



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

“Efecto contaminante sobre los cultivos de *Carica papaya* y *Zea mays* por el riego con aguas residuales de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia – Piura”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Requena Benites, Alessandra Guadalupe (ORCID: 0000-0001-8602-5054)

ASESORA:

Ms.C. Aliaga Martínez, María Paulina (ORCID: 0000-0003-2767-4825)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedicado el esfuerzo del desarrollo de mi tesis a Dios, a mis hijas y a mis padres por el gran apoyo que me dan para cumplir mis sueños.

AGRADECIMIENTO

A Dios por las nuevas oportunidades y a todas las personas que se involucraron para que se cumpla este reto y a la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente y agradecer el apoyo de nuestra asesora MsC. Maria Aliaga, para con nosotros.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de la investigación:	13
3.1.1 Tipo de investigación:	13
3.1.2 Diseño de la investigación:	13
3.2. Variables y operacionalización:	13
3.2.1. Variable Dependiente:	13
3.2.2. Variable Independiente:	13
3.3. Población, muestra y muestreo:	15
3.3.1. Población:	15
3.3.2. Muestra:	15
3.3.3. Muestreo:	15
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos:	15
3.4.1. Técnicas:	16
3.5. Validez	17
3.6. Confiabilidad	17
3.7. Procedimiento	17
3.7.1. Reconocimiento de los puntos de muestreo de agua residual y de la poza de almacenamiento del parque Kurt Beer.	17
3.7.2. Toma de Muestras de agua residual del parque Kurt Beer	19
3.7.3. Reconocimiento del canal de riego que abastece al vivero del parque Kurt Beer	22
3.7.4. Reconocimiento de frutas y hortalizas del parque Kurt Beer	23
3.7.5. Toma de muestras del agua residual que forma un canal y es usada para riego del vivero del parque Kurt Beer, código de muestra M4	25
3.7.6. Toma de Muestra de los cultivos de <i>Carica Papaya</i> y <i>Zea Mays</i>	25
3.7.7. Toma de Muestra del suelo Agrícola del Vivero del Parque Kurt Beer	27

4.1. Recopilación de Información:	29
4.1.1. Toma de muestras:	29
4.1.2. Análisis de la Información:	29
4.2. Aspectos éticos:	29
4.3. Reconocimiento a la propiedad intelectual:	29
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN	59
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	63
ANEXOS	71

Índice de tablas

Tabla 1- Operacionalización de variables.....	14
Tabla 2- Instrumentos de recolección de datos.....	16
Tabla 3– Materiales y Equipos de la investigación.....	16
Tabla 4- Resultados de validación de instrumentos.....	17
Tabla 5- Datos de los puntos de muestreo de la poza de almacenamiento del parque Kurt Beer.....	19
Tabla 6-Descripción de los puntos de muestreo de agua residual de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer.....	20
Tabla 7- Características principales del agua del canal de riego del parque Kurt Beer (M4).....	22
Tabla 8– Datos de agua residual para riego del vivero del parque Kurt Beer (físicoquímicos e inorgánicos) – código de muestra M4.....	23
Tabla 9- Datos de muestra de Carica Papaya.....	26
Tabla 10– Datos de muestra de Zea Mays.....	27
Tabla 11- Resultados físicoquímicos y microbiológicos del agua residual del punto de muestreo M1 (entrada).....	31
Tabla 12- Resultados físicoquímicos y microbiológicos del agua residual del punto de muestreo M2.....	36
Tabla 13 - Resultados físicoquímicos y microbiológicos del agua residual del punto de muestreo M3 (salida).....	40
Tabla 14 - Resultados físicoquímicos e inorgánicos del agua residual del punto M4	43
Tabla 15- Resultados microbiológicos y parasitológicos del punto M4.....	50
Tabla 16 -Resultados de concentración de metales pesados en muestras de M5 y M6.....	52
Tabla 17- Efectos de metales pesados en las plantas.....	56

Tabla 18- Resultados de metales pesados en el suelo agrícola del punto de muestreo M7	56
---	----

Índice de Figuras

Figura 1 – Vista satelital del parque Kurt Beer.....	15
Figura 2– Poza de almacenamiento del parque Kurt Beer	17
Figura 3 - Imagen satelital de los puntos de muestreo de la laguna de oxidación	18
Figura 4- Entrada de la poza de almacenamiento del parque Kurt Beer	21
Figura 5– Centro de la poza de almacenamiento	21
Figura 6-Salida de la poza de almacenamiento.....	21
Figura 7- Agua residual que forma un canal y es usada para riego del parque Kurt Beer – código de muestra (M4)	22
Figura 8 – Carica Papaya.....	24
Figura 9 – Zea Mays.....	24
Figura 10- Toma de muestra del agua del canal	25
Figura 11– Muestra de suelo a analizar.....	28
Figura 12 - Concentración de los parámetros fisicoquímicos del punto M1 (entrada).....	33
Figura 13-Concentración de Coliformes termotolerantes en el punto M1 (entrada)	34
Figura 14 - Concentración de los parámetros fisicoquímicos en el punto de muestreo M2 (centro).....	37
Figura 15 -Concentración de coliformes termotolerantes en el punto de muestreo M2 (centro).....	39
Figura 16 -Concentración de los parámetros fisicoquímicos en el punto de muestreo M3 (salida)	41
Figura 17 -Concentración de los parámetros microbiológicos en el punto de muestreo M3 (salida)	42

Figura 18 -Concentración de los parámetros fisicoquímicos en el punto M4 que superan los ECA para Agua, Categoría 3	45
Figura 19-Concentración de los parámetros fisicoquímicos en el punto M4 que NO superaron los ECA para Agua, Categoría 3.....	47
Figura 20 -Concentración de los parámetros inorgánicos en el punto M4 que superaron los ECA para Agua, Categoría 3.....	49
Figura 21 - Concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos el punto M4	51
Figura 22 -Concentración de metales pesados en las muestras M5 y M6	55
Figura 23- Concentración de metales pesados en el suelo agrícola en el punto M7	57

RESUMEN

En Piura el uso de aguas residuales para riego de cultivos destinados al consumo humano y pastizales para animales de carga son regados con aguas provenientes de la poza de almacenamiento del parque Kurt Beer; se carece de información necesaria y relevante en el área de estudio; sin embargo en otras zonas de la ciudad de Piura si se registran actividades de contaminación por el uso de estas aguas sin tratar. El objetivo de la investigación es evaluar el efecto contaminante sobre los cultivos de *Carica papaya* y *Zea maíz* por el uso de las aguas residuales provenientes de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito de Piura, Provincia – Piura. El método de investigación es cualitativo porque busca las causas de los fenómenos, tipo de investigación aplicada debido a que busca la obtención de un nuevo conocimiento técnico con aplicación inmediata a un problema determinado; el diseño de investigación fue no experimental, siendo los resultados de la investigación fueron que la poza de almacenamiento del parque Kurt Beer en el punto de entrada con código de muestra M1, presenta mayor contaminación de metales pesados a niveles más elevados en coliformes termotolerantes de 15.7×10^3 NMP/100 ml a 44.5 °C así también DQO 920 mgL^{-1} y DBO5 458 mgL^{-1} , al igual que los cultivos de *Carica papaya* absorbe mayor cantidad de cobre al 38.3 mg/kg , siendo el metal absorbido en menor cantidad el mercurio con 0.1 mg/Kg y *Zea mays* en cobre al 60.3 mg/kg y mercurio en menor cantidad al 0.3 mg/ kg que fueron regados con el agua residual proveniente de la única poza del Parque Kurt Beer.

El suelo también mostró afectación en mayor cantidad de plomo en 82.7 mg/kg ; produciendo mayor afectación a la población que consumía las frutas y hortalizas al igual que los trabajadores de dicho centro recreativo.

Palabras Claves: Agua Residual, Riego de cultivos, Suelo.

ABSTRACT

In Piura, the use of Wastewater for irrigation of crops destined for human consumption and pastures for pack animals are irrigated with these waters from the Kurt Beer Park storage pool; there is a lack of necessary and relevant information in the study area; However, in other areas of the city of Piura there are contamination activities due to the use of these untreated waters. The objective of the research is to evaluate the contaminating effect on *papaya* and *corn crops* by the use of Wastewater from the Kurt Beer Park storage pond, District of Piura, Province - Piura.

The type of research that was developed is applied since it sought scientific progress and greater knowledge about the problem of crops irrigated with untreated wastewater from the storage pool of the Kurt Beer Park and provide more information about the possible risks that faces the ground with the uncontrolled discharge of these waters. The research design was non-experimental because there is no manipulation of variables, since the research is based on the collection, interpretation and analysis that will be obtained from the topic to be investigated.

Among the results obtained in the investigation, it is detailed that: the Kurt Beer park storage pond at the point of entry with simple code M1, presents greater contamination of heavy metals at higher levels in thermotolerant coliforms of 15.7×10^3 NMP/100 ml at 44.5 °C as well as COD 920 mgL^{-1} , like the carica papaya crops absorbs a greater amount of copper at 38.3 mg/kg, the metal being absorbed in less quantity mercury with 0.1 mg/kg Zea Mays in copper at 60.3 mg/kg and mercury in a smaller quantity at 0.3 mg/kg they were irrigated with the residual water from the only pool of the Kurt Beer park.

The soil also showed a greater of lead at 82.7 mg/kg; producing greater to the population that consumed the fruits and vegetables as well as the workers of said recreational center.

Keywords: Wastewater, Crop Irrigation, Soil.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional va aproximadamente en 1.2% al año y el abastecimiento del suministro de agua disminuye. La agricultura obtiene la mayor demanda de agua, dado que es el 70% de las extracciones y puede llegar a un 95% en países de desarrollo. (Baccaro, 2006, pág. 104)

En muchos países el uso de aguas residuales es una opción para riego agrícola. Sin embargo, deberían examinarse los posibles daños a la salud y el ambiente debido a la aparición de microorganismos patógenos y otros elementos que pueden ocasionar problemas de contaminación (Scott, 2004, pág. 6).

En las regiones de ALC, tienen áreas que sufren de falta de agua, una buena opción es el uso de aguas residuales. La agricultura es el más grande consumidor de agua en ALC se estima que el 73% de la extracción de agua es para agricultura; en América del Sur es de 91%, Brasil 61% y Colombia 53%. (FAO, 2013, pág. 20)

El 95% de la Costa Peruana está formada por áreas desérticas. Sólo hay 760,000 ha cultivadas, que equivalen al 45% del potencial agrícola, no utilizado por limitaciones de agua. (International Institute for land reclamation and improvement/ilri, 2014, pág. 12).

Hay mayor proliferación de infecciones intestinales en los últimos años, dado por la carencia en el tratamiento de las aguas, que sólo llega al 17.6% a nivel nacional. En la Costa Peruana, más de 4,300 ha agrícolas son regadas con aguas residuales y un 86% sin ningún tratamiento y con ellas se cultivan hortalizas que algunas se consumen crudas. Otras 125,000 ha agrícolas reciben aguas provenientes de ríos con altos niveles de contaminación. La implementación de plantas de tratamiento podría disminuir el riesgo para la salud pública.

Existen normas que regulan el uso de las aguas servidas, pero, la preocupación radica en la falta de organismos de control que hagan cumplir estas disposiciones.

El vertimiento de aguas residuales, procedente de la población urbana, rural e industrial de la ciudad de Piura son acumuladas en las pozas de almacenamiento

ubicadas en el parque Kurt Beer, generando un grave problema para el bienestar de los moradores y para el ambiente ya que las aguas residuales no reciben un tratamiento apropiado, tienen infraestructura estropeada y existencia de flora acuática generando así malos olores, proliferación de microorganismos y enfermedades que dañen la salud humana.

Las aguas no tratadas procedentes de las pozas de almacenamiento del parque Kurt Beer han sido utilizadas para el riego de distintos alimentos de consumo masivo, que puede causar la contaminación de estos, con algunos patógenos o elementos presentes en las aguas residuales sin tomarse en cuenta los problemas que genera a la salud humana, ya que, a mayor acumulación de microorganismos en el agua, suelo o alimentos aumentara el riesgo de que la población se vea afectada y enferme.

La repartición de alimentos contaminados con aguas residuales se da sin mayor fiscalización ya que estos cultivos han sido consumidos a diario en los hogares de la ciudad de Piura afectando a niños, adultos y mujeres embarazadas; como población más vulnerable a adquirir mayor daño a su salud y generando una tasa de mortalidad mayor.

Por lo expuesto en Piura el riego con aguas residuales para cultivos destinados al consumo humano y pastizales para animales de carga son regados con aguas provenientes de la poza de almacenamiento ubicada en el parque Kurt Beer; donde se carece de información necesaria y relevante en el área de estudio; sin embargo, en otras zonas de la ciudad de Piura si se registran actividades de contaminación por el uso de estas aguas sin tratar.

La formulación del problema de investigación considera al problema general como: ¿Qué efectos contaminantes se producen sobre los cultivos de *Carica papaya* y *Zea mays* por el uso de aguas residuales provenientes de las pozas de almacenamiento en el Parque Kurt Beer? Así como también los problemas específicos ¿Cómo son las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales provenientes de la poza de almacenamiento en el Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia – Piura?, ¿Cuál es el efecto contaminante en los cultivos de *Carica papaya* y *Zea mays* regados con agua residual provenientes de

las pozas de almacenamiento ubicadas en el Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia – Piura?, ¿Cuál es el grado de afectación del suelo agrícola regado con agua residual proveniente de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer Distrito Piura, Provincia – Piura?

El desarrollo de la investigación tiene como justificación teórica, teniendo en cuenta la problemática a nivel nacional y local, dar a conocer los riesgos de consumir alimentos contaminados con microorganismos y otros componentes químicos provenientes de aguas residuales no tratadas en el parque Kurt Beer y al mismo tiempo analizar los daños al ambiente originados por el riego con agua residual.

Por lo anteriormente expuesto, el propósito es conocer el efecto contaminante sobre los cultivos que se riegan con aguas residuales, no tratadas y que podrían almacenar distintos contaminantes que perjudicarían a los cultivos con organismos patógenos, metales pesados o sustancias químicas. Dicho trabajo ayudara a los pobladores que consumen los alimentos propios de la producción que se realiza en el lugar. Por consiguiente, el objetivo general de la investigación es Evaluar el efecto contaminante sobre los cultivos de *Carica papaya* y *Zea mays* por el uso de las aguas residuales provenientes de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito de Piura, Provincia – Piura. De igual manera los siguientes objetivos Específicos: OE1 Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales provenientes de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, provincia – Piura.

OE2: Analizar la contaminación por metales en los cultivos de *Carica papaya* y *Zea mays* regados con agua residual provenientes de la poza de almacenamiento ubicadas en el Parque Kurt Beer Distrito Piura, provincia – Piura.

OE3: Analizar el grado de contaminación por metales en el suelo agrícola producido por el riego de agua residual proveniente de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia- Piura.

Así mismo, tendremos como hipótesis general: Los efectos contaminantes por metales sobre los cultivos de *Carica papaya* y *Zea mays* serán significativos debido al riego con las aguas residuales provenientes de la poza de

almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia Piura. Y esta hipótesis general, ramifica a las siguientes hipótesis específicas: HE1 La evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, logrará determinar los contaminantes por metales que influyen en la calidad de los productos de *Carica papaya* y *Zea mays*.

HE2: La presencia de contaminantes por metales en los cultivos de *Caricia papaya* y *Zea mays* regados con agua residual provenientes de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, provincia – Piura se logrará conocer si los productos son aptos para consumo humano.

HE3: El análisis de contaminantes en el suelo agrícola regado con agua residual proveniente de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer Distrito Piura, Provincia – Piura lograra demostrar la presencia de metales pesados en el suelo.

El trabajo de investigación tendrá implicancias prácticas puesto que resolverá un problema real que sucede en el parque Kurt Beer

II. MARCO TEÓRICO

Esta investigación también hace referencia a estudios previos de investigadores, de ello se tomó como antecedentes internacionales los siguientes: (Cabezas, 2004), en su investigación "*Absorption and accumulation of heavy metals in three species vegetables in soils amended with sewage sludge*" el objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad de absorción y acumulación de metales pesados de tres especies vegetales (cebada, veza y girasol) propias de climas mediterráneos, cultivadas en suelos con distintas dosis de lodo compostado con restos de poda así como la posible aptitud para la utilización en procesos de fitorremediación de suelos con un grado bajo de contaminación, la metodología que se uso fue de diseño experimental, nivel explicativo y tipo de investigación aplicada, tuvo como resultados que las concentraciones de Cr, Cu, Pb y Zn en suelos se incrementaron con la aplicación de dosis de lodo, si bien todos los valores se mantuvieron por debajo de los límites establecidos por la legislación vigente en Europa (Directiva 86/278/CEE). Incluso el aumento de los niveles de Cu y Zn con la aplicación de lodos puede resultar beneficioso, debido a que constituyen micronutrientes en estos tipos de suelos calcáreos. La investigación concluye que el aumento general obtenido en el contenido de nutrientes y materia orgánica en los suelos constata el efecto fertilizante y enmendante que tiene la aplicación de lodos en este tipo de suelos degradados y este incremento de nutrientes en suelos se tradujo en un aumento de nutrientes en los tejidos aéreos de las plantas, el aporte de la investigación ayuda a la mejora del rendimiento de los cultivos.

Así mismo García-González, en su investigación "*Accumulation of heavy metals in irrigated alfalfa with wastewater from the textile industry*" el objetivo fue evaluar el efecto de un ETT sobre la acumulación la metodología de la investigación fue de diseño experimental, nivel explicativo, tipo de investigación aplicada, la investigación tiene como resultados que no se registró diferencia significativa en las concentraciones de Cd^{2+} , por efecto de los tratamientos evaluados, en ninguno de los componentes evaluados: follaje, raíz y suelo, durante el desarrollo de la alfalfa y concluye en relación con la absorción de metales pesados, el ETT no generó acumulación en el tejido vegetal ni en el suelo y se puede considerar

este tipo de efluente una alternativa para el uso de riego del cultivo de alfalfa aportando en investigaciones futuras para evitar daños a la salud humana.

También (Flores, 2015) en su investigación “Analysis of the factors that influence the drop productivity of 5 varieties of native potato in the Cotabambas province, Apurímac región, 2015” se planteó como objetivo, analizar el desarrollo de las actividades de producción de la papa nativa e identificar a los principales factores que inciden en la baja productividad de la papa nativa en los distritos de Tambobamba y Mara provincia de Cotabambas-Apurímac, cuya metodología de investigación fue de tipo aplicada, diseño experimental, nivel explicativo, método deductivo, llegó a la conclusión que los principales factores limitantes en la baja productividad de papa nativa en los distritos de Tambobamba y Mara es: el bajo nivel tecnológico de los productores, la baja calidad de los abonos orgánicos utilizados en la preparación del suelo, la presencia de plagas y enfermedades desde la semilla hasta la cosecha, la baja calidad del tubérculo para la siembra, los bajos niveles de capacitación en el manejo de la producción y uso de pesticidas no recomendados o contaminantes, la pérdida de la diversidad genética de la papa nativa, la producción en pequeña escala y de autoconsumos de los productores y las variaciones climáticas por el cambio climático.

Además Alalwan, Kadhom & Alminshid, 2020 realizó un estudio denominado “*Removal of heavy metals from wastewater using agricultural byproducts*”; donde el objetivo es presentar la información disponible sobre la utilización de materiales de biomasa para la eliminación de metales pesados fue de diseño experimental, nivel explicativo y tipo de investigación aplicada, concluye que el mecanismo de absorción de la biomasa puede constar de varios pasos que incluyen quimisorción, complejación, adsorción en la superficie, difusión a través de los poros e intercambio iónico aportando con ideas de que los metales pesados se eliminan en diferentes velocidades según el adsorbente y el propio metal.

Por otro lado (Marcial, Geisy, & Campos, 2015) “*Use of wastewater for irrigation of agricultural crops, in urban agricultura*” en su trabajo muestra como objetivo el uso del agua como fuente alternativa de riego en la agricultura urbana y plantea una serie de preguntas sobre la gestión del agua y el impacto potencial que puede tener en la fruta cosechada, el suelo y el medio ambiente, diseño de investigación

fue no experimental de nivel de investigación inductivo, tipo de investigación aplicada; según el análisis bacteriológico realizado, los resultados obtenidos de la cosecha de rábano no muestran contaminación ni afectación de ningún tipo en el suelo y medio agrícola.

Al mismo tiempo, en cuanto a trabajos previos del contexto nacional se tomó a (Enrique, 2016) "*Heavy metals in soils of cocoa plantations (Theobroma cacao L.) in three regions of Perú*" tiene como objetivo determinar los contenidos totales de metales pesados Cd, Ni, Pb, Fe, Cu, Zn, Mn en los suelos de plantaciones de cacao en las principales áreas de producción del Perú: Zona Norte (Tumbes, Piura, Cajamarca y Amazonas); Zona central (San Martín, Huánuco y Junín); Zona Sur (Cuzco)., el diseño de la investigación fue no experimental de nivel de la investigación descriptivo y tipo aplicada, siendo los resultados de la investigación como recomienda el IPNI (2011), el suelo tiene propiedades químicas adecuadas para el cultivo de cacao, pero es inferior al valor recomendado para el cultivo debido al bajo contenido de K₂O en algunas parcelas y como conclusión de la investigación: Los suelos investigados mostraron todas las condiciones fisicoquímicas para el cultivo del cacao, excepto los sitios H1 y H15, que tienen bajo contenido de K₂O, dicho trabajo aporta para las condiciones laborales de los agricultores de la Cooperativa Cafetalera.

Además Mallma, 2019 en su investigación "*Evaluation of the influence of climate change on Solanum tuberosum and Zea mays crops in the Calicanto micro-basin in Apurímac*" el objetivo principal de su investigación fue analizar el impacto del cambio climático en la adaptabilidad de los cultivos de papa y maíz en la microcuenca Calicanto para el 2050, en particular para las variedades *Linli* y *Ccompis*, así como para el maíz, metodológicamente la investigación es de diseño no experimental, nivel descriptivo y tipo de investigación aplicada, la investigación concluye que en variedades tanto de maíz como de papa el cambio climático en esta región tiene diferentes impactos en los rangos de estos cultivos, especialmente en la parte sureste donde las condiciones son favorables para ellos, con aportes al campo de la agricultura para la mejora de las condiciones de plantaciones. Por otro lado Chugdén, 2018 "*Climate variability, environmental perception and adaptation strategies of the peasant community of Conchucos,*

Ancash” con el objetivo de obtener más información sobre la conciencia ambiental de los miembros de la comunidad sobre el cambio climático e identificar y analizar las estrategias de los agricultores a la adaptación agrícola frente a esta, metodológicamente la investigación es fue de diseño no experimental, nivel descriptivo, tipo de investigación aplicada, finalmente la investigación concluye que al analizar la población a través de la conciencia y el comportamiento geográfico, la población puede ver el espacio y sus recursos, así como otros conocimientos que pueden ayudar a identificar las necesidades y el potencial de esta población, aportando la investigación al progreso ambiental y comunal.

Además Diez Lazaro es su investigación "*Phytocorrection of soils contaminated with heavy metals: Evaluation of tolerant plants and optimization of the process through agronomic practices*"; tuvo como objetivo evaluar diversos vegetales para remediar suelos alterados con metales pesados usando diversas prácticas agrícolas su diseño de investigación fue no experimental y de nivel descriptivo, correspondiendo al tipo de investigación aplicada. Concluyendo que las características químicas de las rocas tienen relación con los metales pesados en el suelo y el pH tienen relación con la concentración de Mn y Zn; la materia orgánica predispone la disponibilidad del Cu; las especies *Cistus ladanifer L. subsp. ladanifer (Cistaceae)*, *Lavandula stoechas L. (Lamiaceae)*, *Plantago subulata L. subsp. radicata (Plantaginaceae)* y *Thymus mastichina L. (Lamiaceae)* presentaron mayor capacidad para bioacumular Cr, Mn y Zn en su parte aérea, dependiente de la edafología y morfología del suelo su diseño fue no experimental de nivel descriptivo y tipo de investigación aplicada y el método de investigación es inductivo.

El ANA (Autoridad Nacional del Agua) elaboró un “Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas”, este es el resultado del trabajo entre la Autoridad Nacional del Agua y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, objetivos de desarrollo sostenible, Ley No. 29338, Ley de Recursos Hídricos del Perú, objetivos estratégicos y Prioridades regionales y nacionales de la FAO. Este documento reúne una serie de mejores prácticas y experiencias desarrolladas a nivel nacional e internacional, cuyo objetivo principal es informar y tomar decisiones sobre el

potencial de reutilización de aguas residuales en las actividades productivas. Asimismo, busca demostrar la necesidad de desarrollar mecanismos y herramientas para vincular proyectos de saneamiento con actividades agroforestales. También Sandoval Carmen Diana 2013 en su investigación *"Sowing of cotton crops taking advantage of the wastewater from the new treatment plant located in the San Pablo-Catacaos Piura village"*, tiene como objetivo principal determinar el uso de aguas tratadas en una nueva planta de tratamiento de aguas residuales en terrenos agrícolas del caserío San Pablo en el distrito de Catacaos para determinar los retornos económicos, sociales y ambientales de las plantas de algodón y así incrementar sus ingresos, al proponer nuevas alternativas agrícolas permite, fue de diseño no experimental, nivel descriptivo y tipo de investigación aplicada. Esta investigación concluye que la producción de algodón ha disminuido en los últimos años porque la mayoría de los agricultores ya no optan por este producto debido a la falta de agua y el otro es el bajo precio del producto, determinar la rentabilidad económica, financiera, social y ambiental de la siembra de cultivos de algodón aprovechando las aguas residuales tratadas por la nueva planta de tratamiento ubicada en las zonas del caserío San Pablo, distrito de Catacaos y así brindar una nueva alternativa de cultivo que les permita incrementar sus ingresos.

Las aguas residuales industriales, son el resultado de diversos procesos productivos, entre ellas están las provenientes de las actividades agroindustriales, agrícolas, minera, energéticas, etc. (OEFA, 2014, p.3).

Según OEFA (2014) explica a las aguas residuales como aguas con condiciones anormales ya sea alteración del ser humano o debido a su calidad se necesita un tratamiento adecuado antes de ser vertidas, manifiesta que existe una clasificación en los tipos de aguas residuales:

Que son, las aguas residuales domésticas, cuyo organismo las define como aquellas que son de procedencia comercial y residencial que contienen desechos tales como eses y provenientes de las actividades humanas. (OEFA, 2014, p.3)

También existen las aguas residuales municipales, están combinadas con aguas residuales de origen industrial y de drenaje pluvial, para ser arrojadas a la alcantarilla de tipo combinado. (OEFA, 2014, p.3)

La productividad de un cultivo depende del suelo y el agua, los suelos poseen distintas propiedades y características que permiten el desarrollo de cada especie, estos factores pueden ser las cualidades físicas y químicas, estos factores a su vez son fundamentales en el rendimiento de los cultivos en una zona. Para (Steduto, 2012) En muchas partes del mundo donde las precipitaciones son insuficientes para satisfacer las necesidades de los cultivos, el agua ha sido históricamente un factor limitante importante para la producción agrícola. Es la agricultura de hierbas, cuyos cultivos son genéricamente de tallo verde que son utilizados como alimento desde su cosecha o incluso mediante un proceso industrializado (enlatados, congelados, deshidratados, encurtidos)” (Giaconi & Escaff, 2004, pág. 15).

Las plantas cultivadas en suelos contaminados asimilan en general más oligoelementos y la concentración de éstos en los tejidos vegetales está a menudo relacionada con su riqueza en los suelos, y especialmente en la solución húmeda (Kabata, 2000), (Guisan, 1996), mencionan que abundantes concentraciones de metales en el suelo podrían impactar la calidad de los alimentos, la seguridad de la producción de cultivos y la salud del medio ambiente, ya que estos se mueven a través de la cadena alimenticia vía consumo de plantas por animales y estos a su vez por humanos. Los metales acumulados en la superficie del suelo se reducen lentamente mediante la lixiviación, el consumo por las plantas, la erosión y la deflación.

(Chaney & Ryan, 1993) La absorción de metales por la planta al incrementarse la concentración total de metales en suelos, es decir al aumentar la dosis de lodos aplicada, hasta que alcanza un valor máximo o umbral a partir del cual la planta no responde a mayores aplicaciones de lodos. Este umbral es diferente para cada especie vegetal en función de sus estrategias para tolerar elevadas concentraciones de metales en suelos. Por este motivo es interesante evaluar el comportamiento de distintas especies vegetales sometidas a distintas dosis de lodos de depuradora.

El suelo, según (Ortiz & Villar, 2007), lo consideran así a la capa superficial de la corteza terrestre, está constituido por minerales propios o formados a partir de la roca madre. Su estructura se diferencia en horizontes resultante del acomplejamiento de compuestos orgánicos e inorgánicos e influenciados por propiedades físicas (estructura, textura, porosidad, capacidad de retención de agua, densidad aparente), químicas (pH, oxido-reducción e intercambio catiónico). Es el componente dinámico entre la atmósfera, litosfera, biósfera e hidrósfera, clave en el desarrollo de los ciclos biogeoquímicos.

Proporciona el soporte para los vegetales y la biomasa en general; participa en la distribución del agua (superficial – subterránea); filtra, almacena, degrada, neutraliza e inmoviliza sustancias extrañas impidiendo entren en la cadena alimenticia; además es hábitat de muchos organismos

Los componentes del suelo, según Pereira et al. (2011), son componentes inorgánicos (arcilla, arena, aire y agua) y orgánicos (restos vegetales y animales que se descomponen hasta humus). El suelo está constituido por fases, estas se describen a continuación:

Fase sólida: Comprende minerales litosféricos como sílice arena, arcilla, cal, además de componentes coránicos como el humus.

Fase líquida: Comprende el agua que se filtra por entre las partículas del suelo.

Fase gaseosa: Presenta composición similar al aire, con mayor proporción de Co y H₂O (g); el agua disminuye los espacios de aire.

Así mismo la recuperación de suelos, según Rosique (2016), menciona que, involucra una serie de factores a considerar. A modo de ejemplo, un suelo puede presentar una condición de degradación, un proceso de desertificación, un proceso de erosión (eólica y/o hídrica), una condición de contaminación (por derrames de productos químicos, saturación química por abuso de agroquímicos, relaves volcánicos, depósito de lodos contaminados generados en procesos industriales, etc.), de igual manera puede referirse a la pérdida de materia orgánica, la pérdida de la fertilidad natural, sin descontar modificaciones extremas en lo que respecta a la conductividad eléctrica y pH de un suelo (grado 14 de

acidez o alcalinidad), sin descontar alteraciones de orden físico como modificación negativa del perfil del suelo.

Los metales pesados están presentes naturalmente en los suelos, pero en los últimos años se ha presentado una acumulación antropogénica por las actividades industriales, agrícolas y la disposición de residuos de todo tipo (Giuffré et al., 2005); los cuales son peligrosos para la biota, el hombre y el deterioro ambiental en general. Bajo este escenario los sedimentos, actúan como recursos secundarios de contaminación en el medioambiente marino (Rubio 2007). Los metales pesados más comunes y ampliamente distribuidos como contaminantes ambientales incluyen plomo (Pb), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y el metaloide arsénico (As) (Reilly, 2002). Sin embargo, los metales pesados en las plantas, como en otros seres vivos, son esenciales, ya que son componentes estructurales o catalizadores de los procesos bioquímicos de los organismos, las actividades humanas vierten sobre los recursos de suelo y agua grandes cantidades de esos elementos, generando excesos por acumulación de Cd, Hg, Ni y Pb, entre otros, afectando así las relaciones de las plantas y otros organismos, lo cual origina toxicidades en los ecosistemas (Montenegro, 2002)

Los metales pesados, se les denomina así, debido a que presentan una densidad superior a los 5 g/cm³, un número atómico mayor a 20, se excluyen los metales alcalinos y alcalinotérreos. Su presencia en la corteza terrestre es menor al 0.1% y por lo general inferior al 0.01% (metales huella o traza). Se disponen en diversos estados oxidativos y tienen reactividad, carga iónica y de solubilidad variable (Mendoza, Rivas, & Villalobos, 2017).

Los metales pesados, seguirían cuatro posibles vías. Pueden quedar detenidos en el suelo, disueltos o fijados por adsorción, acomplejamiento y precipitación.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación:

3.1.1 Tipo de investigación:

Según Aldo Alvarez Risco una investigación es aplicada cuando se orienta a conseguir un nuevo conocimiento destinado que permita soluciones de problemas prácticos.

Esta investigación es de tipo aplicada ya que busca el avance científico y brindar información acerca de la problemática de los cultivos que son regados con aguas residuales no tratadas provenientes de la poza de almacenamiento del parque Kurt Beer y ofrecer mayor información acerca de los posibles riesgos que afronte el suelo con el vertimiento descontrolado de estas aguas.

3.1.2 Diseño de la investigación:

El diseño de la investigación es no experimental debido a que no hay manipulación de variables según Hernandez, Fernández y Baptista.

La investigación se basó en la recopilación, interpretación y análisis que se obtuvo del tema a investigar.

El diseño de investigación fue no experimental porque no hay manipulación de variables, ya que la investigación se basa en la recopilación, interpretación y análisis que se obtendrán del tema a investiga

3.2. Variables y operacionalización:

3.2.1. Variable Dependiente: Efecto contaminante por metales sobre los cultivos *Carica Papaya* y *Zea Mays*.

3.2.2. Variable Independiente: Riego con aguas residuales de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer.

La matriz de operacionalización de variables se puede observar en Tabla 1.

Tabla 1- Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medición
Variable dependiente					
Efecto Contaminante sobre los cultivos Carica Papaya y Zea Mays	El efecto contaminante es una sustancia o energía introducida en el medio ambiente que tiene efectos no deseados o que afecta negativamente a la utilidad de un recurso. Según Aurelia de la Caridad Conde Williams	Para la obtención de la variable dependiente se procedió a analizar en 2 muestras por cultivos (<i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i>) para observar si estas contenían metales pesados y por ende aptas para consumo humano	Concentración de metales pesados en cultivos	Arsénico	(ppm)
				Cadmio	(ppm)
			Acumulación de metales pesados en el suelo	Mercurio	(ppm)
				Zinc	(ppm)
				Plomo	(ppm)
Cobre	(ppm)				
Variable independiente					
Riego con aguas residuales de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer	El uso de aguas residuales en la agricultura puede aumentar el ingreso de materia orgánica y nutriente a los suelos cultivados lo cual contribuye a mantener e incrementar la fertilidad del mismo, pero también puede traer efectos ambientales nocivos que deterioran la calidad del suelo y del agua. Es decir, la dinámica de la materia orgánica en el suelo es importante ya que su descomposición influye en la liberación de moléculas Orgánicas e inorgánicas enlazadas a ella (Raber y Kogel-Knabner, 1995).	Se procedió a sacar muestras de 3 puntos de la poza de almacenamiento del parque Kurt Beer, como en el punto de entrada, punto medio y punto de salida con la finalidad de evaluar os parámetros que corresponden a las características fisicoquímicas, inorgánicas, microbiológicas y parasitológicos que pudieran existir en el agua residual	Características fisicoquímicas del agua residual	Aceites y Grasas	mgL ⁻¹ (ppm)
				Cianuro Wad	mgL ⁻¹ (ppm)
				Cloruros (cl ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)
				Conductividad (25°C)	mgL ⁻¹ (ppm)
				DQO (mgO2/L)	mgL ⁻¹ (ppm)
				DBO5	mgL ⁻¹ (ppm)
				Detergentes (SAAM)	mgL ⁻¹ (ppm)
				Fenoles	mgL ⁻¹ (ppm)
				Fluoruros	mgL ⁻¹ (ppm)
				Nitratos (NO ₃ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)
				Nitritos(NO ₂ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)
				Oxígeno Disuelto	mgL ⁻¹ (ppm)
				Potencial de Hidrogeno (pH)	mgL ⁻¹ (ppm)
				Sulfatos (SO ₄ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)
				Aluminio	mgL ⁻¹ (ppm)
				Arsénico	mgL ⁻¹ (ppm)
				Cadmio	mgL ⁻¹ (ppm)
				Cobre	mgL ⁻¹ (ppm)
				Cobalto	mgL ⁻¹ (ppm)
				Cromo Total	mgL ⁻¹ (ppm)
			Hierro	mgL ⁻¹ (ppm)	
			Magnesio	mgL ⁻¹ (ppm)	
			Manganeso	mgL ⁻¹ (ppm)	
			Mercurio	mgL ⁻¹ (ppm)	
			Níquel	mgL ⁻¹ (ppm)	
			Plomo	mgL ⁻¹ (ppm)	
			Zinc	mgL ⁻¹ (ppm)	
			Características microbiológicas del agua residual	Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml a 44.5°C
Escherichia Coli	NMP/100 ml a 44.5°C				
Huevos, Larvas Helmitos	Huevo/L				

3.3. Población, muestra y muestreo:

3.3.1. Población: La población está formado por un conjunto de elementos con particulares rasgos que serán analizadas, por medio de este grupo se podrá ejecutar el muestreo y establecer la dimensión de la muestra (Ventura, 2017).

En esta investigación la población a analizar fueron los cultivos de *Carica papaya* y *Zea mays*, dentro del área del vivero de parque Kurt Beer como se observa en la Figura 1.

3.3.2. Muestra: Se obtuvo dos muestras principales al cultivo, las cuales pesaban 1 kg c/u. de *Carica Papaya* y 1 kg de *Zea Mays* de cultivo.

3.3.3. Muestreo: El muestreo fue tomado al azar, cada muestra fue cuidada para evitar algún daño y así poder determinar la contaminación por metales pesados.

Figura 1 – Vista satelital del parque Kurt Beer



Fuente: Google Maps. 2021

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos: Dentro de la investigación se tomaron en cuenta las siguientes técnicas e instrumentos para la recolección de datos, tales como:

3.4.1. Técnicas: La técnica usada en esta investigación fue la observación, análisis e interpretación ya que se dio la recopilación de datos, comprender y describir el fenómeno a estudiar; tomando notas y apuntes sobre sus peculiaridades en el entorno y lograr darle solución.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos: Dentro de los instrumentos usados. Tabla 2. en la investigación son: Arias (2012), indicó que el instrumento para la recolección de datos es un documento o recurso para trabajar en digital o papel que se necesita para registrar, obtener y almacenar la información recogida.

Tabla 2- Instrumentos de recolección de datos

Anexo N.º 02	Ficha 01: Muestra de la poza de almacenamiento.
Anexo N.º 03	Ficha 02: Recolección de datos muestra de cultivos.
Anexo N.º 04	Ficha 03: Recolección de datos muestra de suelo.

El trabajo de investigación fue validado y corroborado por el juicio de 3 expertos en la materia y se detallan, en los Anexos 01, 02, 03.

Tabla 3- Materiales y Equipos de la investigación

Materiales	Equipos
Formatos de registro de campo	Sistema de Posicionamiento
Etiquetas para la identificación de las muestras	Satelital (GPS)
Plumón indeleble,	Cámara fotográfica
Frascos de vidrio estéril	pHmetro
Guantes descartables	Conductímetro
Zapatos de seguridad	
Lentes	
Bolsas	
Persevantes y conservantes	
Cooler	

3.5. Validez

La validación se realizó a través de 3 expertos, con años de conocimiento sobre el problema estudiado, cuyo resultado final fue de un 90%. Tabla 4.

Tabla 4- Resultados de validación de instrumentos

N°	Experto	Especialidad	Porcentaje (%)
1	Castro Tena Lucero	Ingeniería Ambiental	95%
2	Guere Salazar Fiorella Vanessa	Ingeniería Ambiental	90%
3	Holguin Aranda Luis	Ingeniería Ambiental	85%

3.6. Confiabilidad

La confiabilidad del instrumento de recojo de datos se refiere al grado de medición el cual arroja los mismos resultados al emplear una o varias veces los mismos datos en diferentes tiempos (Carrasco, 2008, pág. 339).

La confiabilidad del estudio se basa en la calibración de los instrumentos acreditados por INACAL que se utilizaron en la toma de muestras, al igual que los resultados de los análisis dados por entidades acreditadas.

3.7. Procedimiento

3.7.1. Reconocimiento de los puntos de muestreo de agua residual y de la poza de almacenamiento del parque Kurt Beer.

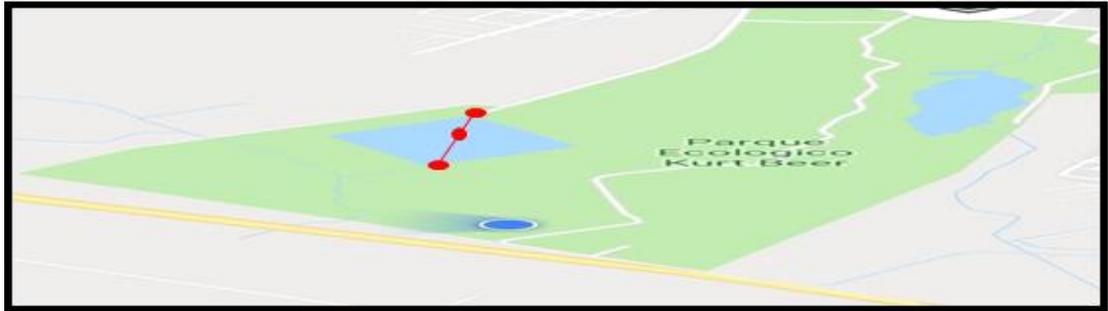
Figura 2– Poza de almacenamiento del parque Kurt Beer



El parque Kurt Beer cuenta con 3 pozas de almacenamiento de agua residual proveniente del distrito de 26 de Octubre, actualmente solo funciona una poza de almacenamiento. Figura 2 que reserva grandes cantidades de agua residual,

produciendo una mayor contaminación y la acumulación de sedimentación de material orgánico, presencia de flora acuática.

Figura 3 - Imagen satelital de los puntos de muestreo de la laguna de oxidación



Se tomaron 3 puntos de muestreo. Figura 3 que es a la entrada, centro y salida de la laguna; de los cuales es difícil el acceso debido a la profundidad de la poza, la inestabilidad del suelo y la construcción de la mejora de las PTAR.

Para realizar los exámenes sobre la calidad de las aguas servidas de la poza de almacenamiento se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos; también la legislación vigente que es Límites Máximos Permisibles (LMP) – D.S. 003-2010 MINAM siendo los puntos. Tabla 5. Para ser comparadas con los resultados obtenidos.

Tabla 5- Datos de los puntos de muestreo de la poza de almacenamiento del parque Kurt Beer.

Puntos de muestreo		
Nombre del proyecto: “Efecto contaminante sobre los cultivos de <i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i> por el riego con aguas residuales de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia – Piura”		
Solicitado por: Alessandra Guadalupe Requena Benites		
Análisis solicitados: Fisicoquímicos y microbiológicos		
Muestra: Agua residual domestica		
Procedencia: Poza de almacenamiento del parque Kurt Beer		
Cantidad por muestra: 1 Litro		
Fecha de muestreo: 20.09. 2018		
Fecha de análisis: 25.09 2018		
Punto de muestreo (Entrada)	Punto de muestreo (Centro)	Punto de muestreo (Salida)
❖ Código de muestra: M1	❖ Código de muestra: M2	❖ Código de muestra: M3
❖ Coordenadas: 536393,451E;9424276,98 0 N	❖ Coordenadas: 536294,164E;9424197,85 7N	❖ Coordenadas: 536282,459E;9424194,108 N
❖ Numero de muestras: 1	❖ Numero de muestras: 1	❖ Numero de muestras: 1

3.7.2. Toma de Muestras de agua residual del parque Kurt Beer.

Antes de tomar las muestras de agua se tomó en cuenta los siguientes instrumentos: fichas de registro de campo, etiquetas para la identificación de las muestras, plumón indeleble, frascos de vidrios estéril, guantes descartables, cámara fotográfica, zapatos de seguridad, pantalón, lentes y un equipo de Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) para saber las coordenadas exactas de los puntos a muestrear y se obtuvo una foto satelital de los puntos de toma de muestra. Tabla 6.

El acceso a la poza de almacenamiento es difícil debido a la desnivelación del suelo.

Instantes antes de sacar las muestras, frascos de vidrio de un 1 litro de boca ancha debidamente esterilizados que iban hacer utilizadas, se enjuagaron con el

agua de la poza de almacenamiento y posteriormente se sacaron las muestras de cada punto

Una vez tomadas las muestras se procede al rotulado de los frascos, con plumón indeleble y se cubre con cinta adhesiva luego fueron colocadas en un cooler hasta llegar al laboratorio

El tipo de muestra es compuesta debido a que las muestras de los puntos de la poza de almacenamiento fueron tomadas en un cierto periodo de tiempo, con el propósito de indicar las variaciones de la contaminación en el agua.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio y así obtener un resultado final de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos respectivamente.

Tabla 6-Descripción de los puntos de muestreo de agua residual de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer.

Punto entrada (M1)	Punto medio (M2)	Punto de salida (M3)
Coordenadas: 536393,451e;9424276,980 n	Coordenadas: 536294,164e;9424197,857n	Coordenadas: 536282,459e;9424194,108n
Descripción: Se pudo observar mayor movimiento de agua debido a que se encontraba cerca, un tubo por el cual se abastecía toda la poza de almacenamiento, lo que hacía difícil el acceso para poder tomar la muestra de agua y proseguir con las evidencias respectivas de la investigación, Figura 4.	Descripción: Se vio el agua más calmada pero la profundidad era mayor que al inicio y había presencia de vegetación (Totora) y gran cantidad de eutrofización; también se observó presencia de aves que se encontraban dentro de la Laguna, Figura 5.	Descripción: Se notó la salida del agua con menor fluidez por unos tubos que daban al vivero que mediante pequeños canales, abastecía el riego de frutas, hortalizas y pasto del parque Kurt Beer, ocasionando enfermedades y proliferación de vectores que pueden ocasionar peligro en la salud de los trabajadores del Parque Kurt Beer y la población aledaña a la zona, Figura 6.

Figura 4- Entrada de la poza de almacenamiento del parque Kurt Beer



Figura 5- Centro de la poza de almacenamiento



Figura 6-Salida de la poza de almacenamiento



Los métodos de ensayo a utilizar son los siguientes:

- ✓ **EPA-METHOD200.7.REV 4.4:** Se utiliza para identificar metales y no metales en el agua y los desechos para el cumplimiento normativo. Cuantificación de metales y oligoelementos en agua y residuos mediante análisis de emisiones atómicas de plasma acoplado inductivamente
- ✓ **EPA-821-R-001.MET.1669.B:** Este método es para la recolección y filtración de muestras de agua ambiental para su posterior determinación de metales totales y disueltos.

- ✓ **SMEWW-4500 NO2- B.22nd.Edition:** 4500-NO2- NITRÓGENO (NITRITO), métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales.
- ✓ **SMEWW-2540 D.22ndEdition:** Método de ensayo para solidos totales suspendidos

3.7.3. Reconocimiento del canal de riego que abastece al vivero del parque Kurt Beer

Luego de que el agua residual, salga de la poza de almacenamiento, se ubicó el punto de muestreo con código M4 y coordenadas 536426,785E;9423666,963N, a unos 100 metros aproximadamente desde la salida de la poza, se conecta el agua con unos canales pequeños de 1 metro de ancho x 1 metro de profundidad.

Esta agua que se encuentra en el canal de riego del parque Kurt Beer es de características. Tabla 7.

Tabla 7- Características principales del agua del canal de riego del parque Kurt Beer (M4)

Color	Verde (Agua turbia)
Olor	Fétido
Vectores	Mosquitos y zancudos
Corriente	Baja

El agua del canal de riego del parque Kurt Beer. Figura 7 abastece al vivero, donde se pudo observar que se encuentran las siguientes frutas, hortalizas y leguminosas como son: papaya, maíz, frejol de palo, frejol chileno. También se riega las grandes hectáreas de bosques de Algarrobos y el pasto de las zonas recreativas del parque Kurt Beer.

Los cultivos regados con aguas residuales no son solamente llevados por personas que diariamente visitan el lugar o por algunos trabajadores, sino también son alimento diario para los distintos animales que alberga el parque.

Figura 7- Agua residual que forma un canal y es usada para riego del parque Kurt Beer – código de muestra (M4)



El punto donde se tomó la muestra de agua del canal de riego del parque Kurt Beer. Tabla 8.

Tabla 8– Datos de agua residual para riego del vivero del parque Kurt Beer (físicoquímicos e inorgánicos) – código de muestra M4

Solicitado por: Alessandra Guadalupe Requena Benites
Muestra: Agua residual del canal de riego del parque Kurt Beer
Código de muestra: M4
Análisis solicitados: Físicoquímicos e inorgánicos
Nombre del proyecto: “Efecto contaminante sobre los cultivos de <i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i> por el riego con aguas residuales de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia – Piura”
Coordenadas: 536426,785E;9423666,963N
Cantidad de muestras: 1 Litro
Numero de muestras: 1
Fecha de muestreo: 20.09.2018
Fecha de análisis: 25.09.2018

El punto de muestreo, con código de muestra M4 a unos 20 metros aproximadamente de la puerta que se encuentra cerca a la vía de evitamiento por la Carretera a la Legua.

Los parámetros a analizar serán físicoquímicos e inorgánico y serán comparados con Límites Máximos Permisibles (D.S.003-2010 MINAM).

El objetivo de evaluar la calidad de las aguas bajo estos parámetros es que se tomaran en cuenta varios metales pesados y otros contaminantes que producen contaminación en el canal que abastece al vivero.

3.7.4. Reconocimiento de frutas y hortalizas del parque Kurt Beer

Entre las frutas y hortalizas encontradas se tomaron muestras de *Carica Papaya* y *Zea Mays*; estos alimentos llamaron mucho la atención porque se encontraban a pocos metros del canal y eran alimentos que, presentaban características buenas para comercialización.

La reutilización de aguas residuales da como resultado altos rendimientos en los cultivos si se toman las medidas adecuadas para prevenir riesgos para la salud y el medio ambiente. No solo proporciona agua adicional para el riego, sino que

también proporciona nutrientes valiosos utilizados por las plantas, lo que promueve el crecimiento y desarrollo de estas.

- ❖ **Carica Papaya:** Es una fruta tropical que tiene tantas propiedades saludables. Es ovalada, de color amarillo verdoso, con muchas semillas negras en su interior y crece en un árbol de papaya que puede crecer hasta 10 metros de altura. Es un gran tronco sin ramas. Figura 8.

Figura 8 – Carica Papaya



- ❖ **Zea Mays:** El choclo es un alimento libre de gluten, es un cereal que debido a su alto contenido en almidón, contiene muchos carbohidratos. Contiene mucha proteína, mucha fibra soluble en agua, permanece en el sistema digestivo por mucho tiempo. El maíz es rico en vitamina B1, que es necesaria para que el cuerpo funcione correctamente. Figura 9.

Figura 9 – Zea Mays



3.7.5. Toma de muestras del agua residual que forma un canal y es usada para riego del vivero del parque Kurt Beer, código de muestra M4

Los parámetros que se tomaron en cuenta para la toma de muestras del agua residual que forma un canal de riego con código de muestra M4, fueron fisicoquímicos e inorgánicos que ayudaran a saber qué cantidad de contaminantes se encuentran en el agua y cuanto pueden absorber los cultivos regados con estas aguas. Figura 10.

Las características que comprenden la muestra son de 1 litro tomada en una botella esterilizada, con una pequeña inclinación y previo lavado con el agua residual del canal.

También se tomaron en cuenta parámetros microbiológicos y parasitológicos que determinaron la contaminación en estos alimentos y la exposición que tiene los consumidores.

Los análisis microbiológicos incluirán: Coliformes termo tolerantes y dentro de los parasitológicos: Escherichia Coli y Huevos, Larvas y Helmintos.

Un análisis microbiológico del agua de riego que abastece al vivero del parque Kurt Beer se utiliza para verificar la certeza de que el nivel del patógeno es menor al Límite Máximo Permisibles.

Figura 10- Toma de muestra del agua del canal



3.7.6. Toma de Muestra de los cultivos de *Carica Papaya* y *Zea Mays*

Se consideró las coordenadas donde estaba ubicado el vivero con los cultivos de *Carica Papaya*. Tabla 9. *Zea Mays*. Tabla 10. Que corresponde a 536426,785E,9423666,963N; y se implementó en instrumentos y utensilios necesarios para las muestras de cultivos.

Dentro de los materiales y equipos a utilizar para la toma de muestra fueron guantes de goma, bolsas plásticas, mameluco, botas, tijeras, cooler, marcador indeleble, cinta adhesiva.

La toma de muestra para cultivos fue ambas de 1kg cada muestra fue cuidada para evitar su deterioro y así poder determinar la contaminación por metales pesados bajo legislaciones internacionales.

Las muestras fueron colocadas en un cooler esterilizado que las protejan del contacto con el exterior hasta llegar al laboratorio

Las legislaciones con las que se evaluara son las siguientes:

- ❖ Legislación de metales pesados en Rusia para frutas y Hortalizas.
- ❖ Legislación Contenidos Máximos en Suiza para metales Pesados y Metaloides en Frutas y Hortalizas.
- ❖ Legislación del CODEX ALIMENTARIUS de Metales Pesados

Las muestras se harán mediante el método de ensayo:

EPA-METHOD200.7.REV 4.4: Se utiliza para identificar metales y no metales en el agua y los desechos para el cumplimiento normativo. Cuantificación de metales y oligoelementos en agua y residuos mediante análisis de emisiones atómicas de plasma acoplado inductivamente

EPA-821-R-001.MET.1669.B: Este método es para la recolección y filtración de muestras de agua ambiental para su posterior determinación de metales totales y disueltos

❖ **Carica Papaya:**

Tabla 9- Datos de muestra de Carica Papaya

Solicitado por	Alessandra Guadalupe Requena Benites
Análisis solicitados	Metales pesados
Muestra	<i>Carica Papaya</i>
Nombre del proyecto	“Efecto contaminante sobre los cultivos de <i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i> por el riego con aguas residuales de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia – Piura”
Código de muestra	M5
Numero de muestras	1
Procedencia	Vivero del Parque Kurt Beer
Cantidad de muestras	1 Kg
Coordenadas	536426,785E;9423666,963 N
Fecha de análisis	25.09.2018
Fecha de muestreo	20.09. 2018

❖ **ZEA MAYS:**

Tabla 10– Datos de muestra de Zea Mays

Solicitado por	Alessandra Guadalupe Requena Benites
Análisis solicitados	Metales pesados
Muestra	<i>Zea Mays</i>
Nombre del proyecto	“Efecto contaminante sobre los cultivos de <i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i> por el riego con aguas residuales de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia – Piura”
Código de muestra	M6
Numero de muestras	1
Procedencia	Vivero del Parque Kurt Beer
Cantidad de muestras	1 Kg
Coordenadas	536426,785E;9423666,963 N
Fecha de análisis	25.09.2018
Fecha de muestreo	20.09. 2018

3.7.7. Toma de Muestra del suelo Agrícola del Vivero del Parque Kurt Beer

Previamente considerar que la muestra puede tener sustancias tóxicas que podrían causar daños a la salud, por eso es importante el uso de los implementos e instrumentos de seguridad como son: guantes, botas, gafas, mandil.

Se procedió a la delimitación de la zona a muestrear con estacas cercando correspondientemente a 0.03 ha equivalente a 300 m², se pudo observar el suelo con características físicas de: suelo arenoso, color oscuro dado por la presencia de materia orgánica, hojas y residuos orgánicos sin descomponer. Figura 11.

El tipo de Muestreo a analizar fue Muestreo de Nivel de Fondo (MF): ya que se tenía como objetivo la concentración de químicos regulados en los ECA suelo y la muestra analizaría metales y metaloides presente en el suelo agrícola.

Se seleccionó dentro del área 3 puntos donde cada sub- muestra, representaría una muestra compuesta de 1kg para ser analizada, mediante el método de cuarteo.

Cada punto de las sub muestras fue de 30 cm de profundidad, todos los puntos a muestrear tenían las mismas características geológicas y de vegetación similar.

Los utensilios para la muestra de suelo fueron palas, marcadores, cintas métricas, estacas, lapiceros indelebles y bolsas de polietileno.

Una vez tomada la muestra se procede al etiquetado, esta fue colocada en un lugar notorio y no debía exceder el tamaño a la bolsa que contenía la muestra y finalmente se llevó a laboratorio.

Método de ensayo a analizar:

- ❖ **EPA 3050 – B EPA 3051:** Este método se escribió para proporcionar dos pasos de desmontaje independientes. Uno es preparar muestras de sedimentos, lodo y suelo para la espectroscopia de absorción atómica.
- ❖ **EPA 7471-B:** Los Métodos Analíticos Seleccionados de la EPA para Remediación y Recuperación Ambiental (SAM) enumeran este método para su uso si surgen problemas al usar el Método 7473 de la EPA durante la preparación y análisis de muestras sólidas y en paño que contienen mercurio, cloruro de mercurio (analizado como mercurio total) y acetato de metoxietilmercurio (analizado como mercurio total).

Figura 11– Muestra de suelo a analizar



4. Método de análisis de datos

- 4.1. Recopilación de Información:** Se buscó información en contexto global, nacional y local para obtener mayor información del tema a investigar, luego se dio el reconocimiento del área a trabajar de acuerdo a la problemática de la investigación.
- 4.1.1. Toma de muestras:** Se tomó las muestras de 4 puntos del área de estudio: poza de almacenamiento, agua del canal de riego, área de cultivo y el suelo del vivero del parque Kurt Beer.
- 4.1.2. Análisis de la Información:** Obtenidos los resultados se procedió al análisis de las muestras que fueron comparadas con las legislaciones vigentes para lograr dar soluciones a la problemática existencia.
- 4.2. Aspectos éticos:** La investigación titulada “Efecto contaminante sobre los cultivos de *Carica papaya* y *Zea mays* por el riego con aguas residuales de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia – Piura” respetó al reglamento de investigación, código de ética de la Universidad César Vallejo, manejando adecuadamente la información y siendo de propiedad intelectual de la autora. Así mismo, la tesis fue sometida al software turnitin, para verificar su originalidad.
- 4.3. Reconocimiento a la propiedad intelectual:** La investigación cumplió con los protocolos y lineamientos que se exige la Universidad César Vallejo y respetó el código de ética, la resolución rectoral N°0089-2019 de la Universidad César Vallejo, manejando adecuadamente la información. También la redacción de las citas bibliográficas según la norma ISO, brindando la fiabilidad y derechos de los autores de muchas fuentes en dicha investigación.

IV. RESULTADOS

. 4.1. Determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales provenientes de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, provincia – Piura.

4.1.1. Características fisicoquímicas y microbiológicas de la estación M1 (entrada de la poza de almacenamiento)

Las muestras de agua obtenidas en el primer punto de muestreo de código M1, que corresponden a la entrada de las pozas de almacenamiento del Parque Kurt Beer, tras haber sido sometidas a análisis de laboratorio para medir la concentración de los parámetros fisicoquímicos, tales como: aceites y grasas, nitritos, nitratos, sólidos totales en suspensión, DQO, DBO, Fosforo total, pH, conductividad, cloruros, sulfatos, mercurio, hierro, manganeso, níquel, cobre, zinc, plomo, selenio; así como también, parámetros microbiológicos tales como coliformes totales, coliformes termotolerantes, bacterias heterotróficas, huevos, larvas y helmintos, presentaron la siguiente composición fisicoquímica y microbiológica que se muestra en la Tabla 11, cuyas concentraciones fueron comparados con los valores estipulados en los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de aguas residuales domésticas o Municipales, contemplados en el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 11- Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del punto de muestreo M1 (entrada)

Resultados fisicoquímicos				
Determinación muestra	Unidad de medida	Resultados	(LMP)* D.S.003 - 2010 MINAM	Método de ensayo
Aceites y grasas	mgL ⁻¹ (ppm)	40.56	20	EPA-821-R-001. MET.1669.B
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	21.3	—	SMEWW-4500 NO ₂ ⁻ - B.22nd.Edition
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	84.8	—	SMEWW-4500 NO ₃ ⁻ - B.22nd.Edition
Solidos totales suspendidos	mgL ⁻¹ (ppm)	541	150	SMEWW-2540 D.22nd.Edition
DQO (mgO ₂ /L)	mgL ⁻¹ (ppm)	920	200	SMEWW-5220- C.2nd.Edition
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	mgL ⁻¹ (ppm)	458	100	SMEWW-5210- B.22nd.Edition
Fosforo total	mgL ⁻¹ (ppm)	6.7	—	SMEWW-4500 P- E.22nd.Edition
pH	Unidad	6.0	6.5 - 8.5	SMEWW-4500 H* - B.22nd.Edition
Conductividad (25°C)	µs/cm	5200	—	SMEWW-2510 B.22nd.Edition
Cloruros (Cl)	mgL ⁻¹ (ppm)	610	—	SMEWW-4500 Cl- B.22nd. Edition
Sulfatos	mgL ⁻¹ (ppm)	510	—	SMEWW-4500 SO ₄ =.E.22nd.Edition
Mercurio (Hg)	mgL ⁻¹ (ppm)	10	—	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Hierro (Fe)	mgL ⁻¹ (ppm)	28.2	—	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Manganeso (Mn)	mgL ⁻¹ (ppm)	3.7	—	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Niquel (Ni)	mgL ⁻¹ (ppm)	5.9	—	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Cobre (Cu)	mgL ⁻¹ (ppm)	18.3	—	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Zinc (Zn)	mgL ⁻¹ (ppm)	13.4	—	EPA - METHOD 200.7.

				REV 4.4
Plomo (Pb)	mgL ⁻¹ (ppm)	4.2	—	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Selenio (Se)	mgL ⁻¹ (ppm)	1.3	—	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Resultados microbiológicos				
Parámetro	Unidad de medida	Resultados	(LMP)* D.S.033 - 2010 MINAM	Método de referencia
Coliformes totales	NMP/100 ml a 35°C	16.8 x 10 ³	—	SM Part. 9221 B 22nd Edition.2012
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml a 44.5°C	15.7 x 10 ³	10 000	SM Part. 9221 E 22nd Edition.2012
E.coli.	UFC/100 ml a 44.5 °C	8.9 x 10 ³	—	SM Part. 9221 G22nd Edition.2012
Bacterias heterotróficas	UFC/100 ml a 35 °C	6.6 x 10 ³	—	SM Part. 9221 B 22nd Edition.2012
Huevos larvas, helmintos	N°org./L	45	—	Microscopia

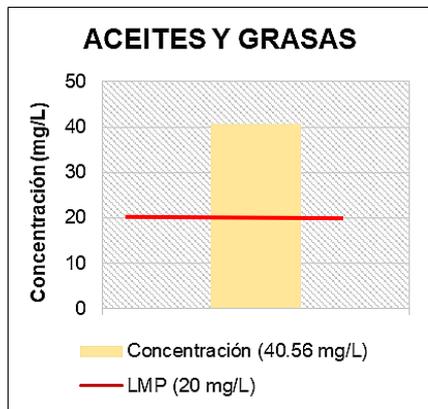
Actualmente el parque Kurt Beer cuenta con una sola poza de almacenamiento en funcionamiento, que recibe el agua residual de origen doméstico, proveniente del distrito de Veintiséis de Octubre, por lo que, con fines de evaluación y determinar el grado de contaminación de éstas, los resultados del punto M1 se compararon con los valores de los LMP del D.S. N°003- 2010- MINAM “Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales”, el cual contempla 6 parámetros para plantas de tratamiento de agua residual: aceites y grasas, sólidos totales, DQO, DBO5, pH y coliformes termotolerantes. Para el resto de parámetros no existe legislación que permita su comparación en condiciones de efluentes domésticos.

En la Figura 12, los gráficos de barras indican la concentración del parámetro evaluado del punto M1, mientras que las líneas de color rojo indican el Límite Máximo Permisible. En la Figura 12A se visualiza que la concentración de aceites y grasas (40.56 mg/L) en el punto de muestreo M1 supera significativamente al valor del LMP (20 mg/L), excediéndose en el doble del valor aceptable. Respecto al parámetro sólidos suspendidos (figura 12B), éste presenta un valor bastante

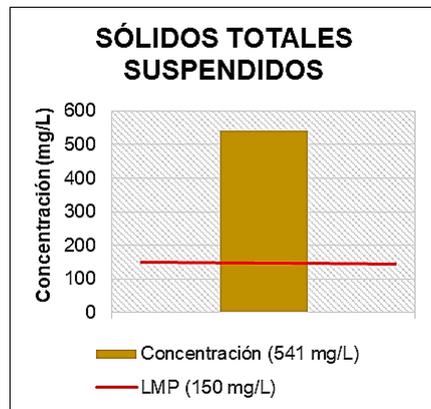
alto de 541 mg/L respecto al LMP que es de 150 mg/L. Situaciones similares se aprecia con la DQO y DBO₅, cuyas concentraciones de 920 y 458 mg/L, respectivamente, se encuentran bastante elevados con respecto a los LMP de 200 y 100 mg/L respectivamente, tal como se visualiza en las Figuras 12C y 12D. Mientras que, se puede decir que, el agua residual proveniente de este mismo punto se encuentra ligeramente ácida, puesto que presenta un pH de 6, siendo que, el valor mínimo para que se considere aceptable es de 6.5 y el máximo de 8.5 (ver Figura 12E).

Figura 12 - Concentración de los parámetros fisicoquímicos del punto M1 (entrada)

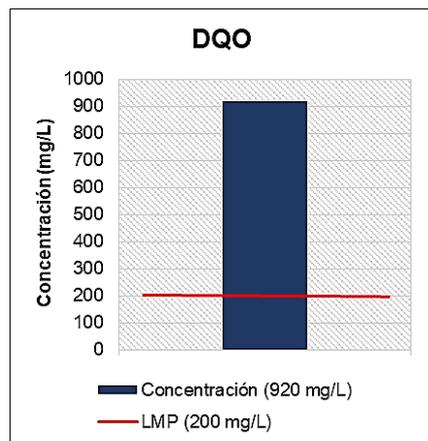
12A



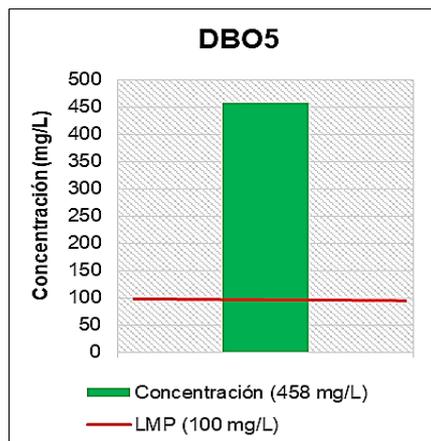
12B



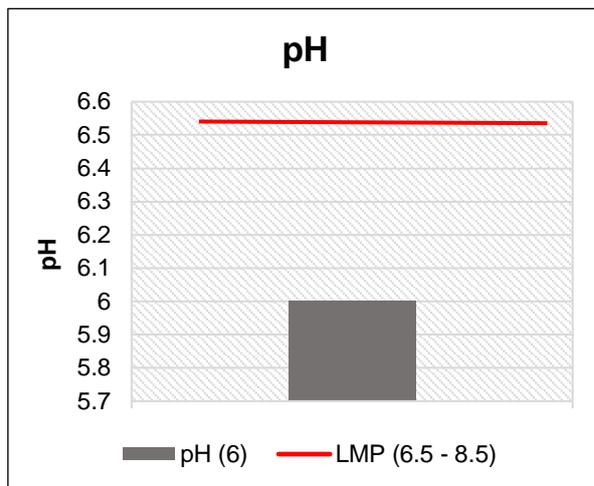
12C



12D

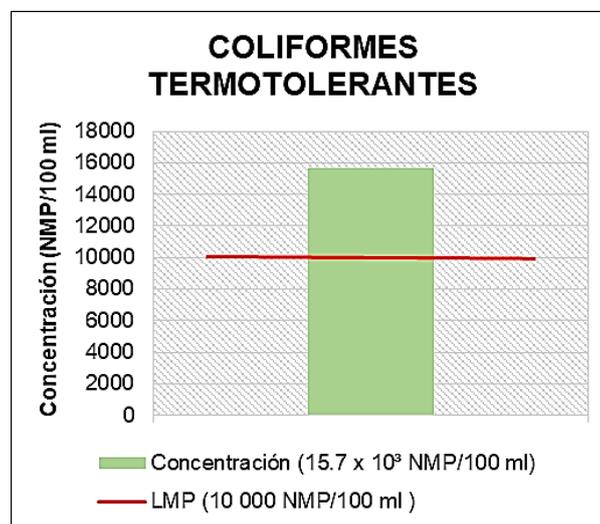


12E



Respecto a las características microbiológicas del punto de muestreo M1, se determinó una concentración de 15.7×10^3 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes que supera el valor de 10 000 NMP/100 ml que establece el LMP, tal como se observa en la Figura 13.

Figura 13-Concentración de Coliformes termotolerantes en el punto M1 (entrada)



En base a los datos visualizados en los gráficos anteriores, se puede decir que, es probable que se hayan obtenido valores altos en los resultados superando significativamente los LMP, debido a que el punto de muestreo M1 corresponde al punto de entrada del agua residual, donde ingresan grandes volúmenes de agua sin previo tratamiento.

Cabe mencionar que, en las lagunas de oxidación del parque Kurt Beer existe una sobrecarga de aguas residuales, con una infraestructura insuficiente lo que provoca la generación de contaminación del sistema agua, suelo y vegetación, además de malestar a los pobladores y proliferación de vectores que aumentan el riesgo de enfermedades infecciosas en la población aledaña.

4.1.2. Características fisicoquímicas y microbiológicas del punto de muestreo M2 (centro de la poza de almacenamiento)

Las muestras de agua obtenidas en el segundo punto de muestreo de código M2, que se ubicó en el punto medio de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, tras haber sido sometidas a análisis de laboratorio para medir la concentración de los parámetros fisicoquímicos, tales como: aceites y grasas, nitritos, nitratos, sólidos totales en suspensión, DQO, DBO, Fosforo total, pH, conductividad, cloruros, sulfatos, mercurio, hierro, manganeso, níquel, cobre, zinc, plomo, selenio; así como también, parámetros microbiológicos tales como coliformes totales, coliformes termotolerantes, bacterias heterotróficas, huevos, larvas y helmintos, presentaron la siguiente composición fisicoquímica y microbiológica que se muestra en la Tabla 12, cuyas concentraciones fueron comparados con los valores estipulados en los Límites Máximos Permisibles, contemplados en el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 12 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del punto de muestreo M2

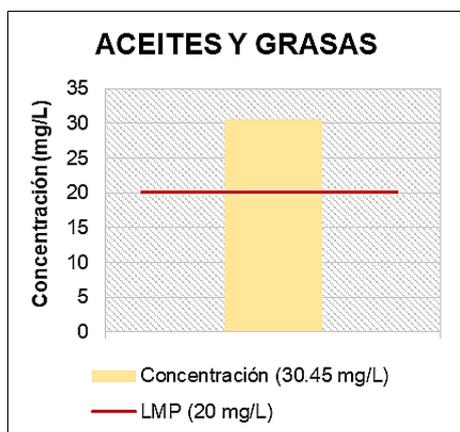
Resultados fisicoquímicos				
Determinación muestra	Unidad de medida	Resultados	(LMP)* D.S.003 – 2010 MINAM	Método de ensayo
Aceites y grasas	mgL ⁻¹ (ppm)	30.45	20	EPA-821-R-001. MET.1669.B
Nitritos	mgL ⁻¹ (ppm)	15.9	-----	SMEWW-4500 NO2- B.22nd.Edition
Nitratos	mgL ⁻¹ (ppm)	60.5	-----	SMEWW-4500 NO3- B.22nd.Edition
Solidos totales suspendidos	mgL ⁻¹ (ppm)	480	150	SMEWW-2540 D.22nd.Edition
DQO (mgO2/L)	mgL ⁻¹ (ppm)	700	200	SMEWW-5220- C.2nd.Edition
DBO5 (mgO2/L)	mgL ⁻¹ (ppm)	356	100	SMEWW-5210- B.22nd.Edition
Fosforo total	mgL ⁻¹ (ppm)	5.3	----	SMEWW-4500 P- E.22nd.Edition
pH	Unidad	6.5	6.5 – 8.5	SMEWW-4500 H* B.22nd.Edition
Conductividad (25°C)	µs/cm	4900	-----	SMEWW-2510 B.22nd.Edition
Cloruros (Cl)	mgL ⁻¹ (ppm)	549	-----	SMEWW-4500 Cl-B.22nd. Edition
Sulfatos	mgL ⁻¹ (ppm)	487	-----	SMEWW-4500 SO4=.E.22nd.Edition
Mercurio (Hg)	mgL ⁻¹ (ppm)	6	-----	EPA – METHOD 200.7. REV 4.4
Hierro (Fe)	mgL ⁻¹ (ppm)	22.1	-----	EPA – METHOD 200.7. REV 4.4
Manganeso (Mn)	mgL ⁻¹ (ppm)	2.8	-----	EPA – METHOD 200.7. REV 4.4
Niquel (Ni)	mgL ⁻¹ (ppm)	4.3	-----	EPA – METHOD 200.7. REV 4.4
Cobre (Cu)	mgL ⁻¹ (ppm)	15.7	-----	EPA – METHOD 200.7. REV 4.4
Zinc (Zn)	mgL ⁻¹ (ppm)	10.9	----	EPA – METHOD 200.7. REV 4.4
Plomo (Pb)	mgL ⁻¹ (ppm)	3.8	-----	EPA – METHOD 200.7. REV 4.4
Selenio (Se)	mgL ⁻¹ (ppm)	0.9	----	EPA – METHOD 200.7. REV 4.4
Resultados microbiológicos				
Parámetro	Unidad de medida	Resultados	(LMP)* D.S.033 – 2010 MINAM	Método de referencia
Coliformes totales	NMP/100 ml a 35°C	15.2 x 10 ³	-----	SM Part. 9221 B 22nd Edition.2012
Coliformes	NMP/100 ml a	13.7 x 10 ³	10 000	SM Part. 9221 E 22nd

termotolerantes	44.5°C			Edition.2012
E.coli.	UFC/100 ml a 44.5 °C	6.3 x 10 ³	-----	SM Part. 9221 G22nd Edition.2012
Bacterias heterotróficas	UFC/100 ml a 35 °C	4.7x 10 ³	-----	SM Part. 9221 B 22nd Edition.2012
Huevos larvas, helmintos	N°org./L	38	-----	Microscopia

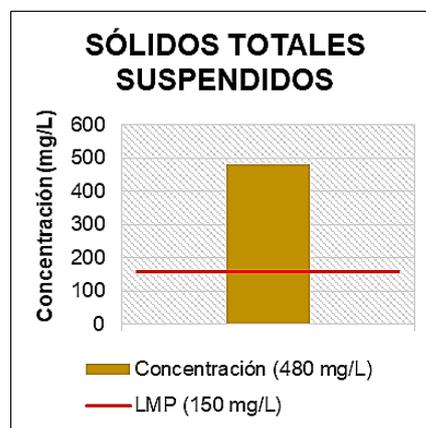
En la Figura 14, los gráficos de barras indican la concentración del parámetro evaluado, mientras que las líneas de color rojo indican el Límite Máximo Permisible. La Figura 14A muestra que la concentración de aceites y grasas (30.45 mg/L) en el punto de muestreo M2 supera significativamente al valor del LMP (20 mg/L), excediéndose en un 40%. Respecto al parámetro sólidos suspendidos (figura 14B), éste presenta un valor bastante alto de 480 mg/L respecto al LMP de 150 mg/L. Similar situación sucede con la DQO y la DBO₅, parámetros que se encuentran por encima de los LMP tal como se visualiza en las Figuras 14C y 14D, respectivamente. Por otro lado, en este punto se presenta un pH de 6.5, que se encuentra dentro del rango del LMP (Figura 14E)

Figura 14 - Concentración de los parámetros fisicoquímicos en el punto de muestreo M2 (centro)

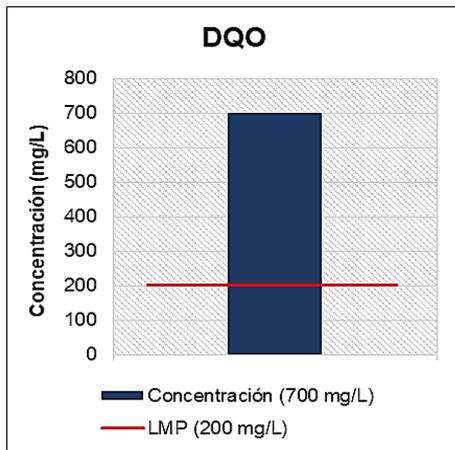
14A



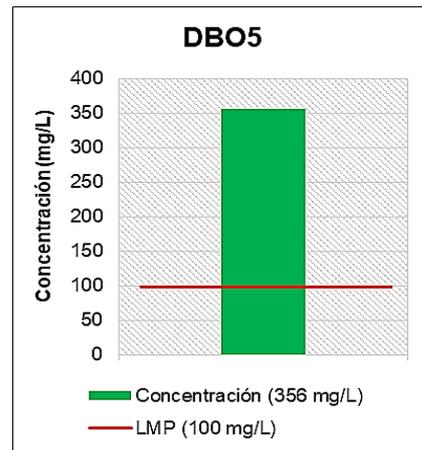
14B



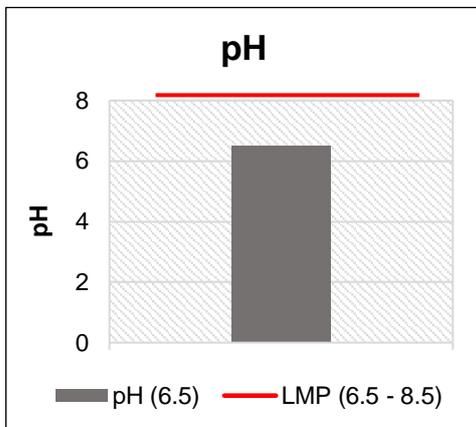
14C



14D

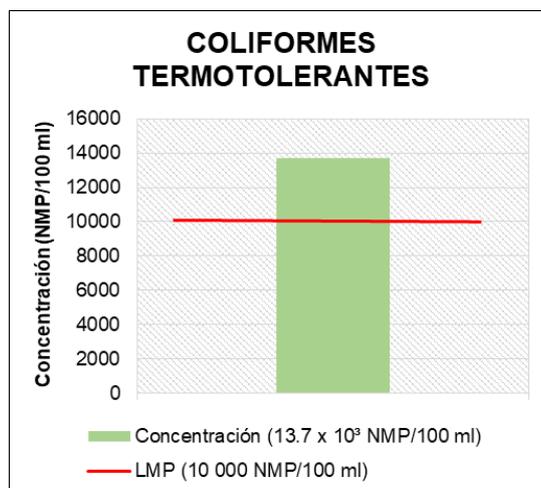


14E



Respecto a las características microbiológicas del punto de muestreo M2, se halló una concentración de 13.7×10^3 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes que superan moderadamente el valor de 10 000 NMP/100 ml del LMP, tal como se observa en la Figura 15.

Figura 15 -Concentración de coliformes termotolerantes en el punto de muestreo M2 (centro)



Los resultados obtenidos en el punto de muestreo M2 evidencian una reducción en la concentración de los parámetros evaluados en comparación con el punto de muestreo M1, probablemente debido a su ubicación en el centro de la poza de almacenamiento y por su cercanía al punto de salida.

4.1.3. Características fisicoquímicas y microbiológicas del punto de muestreo M3 (salida de la poza de almacenamiento)

Las muestras de agua obtenidas en el tercer punto de muestreo de código M3, que corresponden al punto de salida de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, tras haber sido sometidas a análisis de laboratorio para medir la concentración de los parámetros fisicoquímicos, tales como: aceites y grasas, nitritos, nitratos, sólidos totales en suspensión, DQO, DBO, Fosforo total, pH, conductividad, cloruros, sulfatos, mercurio, hierro, manganeso, níquel, cobre, zinc, plomo, selenio; así como también, parámetros microbiológicos tales como coliformes totales, coliformes termotolerantes, bacterias heterotróficas, huevos, larvas y helmintos, presentaron la siguiente composición fisicoquímica y microbiológica que se muestra en la Tabla 13, cuyas concentraciones fueron comparados con los valores estipulados en los Límites Máximos Permisibles, contemplados en el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 13- Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual del punto de muestreo M3 (salida)

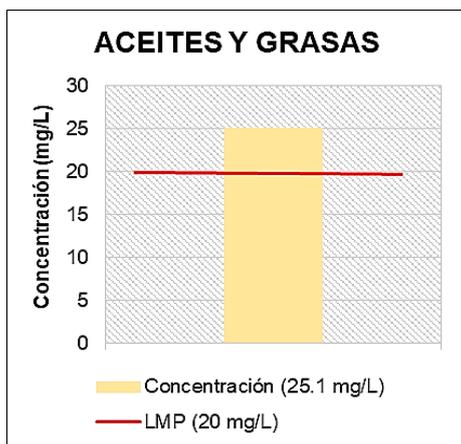
Resultados fisicoquímicos				
Determinación muestra	Unidad de medida	Resultados	(LMP)* D.S.003 - 2010 MINAM	Método de ensayo
Aceites y grasas	mgL ⁻¹ (ppm)	25.1	20	EPA-821-R-001. MET.1669.B
Nitritos	mgL ⁻¹ (ppm)	12.3	-----	SMEWW-4500 NO2- B.22nd.Edition
Nitratos	mgL ⁻¹ (ppm)	40.6	-----	SMEWW-4500 NO3- B.22nd.Edition
Solidos totales suspendidos	mgL ⁻¹ (ppm)	210	150	SMEWW-2540 D.22nd.Edition
DQO (mgO2/L)	mgL ⁻¹ (ppm)	500	200	SMEWW-5220-C.2nd.Edition
DBO5 (mgO2/L)	mgL ⁻¹ (ppm)	228	100	SMEWW-5210-B.22nd.Edition
Fosforo total	mgL ⁻¹ (ppm)	4.1	-----	SMEWW-4500 P- E.22nd.Edition
pH	Unidad	6.7	6.5 - 8.5	SMEWW-4500 H*- B.22nd.Edition
Conductividad (25°C)	µs/cm	4300	-----	SMEWW-2510 B.22nd.Edition
Cloruros (Cl)	mgL ⁻¹ (ppm)	498	-----	SMEWW-4500 Cl-B.22nd. Edition
Sulfatos	mgL ⁻¹ (ppm)	395	-----	SMEWW-4500 SO4=. E.22nd.Edition
Mercurio (Hg)	mgL ⁻¹ (ppm)	4	-----	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Hierro (Fe)	mgL ⁻¹ (ppm)	18.7	-----	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Manganeso (Mn)	mgL ⁻¹ (ppm)	1.9	-----	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Niquel (Ni)	mgL ⁻¹ (ppm)	3.8	-----	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Cobre (Cu)	mgL ⁻¹ (ppm)	14.3	-----	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Zinc (Zn)	mgL ⁻¹ (ppm)	9.1	-----	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Plomo (Pb)	mgL ⁻¹ (ppm)	3.0	-----	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Selenio (Se)	mgL ⁻¹ (ppm)	0.5	-----	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Resultados microbiológicos				
Parámetro	Unidad de medida	Resultados	(LMP)* D.S.003 - 2010 MINAM	Método de referencia
Coliformes totales	NMP/100 ml a 35°C	12.3 x 10 ³	-----	SM Part. 9221 B 22nd Edition.2012
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml a 44.5°C	10.9 x 10 ³	10 000	SM Part. 9221 E 22nd Edition.2012
E.coli.	UFC/100 ml a 44.5 °C	4.2 x 10 ³	-----	SM Part. 9221 G22nd Edition.2012
Bacterias heterotróficas	UFC/100 ml a 35 °C	3.6x 10 ³	-----	SM Part. 9221 B 22nd Edition.2012
Huevos larvas, helmintos	N°org./L	28	-----	Microscopia

En la Figura 16, los gráficos de barras indican la concentración del parámetro evaluado, mientras que las líneas de color rojo indican el Límite Máximo

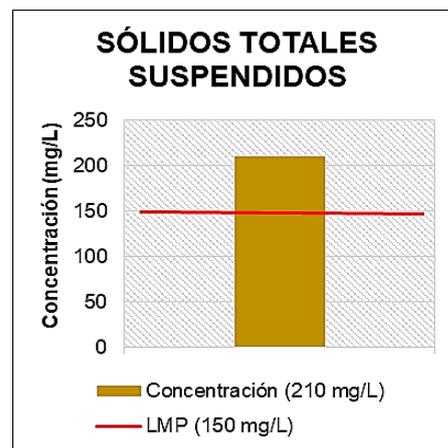
Permisible. En la Figura 16A se visualiza que la concentración de aceites y grasas (25.1 mg/L) en el punto de muestreo M3 supera ligeramente al valor del LMP (20 mg/L). Respecto al parámetro sólidos suspendidos (figura 16B), éste presenta un valor alto de 210 mg/L respecto al LMP de 150 mg/L. Para el caso de los parámetros DQO y la DBO5, tal como se visualiza en las Figuras 16C y 16D respectivamente, estos superan significativamente el valor permitido de los LMP, siendo los parámetros que más exceden los LMPs. Asimismo, se presenta un pH de 6.7, encontrándose dentro del rango de pH de 6.5 a 8.5 que estipula el LMP (Figura 16E).

Figura 16 -Concentración de los parámetros fisicoquímicos en el punto de muestreo M3 (salida)

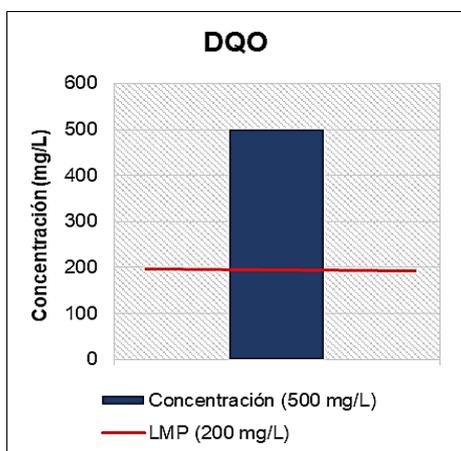
16A



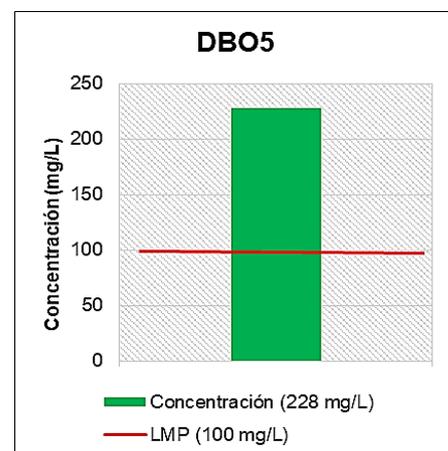
16B



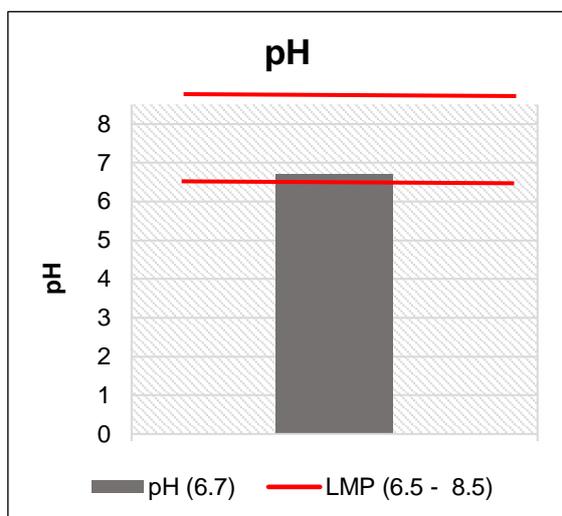
16C



16D

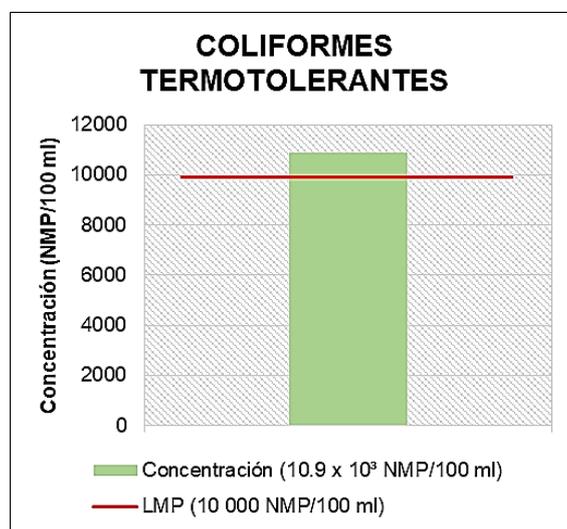


16E



Respecto a las características microbiológicas del punto de muestreo M3, se detectó una concentración de 10.9×10^3 NMP/100 ml de coliformes termotolerantes que superan ligeramente el valor de 10 000 NMP/100 ml del LMP, tal como se observa en la Figura 17.

Figura 17 -Concentración de los parámetros microbiológicos en el punto de muestreo M3 (salida)



En el punto de muestreo M3 que corresponde al punto de salida del agua residual de la poza de almacenamiento, los resultados de los parámetros reflejan concentraciones bajas en comparación con el punto de entrada (M1) y el punto del centro (M2), esto probablemente debido al tiempo de retención en la poza

que, de alguna forma, genera algún tipo de degradación natural de los contaminantes presentes, así como a la mayor fluidez con la que sale el agua de la laguna hacia el canal de regadío; sin embargo, es importante mencionar que, a pesar de ello, superan los LMP del D.S. N° 003- 2010- MINAM, por lo que se evidencia notable contaminación del efluente.

4.1.4. Características fisicoquímicas e inorgánicas del punto de muestreo M4 (canal de riego)

Las muestras de agua obtenidas en el cuarto punto de muestreo de código M4, que corresponden al canal de riego del Parque Kurt Beer, tras haber sido sometidas a análisis de laboratorio para medir la concentración de los parámetros fisicoquímicos, tales como: aceites y grasas, cianuro wad, cloruros, conductividad, DBO5, DQO, detergentes (SAAM), fenoles, fluoruros, nitratos nitritos, oxígeno disuelto, sulfatos y pH; así como también, parámetros inorgánicos tales como aluminio, arsénico, cadmio, cobre, cobalto, hierro, magnesio, manganeso, mercurio, níquel, plomo y zinc; presentaron la siguiente composición fisicoquímica e inorgánica que se muestra en la Tabla 14, cuyos valores obtenidos fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua de la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, contemplados en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Tabla 14 - Resultados fisicoquímicos e inorgánicos del agua residual del punto M4

Resultados fisicoquímicos e inorgánicos				
Determinación de muestra	Unidad de medida	Resultados	D.S.N° 004-2017 MINAM (*)	Método de ensayo
Aceites y grasas	mgL ⁻¹ (ppm)	15	5	SMEWW-5520 -D.22nd. Edition
Cianuro wad	mgL ⁻¹ (ppm)	<0.1	0.1	SMEWW-4500-I.22nd.Edition
Cloruros (Cl ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	430	500	SMEWW- 4500 Cl ⁻ -B.22nd. Edition
Conductividad (25°C)	mgL ⁻¹ (ppm)	3800	2500	SMEWW-2510 B.22nd.Edition
DBO5 (mgO2/L)	mgL ⁻¹ (ppm)	198	15	SMEWW-5210-B.22nd.Edition
DQO(mgO2/L)	mgL ⁻¹ (ppm)	410	40	SMEWW-5220-C. 22nd.Edition
Detergentes (SAAM)	mgL ⁻¹ (ppm)	3.5	0.2	SMEWW-5540-C. 22nd.Edition
Fenoles	mgL ⁻¹ (ppm)	0.4	0.002	SMEWW-5530-C. 22nd.Edition
Fluoruros	mgL ⁻¹ (ppm)	5	1	SMEWW-4500-C. 22nd.Edition
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	35.7	100	SMEWW - 4500 NO ₃ ⁻ B.22nd.Edition

Nitritos (NO ₂ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	10.9	10	SMEWW-4500 NO ₂ ⁻ B.22nd.Edition
Oxígeno disuelto	mgL ⁻¹ (ppm)	42	≥4	SMEWW-4500 O-B.22nd. Edition
POTENCIAL HIDROGENADO (pH)	Unidad de pH	6.8	6.5 - 8.5	SMEWW-4500 H--B.22nd. Edition
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	mgL ⁻¹ (ppm)	354	1000	SMEWW-4500 SO ₄ ⁼ .E.22nd.Edition
Inorgánicos				
Determinación de muestra	Unidad de medida	Resultados	D.S.N° 004-2017 MINAM (*)	Método de ensayo
Aluminio	mgL ⁻¹ (ppm)	86	5	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Arsénico	mgL ⁻¹ (ppm)	4.8	0.1	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Cadmio	mgL ⁻¹ (ppm)	1.5	0.01	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Cobre	mgL ⁻¹ (ppm)	12.7	0.2	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Cobalto	mgL ⁻¹ (ppm)	2.3	0.05	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Cobre total	mgL ⁻¹ (ppm)	3.6	0.1	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Hierro	mgL ⁻¹ (ppm)	17.1	5	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Magnesio	mgL ⁻¹ (ppm)	168.4		EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Manganeso	mgL ⁻¹ (ppm)	1.7	0.2	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Mercurio	mgL ⁻¹ (ppm)	3.2	0.001	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Niquel	mgL ⁻¹ (ppm)	2.7	0.2	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Plomo	mgL ⁻¹ (ppm)	2.4	0.05	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4
Zinc	mgL ⁻¹ (ppm)	7.8	2	EPA - METHOD 200.7. REV 4.4

En las Figuras 18 y 19, los gráficos de barras indican la concentración del parámetro evaluado, mientras que las líneas de color rojo indican el Estándar de Calidad Ambiental que no debería exceder a fin de no poner en riesgo la salud pública.

El parámetro aceites y grasas, tal como se muestra en la Figura 18A presenta una concentración de 15 mg/L, excediendo así el ECA para agua de 5 mg/L.

Los parámetros DQO y DBO5 presentaron valores de 410 y 198 mg/L, respectivamente, superando significativamente el ECA para agua de 40 y 15 mg/L respectivamente.

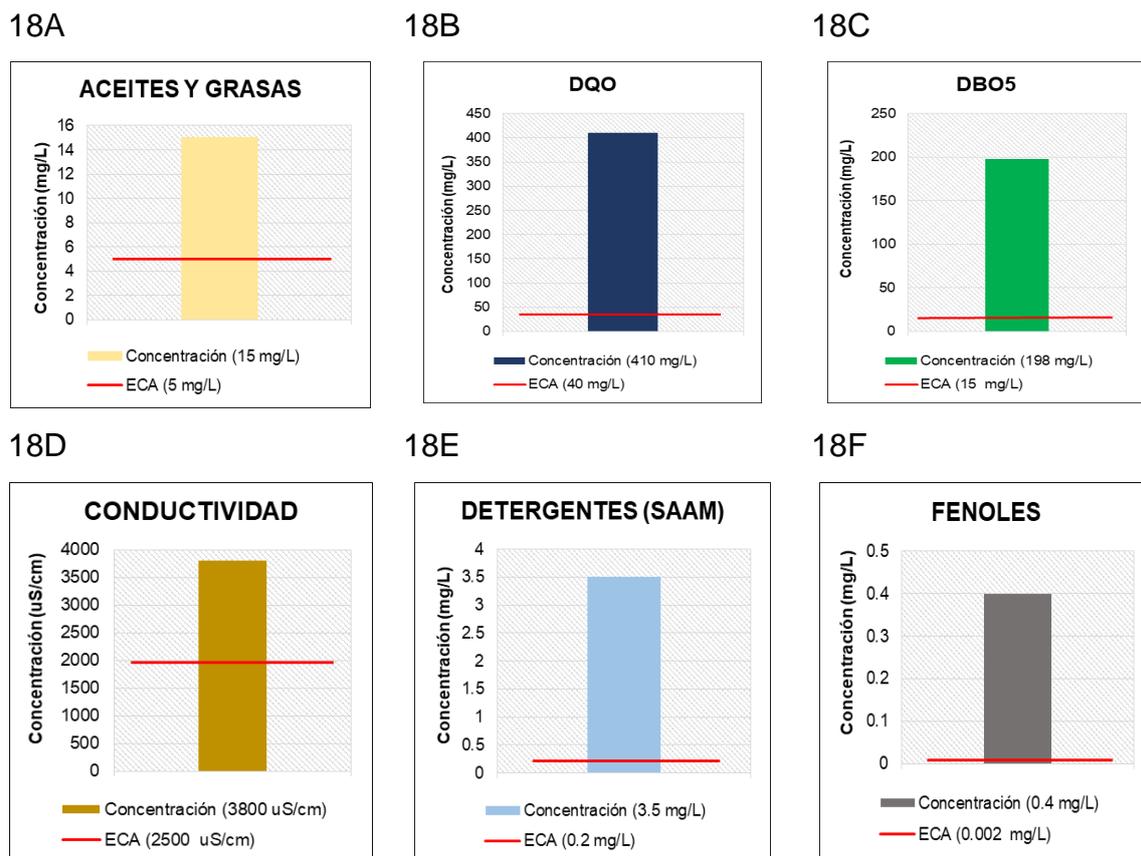
Respecto a la conductividad (Figura 18D), los resultados obtenidos en las muestras analizadas para este parámetro (3800 µs/cm) indican un exceso en el nivel aceptable según el ECA (2500 µs/cm). Esto podría impedir el desarrollo de una comunidad bacteriana y afectar al proceso biológico de depuración de aguas.

La Figura 18E muestra una concentración de detergentes (SAAM) de 3.5 mg/L, superando significativamente el ECA que es de 0.2 mg/L. Lo mismo sucede con los fenoles cuya concentración de 0.4 mg/L excede el ECA de 0.002 mg/L (ver Figura 18F).

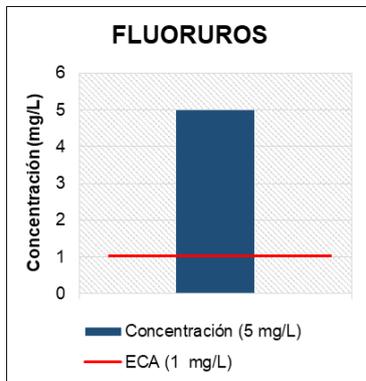
En el caso de los fluoruros (Figura 18G) se observa que se detectó una concentración de 5 mg/L y que sin embargo supera al 1 mg/L del ECA.

Para el caso del parámetro nitritos, este supera sólo ligeramente el ECA, habiéndose obtenido un resultado de 10.9 mg/L, mientras que el ECA es de 10 mg/L. Por último, el oxígeno disuelto detectado de 42 mg/L supera en el doble el valor del ECA de 24 mg/L (ver Figura 18I)

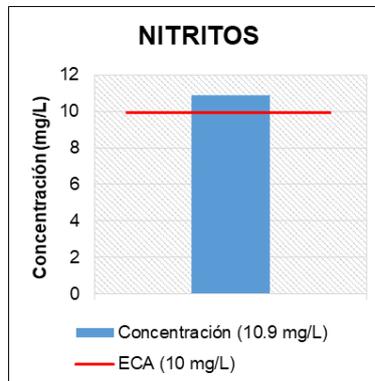
Figura 18 -Concentración de los parámetros fisicoquímicos en el punto M4 que superan los ECA para Agua, Categoría 3



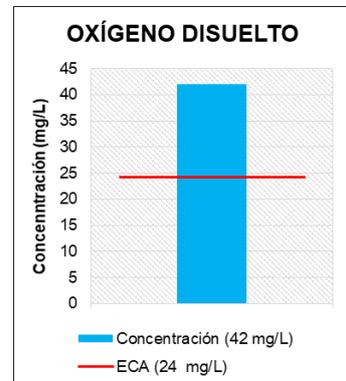
18G



18H



18I



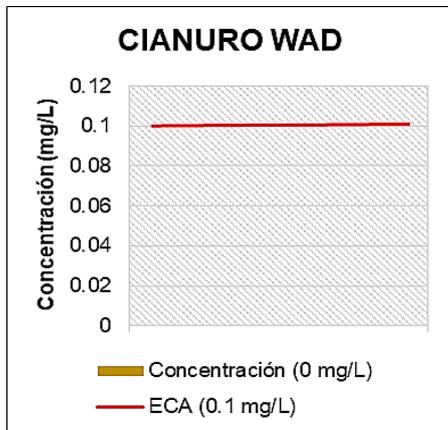
Con respecto a los parámetros que se mantienen por debajo del ECA para agua y que son aceptables para uso de riego de vegetales, el pH del agua presenta un 6.8, lo cual equivale a ser ligeramente ácido. Con respecto al cianuro wad este no se presentó en las muestras de agua (Figura 19A), así como los cloruros se encuentran dentro del valor admisible con una medida de 430 mg/L, siendo su valor aceptable de hasta 500 mg/L.

Con respecto a los nitratos, se halló una concentración de 35.7 mg/L, bastante bajo en comparación con el ECA que es de 100 mg/L (Figura 19D).

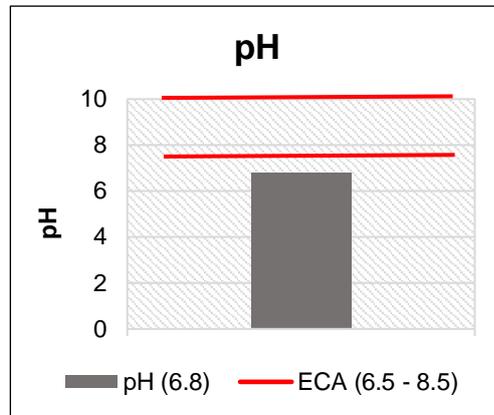
Asimismo, los sulfatos también se encuentran dentro del nivel aceptable, habiéndose detectado una concentración de 354 mg/L, muy inferior al límite permisible de 1000 mg/L (ver Figura 19E).

Figura 19-Concentración de los parámetros fisicoquímicos en el punto M4 que NO superaron los ECA para Agua, Categoría 3

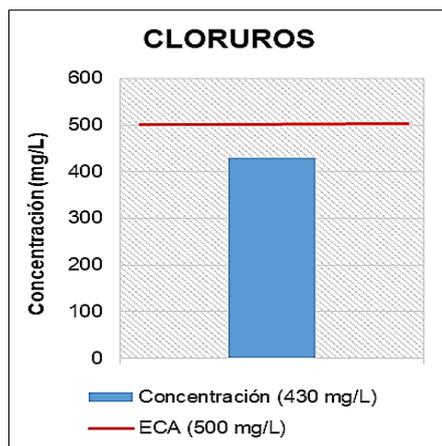
19A



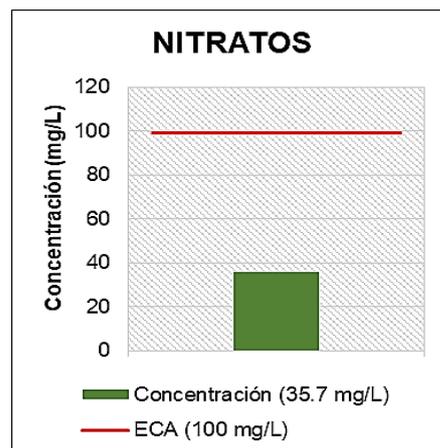
19B



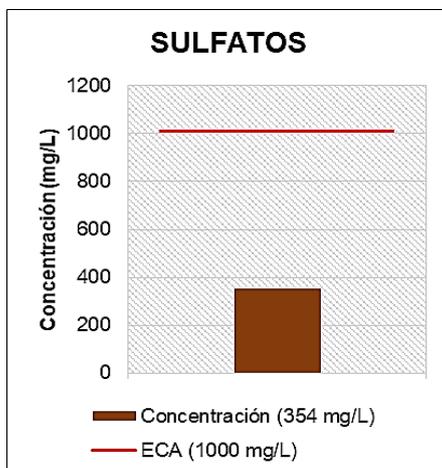
19C



19D



19E



En el punto de muestreo M4 también se evaluaron parámetros inorgánicos, siendo que, la mayoría de los elementos que conforman los parámetros inorgánicos son metales pesados tales como el aluminio, arsénico, cadmio, cobre, cobalto, cromo, hierro, magnesio, manganeso, mercurio, níquel, plomo y zinc.

La problemática de los metales pesados como plomo, níquel y cadmio, presentes en el agua residual utilizada para riego, radica principalmente en que estos pueden ser acumulados en los suelos agrícolas u organismos y resultan tan peligrosos por la toxicidad que ejercen sobre los diferentes cultivos y sobre la cadena alimenticia, al ser ingeridos por alguno de los eslabones.

Con respecto a estos parámetros y tal como lo muestra la Figura 20, los resultados que se obtuvieron indican que el metal con mayor presencia por 1 Litro de muestra de agua, es el magnesio que, a pesar de no tener un límite establecido en el D.S.N° 004-2017 MINAM, es perjudicial para el suelo ya que es un metal reactivo.

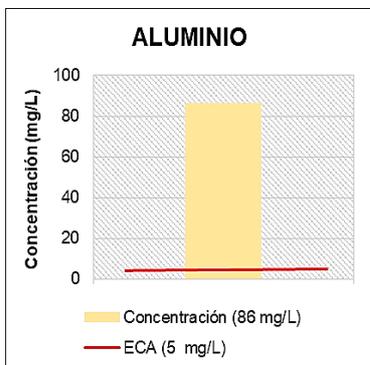
El que le sigue, en mayor grado de toxicidad es el cobre con un 12.7 mg/L que supera considerablemente al ECA que es de 0.2 mg/L (Figura 20D).

Los compuestos con menor grado de toxicidad son el cadmio con 1.5 mg/L (Figura 20C) y el manganeso con 1.7 mg/L (Figura 20H), que comparado con los otros parámetros presentan concentraciones bajas; sin embargo, exceden el límite aceptable del ECA.

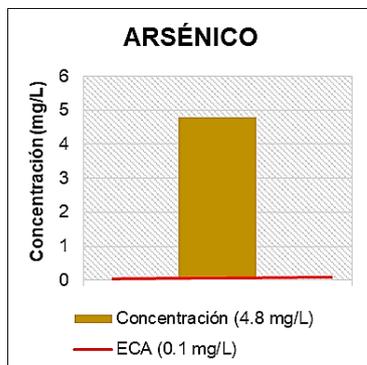
Es importante mencionar que metales pesados como el mercurio y el plomo muestran concentraciones bastante elevadas con respecto al ECA, siendo que el mercurio presenta una concentración de 3.2 mg/L, mientras que el plomo es de 2.4 mg/L, siendo los ECA para cada uno de 0.001 y 0.05 mg/L, respectivamente (ver Figuras 20I y 20K).

Figura 20 -Concentración de los parámetros inorgánicos en el punto M4 que superaron los ECA para Agua, Categoría 3

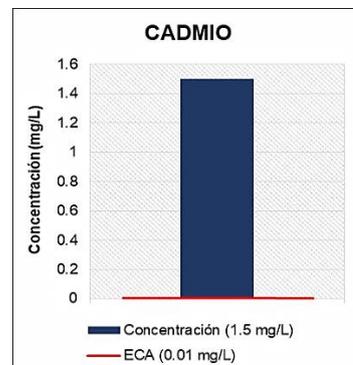
20A



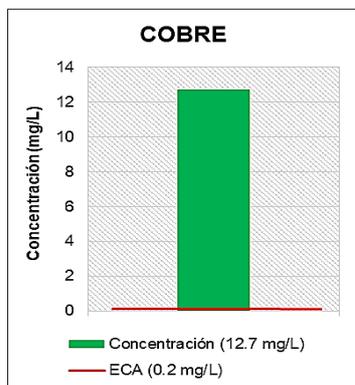
20B



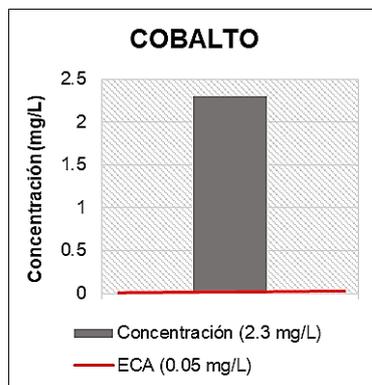
20C



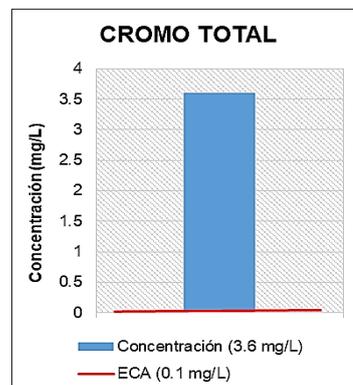
20D



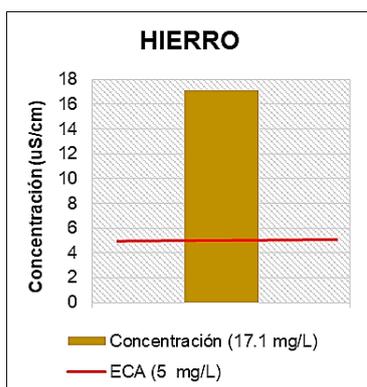
20E



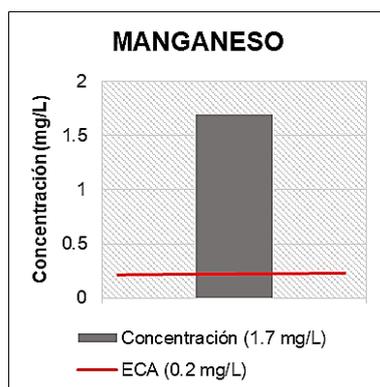
20F



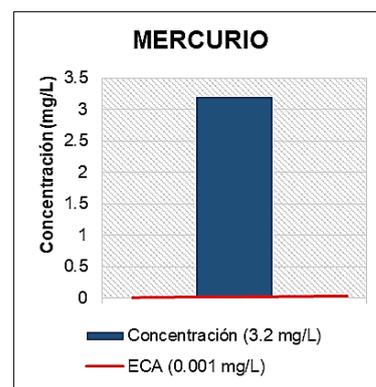
20G



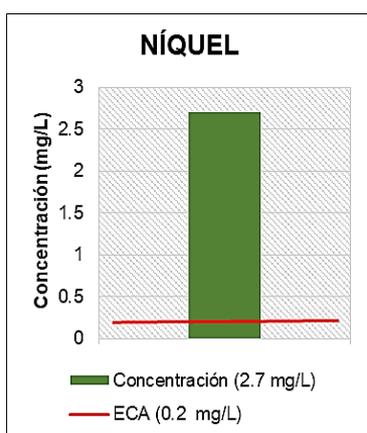
20H



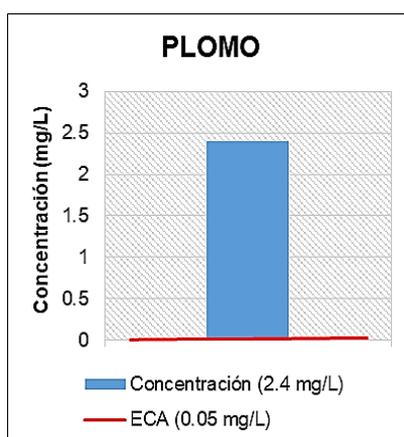
20I



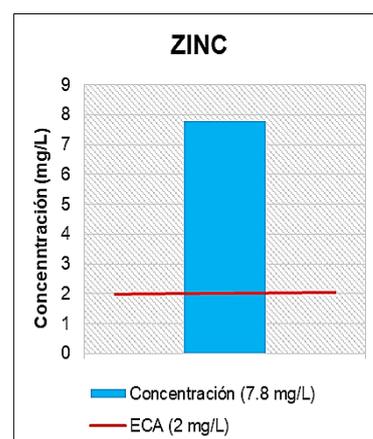
20J



20K



20L



4.1.5. Características microbiológicas y parasitológicas del punto de muestreo M4 (canal de riego)

Las muestras de agua obtenidas en el cuarto punto de muestreo de código M4, que corresponden al canal de riego del Parque Kurt Beer, tras haber sido sometidas a análisis de laboratorio para medir la concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos, tales como: coliformes termotolerantes, Escherichia coli y huevos, larvas y helmintos presentaron la siguiente composición que se muestra en la Tabla 15, cuyas concentraciones fueron comparados con los valores estipulados en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 3, contemplados en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

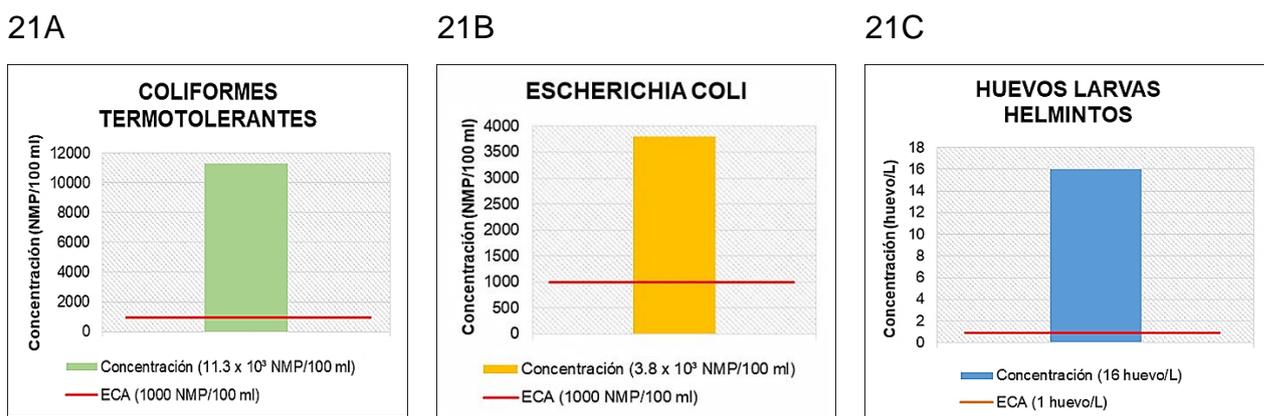
Tabla 15- Resultados microbiológicos y parasitológicos del punto M4

Parámetro	Unidad de medida	Resultados	D.S.N° 004-2017 MINAM(*)	Método de referencia
Coliformes termotolerantes	NMP/1000ml a 44.5 °C	11.3 x 10 ³	1000	SM Part.9221 E 22nd Edition. 2012
Escherichia coli	NMP/1000ml a 44.5 °C	3.8 x 10 ³	1000	SM Part.9221 E 22nd Edition. 2012
Huevos larvas helmintos	Huevos/L	16	1	Microscopia

Los resultados arrojan que se presenta una concentración de 11.3 x 10³ NMP/100 ml de coliformes termotolerantes que supera significativamente el valor de 1000 NMP/100 ml del ECA, tal como se observa en la Figura 21A.

Asimismo, la concentración de *Escherichia coli* de 3.8×10^3 NMP/100 ml indica que se encuentra elevado con respecto al ECA de 1000 NMP/100 ml (Figura 21B). Finalmente, el parámetro de huevos, larvas y helmintos se halló en 16 huevos /L que excede significativamente el estipulado en el ECA para agua que es de 1 huevo/L (Figura 21C).

Figura 21 - Concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos el punto M4



Estos resultados indican que posiblemente existe una fuente de contaminación de origen fecal o que el tratamiento en la laguna de oxidación no se está realizando de manera eficiente; por lo que se considera un problema grave ya que, como se ha mencionado, se hace uso de esta fuente de agua para el riego de cultivos aledaños.

4.2. Determinación del contenido de metales en los cultivos de *Carica papaya* y *Zea mays* regados con agua residual provenientes de la poza de almacenamiento ubicadas en el Parque Kurt Beer Distrito Piura, provincia – Piura.

Las muestras analizadas de los cultivos de *Carica papaya* y *Zea mays* que corresponden a los puntos de muestreo M5 y M6 respectivamente, arrojaron contaminación por metales pesados. Los parámetros evaluados fueron arsénico, cadmio, mercurio, zinc, plomo y cobre, cuyas concentraciones se visualizan en la Tabla 16.

Cabe mencionar que, en el ámbito nacional no existe legislación que regulen los valores máximos admisibles de contenido de metales en los productos vegetales de consumo directo, por lo que, para fines de la presente investigación se hizo uso de legislación internacional vigente, por lo que los resultados de concentraciones de los parámetros mencionados fueron comparados con las legislaciones de metales pesados de Rusia para frutas y hortalizas (*), legislación de contenidos máximos de Suiza para metales y metaloides en frutas y hortalizas (**), legislación del CODEX ALIMENTARIUS de metales pesados (***).

Tabla 16 -Resultados de concentración de metales pesados en muestras de M5 y M6

Determinación de muestra	Unidad de medida	Resultados	Resultados	Legislación	Método de ensayo
		Carica Papaya	Zea Mays		
Arsénico (*)	mg/kg ó (ppm)	3.5	2.1	0.2	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Cadmio (*)	mg/kg ó (ppm)	1.2	0.8	0.03	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Mercurio (*)	mg/kg ó (ppm)	0.1	0.3	0.02	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Zinc (**)	mg/kg ó (ppm)	18.7	23.9	5	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Plomo (***)	mg/kg ó (ppm)	3.4	1.2	0.10	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Cobre (***)	mg/kg ó (ppm)	38.3	60.3	10	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
(*) Legislación de metales pesados en Rusia para frutas y hortalizas (**) Legislación contenidos máximos en Suiza para metales y metaloides en frutas y hortalizas (***) Legislación del CODEX ALIMENTARIUS de metales pesados					

En la Figura 22, los gráficos de concentraciones demuestran que, ambos alimentos analizados se encuentran altamente contaminados con metales pesados lo que supone un alto riesgo para la población que los consume. Es así que, el Arsénico detectado en una concentración de 3.5 mg/kg en Carica Papaya y de 2.1 mg/kg en Zea Mays supera el nivel aceptable de 0.2 mg/kg de la “Legislación de metales pesados en Rusia de Frutas y Hortalizas”. Es importante mencionar que, el arsénico resulta ser un elemento muy peligroso ya que puede producir una reducción en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel e irritación de los pulmones. Incluso, la exposición prolongada de arsénico a través de alimentos contaminados puede causar cáncer y lesiones cutáneas, enfermedades cardiovasculares, neurotoxicidad y diabetes.

En el caso del Cadmio, se encuentra con una concentración de 1.2mg/kg en la Carica Papaya, teniendo una variación de 1.17% según la “Legislación de metales pesados en Rusia de Frutas y Hortalizas”. La absorción del cadmio puede darse por el agua residual que llega a absorber casi el 40% de este o también por la aplicación de fertilizantes en los cultivos. Mientras que en el cultivo de *Zea Mays* se encuentra en menor concentración, siendo esta de 0.8 mg/kg teniendo una variación de 0.7% según la “Legislación de metales pesados en Rusia de Frutas y Hortalizas”. Para este caso, la absorción del cadmio puede darse por el agua residual que llega a absorber casi el 10% de este.

La ingesta de cadmio en los humanos puede ser muy perjudicial ya que puede producir diarreas, dolor de estómago y vómitos severos. Además de generar daño en el sistema nervioso central y fracturas debido al debilitamiento óseo, así como posibles daños en el ADN o el desarrollo de cáncer.

Con respecto al Mercurio, se detectó que Carica Papaya presenta 0.1 mg/kg de este metal siendo solo permitido el 0.02 mg/kg según la “Legislación de metales pesados en Rusia de Frutas y Hortalizas”, mientras que *Zea Mays* presenta mayor concentración, siendo de 0.3 mg/kg de mercurio. Hay que considerar que el mercurio es un contaminante bastante peligroso que produce daños al ser humano, especialmente en el sistema nervioso, sistema respiratorio, cardiovascular y digestivo. Según la OMS se puede tolerar hasta 1.6 miligramos por kilogramo de peso de una persona, la población más vulnerable son los fetos que absorben el mercurio de la madre, las embarazadas o mujeres en periodos de lactancia.

El Zinc en Carica Papaya presenta una concentración de 18.7 mg/kg, mientras que *Zea Mays* presenta mayor concentración, siendo de 23.9 mg/kg. Ambos valores exceden considerablemente a lo permitido según la “Legislación de contenidos máximos en Suiza para metales y metaloides en frutas y hortalizas”. Cabe mencionar que, cuando se absorben grandes cantidades de Zinc las personas pueden experimentar disminución del apetito, de la sensibilidad, el olor y sabor. Su toxicidad disminuye con el aumento del pH.

El Plomo es uno de los principales metales pesados que se encuentra en el cultivo de papaya con un 3.4 mg/kg excediendo la “Legislación del CODEX Alimentarius de metales pesados”, mientras que en *Zea Mays* se presenta en

menor concentración, y sin embargo también supera considerablemente dicha legislación que advierte de un valor máximo de 0.10 mg/kg. La ingesta de plomo puede producir graves problemas como daño en los riñones, tracto gastrointestinal, sistema reproductor y neuronas. También podría causar anemia, hipertensión, disfunción renal, los efectos conductuales pueden ser irreversibles. Además, el organismo puede tardar hasta 20 años en expulsar esta sustancia.

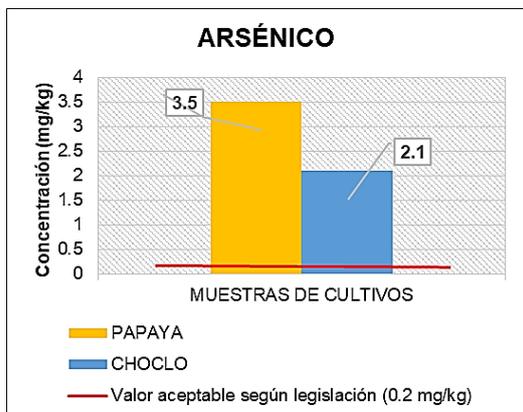
La Carica Papaya absorbe casi el 30% del plomo contenido en las aguas residuales que se encuentran en el canal, mientras que Zea Mays absorbe casi el 10% del plomo contenido en las aguas residuales que se encuentran en el canal.

Por último, el Cobre se encuentra en Carica Papaya en un 38.3 mg/kg excediendo los límites del CODEX ALIMENTARIU que establece un límite de 10 mg/kg. Asimismo, *Zea Mays* presenta un 60.3 mg/kg que también excede significativamente dicho límite. Si bien es cierto, el cobre es esencial para la salud humana, en altas dosis puede ser perjudicial produciendo daños al hígado, riñones e inclusive puede causar la muerte.

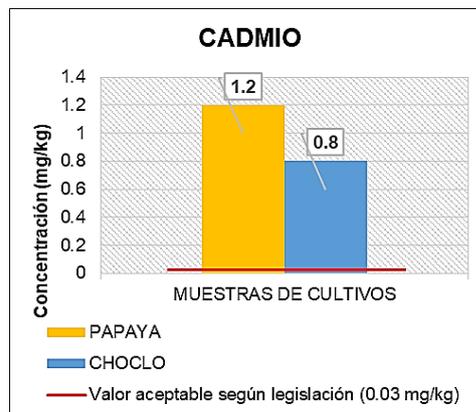
La Figura 22 muestra gráficamente las concentraciones de cada uno de los parámetros descritos en ambos tipos de cultivos, comparados con las legislaciones.

Figura 22 -Concentración de metales pesados en las muestras M5 y M6

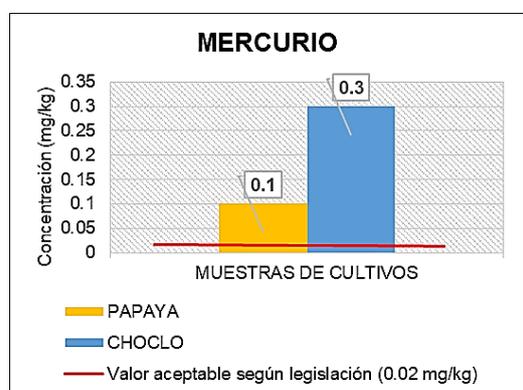
22A



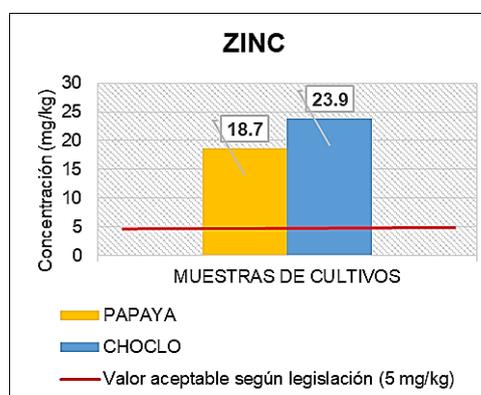
22B



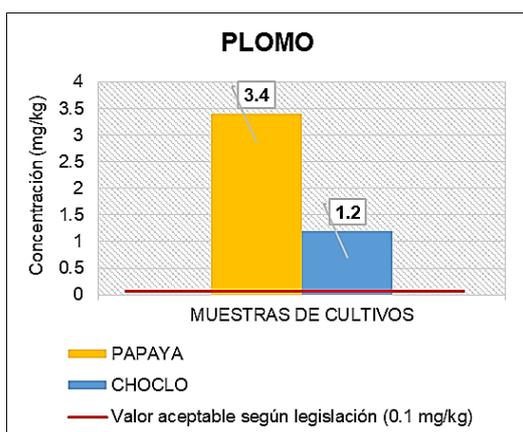
22C



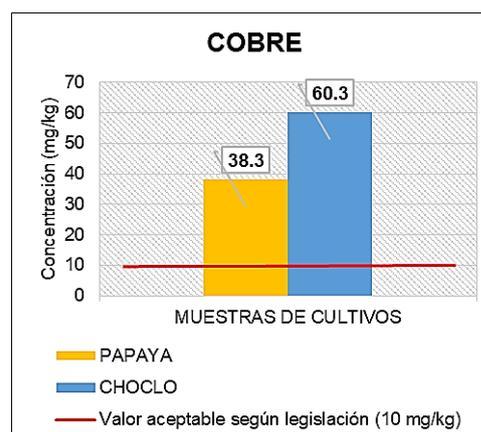
22D



22E



22F



Es importante mencionar que las plantas también sufren afectaciones en sus funciones vitales debido a las altas concentraciones de estos metales, tal como se muestra en la tabla:

Tabla 17- Efectos de metales pesados en las plantas

Metal	Efecto en la planta
Mercurio	Alteración de la fotosíntesis, inhibición del crecimiento y alteración de la captación de K.
Zinc	Alteración de la permeabilidad de la membrana celular, inhibición de la fotosíntesis, alteración en las concentración de Cu,Fe y Mg
Cobre	Desbalance iónico, alteración de la permeabilidad de la membrana celular, reducción del crecimiento e inhibición de la fotosíntesis.

Fuente: Nastush, 1997

4.3. Determinación del grado de contaminación por metales en el suelo agrícola producido por el riego de agua residual proveniente de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia- Piura.

Se evaluó el contenido de metales pesados en las muestras del suelo agrícola del vivero del parque Kurt Beer cuyo punto de muestreo codificado con M7, arrojaron los siguientes resultados que se visualizan en la Tabla 18. Estos resultados se compararon con los ECA de suelo agrícola del D.S N°011- 2017 – MINAM.

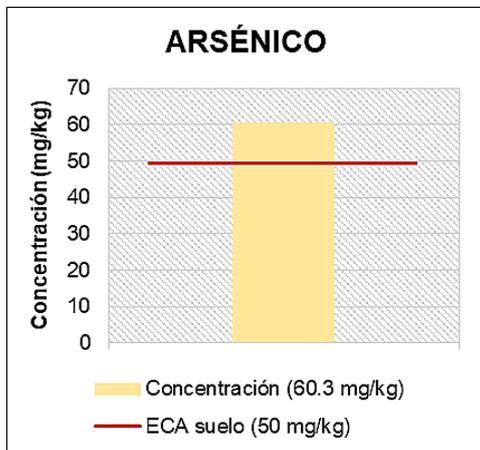
Tabla 18- Resultados de metales pesados en el suelo agrícola del punto de muestreo M7

Determinación Muestra	Unidad	Resultados	D.S N°011.2017 ECA - MINAM	Métodos de Ensayo Referencial
Parámetros Inorgánicos				
ARSENICO	mg/kg	60.3	50	EPA-METHOD 3050
CADMIO	mg/kg	2.1	1.4	EPA-METHOD 3050
MERCURIO	mg/kg	1.5	6.6	EPA-METHOD 7471
PLOMO	mg/kg	82.7	70	EPA-METHOD 3050

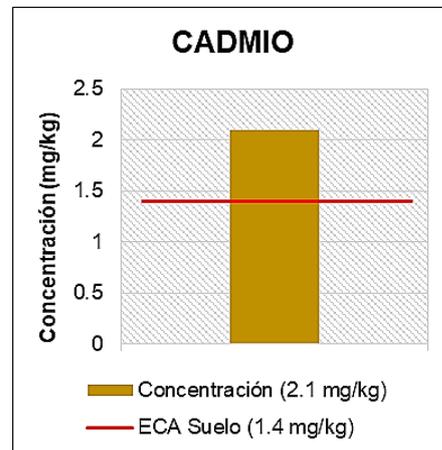
Tras la obtención de los resultados se puede observar en la Figura 23D que el elemento con mayor concentración es el plomo con 82.7 mg/kg siendo lo permitido 70 mg/kg de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental para suelos agrícolas. Dentro de los parámetros con menor concentración, se tiene al mercurio con 1,5 mg/kg siendo el único parámetro que se encuentra dentro del valor aceptable de 6,6 mg/kg (Figura 23C). Los parámetros arsénico y cadmio están presentes en un 60.3 mg/kg y 2.1 mg/kg respectivamente, que superan moderadamente los ECA para suelo agrícola que son de 50 mg/kg y 1.4 mg/kg respectivamente.

Figura 23- Concentración de metales pesados en el suelo agrícola en el punto M7

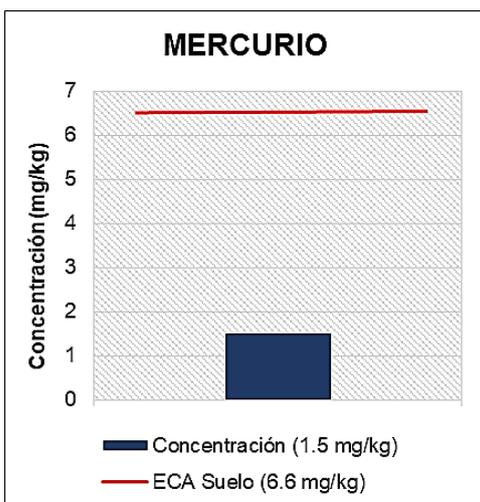
23A



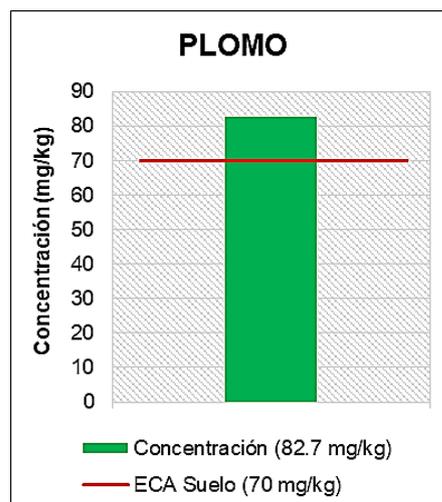
23B



23C



23D



A continuación, se mencionan los efectos que podrían producir cada elemento presente en los suelos:

El arsénico presente en el suelo en altas concentraciones, por cortos periodos de tiempo, puede no provocar reducción en el crecimiento de los cultivos o su acumulación en partes de la planta a concentraciones perjudiciales a humanos o animales. Sin embargo, una aplicación continua de arsénico, en periodos extendidos de tiempo, se acumula en la capa superficial del suelo.

El efecto principal del arsénico en las plantas es la destrucción de la clorofila en el follaje como una consecuencia de inhibición de producción de enzimas. Ya que el arsénico es tóxico para los seres humanos, el consumo de las partes consumibles de la planta que contienen arsénico acumulado, es nocivo.

Respecto al Cadmio, este es fuertemente adsorbido por la materia orgánica del suelo. Cuando el Cadmio está presente en el suelo, éste puede ser extremadamente peligroso, y la toma a través de la comida puede incrementar. En el suelo el Cadmio es absorbido por las plantas. Las lombrices y otros animales esenciales para el suelo son extremadamente sensibles al envenenamiento por Cadmio, por lo que pueden morir a muy bajas concentraciones y esto tiene consecuencias en la estructura del suelo. Cuando las concentraciones de Cadmio en el suelo son altas esto puede influir en los procesos del suelo de microorganismos y amenazar a todo el ecosistema del suelo (LENNECH, 2020).

El caso del mercurio se acumula en mayor medida, en los primeros centímetros del suelo. Las concentraciones suelen disminuir según se avanza en profundidad. Esto se debe a que la disponibilidad del Hg no solo depende de su especiación química sino también de las propiedades del suelo, particularmente el pH, potencial redox y contenido en coloides. El mercurio ocasiona una reducción de la actividad microbiológica vital para la cadena alimentaria terrestre en suelos.

Por último, el plomo es tóxico para los organismos vivos y son inhibidores de factores ecológicos afectando el crecimiento de las plantas.

V. DISCUSIÓN

Marcial, Martha P, Geisy Hernández y Osvaldo Campos (2013) en su investigación busco plantear el uso de las aguas residuales como una de las fuentes alternativas para el riego en la agricultura urbana pero las aguas residuales del afluente Luyanó donde se realizó su investigación, de acuerdo con los análisis, se clasifican como aguas de baja contaminación (según los valores DBO5 y DQO). Esas aguas, además, toxicológicamente no constituyen un riesgo de contaminación ni para el suelo ni para el medio ambiente, discrepando así con mi investigación realizada ya que las muestras de agua residual de la poza de almacenamiento muestran altos de niveles de contaminación, afectando al cultivo que es regado con estas aguas sin previo tratamiento, también afectando la calidad del suelo y la actividad microbiana que sucede en él. FAO – Javier Mateo Sagasta (2017) planteo la reutilización del agua residual para la agricultura en ALC, reconocen que apoyar la reutilización de aguas para una agricultura sostenible, productiva y saludable es una importante contribución a la Agenda 2030, mediante una economía verde y circular en la que el agua y los residuos se gestionan como activos económicos, minimizando los impactos negativos sobre el medio ambiente y mejorando el acceso y el uso de agua de calidad para todos los actores involucrados, en esta investigación se propone la reutilización del agua residual con previo tratamiento para riego en suelo agrícola, residencial/parques, ya que según los antecedentes de la investigación Piura carece de agua para riego es una buena opción que el agua residual sea tratada y así evitar afectación al medio ambiente y a la salud de las personas.

Irma Francisca, Rodolfo Cisneros Almazán, Jorge Aceves de alba, Héctor Martín Durán García y Javier castro (2011) investigo que, debido a la poca disponibilidad de agua subterránea para el uso de riego, algunos agricultores de los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., México, desde hace tiempo usan para el riego de la zona agrícola periurbana, usan, por una parte pozos emplazados en los acuíferos profundo, y por la otra, aguas residuales provenientes de descargas domésticas e industriales. Provocando un panorama complejo de producción de cultivos y pudiera también ocasionar un riesgo de salud pública por la presencia de sulfatos

(SO₄ –2), conductividad eléctrica (CE), coliformes fecales (NMP/100 mL) y los sólidos disueltos totales (SDT), la investigación muestra mucha similitud en los resultados obtenidos ya que en Piura debido a la carencia de agua para riego se usa el agua residual con altas concentraciones de contaminantes que son acumulados en suelo y cultivos que producen una contaminación al ambiente y afecta la salud de las personas pero se propone en la investigación realizar estudios más detallados para llegar al bien social y ambiental. ANA (AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA) (2016) publicó el manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas en el que detalla el trabajo en conjunto entre la Autoridad Nacional del Agua y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y se enmarca dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos del Perú, los objetivos estratégicos y las prioridades regionales y nacionales de la FAO. El documento tiene como principal propósito brindar información a técnicos y tomadores de decisiones sobre las potencialidades que tiene el reusó de aguas residuales en la actividad productiva. Asimismo, se pretende evidenciar la necesidad de desarrollar mecanismos y herramientas para vincular los proyectos de saneamiento con la actividad agroforestal, se puede observar que en la investigación realizada no se respetó leyes ni parámetros para el riego de agua residual, ni tampoco se supervisó a las fábricas cercanas al parque Kurt Beer por verter aguas residuales industriales en la poza de almacenamiento.

VI. CONCLUSIONES

Las observaciones levantadas en el parque Kurt Beer respecto a la única poza de almacenamiento que funciona debido al mejoramiento de las otras, es:

1. Los cultivos de *Carica Paya* y *Zea Mays* contienen grandes cantidades de metales pesados entre ellos arsénico, cadmio, mercurio, zinc, plomo y cobre que fueron determinados en los análisis que respectivos evaluados con legislaciones internacionales.

La presencia de metales como es el arsénico produce reducción del crecimiento y alteración de la concentración de Ca, K, P y Mn en los cultivos de *Carica Papaya* y *Zea Mays* y la absorción de cadmio y plomo en los cultivos de *Carica Papaya* y *Zea Mays* puede producir inhibición de la fotosíntesis y alterar su crecimiento.

2. Dentro de las características fisicoquímicas que se analizaron del agua residual de la poza de almacenamiento del parque Kurt Beer encontramos parámetros como aceites y grasas, sólidos totales suspendidos, DBO5, DQO, pH y dentro de los parámetros microbiológicos se hallaron coliformes termotolerantes.
3. En los cultivos analizados ambos presentan una mayor cantidad de cobre y zinc que excede al 50% relacionado con las legislaciones internacionales, siendo sus acumulaciones en la pulpa de la fruta y hortaliza, siendo la *Carica Papaya* con un 38.3 ppm en cobre y zinc con resultados de 18.7 ppm al igual que el *Zea Mays* que se obtuvo con cobre en 23.9 ppm y zinc con 60.3 ppm excediendo en la legislación de metales pesados en Rusia y el CODEX ALIMENTAURIUS de metales pesados.
4. El suelo del vivero se ve afectado por el contacto directo con aguas residuales que presentan contaminación por metales pesados, que logran la disminución de la actividad microbiana, así mismo su fertilidad.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

1. Se recomienda a las entidades pertinentes como son: Municipalidad de Piura, Gobierno Regional de la ciudad de Piura y el director del parque Kurt Beer, tengan un adecuado mantenimiento de la poza de almacenamiento de agua residual y la construcción de una PTAR para reducir la contaminación en la zona, evitar la presencia de vectores y posibles enfermedades para los trabajadores y pobladores aledaños.
2. Se recomienda que en el canal de riego se realice la construcción de unas canaletas para evitar que el agua residual entre en contacto con el suelo y este sea afectado por la presencia de metales pesados.
3. Se recomienda la elaboración de un plan de reusó adecuado de agua residual para controlar la contaminación del suelo y prevenir las enfermedades causadas por el consumo de cultivos contaminados con metales pesados.
4. Se recomienda implementar charlas informativas al personal que labora en el parque Kurt Beer y brindarles los implementos adecuados como son los equipos de protección personal ya que se pudo observar durante el desarrollo de la investigación que tienen contacto directo con el agua residual y con los cultivos del vivero del parque Kurt Beer, y así ellos puedan conocer los riesgos para su salud.

REFERENCIAS

ACOSTA, Cristian Marín, et al. Tratamiento de aguas residuales por humedales artificiales tropicales en Tabasco, México/Constructed wastewater treatment by tropical-wetlands in Tabasco, Mexico/Treatment of water waste by wetlands artificial tropical in Tabasco. CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias, [En línea]. 2016. [Fecha de consulta: 25 de Abril del 2021].

Disponible:<file:///C:/Users/yanet/Downloads/DialnetTratamientoDeAguasResidualesPorHumedalesArtificial-5612691.pdf>

ANDINA. El 70% de aguas residuales en Perú se vierte sin tratamiento, afirma viceministra [en línea]. [En línea]. 2015. [Fecha de consulta: 28 de Abril del 2021].

Disponible en:<https://andina.pe/agencia/noticia-el-70-aguas-residuales-peru-se-vierte-sin-tratamiento-afirma-viceministra-286553.aspx>

ANDERSSON, J. L.; BASTVIKEN, S. Kallner; TONDERSKI, K. S. Free water surface wetlands for wastewater treatment in Sweden: nitrogen and phosphorus removal. Water science and technology, [En línea]. 2005. [Fecha de consulta: 28 de Abril del 2021]. Disponible: <https://iwaponline.com/wst/article-abstract/51/9/39/11788>

Arano, S., Martínez, G., Losada, M., Villegas, M., Casaldàliga, A., & Bel, N. (2011). La comunidad «Recursos y datos primarios» de la Universitat Pompeu Fabra: los repositorios institucionales como infraestructuras científicas: estudio de caso. Revista española de documentación científica, [En línea]. 2015. [Fecha de consulta: 28 de Abril del 2021]. Disponible: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/viewFile/704/780>

AKINBILE, C. O.; YUSOFF, Mohd S. Assessing water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and lettuce (*Pistia stratiotes*) effectiveness in aquaculture wastewater treatment. International Journal of phytoremediation, [En línea]. 2012. [Fecha de consulta: 28 de Abril del 2021] Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15226514.2011.587482>

C. A. ALVA J. G. VAN ALPHEN A. DE LA TORRE L. MANRIQUE Problemas de drenaje y salinidad en la Costa Peruana [En línea]. 2016. [Fecha de consulta: 25 de Abril del 2021]. Disponible en: <https://edepot.wur.nl/59708>

CAIZA CAIZA Gisela Fernanda “Mercurio en el suelo, contaminación y remediación” [En línea]. 2016 [Fecha de consulta: 05 de Junio del 2021 Disponible en:

<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/GISELA%20FERNANDA%20CAIZA%20CAIZA.pdf>

CALA, Victoria, KUNIMINE, Yukihiro. Distribución de plomo en suelos contaminados en el entorno de una planta de reciclaje de baterías ácidas [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 25 de Abril del 2021]. Disponible en:

<https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/23751>

CAMPOS PINILLA Claudia Evaluación del riesgo sanitario en un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) debido al riego con aguas residuales sin tratar en el centro agropecuario marengo [En línea]. 2015 [Fecha de consulta: 30 de Marzo del 2021 Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/FabioLeiva/publication/291184264_EVALUACION_DEL_RIESGO_SANITARIO_EN_UN_CULTIVO_DE_LECHUGA_Lactuca_sativa_DEBIDO_AL_RIEGO_CON_AGUAS_RESIDUALES_SIN_TRATAR_EN_EL_CENTRO_AGROPECUARIO_MARENGO_CUNDINAMARCA_COLOMBIA/links/578e903108ae35e97c3f73f1/EVALUACION-DEL-RIESGO-SANITARIO-EN-UN-CULTIVO-DE-LECHUGA-Lactuca-sativa-DEBIDO-AL-RIEGO-CON-AGUAS-RESIDUALES-SIN-TRATAR-EN-EL-CENTRO-AGROPECUARIO-MARENGO-CUNDINAMARCA-COLOMBIA.pdf

ČESEN, M., AHEL, M., TERZIĆ, S., HEATH, D. J., & HEATH, E. (2019). The occurrence of contaminants of emerging concern in Slovenian and Croatian wastewaters and receiving Sava river. *Science of The Total Environment*,

650, 2446-2453. [En línea]. 2019. [Fecha de consulta: 25 de Abril del 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.238>

CONCEPCION H., MENESES M., VILANOVA R., "Control Strategies and Wastewater Treatment Plants: Effect of Controllers Parameters Variation", 16th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, 5- 9 September, Toulouse, France. [En línea]. 2011. [Fecha de consulta: 25 de Abril del 2021]. Disponible en: https://www.kemira.com/insights/climate-ready-tech-enabled-water-treatment/?utm_source=google&utm_medium=ad&utm_campaign=iw-sustainability&utm_content=article-sdg13-decision&gclid=Cj0KCQjw_8mHBhCIARIsABfFgpgSaEgkTyC3IcFc_q1qvIG67AuQTd2e5xbdY6Q-Ljd0IJ5IpiJCVU4aAp2REALw_wcB

CHRISTOFILOPOULOS, S., KALIAKATSOS, A., TRIANTAFYLLOU, K., GOUNAKI, I., VENIERI, D., & KALOGERAKIS, N. Evaluation of a constructed wetland for wastewater treatment: Addressing emerging organic contaminants and antibiotic resistant bacteria. *New Biotechnology*, 52, 94-103. [En línea]. 2019. [Fecha de consulta: 25 de Abril del 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2019.05.006>

CHUQUIPUL MAMANI, Karen y ROJAS NOVOA, María Cristina Tratamiento del agua residual industrial mediante biofiltros y floculantes orgánicos por etapas, Puente Piedra-2019 [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 1 de junio del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61481>

CHUNJIANG, An. [et al]. Emerging usage of electrocoagulation technology for oil removal from wastewater: A review. Elseiver. [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 20 de abril del 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716325013>

COVARRUBIAS, Sergio y PEÑA, Juan. Contaminación ambiental por metales pesados en México: problemática y estrategias de fitorremediación [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 1 de junio del 2021]. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2017.33.esp01.01/46640>

DE LA CRUZ AVILEZ Joisy Jazmin “Acumulación de plomo en el cultivo de huacatay *Tagetes minuta* debido al manejo de fertilizantes en Carapongo – Chosica, 2018” [En línea]. 2018 [Fecha de consulta: 05 de Junio del 2021] Disponible: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26909/DE%20LA%20CRUZ_AJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DE LA ROSA, David, TEUTLI, Maura y RAMIREZ, Marta. Electrorremediación de suelos contaminados, una revisión técnica para su aplicación en campo. Rev. Int. Contam. Ambient [En línea]. Agosto del 2007, vol.23, n.3 [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2021], pp.129-138. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v23n3/v23n3a3.p>

Eróstegui, C. Contaminación por metales pesados. Revista Científica Ciencia Médica SCEM. [En línea].2009 [Fecha de consulta: 27Junio del 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/rccm/v12n1/v12n1_a13.pdf

FERNANDES, J. P., DUARTE, P., ALMEIDA, C. M. R., CARVALHO, M. F., & MUCHA, A. P. Potential of bacterial consortia obtained from different environments for bioremediation of paroxetine and bezafibrate. Journal of Environmental Chemical Engineering, 8(4), 103881. [En línea]. 2020. [Fecha de consulta: 25 de Abril del 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103881>

GRANADOS ROJAS, Hugo Enrique Análisis del Cambio Climático y su Impacto en el Cultivo de Papa Nativa a través de WorldClim/ArcGIS en la Comunidad de Paru Paru – Cusco 2020. [En línea]. 2020 [Fecha de consulta: 10 de Junio del 2021] Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59024/Granados_RHE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GONZÁLEZ, Jaime. Extracción de contaminantes en suelos asistida por ultrasonidos y microondas. Universidad de Vigo, Marín [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://calderon.cud.uvigo.es/bitstream/handle/123456789/186/GonzalezAller.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUERRA ALVA Karen Patricia “Evaluación de metales pesados (Cr, Al, Fe) en aguas de escorrentía pluvial en las cunetas y su impacto en cultivos de arroz - Marona 2017” [En línea]. 2017 [Fecha de consulta: 05 de Junio del 2021] Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3291/AMBIENTAL%20-%20Karen%20Patricia%20Guerra%20Alva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HUAMANÍ-YUPANQUI, Hugo Alfredo, HUAUYA-ROJAS, Miguel ángel, Mansilla-Minaya, Luis Germán, FLORIDA-ROFNER, Nelino, NEIRA-TRUJILLO, Gilmer Milton Presencia de metales pesados en cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) orgánico. Acta Agronómica [en línea]. 2012, 61 (4), 339-344 [fecha de Consulta 13 de Febrerop de 2021] Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169926831006>

KHALID, Sana, SHAHID, Muhammad, KHAN, Nabeel, MURTAZA, Behzad, BIBI, Irshad y DUMAT, Camille. «A comparison of technologies for remediation of heavy metal contaminated soils,» Journal of Geochemical Exploration. [En línea]. Diciembre del 2016.[Fecha de consulta: 4 de mayo de 2019].Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375674216303818>

LOVERA MUÑOZ Stich Robinson “Estudio de la concentración y absorción de macroelementos y metales pesados en el cultivo de algodón irrigado con aguas servidas en el sector de san pedro Cachiche – Ica” [En línea]. 2019 [Fecha de consulta: 10 de Junio del 2021] Disponible en: [https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3140/Estudio%20de%20la%20concentraci%20y%20absorci%20de%20macroelementos%20y%20metales%20pesados%20en%20el%20cultivo%20de%20algod%](https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3140/Estudio%20de%20la%20concentraci%20y%20absorci%20de%20macroelementos%20y%20metales%20pesados%20en%20el%20cultivo%20de%20algod%20)

[c3%b3n%20irrigado%20con%20aguas%20servidas%20en%20el%20sector%20d
e%20San%20Pedro%20Cachiche%20-%20lca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/13521/14204)

MADERA Calos, SILVA Jorge, TORRES Patricia “Domestic wastewater reuse in agriculture. A review” [En línea]. 2019 [Fecha de consulta: 10 de Junio del 2021] Disponible en:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/13521/14204>

M.M.Jordan; M.B. Almendro, NAVARRO-PEDREÑO J. Ensayos de movilidad de cadmio, cromo y níquel en un suelo de la provincia de Alicante tratado con lodo de depuradora. Macla. Revista de la Sociedad Española de Mineralogía (6): 273-276, [En línea]. 2006. [Fecha de consulta: 25 de Abril del 2021]. Disponible en http://www.ehu.eus/sem/macla_pdf/macla6/Macla6_273.pdf

OMS. El mercurio y la salud. [En línea]. 2020. [Fecha de consulta: 1 de Abril del 2021]. Disponible en <http://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/mercury-and-health>

ONTIVEROS CAPURATA Ronald Ernesto, LAMINE DIAKITE-Diakite, ALVAREZ SANCHEZ M. CORAS MERINO Pablo Miguel Evaluación de las aguas residuales de la ciudad de Mexico para riego [En línea]. 2015 [Fecha de consulta: 10 de Junio del 2021] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222013000400008&script=sci_arttext

PANDUR TENOZAM Nadia Masaya Dinámica de la absorción de los nutrientes y metales pesados en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia HBK*) [En línea]. 2015 [Fecha de consulta: 10 de Junio del 2021] Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/931/T.EPG57.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PAREDES GARCÍA, Flor de María, ROMERO PANDURO, Dina Milagros Remediación de Suelo Agrícola Dedicado al Cultivo de Arroz con Concentraciones de Cadmio, Mediante la Aplicación de Microorganismos Eficaces y Carbón Activado [En línea]. 2021 [Fecha de consulta: 10 de Junio del 2021] Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/61772/Paredes_GF_M-Romero_PDM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SHAH, A., & SHAH, M. (Characterisation and bioremediation of wastewater: A review exploring bioremediation as a sustainable technique for pharmaceutical wastewater. *Groundwater for Sustainable Development*, 11, 100383. [En línea]. 2020. [Fecha de consulta: 20 de Abril del 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100383>

ANEXOS

Anexo N° 02 – Ficha de muestreo de agua residual de la poza de almacenamiento

Título de la investigación: “EFECTO CONTAMINANTE SOBRE LOS CULTIVOS DE CARICA PAPAYA Y ZEA MAYS POR EL RIEGO CON AGUAS RESIDUALES DE LA POZA DE ALMACENAMIENTO DEL PARQUE KURT BEER, DISTRITO PIURA, PROVINCIA – PIURA”			
Investigadora: Alessandra Guadalupe Requena Benites			
Objetivo N° 01: Evaluar la calidad de las aguas residuales provenientes de las poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, provincia – Piura			
Instrucciones antes del monitoreo: Antes de tomar las muestras de Agua se toma en cuenta los siguientes instrumentos: fichas de registro de campo, etiquetas para la identificación de las muestras, plumón indeleble, frascos de vidrios estéril, guantes descartables, cámara fotográfica, zapatos de seguridad, pantalón, lentes y un equipo de Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) para saber las coordenadas exactas en las que se encontraban los puntos y se obtiene una foto satelital de los puntos de toma de muestra.			
Procedencia: Poza de almacenamiento del parque Kurt Beer			
Fecha de muestra recolectada: 20 de Septiembre del 2018			
Parámetros analizar: Fisicoquímicos y Microbiológicos			
Muestra	Coordenadas	Cantidad (lt.)	Tipo de muestra
M1	536393,451E;9424276,98oN	01 litro	Compuesta
M2	536294,164E;9424197,857N	01 litro	Compuesta
M3	536282,459E;9424194E;108N	01 litro	Compuesta
Observaciones: <ul style="list-style-type: none">• Difícil acceso a la poza de oxidación• Suelo Inestable.• Presencia de Totora• Presencia de Aves.			


LUIS HOLGUÍN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
REG. CIP. N° 111614

Ing. Holguín Aranda Luis
CIP: 111614


LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIP: 162994

Ing. Castro Tena Lucero
CIP: 162994



Mg. Guere Salazar Fiorella
CIP: 131344

Anexo N° 03 – Ficha de muestreo de cultivos del parque Kurt Beer

Título de la investigación: “EFECTO CONTAMINANTE SOBRE LOS CULTIVOS DE CARICA PAPAYA Y ZEA MAYS POR EL RIEGO CON AGUAS RESIDUALES DE LA POZA DE ALMACENAMIENTO DEL PARQUE KURT BEER, DISTRITO PIURA, PROVINCIA – PIURA”			
Investigadora: Alessandra Guadalupe Requena Benites			
Objetivo n° 02: Analizar la contaminación de los cultivos de carica papaya y zea mays regados con Agua Residual provenientes de la poza de almacenamiento ubicadas en el Parque Kurt Beer Distrito Piura, provincia – Piura.			
instrucciones antes del monitoreo: <ul style="list-style-type: none"> • Antes de tomar las muestras de Agua se toma en cuenta los siguientes instrumentos: fichas de registro de campo, etiquetas para la identificación de las muestras, plumón indeleble, frascos de vidrios estéril, guantes descartables, cámara fotográfica, zapatos de seguridad, pantalón, lentes y un equipo de Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) para saber las coordenadas exactas en las que se encontraban los puntos y se obtiene una foto satelital de los puntos de toma de muestra. • Dentro de los materiales y equipos a utilizar para la toma de muestra fueron guantes de goma, bolsas plásticas, mameluco, botas, tijeras, cooler, marcador indeleble, cinta adhesiva 			
Procedencia: Canaleta del Parque Kurt Beer y Vivero del Parque Kurt Beer			
Fecha de muestra recolectada: 20 de Septiembre del 2018			
Parametros analizar: Agua de la Canaleta: Fisicoquímicos e Inorgánicos y Microbiológicos Y Parasitológico Muestra de cultivos: Metales Pesados			
Muestra	Coordenadas	Cantidad (lt - kg)	Tipo de muestra
M4	536426,785E;9423666,963N	01 litro	Compuesta
M5	536426,785E;9423666,963N	01 Kilo	----
M6	536426,785E;9423666,963N	01 Kilo	----
Observaciones:			



LUIS FERRER
HOLGUÍN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. N° 111614

Ing. Holguín Aranda Luis
CIP: 111614



LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIP: 162994

Ing. Castro Tena Lucero
CIP: 162994



Mg. Guere Salazar Fiorella
CIP: 131344

Anexo Nº 04 – Ficha de muestreo del suelo del vivero del parque Kurt Beer

Título de la investigación: “EFECTO CONTAMINANTE SOBRE LOS CULTIVOS DE CARICA PAPAYA Y ZEA MAYS POR EL RIEGO CON AGUAS RESIDUALES DE LA POZA DE ALMACENAMIENTO DEL PARQUE KURT BEER, DISTRITO PIURA, PROVINCIA – PIURA”			
Investigadora: Alessandra Guadalupe Requena Benites			
Objetivo Nº 03: Analizar el suelo agrícola determinar el grado de contaminación producido por el riego de agua residual proveniente de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia- Piura			
Instrucciones antes del monitoreo: Se procedió a la delimitación de la zona a muestrear con estacas cercando correspondientemente a 0.03 ha equivalente a 300 m ² , se pudo observar el suelo con características físicas de: suelo arenoso, color oscuro debido a la presencia de materia orgánica, hojas y residuos orgánicos sin descomponer.			
Procedencia: Suelo del Vivero del parque Kurt Beer			
Fecha de muestra recolectada: 20 de Septiembre del 2018			
Parámetros analizar: pH y Metales Pesados			
Muestra	Coordenadas	Cantidad (lt. - kg)	Tipo de muestra
M7	536426,785E;9423666,978N	01 Kilo	Muestreo de Nivel de Fondo
OBSERVACIONES:			


LUIS FERRER
HOLGUÍN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP. Nº 111614

Ing. Holguín Aranda Luis
CIP: 111614


LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 70837735
CIP: 162994

Ing. Castro Tena Lucero
CIP: 162994



Mg. Guere Salazar Fiorella
CIP: 131344

Anexo N° 05 - Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente: Efecto Contaminante sobre los cultivos Carica Papaya y Zea Mays	Concentración de metales pesados en cultivos Acumulación de metales pesados en el suelo.	Arsénico Cadmio Mercurio Zinc Plomo Cobre	Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación no experimental	Observación Análisis Interpretación	Ficha 01: Muestra de la poza de almacenamiento. Ficha 02: Recolección de datos muestra de cultivos. Ficha 03: Recolección de datos muestra de suelo.
¿Qué efectos contaminantes se producen sobre los cultivos de <i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i> por el uso de aguas residuales provenientes de las pozas de almacenamiento en el Parque Kurt Beer?	Evaluar el efecto contaminante sobre los cultivos de <i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i> por el uso de las aguas residuales provenientes de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito de Piura, Provincia – Piura.	Los efectos contaminantes por metales sobre los cultivos de <i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i> serán significativos debido al riego con las aguas residuales provenientes de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia Piura.	Variable Independiente: Riego con aguas residuales de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer	Características fisicoquímicas del agua residual Características microbiológicas del agua residual	Aceites y Grasas Cianuro Wad Cloruros (Cl ⁻) Conductividad (25°C) DQO (mgO2/L) DBO5 Detergentes (SAAM) Fenoles Fluoruros Nitratos (NO ₃ ⁻) Nitritos(NO ₂ ⁻) Potencial de Hidrogeno (pH) Sulfatos (SO ₄ ⁼) Aluminio Arsénico Cadmio Cobre Cobalto Cromo Total Hierro Magnesio Manganeso Mercurio Níquel Plomo Zinc Coliformes termotolerantes Escherichia Coli Huevos, Larvas Helmitos	nivel de investigación Exploratoria o Formativa		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas						
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo son las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales provenientes de la poza de almacenamiento en el Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia – Piura? ¿Cuál es el efecto contaminante en los cultivos de <i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i> regados con agua residual provenientes de las pozas de almacenamiento ubicadas en el Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia – Piura? ¿Cuál es el grado de afectación del suelo agrícola regado con agua residual proveniente de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer Distrito Piura, Provincia – Piura? 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales provenientes de las pozas de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, provincia – Piura. Analizar la contaminación por metales en los cultivos de <i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i> regados con agua residual provenientes de la poza de almacenamiento ubicadas en el Parque Kurt Beer Distrito Piura, provincia – Piura. Analizar el grado de contaminación por metales en el suelo agrícola producido por el riego de agua residual proveniente de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, Provincia- Piura. 	<ul style="list-style-type: none"> La evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas residuales de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, logrará determinar los contaminantes por metales que influyen en la calidad de los productos de <i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i>. La presencia de contaminantes por metales en los cultivos de <i>Carica papaya</i> y <i>Zea mays</i> regados con agua residual provenientes de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer, Distrito Piura, provincia – Piura se lograra conocer si los productos son aptos para consumo humano. Al examinar el suelo agrícola regado con Agua residual proveniente de la poza de almacenamiento del Parque Kurt Beer Distrito Piura, Provincia – Piura se lograra demostrar la presencia de metales pesados en el suelo. 						

Anexo N° 06: Validación de Instrumento de la ficha 01: Ficha de muestreo de agua residual de la poza de almacenamiento



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e Investigador UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 01: Ficha de muestreo de agua residual de la poza de almacenamiento**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Requena Benites Alessandra Guadalupe**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X
.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

LUIS HOLGUIN ARANDA
INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111614

Lima, 11 de Julio del 2021

Ac
Ira

Firma

CIP: 111614

Anexo N° 07: Validación de Instrumento de la ficha 02: Ficha de muestreo de cultivos del parque Kurt Beer



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 02: Ficha de muestreo de multivos del Parque Kurt Beer**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Requena Benites Alessandra Guadalupe**

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

**LUIS FERRN
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. CIP. N° 111211**

Lima, 11 de Julio del 2021

Ac
 Ir a

Firma

Anexo Nº 08: Validación de Instrumento de la ficha 03: Ficha de muestreo de suelo del vivero del parque Kurt Beer.



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

X. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: **Ing. HOLGUIN ARANDA LUIS**
- 1.6. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.7. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.8. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 03: Ficha de Muestreo del Suelo del Vivero del Parque Kurt Beer**
- 1.9. Autora de Instrumento: **Requena Benites Alessandra Guadalupe**

XI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X
.....

XIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%


**LUIS FERMÍN
 HOLGUIN ARANDA
 INGENIERO AMBIENTAL
 Reg. C.I.P. Nº 111614**

Lima, 11 de Julio del 2021

Ac
Ira

Firma

CIP: 111614

Anexo N° 09: Validación de Instrumento de la ficha 01: Ficha de muestreo de agua residual de la poza de almacenamiento

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. CASTRO TENA LUCERO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 01: Ficha de muestreo de agua residual de la poza de almacenamiento**
- 1.5. Autora de Instrumento: **Requena Benites Alessandra Guadalupe**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 03 de Julio del 2021 


 LUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 70837735
 CUIP: 162594

Anexo N° 10: Validación de Instrumento de la ficha 02: Ficha de muestreo de cultivos del parque Kurt Beer



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: **Ing. CASTRO TENA LUCERO**
 1.7. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
 1.8. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 02: Ficha de muestreo de cultivos del Parque Kurt Beer**
 1.10. Autora de Instrumento: **Requena Benites Alessandra Guadalupe**

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

.....

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

DUCERO KATHERINE CASTRO TENA
 DNI: 75037718
 CIP: 10004

Lima, 03 de Julio del 2021

Act
Ir a C

Anexo N° 11: Validación de Instrumento de la ficha 03: Ficha de muestreo de suelo del vivero del parque Kurt Beer.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 1.11. Apellidos y Nombres: **Ing. CASTRO TENA LUCERO**
- 1.12. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.13. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 03: Ficha de muestreo del suelo del vivero del Parque Kurt Beer**
- 1.15. Autora de Instrumento: **Requena Benites Alessandra Guadalupe**

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
.....

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%

Lima, 03 de Julio del 2021 


LUZERO KATHERINE CASTRO TENA
DNI: 7837138
 CEP: 182994

Anexo N° 12: Validación de Instrumento de la ficha 01: Ficha de muestreo de agua residual de la poza de almacenamiento



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **M.Sc GÜERE SALAZAR FIORELLA VANESSA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 01:** Ficha de muestreo de agua residual de la poza de almacenamiento
- 1.5. Autora de Instrumento: **Requena Benites Alessandra Guadalupe**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 03 de Julio del 2021

Firma

CIP: 131344

Anexo N° 13: Validación de Instrumento de la ficha 02: Ficha de muestreo de cultivos del parque Kurt Beer



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

V. DATOS GENERALES

- 1.6. Apellidos y Nombres: **M.Sc GÜERE SALAZAR FIORELLA VANESSA**
- 1.7. Cargo e institución donde labora: Docente UCV-LN
- 1.8. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.9. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 02:** Ficha de muestreo de cultivos del Parque Kurt Beer
- 1.10. Autora de Instrumento: **Requena Benites Alessandra Guadalupe**

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 03 de Julio del 2021

Firma

CIP: 131344

Anexo N° 14: Validación de Instrumento de la ficha 03: Ficha de muestreo de suelo del vivero del parque Kurt Beer



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

IX. DATOS GENERALES

- 1.11. Apellidos y Nombres: **M.Sc GÜERE SALAZAR FIORELLA VANESSA**
- 1.12. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV-LN**
- 1.13. Especialidad o línea de investigación: **Docente e investigador/UCV Lima Norte**
- 1.14. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 03: Ficha de Muestreo del Suelo del Vivero del Parque Kurt Beer**
- 1.15. Autora de Instrumento: **Requena Benites Alessandra Guadalupe**

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90

Lima, 03 de Julio del 2021

Firma

CIP: 131344

Anexo N°15 – Informe de análisis de la poza de almacenamiento– M1



Universidad Nacional de Piura
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME DE ANÁLISIS N°881-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : ALESSANDRA GUADALUPE REQUENA BENITES
 MUESTRA : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
 CÓDIGO DE MUESTRA : M1
 PROCEDENCIA : LAGUNA DE OXIDACION DEL PARQUE KURT BEER (ENTRADA)
 COORDENADAS : 536393,451E; 9424276,980N
 NÚMERO DE MUESTRAS : 01
 CANTIDAD DE MUESTRA : 1 LITRO
 ANÁLISIS SOLICITADOS : FISCOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
 PROYECTO : "GRADO DE CONTAMINACIÓN EN CULTIVOS REGADOS CON AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL PARQUE KURT BEER".
 FECHA MUESTREO : 20 DE SETIEMBRE DEL 2018
 FECHA DE ANÁLISIS : DEL 20/09/2018 AL 25/09/2018

RESULTADOS FISCOQUÍMICOS

DETERMINACIÓN MUESTRA	UNID. DE MEDIDA	RESULTADOS	(LMP)* DS.003-2010 MINAM	MÉTODO ENSAYO
ACEITES Y GRASAS	mgL ⁻¹ (ppm)	40.56	20	EPA-821-R-001. MET.1669. B
NITRITOS (NO ₂ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	21.3	—	SMEWW-4500 NO ₂ B.22nd.Edition
NITRATOS (NO ₃ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	84.8	—	SMEWW-4500 NO ₃ B.22nd.Edition
SOLID. TOTALES SUSPENDIDOS	mgL ⁻¹ (ppm)	541	150	SMEWW-2540 D. 22nd.Edition
DQO (mgO ₂ /L)	mgL ⁻¹ (ppm)	920	200	SMEWW-5220 – C. 22nd.Edition
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	mgL ⁻¹ (ppm)	458	100	SMEWW-5210 – B. 22nd.Edition
FÓSFORO TOTAL	mgL ⁻¹ (ppm)	6.7	—	SMEWW-4500 P – E. 22nd.Edition
pH	Unidad	6.0	6,5 - 8,5	SMEWW-4500 H* – B. 22nd.Edition
Conductividad (25°C)	µS/cm	5200	—	SMEWW-2510 B. 22nd.Edition
Cloruros (Cl ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	610	—	SMEWW-4500 Cl – B. 22nd.Edition
Sulfatos (SO ₄ ⁻²)	mgL ⁻¹ (ppm)	510	—	SMEWW-4500 SO ₄ ⁻² . E. 22nd.Edit.
Mercurio (Hg)	mgL ⁻¹ (ppm)	10	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Hierro (Fe)	mgL ⁻¹ (ppm)	28.2	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Manganeso (Mn)	mgL ⁻¹ (ppm)	3.7	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Níquel (Ni)	mgL ⁻¹ (ppm)	5.9	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Cobre (Cu)	mgL ⁻¹ (ppm)	18.3	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Zinc (Zn)	mgL ⁻¹ (ppm)	13.4	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Plomo (Pb)	mgL ⁻¹ (ppm)	4.2	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Selenio (Se)	mgL ⁻¹ (ppm)	1.3	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	(LMP)* DS.033-2010 MINAM	MÉTODO DE REFERENCIA
Coliformes Totales.	NMP/100ml a 35°C	16,8 x10 ³	—	SM Part. 9221 B 22nd Edition.2012
Coliformes Termotoleran.	NMP/100ml a 44,5°C	15,7 x10 ³	10 000	SM Part. 9221 E 22nd Edition.2012
E. Coli.	UFC/100 mL a 44,5°C	8,9 x10 ³	—	SM Part. 9221 G.22nd. Edition 2012.
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	6,6 x10 ³	—	SM Part. 9215 B 22nd Edition.2012
Huevos Helmintos.	larvas N° org./L	45	—	Microscopia

(*) D.S. N°003-2010-MINAM. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS O MUNICIPALES. ANEXO.LMP PARA LOS EFLUENTES DE PTAR.

PIURA, 25 DE SETIEMBRE DEL 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
Redibio Suidz
 Ing. Hernán Dedios Fernandez
 PRESIDENTE
 DIRECTORIO CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS D.A.I.Q.

Anexo N°16 – Informe de análisis de la poza de almacenamiento- M2



Universidad Nacional de Piura
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME DE ANÁLISIS N°882-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : ALESSANDRA GUADALUPE REQUENA BENITES
MUESTRA : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
CÓDIGO DE MUESTRA : M2
PROCEDENCIA : LAGUNA DE OXIDACION DEL PARQUE KURT BEER (CENTRO)
COORDENADAS : 536294,164E; 9424197,857N
NÚMERO DE MUESTRAS : 01
CANTIDAD DE MUESTRA : 1 LITRO
ANÁLISIS SOLICITADOS : FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
PROYECTO : "GRADO DE CONTAMINACIÓN EN CULTIVOS REGADOS CON AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL PARQUE KURT BEER".
FECHA MUESTREO : 20 DE SETIEMBRE DEL 2018
FECHA DE ANÁLISIS : DEL 20/09/2018 AL 25/09/2018

RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS

DETERMINACIÓN MUESTRA	UNID. DE MEDIDA	RESULTADOS	(LMP)* DS.003-2010 MINAM	MÉTODO ENSAYO
ACEITES Y GRASAS	mgL ⁻¹ (ppm)	30.45	20	EPA-821-R-001. MET.1669. B
NITRITOS (NO ₂ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	15.9	—	SMEWW-4500 NO ₂ . B.22nd.Edition
NITRATOS (NO ₃ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	60.5	—	SMEWW-4500 NO ₃ . B.22nd.Edition
SOLID. TOTALES SUSPENDIDOS	mgL ⁻¹ (ppm)	480	150	SMEWW-2540 D. 22nd.Edition
DQO (mgO ₂ /L)	mgL ⁻¹ (ppm)	700	200	SMEWW-5220 - C. 22nd.Edition
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	mgL ⁻¹ (ppm)	356	100	SMEWW-5210 - B. 22nd.Edition
FÓSFORO TOTAL	mgL ⁻¹ (ppm)	5.3	—	SMEWW-4500 P - E. 22nd.Edition
pH	Unidad	6.5	6,5 - 8,5	SMEWW-4500 H ⁺ - B. 22nd.Edition
Conductividad (25°C)	µS/cm	4900	—	SMEWW-2510 B. 22nd.Edition
Cloruros (Cl ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	549	—	SMEWW-4500 Cl ⁻ - B. 22nd.Edition
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	487	—	SMEWW-4500 SO ₄ ²⁻ . E. 22nd.Edit.
Mercurio (Hg)	mgL ⁻¹ (ppm)	6	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Hierro (Fe)	mgL ⁻¹ (ppm)	22.1	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Manganeso (Mn)	mgL ⁻¹ (ppm)	2.8	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Níquel (Ni)	mgL ⁻¹ (ppm)	4.3	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Cobre (Cu)	mgL ⁻¹ (ppm)	15.7	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Zinc (Zn)	mgL ⁻¹ (ppm)	10.9	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Plomo (Pb)	mgL ⁻¹ (ppm)	3.8	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Selenio (Se)	mgL ⁻¹ (ppm)	0.9	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	(LMP)* DS.033-2010 MINAM	MÉTODO DE REFERENCIA
Coliformes Totales.	NMP/100ml a 35°C	15.2 x10 ³	—	SM Part. 9221 B 22nd Edition.2012
Coliformes Termotoleran.	NMP/100ml a 44.5°C	13.7 x10 ³	10 000	SM Part. 9221 E 22nd Edition.2012
E. Coli.	UFC/100 mL a 44,5°C	6.3 x10 ³	—	SM Part. 9221 G.22nd. Edition 2012.
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	4.7 x10 ³	—	SM Part. 9215 B 22nd Edition.2012
Huevos Helmintos.	larvas N° org./L	38	—	Microscopía

(*) D.S. N°003-2010-MINAM. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS O MUNICIPALES. ANEXO LMP PARA LOS EFLUENTES DE PTAR.

PIURA, 25 DE SETIEMBRE DEL 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
H. Edison
Ing. Hernán Dávalos Fernández
DIRECTORIO CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS D.A.I.Q.

Anexo N°17- Informe de análisis de la poza de almacenamiento- M3



Universidad Nacional de Piura
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME DE ANÁLISIS N°883-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : ALESSANDRA GUADALUPE REQUENA BENITES
MUESTRA : AGUA RESIDUAL DOMESTICA
CÓDIGO DE MUESTRA : M3
PROCEDENCIA : LAGUNA DE OXIDACION DEL PARQUE KURT BEER (SALIDA)
COORDENADAS : 536282,459E; 9424194,108N
NÚMERO DE MUESTRAS : 01
CANTIDAD DE MUESTRA : 1 LITRO
ANÁLISIS SOLICITADOS : FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS
PROYECTO : "GRADO DE CONTAMINACIÓN EN CULTIVOS REGADOS CON AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL PARQUE KURT BEER".
FECHA MUESTREO : 20 DE SETIEMBRE DEL 2018
FECHA DE ANÁLISIS : DEL 20/09/2018 AL 25/09/2018

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

DETERMINACIÓN MUESTRA	UNID. DE MEDIDA	RESULTADOS	(LMP)* DS.003-2010 MINAM	MÉTODO ENSAYO
ACEITES Y GRASAS	mgL ⁻¹ (ppm)	25.1	20	EPA-821-R-001. MET.1669. B
NITRITOS (NO ₂ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	12.3	—	SMEWW-4500 NO ₂ B.22nd.Edition
NITRATOS (NO ₃ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	40.6	—	SMEWW-4500 NO ₃ B.22nd.Edition
SOLID. TOTALES SUSPENDIDOS	mgL ⁻¹ (ppm)	210	150	SMEWW-2540 D. 22nd.Edition
DQO (mgO ₂ /L)	mgL ⁻¹ (ppm)	500	200	SMEWW-5220 - C. 22nd.Edition
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	mgL ⁻¹ (ppm)	228	100	SMEWW-5210 - B. 22nd.Edition
FÓSFORO TOTAL	mgL ⁻¹ (ppm)	4.1	—	SMEWW-4500 P - E. 22nd.Edition
pH	Unidad	6.7	6,5 - 8,5	SMEWW-4500 H ⁺ - B. 22nd.Edition
Conductividad (25°C)	µS/cm	4300	—	SMEWW-2510 B. 22nd.Edition
Cloruros (Cl ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	498	—	SMEWW-4500 Cl - B. 22nd.Edition
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	395	—	SMEWW-4500 SO ₄ ²⁻ E. 22nd.Edit.
Mercurio (Hg)	mgL ⁻¹ (ppm)	4	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4-4
Hierro (Fe)	mgL ⁻¹ (ppm)	18.7	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4-4
Manganeso (Mn)	mgL ⁻¹ (ppm)	1.9	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4-4
Níquel (Ni)	mgL ⁻¹ (ppm)	3.8	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4-4
Cobre (Cu)	mgL ⁻¹ (ppm)	14.3	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4-4
Zinc (Zn)	mgL ⁻¹ (ppm)	9.1	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4-4
Plomo (Pb)	mgL ⁻¹ (ppm)	3.0	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4-4
Selenio (Se)	mgL ⁻¹ (ppm)	0.5	—	EPA-METHOD 200.7. REV 4-4

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	(LMP)* DS.033-2010 MINAM	MÉTODO DE REFERENCIA
Coliformes Totales.	NMP/100ml a 35°C	12.3 x10 ³	—	SM Part. 9221 B 22nd Edition.2012
Coliformes Termotoleran.	NMP/100ml a 44.5°C	10.9 x10 ³	10 000	SM Part. 9221 E 22nd Edition.2012
E. Coli.	UFC/100 mL a 44,5°C	4.2 x10 ³	—	SM Part. 9221 G.22nd. Edition 2012.
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	3.6 x10 ³	—	SM Part. 9215 B 22nd Edition.2012
Huevos Helmintos.	larvas N° org./L	28	—	Microscopia

(*) D.S. N°003-2010-MINAM. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS O MUNICIPALES. ANEXO.LMP PARA LOS EFLUENTES DE PTAR.

PIURA, 25 DE SETIEMBRE DEL 2018



Anexo N°18 – Informe de análisis de la canaleta – M4



Universidad Nacional de Piura
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME DE ANÁLISIS N°884-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : ALESSANDRA GUADALUPE REQUENA BENITES
 MUESTRA : AGUA RESIDUAL PARA CULTIVO
 CÓDIGO DE MUESTRA : M4
 PROCEDENCIA : PARQUE KURT BEER
 COORDENADAS : 536426,785E; 9423666,963N
 NÚMERO DE MUESTRAS : 01
 CANTIDAD DE MUESTRA : 1 LITRO
 ANÁLISIS SOLICITADOS : FÍSICOQUÍMICOS E INORGÁNICOS
 PROYECTO : "GRADO DE CONTAMINACIÓN EN CULTIVOS REGADOS CON AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL PARQUE KURT BEER".
 FECHA MUESTREO : 20 DE SETIEMBRE DEL 2018
 FECHA DE ANÁLISIS : DEL 20/09/2018 AL 25/09/2018

RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS E INORGÁNICOS

DETERMINACIÓN MUESTRA	UNID. DE MEDIDA	RESULTADOS	D.S. N°004-2017 MINAM (*)	MÉTODO ENSAYO
Aceites Y Grasas	mgL ⁻¹ (ppm)	15	5	SMEWW-5520 – D. 22nd.Edition
Cianuro Wad	mgL ⁻¹ (ppm)	<0.1	0.1	SMEWW-4500 – I. 22nd.Edition
Cloruros (Cl ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	430	500	SMEWW-4500 Cl ⁻ – B. 22nd.Edition
Conductividad (25°C)	µS/cm	3800	2500	SMEWW-2510 B. 22nd.Edition
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	mgL ⁻¹ (ppm)	198	15	SMEWW-5210 – B. 22nd.Edition
DQO (mgO ₂ /L)	mgL ⁻¹ (ppm)	410	40	SMEWW-5220 – C. 22nd.Edition
Detergentes (SAAM)	mgL ⁻¹ (ppm)	3.5	0.2	SMEWW-5540 – C. 22nd.Edition
Fenoles	mgL ⁻¹ (ppm)	0.4	0.002	SMEWW-5530 – C. 22nd.Edition
Fluoruros	mgL ⁻¹ (ppm)	5	1	SMEWW-4500 – C. 22nd.Edition
NITRATOS (NO ₃ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	35.7	100	SMEWW-4500 NO ₃ ⁻ B.22nd.Edition
NITRITOS (NO ₂ ⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	10.9	10	SMEWW-4500 NO ₂ ⁻ B.22nd.Edition
Oxígeno Disuelto	mgL ⁻¹ (ppm)	42	24	SMEWW-4500 O ₂ - B.22nd.Edition
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.8	6.5 - 8.5	SMEWW-4500 H ⁺ – B. 22nd.Edition
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mgL ⁻¹ (ppm)	354	1000	SMEWW-4500 SO ₄ ²⁻ E. 22nd.Edit.
INORGANICOS				
Aluminio	mgL ⁻¹ (ppm)	86	5	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Arsénico	mgL ⁻¹ (ppm)	4.8	0.1	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Cadmio	mgL ⁻¹ (ppm)	1.5	0.01	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Cobre	mgL ⁻¹ (ppm)	12.7	0.2	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Cobalto	mgL ⁻¹ (ppm)	2.3	0.05	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Cromo total	mgL ⁻¹ (ppm)	3.6	0.1	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Hierro	mgL ⁻¹ (ppm)	17.1	5	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Magnesio	mgL ⁻¹ (ppm)	168.4	–	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Manganeso	mgL ⁻¹ (ppm)	1.7	0.2	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Mercurio	mgL ⁻¹ (ppm)	3.2	0.001	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Níquel	mgL ⁻¹ (ppm)	2.7	0.2	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Plomo	mgL ⁻¹ (ppm)	2.4	0.05	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Zinc	mgL ⁻¹ (ppm)	7.8	2	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4

(*) D.S. N°004-2017-MINAM. ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA. ANEXO. CATEGORIA 3. RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES. SUBCATEGORIA D1-RIEGO DE VEGETALES.

PIURA, 25 DE SETIEMBRE DEL 2018

C.P.I.Q.
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 Ing. Henrry Delfino Fernandez
 DIRECTORIO CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS D.A.I.Q.

Anexo N°19- Informe de análisis microbiológico y parasitológico- M4



Universidad Nacional de Piura
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME DE ANÁLISIS N°885-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : ALESSANDRA GUADALUPE REQUENA BENITES
 MUESTRA : AGUA RESIDUAL PARA CULTIVO
 CÓDIGO DE MUESTRA : M4
 PROCEDENCIA : PARQUE KURT BEER
 COORDENADAS : 536426,785E; 9423666,963N
 NÚMERO DE MUESTRAS : 01
 CANTIDAD DE MUESTRA : 1 LITRO
 ANÁLISIS SOLICITADOS : MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO
 PROYECTO : "GRADO DE CONTAMINACIÓN EN CULTIVOS REGADOS CON AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL PARQUE KURT BEER".
 FECHA MUESTREO : 20 DE SETIEMBRE DEL 2018
 FECHA DE ANÁLISIS : DEL 20/09/2018 AL 25/09/2018

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADOS	D.S. N°004-2017 MINAM (*)	MÉTODO DE REFERENCIA
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml a 44.5°C	11.3 x10 ³	1000	SM Part. 9221 E 22nd Edition.2012
Escherichia Coli	NMP/100ml a 44.5°C	3.8 x10 ³	1000	SM Part. 9221 G.22nd. Edition 2012.
Huevos Helmintos.	larvas Huevo/L	16	1	Microscopia

(*) D.S. N°004-2017-MINAM. ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA. ANEXO. CATEGORIA 3. RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES. SUBCATEGORIA D1-RIEGO DE VEGETALES.

PIURA, 25 DE SETIEMBRE DEL 2018



Anexo N°20- Informe de análisis de cultivos de *Carica papaya* y *Zea mays-M5*



Universidad Nacional de Piura
CENTRO PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME DE ANÁLISIS N°886-CP-D.A.I.Q.-UNP

SOLICITADO POR : ALESSANDRA GUADALUPE REQUENA BENITES
 MUESTRA : PAPAYA (Fruta) Y CHOCCLO (Hortaliza)
 CÓDIGO DE MUESTRA : M5 y M6
 PROCEDENCIA : Cultivos PARQUE KURT BEER
 COORDENADAS : 536426,785E; 9423666,963N
 NÚMERO DE MUESTRAS : 02
 CANTIDAD DE MUESTRA : 1 kg c/u
 ANÁLISIS SOLICITADOS : METALES PESADOS
 PROYECTO : "GRADO DE CONTAMINACIÓN EN CULTIVOS REGADOS CON AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL PARQUE KURT BEER".
 FECHA MUESTREO : 20 DE SETIEMBRE DEL 2018
 FECHA DE ANÁLISIS : DEL 20/09/2018 AL 25/09/2018

RESULTADOS DE METALES PESADOS

DETERMINACIÓN MUESTRA	UNID. DE MEDIDA	RESULTADOS		LEGISLACIÓN	MÉTODO ENSAYO
		PAPAYA	CHOCCLO		
Arsénico (*)	mg/Kg ó (ppm)	3.5	2.1	0.2	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Cadmio (*)	mg/Kg ó (ppm)	1.2	0.8	0.03	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Mercurio (*)	mg/Kg ó (ppm)	0.1	0.3	0.02	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Zinc (**)	mg/Kg ó (ppm)	18.7	23.9	5	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Plomo (***)	mg/Kg ó (ppm)	3.4	1.2	0.10	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4
Cobre (***)	mg/Kg ó (ppm)	38.3	60.3	10	EPA-METHOD 200.7. REV 4.4

(*) LEGISLACION DE METALES PESADOS EN RUSIA PARA FRUTAS Y HORTALIZAS.
 (**) LEGISLACIÓN CONTENIDOS MAXIMOS EN SUIZA PARA METALES Y METALOIDES EN FRUTAS Y HORTALIZAS.
 (***) LEGISLACIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS DE METALES PESADOS.

PIURA, 25 DE SETIEMBRE DEL 2018



Anexo N°21 – Vivero del parque Kurt Beer



Anexo N°22- Laguna de oxidación del parque Kurt Beer



Anexo N°23 – Muestra de agua del canal



Anexo N°24- Vista de la laguna de oxidación



Anexo N°25- Vista del canal del parque Kurt Beer



Anexo N°26- Contaminación en el canal



Anexo N°27- Muestra de agua de la laguna de oxidación



Anexo N°28- Muestra de *Carica papaya*



Anexo N°29- Contaminación cerca al vivero

