo, distrito Chota, 2017. 2018.
- MÉNDEZ, Marcial A., et al. Uso de las aguas residuales para el riego de cultivos agrícolas, en la agricultura urbana. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 15, (3), p. 17-21, julio 2006.
 - ISSN: 1010-2760
- ARBOLEDA, Francisco Javier Moreno et al., Evaluación de materiales filtrantes para el reúso en agricultura de aguas residuales tratadas provenientes de zonas áridas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 26, (1), p. 5-19, diciembre del 2015.
- ROMERO-AGUILAR, Mariana, et al. Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: evaluación de la remoción de la carga orgánica. *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 25, (3), p. 157-167, enero 2009.
- LORENZO, Eliet Veliz, et al. Reúso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica. Revista CENIC. *Ciencias Biológicas*, vol. 40, (1), p. 35-44, julio del 2008. ISSN: 0253-5688.
- MORATÓ FARRERAS, Jordi, et al. Tecnologías sostenibles para la potabilización y el tratamiento de aguas residuales. revista lasallista de investigación, vol. 3, (1), p. 19-29, enero, 2006. ISSN: 1794-4449
- CAICEDO, C., et al. Legionella occurrence in municipal and industrial wastewater treatment plants and risks of reclaimed wastewater reuse. *Water research*, , vol. 149, p. 21-34, november 2016.

- VASANTHA, T.; JYOTHI, N. V. V. Green Technologies for Wastewater Treatment. En Green Methods for Wastewater Treatment. Springer, Cham, 2020. p. 217-253, april 2020.
- SCHRÖDER, Peter, et al. Using phytoremediation technologies to upgrade waste water treatment in Europe. Environmental Science and Pollution Research-International, vol. 14, (7), p. 490-497, october (2007)
- VYMAZAL, Jan. Constructed wetlands for wastewater treatment. Water, , vol. 2, (3), p. 530-549 januari 2010.
- METCALF, Leonard; EDDY, Harrison P.; TCHOBANOGLOUS, Georg. Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse. New York: McGraw-Hill, 1979. Edition:2004.
- STREICHAN, Marlies; GOLECKI, Jochen R.; SCHÖN, Georg. Polyphosphate-accumulating bacteria from sewage plants with different proceses for biological phosphorus removal. FEMS Microbiology Ecology, , vol. 6, (), p. 113-124. June 1990.
- HARUVY, Nava. Agricultural reuse of wastewater: nation-wide cost-benefit analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment, vol. 66, (2), p. 113-119, june 1997.
- BAHRI, A. Agricultural reuse of wastewater and global water management. Water Science and Technology, vol. 40, (4-5), p. 339-346, 1999
- SHAKIR, Eman; ZAHRAW, Zahraa; AL-OBAIDY, Abdul Hameed MJ. Environmental and health risks associated with reuse of wastewater for irrigation. Egyptian Journal of Petroleum, vol. 26, (1), p. 95-102, march 2017.
- VIGNESWARAN, S.; SUNDARAVADIVEL, M. Recycle and reuse of domestic wastewater. Wastewater recycle, reuse, and reclamation, vol. 1, 2004
- KRETSCHMER, Nicole; RIBBE, Lars; GAESE, Hartmut. Wastewater reuse for agriculture. Technology Resource Management & Development-Scientific Contributions for Sustainable Development, vol. 2, p. 37-64, june 2004.
- RUMA, Mohammed Murtala; SHEIKH, Abdullahi Usman. Reuse of wastewater in urban farming and urban planning implications in Katsina

metropolis, Nigeria. African Journal of Environmental Science and Technology, vol. 4, (1), april 2010. ISSN: 1996-0786

- MUGA, Helen E.; MIHELICIC, James R. Sustainability of wastewater treatment technologies. Journal of environmental management, vol. 88, (3), p. 437-447, august 2008.
- LÓPEZ-SERRANO, María J., et al. Sustainable Use of Wastewater in Agriculture: A Bibliometric Analysis of Worldwide Research. Sustainability, vol. 12, (21), p. 8948, october 2020.
- HUSSAIN, Ghulam; AL-SAATI, Adnan J. Wastewater quality and its reuse in agriculture in Saudi Arabia. Desalination, vol. 123, (2-3), p. 241-251, june 1999
- BECERRA-CASTRO, Cristina, et al. Wastewater reuse in irrigation: A microbiological perspective on implications in soil fertility and human and environmental health. Environment international, vol. 75, p. 117-135, february 2015
- JIMÉNEZ, Blanca. Treatment technology and standards for agricultural wastewater reuse: a case study in Mexico. Irrigation and Drainage: The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage, vol. 54, no S1, p. S23-S33, july 2005

ANEXOS

ANEXO 1:

Tabla N° 1: Instrumento de recolección de datos.

	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
---	---------------------------------------

TÍTULO:

TIPO DE INVESTIGACIÓN:	AUTOR(ES):
-------------------------------	-------------------

CÓDIGO ISSN :	
PALABRAS CLAVES :	
OBJETIVOS :	
ESCENARIO DE ESTUDIO :	
PARÁMETROS DE MEDICIÓN : (CARACTERIZACIÓN)	
MÉTODOS DE APLICACIÓN :	
RESULTADOS :	
CONCLUSIONES :	