



**Universidad César Vallejo**

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

**Sistema hidropónico de cultivos de hortalizas para el  
tratamiento de aguas grises, Lima Perú 2022**

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

**AUTORES:**

Ramos Egusquiza, Elvira ([orcid.org/0000-0003-1532-5230](https://orcid.org/0000-0003-1532-5230))

Salsavilca Ramos, Dante Junior ([orcid.org/0000-0002-9146-2846](https://orcid.org/0000-0002-9146-2846))

**ASESOR:**

Mg. Vallejos Torres, Geomar ([orcid.org/0000-0001-7084-977X](https://orcid.org/0000-0001-7084-977X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## DEDICATORIA I

Dedico de manera especial mi tesis a mis padres el sr. Winin Ramos y a mi Sra. madre Norma Egusquiza, ya que gracias a ellos estoy donde estoy, ellos son mi fuente de energía y quienes me orientaron por el camino del bien y a luchar por mis sueños y nunca rendirme.

A toda mi familia que me apoyaron en seguir creyendo que con esfuerzo se puede hacer realidad los sueños u objetivos que un día me trace en mi vida.

Esta tesis está dedicada para todos ustedes.

***Ramos Egusquiza, Elvira***

## DEDICATORIA II

A mis padres Dante Gregorio, mi madre Rosa Estela y mi hermana Julia Yoshira, que gracias a su perseverancia, sacrificio y motivación pude continuar con uno de mis sueños, por inculcarme todos los valores que hoy en día me hacen una mejor persona.

A toda mi familia que día a día me apoyaron para no rendirme y no abandonar este sueño tan importante para mí, me demostraron que la familia es importante y que unidos se pude lograr salir adelante.

Este proyecto de investigación está dedicado para ustedes, mi fortaleza.

***Salsavilca Ramos, Dante Junior***

## AGRADECIMIENTO I

Agradezco en primer lugar a Dios por darme fuerza y voluntad para luchar por mis sueños, y en segundo lugar a mi centro de estudio universidad Cesar Vallejo por brindar horarios de estudios para personas que trabajamos en el día y por las noches estudiamos, y en tercer lugar a mis asesores de tesis ing. Rita Cabello y el ing. Geomar Vallejo que estuvieron ahí exigiéndonos a seguir creyendo en nosotros y por finalizar agradezco a mi compañero de tesis Dante Salsavilca por aguantar tanta presión de mi persona.

***Ramos Egusquiza, Elvira***

## AGRADECIMIENTO II

A dios por brindarme de buena salud y su apoyo incondicional para seguir adelante con mis metas.

A mis padres y hermana por ser mi motivación y admiración de cuanto lucharon para poder salir adelante a pesar de las situaciones duras que vivimos, a mi padre mayor mi abuelo Gregorio Salsavilca, por sus consejos y anécdotas de superación que paso en su vida, a mis tíos(as), primos(as) que estuvieron a mi lado en este largo proceso de culminación de mis estudios.

A mi alma mater UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO por brindarme el apoyo para poder seguir adelante a pesar de las circunstancias que pasamos cada estudiante, a mis asesores Ing. Rita Cabello e Ing. Geomar Vallejo que día a día nos brindaron sus conocimientos y sabiduría para que nuestro proyecto pueda salir adelante. Por último, a mi compañera de tesis, Elvira Ramos por darme los ánimos y la oportunidad de realizar este proyecto y a mis mejores amigas que estuvieron pendientes y apoyándome en toda instancia.

***Salsavilca Ramos, Dante Junior***



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, GEOMAR VALLEJOS TORRES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Sistema Hidropónico de Cultivos de Hortalizas para el Tratamiento de Aguas Grises, Lima Perú 2022", cuyos autores son RAMOS EGUSQUIZA ELVIRA, SALSAVILCA RAMOS DANTE JUNIOR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 22 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GEOMAR VALLEJOS TORRES DNI: 01162440 ORCID: 0000-0001-7084-977X	Firmado electrónicamente por: GVALLEJOST el 22- 07-2022 15:46:42

Código documento Trilce: TRI - 0360446





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, RAMOS EGUSQUIZA ELVIRA, SALSAVILCA RAMOS DANTE JUNIOR estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Sistema Hidropónico de Cultivos de Hortalizas para el Tratamiento de Aguas Grises, Lima Perú 2022", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
RAMOS EGUSQUIZA ELVIRA DNI: 71617739 ORCID: 0000-0003-1532-5230	Firmado electrónicamente por: ELRAMOSE el 22-07- 2022 17:03:18
SALSAVILCA RAMOS DANTE JUNIOR DNI: 72701750 ORCID: 0000-0002-9146-2846	Firmado electrónicamente por: DSALSAVILCAR el 22- 07-2022 16:09:55

Código documento Trilce: INV - 1039020



## Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA .....	12
3.1. Tipo de investigación y diseño de la investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	19
3.5. Procedimientos .....	22
3.6. Método de análisis de datos .....	28
3.7. Aspectos éticos.....	28
IV. RESULTADOS.....	29
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	37
VII. RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS.....	45

## Índice de Tablas

Tabla 1: Evaluación del patrón de crecimiento de las plantas .....	5
Tabla 2: Cambios en los parámetros ambientales .....	6
Tabla 3: Eficiencia en el uso de agua y fertilizantes.....	12
Tabla 4. Solución nutritiva aplicada .....	13
Tabla 5: Sistema hidropónico de cultivos de hortalizas .....	18
Tabla 6: Concentración de composición química de aguas grises.....	24
Tabla 7: Instrumento de Recolección de datos .....	26
Tabla 8: Equipos para determinar los parámetros fisicoquímicos. ....	27
Tabla 10. La eficiencia del crecimiento y el rendimiento de la hortaliza .....	36
Tabla 11. Características de aguas grises .....	39
Tabla 12. Los resultados obtenidos de la muestra M1 .....	40
Tabla 13. Los resultados obtenidos de la muestra M2 .....	41

## Índice de Figuras

Figura 1: Sistema de desarrollo hidropónico cerrado .....	11
Figura 2: Ubicación del lugar de la muestra del sistema hidropónico.....	19
Figura 3: Diseño del sistema hidropónico con hortalizas .....	28
Figura 4. Eficiencia promedio de remoción de nutrientes.....	37
Figura 5. Eficiencia promedio de remoción de contaminantes. ....	38



## Resumen

La presente investigación que tiene como título “sistema hidropónico de cultivos de hortalizas para el tratamiento de aguas grises, Lima Perú 2022”.

Esta investigación tuvo como objetivo general, evaluar la eficiencia de un sistema hidropónico de cultivo de hortalizas eficiente para el tratamiento de aguas grises.; el tipo de investigación fue cuantitativa, con un diseño de investigación experimental: En 50 litros de aguas grises donde se procedió el análisis a cada 3 días mediante un sistema de bombeo de 30 ml por minuto esto hizo que la hortaliza esté más tiempo en contacto con las aguas grises, por lo tanto, la absorción de nutrientes y contaminantes en el sistema de bombeo será más eficiente, en las cuales se realizaron los siguientes análisis de agua grises contaminadas y se evaluaron (pH, conductividad, DBO5, DQO y SST y por lo tanto se evaluó los resultados obtenidos de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y fósforo total (TP) que fueron 78%, 87% y 61% así como esta descrito respectivamente.

Se concluyó que el tratamiento para aguas grises es eficiente para la hidroponía que emerge ser un método de tratamiento de aguas grises y ofrece una utilidad para el crecimiento de las plantas y ayuda a reducir las necesidades de fertilizantes. El proceso requiere pocos conocimientos técnicos para operar y se puede utilizar fácilmente, y también es muy rentable para su uso en áreas semiurbanas y rurales de países en desarrollo.

Por otro lado, la eliminación de DQO fue baja en comparación con la de DBO5 y SST, que mostró una eficiencia de eliminación muy alta, esto debido a la suficiencia de los microorganismos para poder descomponer la DBO5 y SST.

### **Palabras clave:**

Sólidos solubles totales, conductividad, amonio, tomate.

## **Abstract**

This research is entitled "Hydroponic System of Vegetable Crops for the Treatment of Grey Water, Lima Peru 2022". This research had as a general objective, to evaluate the efficiency of an efficient Hydroponic Vegetable Cultivation System for the treatment of gray water. the type of research was quantitative, with an experimental research design: In 50 liters of gray water where the analysis was carried out every 3 days by means of a pumping system of 30 ml per minute this made the vegetable be longer in contact with gray water, therefore, the absorption of nutrients and contaminants in the pumping system will be more efficient, in which the following analyses of contaminated gray water were carried out and evaluated (pH, conductivity, BOD5, COD and OSH and therefore the results obtained from ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) and total phosphorus (TP) were evaluated, which were 78%, 87% and 61% as well as this described respectively.

It was concluded that greywater treatment is efficient for hydroponics which emerges to be a method of greywater treatment and offers a utility for plant growth and helps reduce fertilizer needs. The process requires little technical knowledge to operate and can be easily used, and is also very cost-effective for use in semi-urban and rural areas of developing countries. On the other hand, the elimination of COD was low compared to that of BOD5 and SST, which showed a very high elimination efficiency, this due to the sufficiency of microorganisms to be able to break down BOD5 and SST.

### **Keywords:**

Total soluble solids, conductivity, ammonium, tomato.

## I. INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo el tratamiento de aguas grises se realizaba de una manera química y algunas veces de fitorremediación, pero con el tiempo se fue descubriendo una investigación de tratamientos de aguas con cultivo hidropónico de hortalizas. Según las investigaciones se ha demostrado que el agua residual doméstica son un principio de nutrientes útiles para la agricultura, como nitrógeno, fósforo y potasio. (NPK), la contaminación biológica con materia orgánica sigue siendo uno de los principales desafíos con su uso en hidroponía. (Prazeres A, Albuquerque A., Luz S., Jerónimo E., Carvalho F. 2017). En un esfuerzo por superar este desafío, imaginamos un sistema hidropónico de interior que utiliza agua de enjuague doméstico que se ha demostrado que tienen una mínima contaminación biológica debido a los detergentes y altas temperaturas utilizadas durante los ciclos de lavado.

Por lo tanto, (Jaramillo y Restrepo, 2017). El reuso de las aguas residuales para riego es una práctica de larga data y tiene muchas ventajas, especialmente en aquellas áreas donde los recursos hídricos son limitados el cultivo hidropónico está ganando popularidad en todo el mundo debido a la gestión eficaz de los recursos y la producción de alimentos de calidad.

Como objetivo general del proyecto de investigación fue analizar el cultivo de hortalizas, en modelo hidropónico en aguas contaminadas por detergentes o aguas grises donde se utilizó un método de construcción de 12 tubos de 2 metros largo y en cada distancia de 10 cm de largo se realizarán agujeros de 5 cm de diámetro y también contaremos con esponjas para la retención de aguas grises para las raíces de la planta de tomate (*Solanum lycopersicum*), donde el proceso será de 3 meses y medio con la finalidad de obtener resultados positivos en la calidad de agua que se va obtener después que los tomates absorben los contaminantes de aguas grises. (Magwaza ST, Magwaza LS, Odindo AO, Mditshwa A 2020), en contraste con el agua de enjuague de segundo ciclo sin tratar utilizada en nuestro estudio. Sin embargo, se observó que el pH del suelo en nuestras muestras no varió significativamente entre los grupos independientemente de la adición de fertilizante, lo que implica un papel plausible para la hidroponía basada en el suelo para el tratamiento en aguas residuales.

En este sentido, varios estudios en la literatura han propuesto la hidroponía de aguas residuales como una modalidad para tratar y eliminar las aguas residuales en diferentes escalas.

Según (Elkazzaz y Elkazzaz, 2017). En la Hidroponía tradicionales, las plantas son cultivados sin suelo utilizando una solución nutritiva que está compuesta solamente de agua y fertilizantes. Las plantas son cultivadas en un lugar inmóvil hecho principalmente de un material como grava o lana de roca para soporte estructural. Existe diversidades cultivos de hortalizas que se emplean en el cultivo hidropónico ya sea de corta o larga duración del proceso y más aún que según (Cardoso,F; Herminia; Prieto,E;Henriques,D;Carmo,C; Barbosa,J,2018), nos detalla que algunos cultivos están considerados como una actividad de alto riesgo, mayormente por diversos factores que pueden transcurrir en el proceso del cultivo, ya sea enfermedades, plagas. Por lo que (Abdelmawgoud SMS, AzizHHA, Shibl AAA, Qabeel MA-S 2021) quienes reportaron una mayor viabilidad económica para la producción de cultivos de tomate utilizando cultivos hidropónicos de interior en invernaderos. Además, reiteraron que el cultivo hidropónico sea cual sea la escala de uso, son un método innovador de cultivo que te va a reducir el uso del suelo y reducirá los factores negativos que se puedan realizar usando el uso del suelo.

Los sistemas de hidroponía es un tratamiento de cultivo en el que no se utiliza la tierra lo cual les puede traer beneficios para la sociedad y el medio ambiente. El sistema hidropónico puede producir tanto verduras como frutas. La hidroponía puede producir valor económico porque los productos hidropónicos están más calificados y pueden comercializarse al precio adecuado. Los beneficios de la hidroponía para el medio ambiente pueden proporcionar vegetación y belleza. (Widiyanti,A;Arifin,H;Mulyana,N 2020).

Por lo tanto, dado las evidencias, nos planteamos el siguiente problema general: ¿Cuál será la eficiencia del sistema hidropónico de cultivos de hortalizas para el tratamiento de aguas grises? y como problemas específicos tendríamos: ¿Cómo se desarrolla el crecimiento de la planta y los factores de bioconcentraciones para mejorar la calidad del agua en un sistema hidropónico diseñado para el tratamiento de aguas grises?, ¿Los parámetros de diseño del sistema hidropónico y la calidad del agua son afectadas por el crecimiento de la planta y sus factores de

concentración en un sistema hidropónico y aguas grises?

La presente investigación justifica que el uso de estrategias limpias para poder recuperar recursos hídricos contaminados (aguas grises), es con los cultivos hidropónicos, por lo que (Estrada,A;Fairchock,K y Feldmeth,Aetl, 2020) nos indican que los cultivos de sistema hidropónicos son los más preferibles que los cultivos tradicionales, porque estos cultivos tienen un ahorro muy grande de agua y al uso eficiente del espacio, pero no solo eso serían los beneficios del uso de un cultivo hidropónico, porque también se estaría hablando del bajo mantenimiento y bajas índices de plagas ya que gracias a estos cultivos no se necesitaría del suelo y todo esto es posible gracias al volumen de recirculación de agua contenida en las paredes y tuberías del sistema donde se necesitará cantidades minúsculas para cumplir con las necesidades de las plantas ya que en hidroponía los nutrientes son abundantes.

Como objetivos generales fueron: Evaluar la eficiencia de un sistema hidropónico de cultivo de hortalizas eficiente para el tratamiento de aguas grises, como objetivos específicos fueron: ¿Analizar los parámetros de diseño del sistema hidropónico y la calidad del agua afectadas por el crecimiento de la planta y sus factores de concentraciones en un sistema hidropónico de aguas grises?

Como hipótesis general: El Sistema hidropónico de cultivos de hortalizas presenta una alta eficiencia en el tratamiento de aguas grises.

H1 Los parámetros de diseño del sistema hidropónico y la calidad del agua son afectados significativamente por el crecimiento de la planta y sus factores de concentración en un sistema hidropónico de aguas grises.

## II. MARCO TEÓRICO

Según (Sundar,A; Jyothi,K & Sundar,C ,2021). El estudio fue la evaluación del potencial para la reutilización el agua de enjuague doméstico en un sistema hidropónico de interior y comparar el patrón de crecimiento de las plantas de Coleus utilizando agua del grifo y agua de enjuague. Se recopilaron y analizaron datos de 4 grupos de muestra: Grupo A ( agua del grifo ), B ( agua del grifo con fertilizante NPK ), C (agua de enjuague) y D (agua de enjuague con fertilizante NPK ) en un diseño experimental aleatorio (N = 20) con cinco repeticiones. Los parámetros analizados para la evaluación del crecimiento de las plantas incluyeron la altura. Se realizaron comparaciones independientes con un nivel de significancia asumido del 95%. El agua de enjuague doméstico se puede reutilizar como una alternativa exitosa para el agua del grifo en el cultivo hidropónico de plantas en interiores sin la necesidad de ningún fertilizante adicional.

**Tabla 1:** con derecho de autor de (sundara; jyothi,k ^ sundar,c ,2021). Evaluación del patrón de crecimiento de las plantas

Tabla 1. Evaluación del patrón de crecimiento de las plantas								
Grupos de Pruebas	Altura media de la planta durante diferentes periodos de evaluación (en milímetros)						Cambio medio de principio a fin	
	Dia 5	Dia 10	Dia 15	Dia 20	Dia 25	Dia 30	Hoja	Hoja
	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area	Area
Agua de Grifo	61.4	71.6	81.6	88.6	98	117.4	36.4	36.5
Agua de Grifo + NPK = Fertilizante	62.8	75	73	68.6	69.4	81	14	26.5
Agua de Enjuague	64.6	75.6	86.4	91	113.8	130.6	40.7	43.1
Agua de Enjuague + NPK = Fertilizante	64.8	78	76	71.2	75.8	87.8	22.8	32

**Tabla 2:** con derecho de autor de (sundar,a; jyothi,k ^ sundar,c ,2021). Cambios en los parámetros ambientales

CAMBIOS EN LOS PARÁMETROS AMBIENTALES									
Período de grupo de prueba	Tiempo	Entorno Hidropónico	Hidropónico externo						
	Cantidad de agua	NPK	Calidad del agua calidad del suelo (medioambiental)						
	Inicial	Fertilizante adicional	PH	TD S	P H	humedad	Ligero		
Agua de Grifo	Comienzo	7.5L	-	-	7.1	382	8	8	900-1000
	Dia 10	-	870 mL	-	7.2	387	7.75	8.5	
	Dia 20	-	880 mL	-	7.1	386	7.5	8.5	
	Dia 30	-	885 mL	-	7.3	391	7.5	9	
Agua de Grifo + fertilizante	Comienzo	7.5 L	-	75 g	6.2	402	8	8.5	900-1000
	Dia 10	-	890 mL	-	6.3	404	7	9	
	Dia 20	-	975 mL	-	6.4	407	6.75	9	
	Dia 30	-	880 mL	-	6.6	407	6.5	9.5	
Agua de Enjuague	Comienzo	7.5 L	-	-	8.3	451	8	8	900-1000
	Dia 10	-	865 mL	-	8.4	453	8.25	8.5	
	Dia 20	-	880 mL	-	8.4	457	8.25	8.5	
	Dia 30	-	890 mL	-	8.5	460	8.5	9.5	

Agua de Enjuague + Fertilizante	Comienzo	7.5 L	-	75 g	6.4	468	8	8	900-1000
	Dia 10	-	870 mL	-	6.6	470	7.25	8.5	
	Dia 20	-	865 mL	-	6.9	471	6.75	9	
	Dia 30	-	875 mL	-	6.9	470	6.75	9	

Por otro lado (Sangare, Sandotin, Anderson, Zie, & Coulibaly, 2021) investigó que la eliminación de nutrientes, contaminantes orgánicos y bacterias fecales de las aguas grises mientras se evalúa el crecimiento y los rendimientos de la lechuga mediante el sistema hidropónico. Las lechugas crecen en sistemas hidropónicos irrigados con aguas grises sin tratar y agua dulce de pozo, por separado. Se monitorean los nutrientes, los contaminantes orgánicos y las bacterias fecales de las aguas grises del lavavajillas. Se investigaron los parámetros agronómicos y microbiológicos de la lechuga. Los resultados mostraron que las eficiencias de eliminación de amonía (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y fósforo total (TP) fueron 78%, 87% y 56%, respectivamente. Las eficiencias de eliminación de contaminantes orgánicos fueron superiores al 50% para los sólidos suspendidos totales (TSS), 5 días de demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y demanda química de oxígeno (DQO). Las eficiencias de remoción son 88.68% y 81.94% para E. coli y coliformes fecales, respectivamente. Las bacterias fecales no se observaron en las hojas de lechuga. Además, las lechugas regadas con aguas grises produjeron mayor biomasa que las regadas con agua dulce de pozo. El sistema hidropónico podría ser una alternativa para el tratamiento de aguas grises y garantizar la seguridad alimentaria. Por su parte menciona (Jesse et al, 2019) Esto indica que la contaminación de las hojas de lechuga por las aguas grises del lavavajillas es muy limitada debido al sistema de riego hidropónico. Esto es en de acuerdo con informes anteriores de que no había E detectable. coliformes fecales en cualquiera de las producciones de lechuga hidropónica utilizando efluentes tratados de una PTAR compacta y aguas residuales tratadas post-licuefacción hidrotermal. (Carvalho et al,



2018) al contrario de nuestro estudio, las aguas residuales que utilizan el sistema hidropónico mostraron una reducción significativa de la diferencia en peso fresco y seco en comparación con las tratadas con suministro de agua y fertilizantes minerales, y efluentes tratados + fertilizantes minerales o / y solución nutritiva Hoagland. La reutilización de aguas residuales para riego es una práctica de larga data y tiene muchas ventajas, especialmente en aquellas áreas donde los recursos hídricos son limitados (Jaramillo y Restrepo, 2017).

El jardín hidropónico de Hortalizas se empleó menor cantidad agua y como resultado se obtuvo un producto de mayor eficaz, distinto a un cultivo de tierra. Los resultados fueron de la primera cosecha de lechuga romana lo cual se pudo diferenciar con la cosecha de suelo en un estudio de la Universidad de Cornell (Stewart, Crystal y Natasha Field.2018).

Según (Widiyanti, Susilo, Mulyana & Arifjaya. 2020). Las actividades diarias de la comunidad en Griya Katulampa que son lavar ropa, cocinar y actividades en el baño producen aguas grises. Las aguas grises de la actividad fluyen directamente al río Ciliwung. Esto tiene el potencial de causar contaminación para los cuerpos de agua de los ríos. El propósito de este trabajo fue publicar los resultados del estudio sobre el impacto del uso de aguas grises filtradas para plantas hidropónicas. Este estudio utilizó métodos experimentales en el campo para construir una parcela de demostración de biorretención que se utiliza para filtrar aguas grises para medios hidropónicos de varios tipos de plantas vegetales de hoja.

Generalmente, el uso del agua residual para su utilización en el riego se requiere poder tratar el agua a un nivel bajo de desinfección. Lo cual se exige presentar los estándares mínimos de calidad para el riego agrícola (Alcade Sanz y Gawlik,2017). Paweska et al (2017), nos menciona que implementaron un estudio en el municipio de Nowa Sol, Polonia, en el que se utilizó una laguna hidropónica en combinación con una solución de lodo activado donde la planta de tratamiento de aguas residuales funciona con un reactor híbrido de lodos activados y la laguna hidropónica se implementó en la final (terciaria) donde plantas de son unas hierbas acuáticas (*Myriophyllum verticillatum*) tuvieron la función de absorber los nutrientes. Su utilización de la hidroponía como etapa final en el tratamiento de aguas residuales tuvo un nivel de eliminación de los contaminantes tratamiento de aguas

residuales. Los niveles de eficiencia en la eliminación de los siguientes porcentajes son 95, 98, 99 y 98,5% de nitrógeno, fósforo, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y sólidos en suspensión. Mientras que el nitrógeno disminuyó en un 333,3mg N/dm<sup>3</sup> del agua residual sin ser tratado a 17,0 mg N/dm<sup>3</sup> de las aguas residuales tratadas. Por lo que esto nos demuestra que realizar un tratamiento de aguas residuales con un sistema hidropónico tiene un nivel alto en eficiencia. Según los resultados del estudio, el uso de aguas grises individuales fue de 171,2 litros / persona / día. A partir de los resultados de las observaciones, se demostró que el crecimiento hidropónico a las 4 semanas (tiempo de cosecha) de mayor productividad fueron espinaca de agua (96,9%), lechuga (75,0%) y espinaca (51,5%). La parcela de biorretención puede reducir el volumen de aguas grises Griya Katulampa para tener un estado de contaminación sin índice de contaminación.

Según (Ramírez,E; Teves,I; Alberca,O; 2020) El cultivo sin suelo o llamadas hidroponía, son considerado mayormente por que sus raíces están en contacto directamente de líquidos que contiene nutrientes de residuos de líquidos domésticos (baños, lavado de lavavajillas, enjuague de prendas de vestir etc.). En la actualidad existen dos tipos de sistemas hidropónica pura, el NFT (Técnica de películas de nutrientes) y NGS (Nuevo Sistema de Cultivo). Una de los principales beneficios es el uso competente en el consumo del agua gris por la hidroponía. Por tal razón, a medida que aumenta la cantidad de producción en este tipo de sistemas a futuro estarían erradicando a nuevos ritmos de vida de cultivar en zonas semiurbanas y edificios.

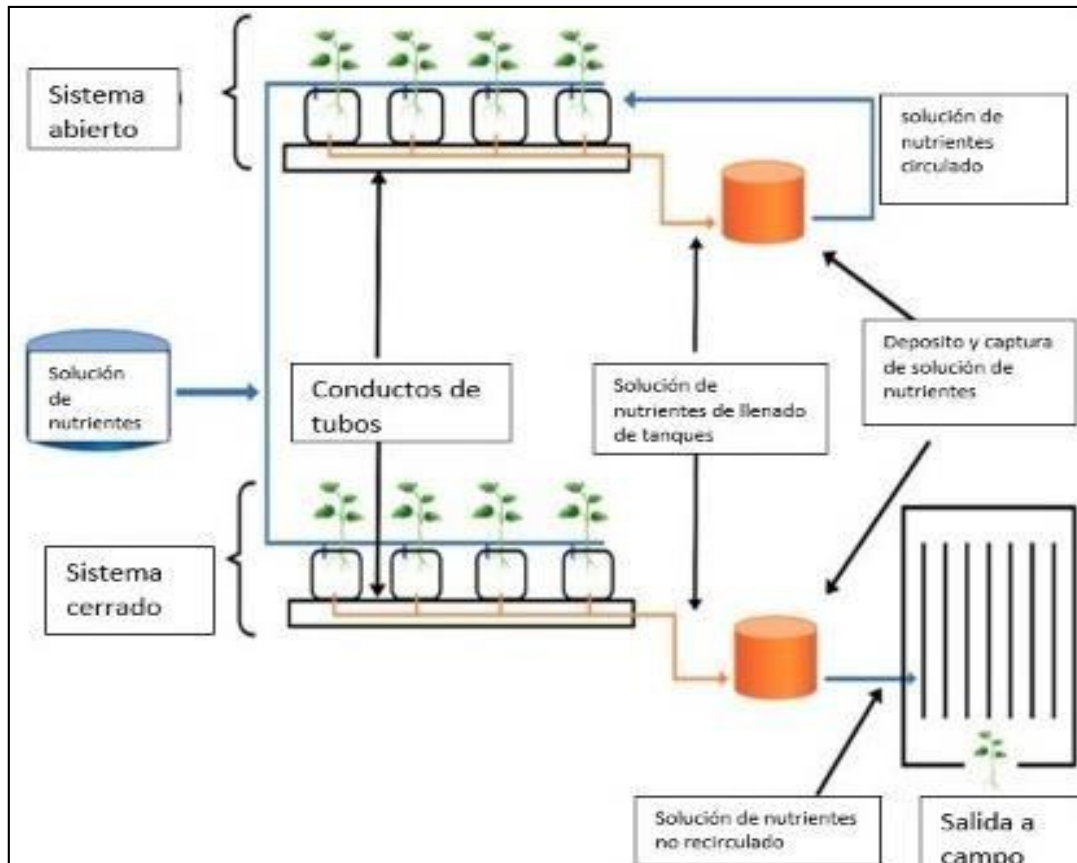
Por lo cual, el sistema de NFT (Técnica de películas de nutrientes) sería el más eficaz en los resultados considerados, así mismo ofrece una gran producción y un mayor beneficio a futuro, una causa positiva de estudiar estos sistemas que son cerrados, es la alteración de los nutrientes en la solución por la absorción de las raíces en un periodo.

En lo siguiente (Lewis y Marmoy,Kempen et al, 2017). Cuando se restauró el NS, se recircula en el sistema cerrado. En el caso de un sistema abierto, se reconoció NS en un embalse de la misma capacidad. Fue restaurado y utilizado fuera del invernadero.

Se realizaron los tratamientos utilizando el diseño de bloques completos que

tomaron al azar con tratamientos y ochos repeticiones. Estos resultados de las variables evaluadas son agregados a un estudio de varianza y los promedios se compararon por la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software Statistical Analysis System (SAS).

**Figura 1:** Sistema de desarrollo hidropónico cerrado realizado mediante 8 bloques completos con aguas grises (Lewis y Marmoy, Kempen et al, 2017).



**Tabla 3:** Eficiencia en el uso de agua y fertilizantes, en relación con las cantidades aplicadas y drenados en sistemas hidropónicos abiertos y cerrados durante el ciclo del cultivo. México, Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, 2017

Tratamientos	Fertilizantes aplicado (kg ciclo-1)	Fertilizante agotado (kg ciclo-1)	NS aplicado (m3 ciclo-1)	NS descartado en drenaje (m3 ciclo-1)	Uso del agua eficiencia† (kg m-3)	Uso de fertilizantes eficiencia (g kg-1)
Sistema cerrado	440.78 b	1.88 b	210.7 b	0.9 b	59.53 a	35.13b
Sistema abierto	605.00 a	164.22 a	289.2 a	78.5 a	46.03 b	45.44a

La eficiencia del uso del agua se expresa en kilogramos de los frutos que se producen por metro cúbico de agua aplicada. Se expresa la eficiencia del uso de fertilizantes en gramos de fertilizante aplicado por kilogramo de fruto producido. Los valores de una columna son estadísticamente iguales (Tukey,  $p \leq 0,05$ ). NS=solución nutritiva.

**Tabla 4.** Solución nutritiva aplicada, drenada y porcentaje drenado en un día típico de cada mes del ciclo del cultivo del tomate cultivado en dos sistemas hidropónicos: abierto y cerrado. México, Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, 2017.

Mes del ciclo de cultivo	Volumen aplicado por planta (mL)	Volumen recolectado por fila (L)	Porcentaje drenado (%)
<b>Abril</b>	432.84	9.28	32
<b>Mayo</b>	873.16	18.13	31
<b>Junio</b>	2460.32	41.12	25
<b>Julio</b>	2970.08	51.73	26
<b>Agosto</b>	3147.86	56.94	27
<b>Setiembre</b>	3050.12	59.26	29
<b>Octubre</b>	2587.23	53.73	31
<b>Noviembre</b>	2390.75	54.46	34

La eficiencia en el uso del agua expresada en kilogramos de frutas por metro cúbico de agua fue mayor en el sistema cerrado en comparación con el sistema abierto de hecho, el sistema hidropónico cerrado produjo 13,5 kg más de fruta por metro cúbico de agua que el sistema abierto. En consecuencia, la producción de tomate que alcanzamos fue de 59.53 g L-1 en los Tratamientos:

- Fertilizantes aplicados (kg ciclo-1)
- Fertilizantes escurridos
- NS NS descartado en drenaje aplicado (m3 ciclo-1) (m3 ciclo-1)
- Eficiencia en el uso del agua † (kg m-3)
- Eficiencia en el uso de fertilizantes ‡ (g kg-1)
- Sistema cerrado 440,78 b 1,88 b

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo de investigación y diseño de la investigación

La investigación es cuantitativa experimental por lo tanto esta define por el manejo intencionada de la variable independiente y el estudio de su impacto sobre una variable dependiente donde se obtendrán resultados y conclusiones.

La presente investigación es aplicada, donde buscamos aumentar los conocimientos prácticos y sostenibles para dirigirse a nuestra realidad y así pueda cubrir una necesidad reconocida, que según Esteban Nieto (2018), mayormente está abarcada en dar la solución a los problemas que se obtiene en los procesos de producción, distribución, circulación, consumo de bienes y servicios de cualquier actividad humana; se les llama aplicadas; porque a base de investigaciones básicas, se presentan los problemas o hipótesis de trabajo para dar solución a los problemas de la vida productiva de la sociedad.

El tipo de investigación causa información que pueden ser utilizados para resolver los problemas prácticos, es usada como un inicio y soporte del conocimiento proporcionado a la investigación básica, pero los resultados son usados de una forma rápida, a corto o a mediano plazo, para poder buscar sustentos a problemas tanto sociales, administrativos, educativos, de la salud entre otros. (Fideas, A ;2017)

La investigación propone un diseño novedoso para Sistema Hidropónico de Cultivos de Hortalizas para el Tratamiento de Agua Gris que podría reproducirse en los hogares urbanos de todo el mundo. (Sundar, P;Jyothi,K;Sundar,CH, 2021). El diseño de nuestra investigación es experimental, ya que trabajara con una población específica que nos dará un mayor interés para solucionar un determinado problema de nuestro tema de investigación, que según,( Schwarz,M; 2017), los estudios experimentales se necesita la selección de las variables que serán estudiados y fijar la población de estudios mediante la base de fuentes confiables para poder extraer un grupo de la población, a la cual se le llama muestra de la investigación y que será estudiado por el investigador donde determinarán los efectos en la variable dependiente.

Para la muestra se utilizará un método de construcción de 12 tubos de 2 metros largo y en cada distancia de 10 cm de largo se realizarán

agujeros de 5 cm de diámetro y también contaremos con esponjas para la retención de aguas grises para las raíces de la planta de tomate (*Solanum lycopersicum*), donde el proceso será de 3 meses y medio. (Sharma,N; Acharya,S; Kumar,K; 2019) En los últimos años, la hidroponía se considera una estrategia prometedora para el cultivo de diferentes cultivos.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **3.2.1. Variables**

##### **Variable independiente:**

Sistema hidropónico de cultivos de hortaliza

##### **Variable dependiente:**

Tratamientos de agua grises

### 3.2.2. Tabla de operacionalización

**Tabla 5:** Sistema hidropónico de cultivos de hortalizas para el tratamiento de agua grises, Lima-Perú 2022.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
¿Cómo se desarrolla el crecimiento de la planta y los factores de bioconcentración para mejorar la calidad del agua en un sistema hidropónico diseñado para el tratamiento de aguas?	Evaluar la eficiencia de un Sistema hidropónico de cultivos de hortalizas significativamente eficiente para el tratamiento de aguas grises.	El Sistema hidropónico de cultivos de hortalizas presenta una alta eficiencia en el tratamiento de aguas grises	Variable independiente: Sistema hidropónico de cultivos de hortaliza	Los sistemas hidropónicos son sistemas agrícolas en los que el desarrollo y crecimiento de las plantas ocurre sin el uso de suelo, y sus raíces se sumergen directamente en la solución nutritiva (Martínez- Mate et al, 2018 ).	Evaluar el sistema hidropónico de cultivos de hortalizas para el tratamiento de agua grises	Biométricas	Germinación de la planta, y clorofila, mediciones de tamaño y peso de las plantas (raíces y tejidos aéreos) medidas cada 6 semana durante 120 días de cultivo	ANOVA
¿Cuál será la eficiencia del Sistema hidropónico de cultivos de hortalizas para el tratamiento de aguas grises?						Factores de concentración	Bioconcentración, Translocación de amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) y fósforo total (TP) cada 6 semanas durante 120 días	ANOVA
¿Los parámetros de diseño del sistema hidropónico y la calidad del agua son afectadas por el crecimiento de la planta y sus factores de concentración en	Analizar los parámetros de diseño del sistema hidropónico y la calidad del agua afectadas por el crecimiento de la planta y sus factores	Los parámetros de diseño del sistema hidropónico y la calidad del agua son afectados significativamente por el crecimiento	Variable dependiente: tratamientos de agua grises	Internacional de Medio Ambiente, Agricultura y Biotecnología, 6 (3) -2021	Analizar la composición de nutrientes y contaminantes orgánicos en el tratamiento de aguas grises	Calidad de agua	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ),	ANOVA



un sistema hidropónico y aguas grises?	de concentración en un sistema hidropónico de aguas grises	de la planta y sus factores de concentración en un sistema hidropónico de aguas grises		patógenos y productos químicos peligrosos según la naturaleza de las aguas grises crudas y la eficiencia del tratamiento (Maiga et al, 2018).	mediante un sistema hidropónico	Parámetros de diseño del sistema	Diámetro(mm), Largo (mm), Altura (mm), Ancho(mm)	ANOVA
							Medidas cada 7 días durante 120 días de tratamiento	
							Demanda química de oxígeno (DQO), PH, SST, conductividad, PH.	

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### **Población:**

El presente proyecto de investigación se realizó en una vivienda del distrito de San Juan de Lurigancho, donde se pasó a recolectar las aguas grises domésticas, donde se realizó el cultivo hidropónico de hortalizas, (Prashanthini Sundar, Krishnamoorthy Jyothi, Chalini Sundar 2021). El agua de enjuague doméstico se puede reutilizar como una alternativa exitosa para el agua del grifo en el cultivo hidropónico de plantas en interiores sin la necesidad de ningún fertilizante adicional.

#### **Muestra:**

Para la muestra de sistema hidropónico de cultivo de hortalizas se utilizó 50L de aguas grises domésticas, de uso de lavandería de prenda de vestir que estará ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho departamento de Lima.

**Figura 2:** Ubicación del lugar de la muestra del sistema hidropónico.



**Fuente:** Google Earth

## **Muestreo**

El muestreo se realizó en 50 litros de aguas grises donde se procedió el análisis cada 3 días mediante un sistema de bombeo de 30 ml por minuto, esto hará que la hortaliza esté más tiempo en contacto con las aguas grises, por lo tanto, la absorción de nutrientes y contaminantes en el sistema de bombeo será más eficiente, por lo siguientes se realizó los análisis de agua grises y se evaluó pH, conductividad, DBO5, DQO y TP, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SST se realizaron 3 muestras en el laboratorio CERTIMIN.

Por lo siguiente según (Sangare et al, 2017; Marzougui et al, 2018 ), las aguas residuales tratadas contienen nutrientes que son útiles para el crecimiento de las plantas y ayudan a reducir las necesidades de fertilizantes.

**Tabla 6:** Concentración de composición química de aguas grises

Concentración de composición química de aguas grises	Muestra	Cantidad de Sistema Hidropónico	Cultivo	Días de muestreo	Análisis de suelo y planta
Conductividad	50 L de aguas grises	01 sistema hidropónico	Se plantó 6 unidades de hortalizas ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	3 muestras por 3 meses	Análisis fisicoquímicos
PH SST					Análisis fisicoquímicos
amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )					Análisis fisicoquímicos
nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) fósforo total (TP).					
DBQ DBO					Análisis fisicoquímicos
Crecimiento de hortaliza ( <i>Solanum lycopersicum</i> )					Análisis fisiológicos de la hortaliza
TOTAL	50L de aguas grises	01 sistema hidropónico	6 plantas de <i>Solanum lycopersicum</i>	90 días de tratamiento	

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En el presente trabajo de investigación se utilizó la técnica de recirculación (NFT), donde se dará una mejor explicación en procedimientos, como también se utilizará fichas de apuntes mediante el procedimiento para el tratamiento de aguas grises, observaciones en las hortalizas (*Solanum lycopersicum*), para detallar la reacción de la hortaliza (*Solanum lycopersicum*) mediante el proceso de estudio.

#### **Instrumentos de recolección de datos**


Para los instrumentos de recolección de datos del sistema hidropónico de cultivo de hortalizas para el tratamiento de aguas grises se recolecta información en un registro semanal tanto del cultivo como de los análisis que se realizó en el laboratorio. Según Drissa Sangare, Lassina Sandotin Coulibaly , Harinaivo Anderson Andrianisa , Joel Zie Coulibaly, Lacina Coulibaly (2021) Para su base dedatos se utilizó el software Excel para almacenar los datos, así mismo se utilizó la prueba T de Student para hacer una comparación de los conjuntos de datos y se realizaron las comparaciones del crecimiento y rendimiento de la lechuga, utilizando ANOVA (Análisis de la varianza).

**Tabla 7:** Instrumento de recolección de datos

Adaptación			Crecimiento		Análisis		Referencias
Hortaliza	Temperatura	Otros	Altura(m)	Peso	Física	Químico	
<i>Lechuga (Lactuca sativa L.)</i>	25,6 ± 0,65	Numero de hojas 13b	12.3cm	63.17gr	Tamaño, número de hojas, frutos peso	Sólidos Suspendidos Totales (TSS), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 5 días5)	(Sangare, D., Sandotin, L., Anderson, H., Zie, J., & Coulibaly, L. 2021).
<i>Lechuga (Lactuca sativa L.)</i>	Temperatura controlada (78 ° F), luz y humedad (60-70%).	Grupo A (agua del grifo), B (agua del grifo con fertilizante NPK), C (agua de enjuague) y D (agua de enjuague con fertilizante NPK)	11.2 cm	80.25 gr	Tamaño, número de hojas, frutos peso		(Sundar,A; Jyothi,K & Sundar,C,2021).

**Tabla 8:** Equipos para determinar los parámetros fisicoquímicos.

Nombre	Concepto	Marca/Serie	Imagen
Medidor inteligente de DBO de demanda bioquímica de oxígeno	con el método de presión diferencial, para simular el proceso de degradación microbiana de la materia orgánica en la naturaleza	CHBOD II	
Espectrofotómetro UV-Visible	El instrumento thermo Fisher mide la longitud de absorción de la luz y la fuerza de absorción de una muestra soluto, utilizando unas muestras patrón brindando resultados más precisos de concentración de una sustancia de solución (Burgess, 2017)	THERMO FISHER/ G10SYVIS	
Potenciómetro	La realización de la medida del pH es importante para la mejor obtención de resultados concretos. (Dotel et al., 2019; Herrera et al., 2020),	HANNA-HI2211-01	

GPS	Herramienta de navegación formada por 24 satélites a 20000 km por encima de la tierra (Ribeiro, 2003)	GPS GARMIN	
-----	---	------------	---

### 3.5. Procedimientos

Se llevó a cabo el procedimiento experimental en el distrito de San Juan De Lurigancho y los análisis químicos se realizaron en el laboratorio CERTIMIN S.A. ACREDITADO por INACAL. Se presentó una vista esquemática de la configuración experimental. Consta de un tanque vertical de 50 litros y un contenedor horizontal como reactor hidropónico donde se cultivó la hortaliza (*Solanum lycopersicum*). El tanque vertical se utilizó para recibir aguas grises crudas de lavado de prendas de vestir.

Cada reactor hidropónico estaba compuesto por seis (6) racks. Los reactores hidropónicos se alimentaron por lotes cada tres días. Primero se llenó 50 litros de aguas grises en el tanque receptor y luego se transportaron a los reactores a un caudal controlado de 30mL / min. El tiempo teórico de residencia hidráulica en el reactor hidropónico se estimó en 72 horas (3 días). Por lo siguiente, se determinó la efectividad del tratamiento.

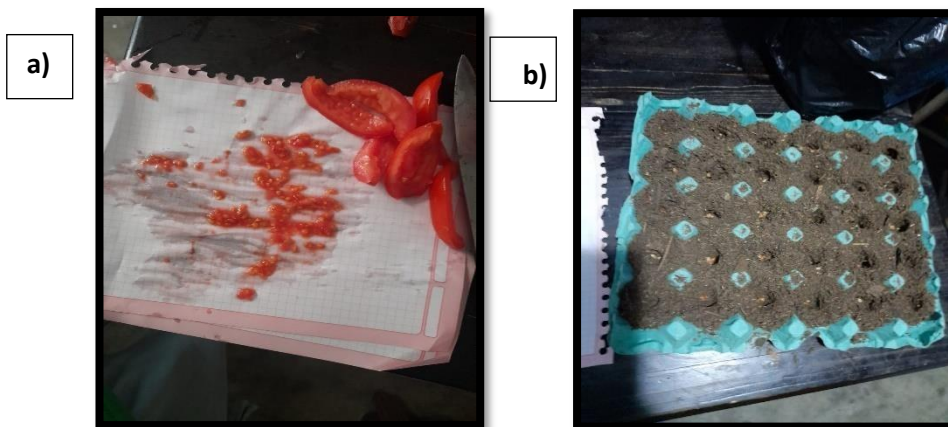
Después de 15 días de la siembra de hortaliza (*Solanum lycopersicum*) se trasladó a los reactores hidropónicos. Cada reactor alberga 6 plantas de la hortaliza (*Solanum lycopersicum*). Las medidas de la hortaliza se tomarán a los 3 meses después de la siembra. En las cuales se midió la altura y la distancia vertical entre la parte superior del reactor y la parte viva más alta de la hortaliza (*Solanum lycopersicum*). También se midió el número de hojas y flores de cada planta.



### 3.5.1. Desarrollo del proyecto

a). Se utilizó un tomate (*Lycopersicon sculentum L*) de textura suave de una pigmentación color roja con un peso de 0.068 gramos, por lo siguiente se realizó la estación de las semillas en un papel limpio y seco, se separó las semillas uno de los otros para que puedan secar y no podrirse por la humedad (el mismo liquido del tomate), después de 7 días de la aeración de las semillas ya están lista para ser sembrado.

b). Se introdujo las semillas en el almacigo esto procediendo al sembrío y regar cada 2 días con agua potable por 15 días aproximadamente a que brote las plantitas.



c). Después de 15 días de sembrío en el almacigo se puede distinguir unos tallos pequeños de 5 cm de alto a los tomates (*Lycopersicon sculentum L*).

d) Por lo siguiente después de 30 días se realizó la separación de tallos con mucho cuidado para luego ser previamente trasladado al sistema hidropónico.

c)



d)



e). Por lo siguiente en quinta semana se realizó el desarrollo de construcción del sistema hidropónico en cual ese mismo día se implantación de tomates (*Lycopersicon sculentum L*) en el sistema hidropónico.

f). el sistema hidropónico inicio a funcionar, ya una vez insertada las plantas encada esponja de cultivo.

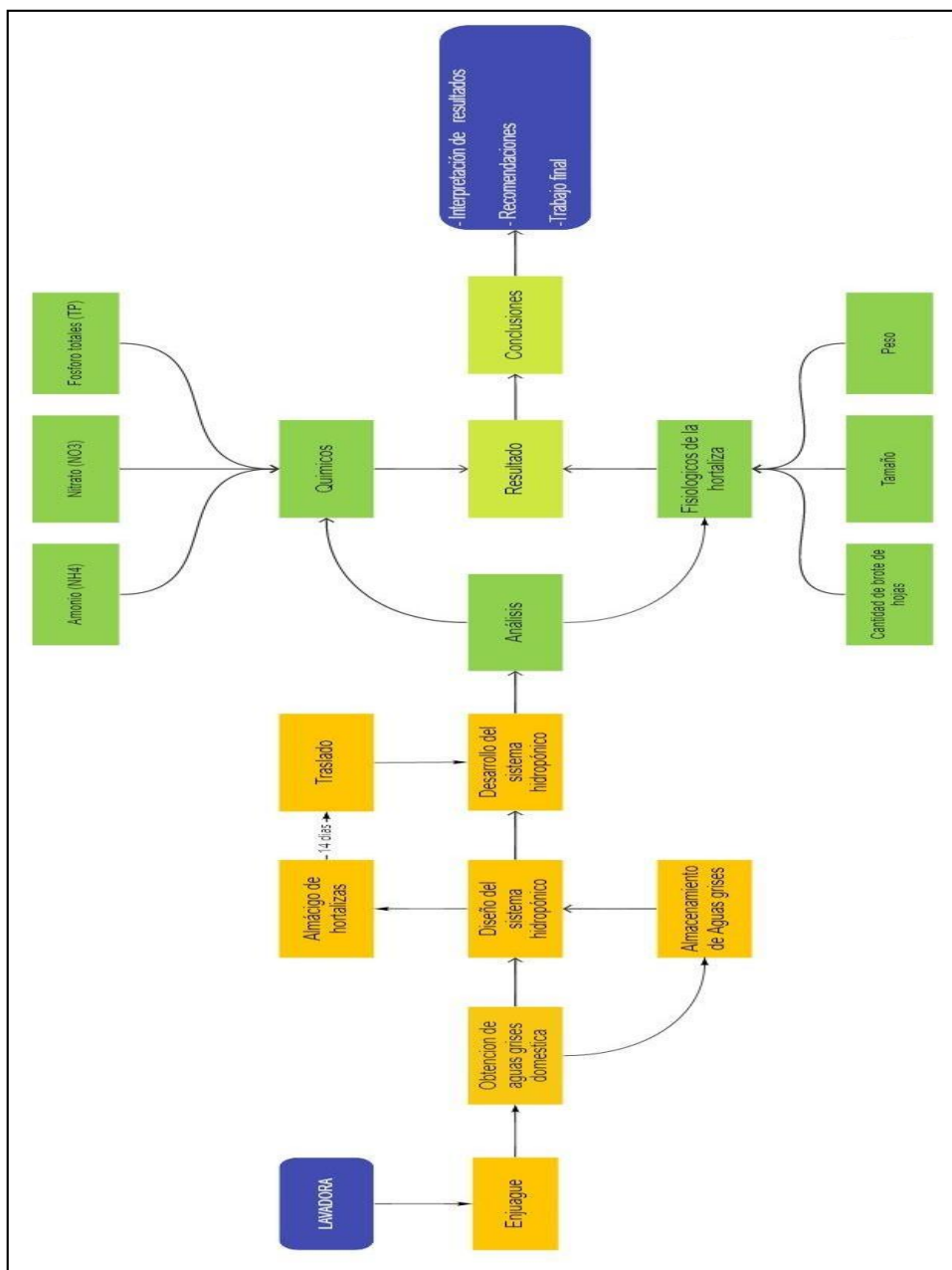
e)



f)







**Fuente propia 2022:** Diseño metodológico de cultivo de hortaliza (*Solanumlycopersicum L*) en un sistema hidropónico

### 3.5.3. Diseño de Investigación

Se utilizó 50 litros de aguas grises del segundo uso de la lavandería, para su almacenamiento en el tanque, de los cuales los 50 litros de aguas grises se transportaron a los 6 a los reactores hidropónicos a un caudal controlado de 30 ml/min; la muestra M0 se tomó antes que ingrese al sistema, la muestra M1 se tomó a la cuarta semana y la muestra M2 se tomó a la octava semana.

Luego de 15 días de estar las hortalizas en un almácigo, esta será traslado a nuestro sistema hidropónico. Posteriormente durante cada semana se tomaron los apuntes de las primeras características físicas de la hortaliza.

Se tomaron mediciones temporales de parámetros de crecimiento de la planta (semanal) para 3 meses, donde se realizaron las mediciones, peso y tamaño del tomate (*Solanum lycopersicum*).

Se realizaron mediciones fisicoquímicas del agua cada 4 semanas desde el primer día que se encuentra en el sistema hidropónico, por lo siguiente se evaluaron Bioconcentración, Translocación de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y fósforo total (TP), demanda bioquímica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales (SST), respectivamente los resultados fueron tomados en un cuadro estadístico.

Al finalizar los procedimientos del cultivo hidropónico se analizaron todos los resultados para evidenciar la eficiencia del sistema hidropónico.

### 3.6. Método de análisis de datos

Como metodología de análisis de datos para los resultados del sistema hidropónico se empleó el análisis de datos utilizando ANOVA de unavía seguida de una comparación post hoc de medios utilizando la prueba post hoc de Tukey ( $p < 0,05$ )

$$P (\%) = \frac{(C_0 - C_i)}{C_0} \times 100$$

Donde:

C<sub>0</sub>: Es la concentración del parámetro inicial

C<sub>i</sub>: Es la concentración del parámetro en el momento

I: Todos los parámetros se medirán utilizando este método para todas las pruebas.

Análisis de muestras: Se realizó en el laboratorio CERTIMIN S.A. ACREDITADO por INACAL bajo los requisitos de la Norma NTP-ISO/ 17025:2017 con Registro N° LE 022 ([www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)) y CERTIFICADO por una entidad internacional bajo los requisitos ISO 9001: 2015 incluyendo el servicio de monitoreo. Adicionalmente, Para el correspondiente análisis de los parámetros evaluados (de amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y fósforo total (TP), pH, conductividad, DBO, DQO y SST).

### 3.7. Aspectos éticos

La ética, parte de la filosofía que trata de la personalidad del ser humano en lo moral y las obligaciones que tiene como ser responsable, (Del Castillo Salazar 2018).

El proyecto de sistema hidropónico de cultivos de hortalizas para el tratamiento de aguas grises, Lima Perú 2022 se logró concretar haciendo cumplir los objetivos trazados de acuerdo con el proceso de desarrollo del proyecto de investigación

y rigiéndonos de la guía de la Universidad César Vallejo, donde está establecido el formato de proyecto de investigación, bajo la ética moral de cada investigador, se recopiló información de trabajos de investigación, artículos científicos y páginas web institucionales, relacionada con diferentes autores por lo tanto nos ayudó a plantear diseñar una mejor investigación para el desarrollo del proyecto y por lo tanto la teoría de esta investigación no tiene ninguna modificación de teoría y referencia donde respetamos los derechos de los autores.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1 Eficiencia de la evaluación del sistema hidropónico de cultivo de hortalizas

Las aguas grises son específicamente aguas de lavado (lavado de lavavajillas, baños y pisos, etc.). En este caso estamos hablando del primer enjuague de prendas de vestir que fueron reutilizadas para el cultivo de tomates en un sistema hidropónico que demostró la eficiencia del tratamiento de aguas grises. Por lo tanto, se puede deducir que las aguas grises pueden ser un recurso valioso para los productores hortícolas y agrícolas, así como para los jardineros domésticos.

La reutilización de aguas grises para riego es una práctica de larga data y tiene muchas ventajas, especialmente en aquellas áreas donde los recursos hídricos son limitados (Jaramillo y Restrepo, 2017).

**Tabla 10.** La eficiencia del crecimiento y el rendimiento de la hortaliza tomate (*Solanum lycopersicum*) utilizando análisis de datos ANOVA con una significancia ( $p < 0,05$ ).

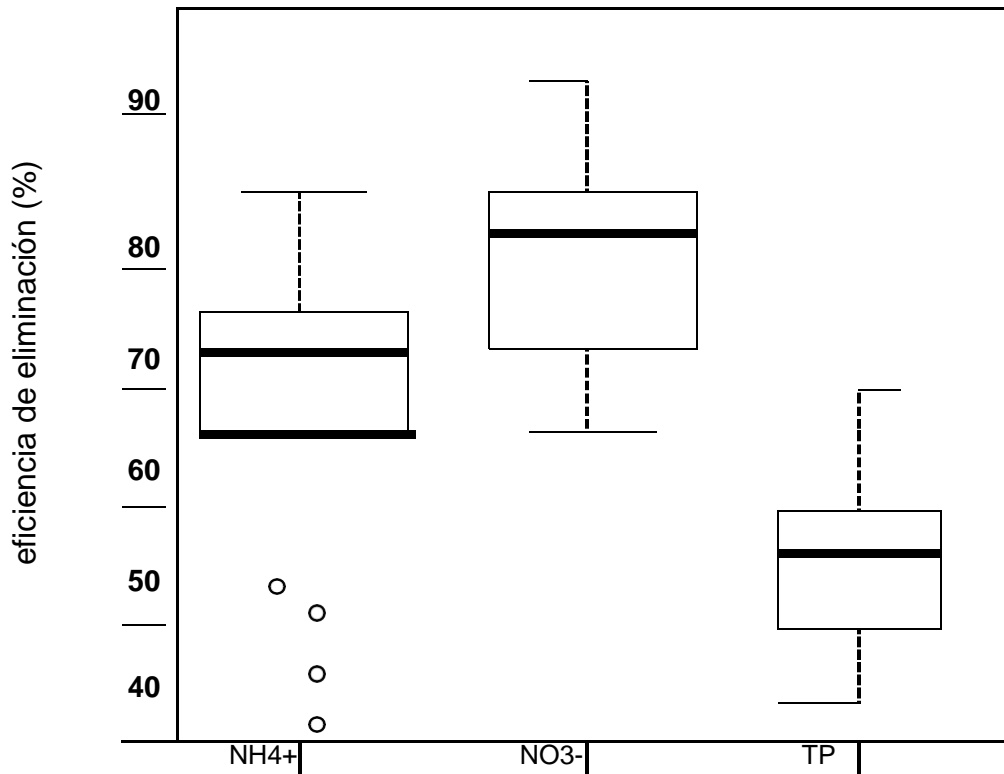
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tamaño de tallo	6	248	41	37
Cantidad de hojas	6	184	31	121
Tamaño de raíz	6	58	10	3
Cantidad de flores	6	9	2	3

## ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6090	3	2030	50	1.94E-09	3
Dentro de los grupos	820	20	41			
Total	6910	23				

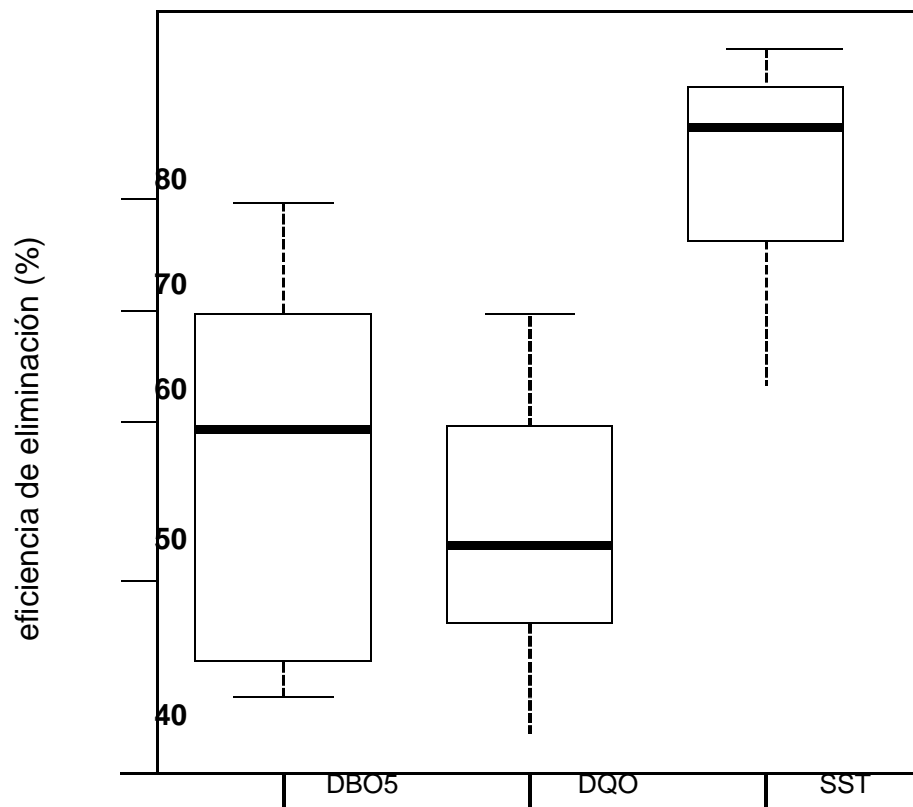


A nivel mundial, varios estudios informan que las aguas residuales se utilizan en sistemas hidropónicos como soluciones nutritivas, tienen nutrientes para el desarrollo y crecimiento de plantas y hortalizas productoras de frutas que tienen valor comercial en el mercado (Jin et al., 2020).



**Figura 4.** Eficiencia promedio de remoción de nutrientes de aguas grises en el sistema hidropónico.

Las eficiencias promedio de remoción de nutrientes del sistema hidropónicos. Son 78% para amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), 87% para nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y 61% para fósforos totales (TP) durante 72 horas. Las diferentes eficiencias de eliminación de nutrientes podrían explicarse gracias a las distintas mezclas de los procesos físicos, químicos y biológicos que pueden tener lugar de forma sincrónica para los sistemas de tratamiento de aguas residuales hidropónicas (Magwaza et al, 2020).



**Figura 5.** Eficiencia promedio de remoción de contaminantes orgánicos de aguas grises en un sistema hidropónico.

En la presente investigación, se puede visualizar la eficiencia de remoción de los contaminantes orgánicos en un sistema hidropónico es satisfactorio. Por lo tanto, el eficaz promedio de remoción de los contaminantes orgánicos fue superior al 50% durante 72 horas (3 días). La eficiencia de remoción fue del 60, 53 y 86% para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales (SST), ( Magwaza et al, 2020). El rendimiento más alto de la planta de aguas grises crudas utilizando un sistema hidropónico podría atribuirse a que la solución de nutrientes procedente de aguas grises / aguas residuales se considera fertilizantes de liberación rápida porque los nutrientes están presentes como forma iónica disuelta y, por lo tanto, directamente disponible para la absorción de la planta.

**4.2. Parámetros de diseño del sistema hidropónico y sus factores de concentraciones en un sistema hidropónico de aguas grises**

**Tabla 11.** Características de aguas grises del primer enjuague de prenda de vestir en un sistema hidropónico con cultivo de tomates (*Solanum lycopersicum*).

Fecha de muestra	Parámetro	Unidad	Agua sin tratar
9/05/2022	PH		7.45 ± 0,44
	Conductividad CE	(μS / cm)	2028,27 ± 926,43
	amoniac (NH 4 +)	mg/L	8,55 ± 2,68
	nitrato (NO 3 -) fosforo total	mg/L	14,90 ± 3,60
	(TP)		8,33 ± 2,04
	DBO5	mg/L	216,47 ± 124,44
	DQO	mg/L	346,33 ± 178,16
	SST	mg/L	416.67 ±112,58

**Tabla 12.** Resultados alcanzados de la muestra M1 en esta investigación demuestran el avance del tratamiento del sistema hidropónico, donde se puede visualizar en los resultados del cuadro estadísticos.

Fecha de muestra	Parámetro	Unidad	Primer análisis
7/06/2022	PH		8.02 ± 0,25
	Conductividad CE	(μS / cm)	2594,67 ± 435,18
	amoniac (NH 4 +)	mg/L	7,55 ± 1,45
	nitrato (NO 3 -) fósforo total	mg/L	13,81 3,65
	(TP)		7,64 ± 2,98
	DBO5	mg/L	253,31 ± 98,17
	DQO	mg/L	328,25 ± 138,78
	SST	mg/L	562,63 ±128,10

**Tabla 13.** Los resultados obtenidos de la muestra M2 es factible el uso del agua grises en un sistema hidropónico.

Fecha de muestra	Parámetro	Unidad	Segundo análisis
28/06/2022	PH		8.12 ± 0.78
	Conductividad CE	(μS / cm)	2935,27 ± 926,43
	amoniacó (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/L	5,75 ± 1,98
	nitrató (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	9,67 ± 2,13
	fósforo total (TP)	mg/L	5,98 ± 3,48
	DBO5	mg/L	389,27 ± 107,85
	DQO	mg/L	428,12 ± 125,43
	SST	mg/L	895,15 ± 117,64

## V. DISCUSIÓN

Los distintos resultados de análisis del agua grises mostraron que los valores en el último análisis de TSS, DQO y DBO5 fueron de 895,15 mg/L, 428,12 mg/L y 389,17 mg/L, respectivamente demuestran positivos resultados a eficiente tratamiento de aguas grises en un sistema hidropónico con hortaliza. Según (Morel y Diener, 2018). Las acumulaciones de DBO y DQO en aguas grises para sus análisis es necesario gran medida de la cantidad de agua y productos (especialmente detergentes, jabones, aceites y grasas) utilizados en el hogar.

Por otro lado (Magwaza et al, 2020). Las diferentes eficiencias de eliminación de nutrientes podrían explicarse por la combinación de procesos físicos, químicos y biológicos que pueden tener lugar de forma sincrónica en los sistemas de tratamiento de aguas residuales hidropónicas.

También (Gebeyehu et al, 2018). La eficiencia de eliminación de ( $\text{NO}_3^-$ ) fue más alta que esos ( $\text{NH}_4^+$ ) y TP en este presente estudio. Alta tasa de remoción de  $\text{NO}_3^-$  podría atribuirse a la degradación de microorganismos nitrógeno inorgánico principalmente a través del proceso de desnitrificación que convierte el nitrato en nitrógeno gaseoso, lo que resulta en la eliminación. Además, (Lee et al, 2019). El pH promedio de las aguas grises crudas fue de 8, que es el nivel óptimo de pH, para contribuir a la remoción de nutrientes mediante amonificación, nitrificación y desnitrificación en nuestro sistema de tratamiento. Además, la eliminación biológica de nitrógeno es más eficaz a temperaturas entre 20 y 25°C.

De igual modo, la disminución del nitrógeno de hidroponía en el tratamiento de aguas residuales se obtiene mediante en un proceso microbiológico donde el amonio pasa a oxidarse por los microorganismos de componente orgánico o más conocidas como autótrofo, a este proceso se le conoce como desnitrificación y la desnitrificación con nitrificadores (NDN) (Kuypers et al, 2018)

La eficiencia de un sistema hidropónico factible por el uso de aguas residuales grises que atribuyen a una concentración de un sistema abierto o cerrado que alimenta a las hortalizas (Alex Estrada, Katya Fairchok, Andrew Feldmeth, et al.2020). Por lo tanto, según (Magwaza et al, 2020). El agua gris está disponible en

el sistema para ingresar directamente a una absorción de nutrientes por las plantas, en consecuencia (Carvalho et al, 2018). Las aguas residuales que utilizan el sistema hidropónico mostraron una reducción significativa de la diferencia en peso fresco y seco en comparación con las tratadas con suministro de agua y fertilizantes minerales, y efluentes tratados + fertilizantes minerales o/ y solución nutritiva Hoagland.

También (Jin y otros, 2020). Varios estudios de investigación informaron que las aguas residuales se utilizan en sistemas hidropónicos como soluciones nutritivas, aseguran los nutrientes necesarios para el desarrollo y crecimiento de plantas y hortalizas productoras de frutas que tienen valor comercial en el mercado.

## VI.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación han demostrado la eficiencia de la hortaliza del tomate (*Solanum lycopersicum*) por lo tanto, las eficiencias de promedio de remoción de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), y el fósforo total (TP) fueron 78%, 87% y 61%, respectivamente. La eficiencia de eliminación de los contaminantes orgánicos fue superior al 50% para TSS, DQO y DBO5. recolectadas.

Por otro lado, el cultivo de tomates muestra una reacción favorable para su desarrollo, porque la morfología vegetal corresponde a una planta en buen estado, presenta las siguientes características en tamaño (41cm de alto), hojas (31 unds por planta), medida de la raíz (10cm de alto) y en flores (2 unds por planta). El efluente después de pasar a través de este sistema hidropónico cumplió con todas las pautas. El sistema hidropónico emerge serun método de tratamiento de aguas grises y ofrece una utilidad para el crecimiento de las plantas y ayuda a reducir las necesidades de fertilizantes. El proceso requiere pocos conocimientos técnicos para operar y se puede utilizar fácilmente, y también es muy rentable para su uso en áreas semiurbanas y rurales de países en desarrollo.

Por otro lado, la eliminación de DQO fue baja en comparación con la de DBO5 y SST, que mostró una eficiencia de eliminación muy alta, probablemente debido a la capacidad de los microorganismos para descomponer la DBO5 y SST.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Tomar las medidas necesarias para el desarrollo del sistema hidropónico, tanto en la compra e instalación de los instrumentos.
- Observar al sembrío cada vez que se pueda para ver si se encuentra alguna amenaza.
- Colocar en una altura adecuada para que ningún animal o posible causa antropogénica malogre el sistema hidropónico.
- Comprar materiales de apta calidad para la duración y conservación del agua que se utilizara en su sistema hidropónico.
- Uso de los equipos de protección personal al momento de instalar el sistema Hidropónico.
- Usar esponja no tan dura y grande para que el sembrío pueda desarrollarse en el sistema hidropónico
- Para el análisis del agua usar materiales esterilizados, sellados y rotulados para que nuestra muestra no pueda tener una posible adulteración el transcurso de transporte al laboratorio.



## REFERENCIAS

1. HALBERT-HOWARD, Aladdin, et al., 2020. *Evaluating recycling fertilizers for tomato cultivation in hydroponics, and their impact on greenhouse gas emissions*. Europe: Environmental Science and Pollution Research.
2. JIN, E., et al., 2020. Feasibility of using pretreated swine wastewater for production of water spinach (*Ipomoea aquatic* Forsk.) in a hydroponic system. Vol 228. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105856>.
3. SCHWARZ DÍAZ, Max, 2017. *Guía de referencia para la elaboración de una investigación aplicada*. Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas.
4. GEBEYEHU, Abebe, et al., 2018. *Suitability of nutrients removal from brewery wastewater using a hydroponic technology with *Typha latifolia**. California, BMC Biotechnology, 18, 174.
5. ABDELMAWGOUD, Shady, et al. 2021. *Comparative Economic Study of Tomato Production by Hydroponics and Conventional Agriculture (With Soil) in Greenhouses*: Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology, Page 126-140
6. ARIAS, Fidas, 2017. *Efectividad y eficiencia de la investigación tecnológica en la universidad*. 6°ed. Venezuela. RECITIUTM, ISBN:980- 07-8529-9.
7. NIETO, Esteban, 2018. *Tipos de Investigación*. Publicado el 25 de junio del 2018. Recuperado de
  - a. Disponible en: <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>.
8. SHARMA, Nisha, et al, 2018. *Hydroponics as an advanced technique*

*for vegetable production*. Journal of Soil and Water Conservation 17 (4).

9. PRAZERES, Ana, et al. 2017. *Hydroponic System: A Promising Biotechnology for Food Production and Wastewater Treatment*. Elsevier
10. MAGWAZA, Shirly, et al. 2020, *Hydroponic technology as decentralised system for domestic wastewater treatment and vegetable production in urban agriculture*: Sci Total Environ.
11. PRASHANTHINI, Sundar, KRISHNAMOORTHY, Jyothi y CHALINI, Sundar. *Indoor Hydroponics: A Potential Solution to Reuse Domestic Rinse Water*. Vol 19. India. Biosciences Biotechnology Research Asia.
12. RUFÍ-SALÍS, Marti, et al, 2020. Exploring nutrient recovery from hydroponics in urban agriculture: An environmental assessment. Bellaterra, Barcelona, España.
13. JING, Zhang, XINJIE Wang y QIFA Zhou, 2016. *Co-cultivation of Chlorellaspp and tomato in a hydroponic system*. China. Biomass and Bioenergy.
14. OMID, Khorasgani y MOHAMMAD, Pessarakli, 2020. *Tomato (Solanum lycopersicum) culture in vermi-aquaponic systems: II. Strategies for sustainable and economic development: Fertilization practices in vermi-ponic unit*. Vol 43. Arizona. Journal of Plant Nutrition.
15. PRADHAN, Bikram y DEO, Bandita. 2019. *Soilless farming – the next generation green revolution*. Vol 116 (5). India. Current Science.
16. CUEVAS, Glory, et al. 2019. *Evaluation of Physico-chemical Characteristics, Antioxidant Compounds and Antioxidant Capacity in Creole Tomatoes (Solanum lycopersicum L. and S. pimpinellifolium L.) in an Aquaponic System or Organic Soil*. Vol 25.

International Journal of Vegetable Science.

17. DE LA ROSA, Rodolfo, et al., 2020. *Water and fertilizers use efficiency in two hydroponic systems for tomato production*. Brasil. Horticultura Brasileira 38:47-52.
18. PRASHANTHINI, Sundar, KRISHNAMOORTHY, Jyothi y CHALINI, Sundar, 2021., *Indoor Hydroponics: A Potential Solution to Reuse Domestic Rinse Water*. Biosciences Biotechnology Research Asia 18(2), 373-383.
19. ASTRINI, Widiyanti, HADI, Susilo Arifin, NANA, Mulyana, 2020., *The Use of Greywater for Hydroponics Plant in Griya Katulampa Bogor City*. Indonesia. IOP. doi:10.1088/1755-1315/477/1/012006.
20. JARAMILLO, María y RESTREPO, Inés, 2017., *Wastewater Reuse in Agriculture: A Review about Its Limitations and Benefits*. Colombia. Instituto CINARA, Sustainability, 9, 1734. DOI: 10.3390 / su9101734.
21. SANGARE, Drissa, et al., 2021. *Investigating the capacity of the hydroponic system using lettuce (Lactuca sativa L.) in the removal of pollutants from greywater while ensuring food security*. International Journal of Environment, vol-6(issue-3), 9. doi: 10.22161/ijeab.
22. CIFUENTES, Liliana, et al., 2020. *Hydroponics with wastewater: a review of trends and opportunities*. Oceanographic Research Institute. doi:10.1111 / WEJ.12617
23. HOSSEINZADEH, *Closed hydroponic systems: operational parameters, root exudates occurrence and related water treatment*. Rev Environ Sci Biotechnol. Doi:10.1007/s11157-016-9418-6
24. SHARMA, Nisha, et al., 2018. *Hydroponics as an advanced technique*

*for vegetable production*. Vol 17. Journal of Soil and Water Conservation.

25. MAGWAZA, Shirly, et al., 2020. *A Hydroponic technology as decentralised system for domestic wastewater treatment and vegetable production in urban agriculture*. Sci Total.

26. RAMOS, Carlos, 2021, *Diseños de investigación experimental*. Ecuador. Indoamérica. Doi:

a. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>.

27. PINEDA, Caro, MEDINA, Oscar y FALLA, Rocha, 2021. *Enseñanza del concepto de pH desde la perspectiva del pensamiento científico: una revisión sistemática exploratoria*. Pensamiento y Acción, 30, 37-51.

28. DELGADO, Pavel, et al., 2020. *Bioremediation of chromium VI by applying rhodospseudomonas palustris in industrial effluents coming from tannery*. Vol 37 Bolivia. Revista Boliviana de Química, 37(1), 21-27.

a. Disponible en; <https://doi.org/10.34098/2078-3949.37.1.3>

29. DOTEL, Scarlet, et al., 2019. *Acidity evaluation in vinegars commercialized in the Dominican Republic*. Ciencia, Ambiente y Clima, 2(2), 43-52.

a. Disponible en: <https://doi.org/10.22206/cac.2019.v2i2.pp43-52>

30. FLIEGEL, L., 2020. *Role of pH Regulatory Proteins and Dysregulation of pH in Prostate Cancer*. Vol 182, Biochemistry and Pharmacology En: Reviews of Physiology.

a. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/112\\_2020\\_18](https://doi.org/10.1007/112_2020_18)

31. DRISSA, Sangare, 2021. *Investigando la capacidad del sistema hidropónico usando lechuga (Lactuca sativa L.) en la remoción de contaminantes de las aguas grises mientras se garantiza la seguridad*

*alimentaria*. Vol 6. Revista internacional de medio ambiente, agricultura y biotecnología.

32. MAIGA, Y., et al., 2014. *Greywater Treatment by High Rate Algal Pond under Sahelian Conditions for Reuse in Irrigation*. Vol 27. *Journal of Water Science*

33. DEL-CASTILLO, Salazar y RODRÍGUEZ, Abrahantes, 2021, La ética de la investigación científica y su inclusión en las ciencias de la salud. Colombia. *Acta Médica del Centro*

34. CUBA, Renata, GASPAR, Reinaldo y FONSECA, Claudinei, 2018, *Influence of the use of wastewater on nutrient absorption and production of lettuce grown in a hydroponic system*, Vol 203. *Agricultural Water Management*. Pages 311-321, ISSN 0378-3774.

a. Disponible en: <https://doi.org/10.106/j.agwat.2018.03.028>.

35. AMIN, Ahmad, et al., 2017, *Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L.)*. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, vol. 4, núm. 2, 31 de octubre de 2017, págs. 1-11.

36. ELKAZAZ, KA y ELKAZAZ, AA, 2017. *Soilless Agriculture a New and Advanced Method for Agriculture Development: an Introduction*. *Res.Tecnología* 3.

a. Disponible en: <https://doi.org/10.19080/ARTOAJ.2017.03.555610>.

37. KUYPERS, Marcel, MARCHANT, Hannah y KARTUL, Boran, 2018. *The microbial network of the nitrogen cycle*. *Nature Review Microbiol* 16, 263–276.

38. PAWESKA, Katarzyna., BAWIEC, Aleksandra y PULEKOWSKI, Krzysztof, 2017. *Wastewater treatment in submerged aerated biofilter under*

*conditions of high ammonium concentration.* Ecol. química Ing. 24,431–442.

39. ALCADE, Sanz y Gawlik, B.M., 2017. *Minimum Quality Requirements for Water Reuse / Agricultural Irrigation and Aquifer Recharge.* Office of the European Union. Luxembourg.

a. Disponible en: <https://doi.org/10.2760/804116>

40. STEWART Cristal y FIELD Natasha. “Prueba de variedades de lechuga romana de verano 2018”. Programa de Horticultura Comercial del Este de Nueva York, Extensión Cooperativa de Cornell, 2018.

## ANEXOS

1. Desarrollo del Proyecto primero se prepare las semillas del tomate para el sembrado en las cuales tomaron 7 días para el secado de las semillas y luego se pasará al cultivo.



2. Se puede distinguir que después de 15 días los tomates ya empiezan a salir su primer tallo.





3. Después de 30 días, se hace la separación de tallos.



4. Por lo siguiente en quinta semana se realizó el proceso de implantación de tomates en el sistema hidropónico.





5. En la quinta semana también se terminó de desarrollar la construcción del sistema hidropónico.



6. Se termina la implementación de sistema hidropónico de ingreso a funcionamiento para el estudio de agua grises.



7. Se demuestra que en las dos figuras se puede visualizar que el tomate se ha desarrollado con conformidad a pesar de que el líquido está contaminado por sustancias químicas del detergente y jabón.



8. Se puede visualizar que el crecimiento de la raíz es adaptable a con el líquido que se está realizando (primer enjuague de prendas de vestir), por lo siguiente la raíces tiene un promedio de 10 cm de largo en 2 meses.















AV. LAS VEGAS 845, ZONA INDUSTRIAL  
SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA - LIMA  
TELÉFONO: (511) 205-5656  
Página Web: www.certimin.pe  
E-mail: certimin@certimin.pe

CERTIMIN S.A.

R.U.C. N° 20269085666  
BOLETA ELECTRONICA  
Nro. B999-00000780

Cliente: RAMOS EGUSQUIZA ELVIRA	
Dirección: AV.MZ A LT 13 A.H VILLA ALEJANDRO II ETAPA-LURIN-LIMA	
R.U.C. / D.N.I.: 71617739	Fecha de Emisión:30/06/2022
Condición de Pago:Contado	Generado por:Neira, Laura

DESCRIPCION	TOTAL
PAGO POR ADELANTADO 100% : ANALISIS DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA	922.38
PAGO POR ADELANTADO 100% : GASTOS ADMINISTRATIVOS	118.00

IMPORTE TOTAL	PEN	1,040.38
---------------	-----	----------

UN MIL CUARENTA Y 38/100 SOLES

REF.: SERVICIO DE ANALISIS DE AGUA RESIDUAL  
COT MA 0886 00 22/CERTIMIN

SOMOS AGENTE DE RETENCION  
NO RETENER EL 3% Según  
R. Superintendencia N° 395-2014/SUNAT



Representación impresa de la boleta electrónica  
Autorizado mediante la Resolución de Intendencia N°  
0320050000451/SUNAT



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N°  
LE 022



Registro N°LE - 022

## INFORME DE ENSAYO N° JUL1015.R22

<b>SOLICITANTE:</b>	ELVIRA RAMOS EGUSQUIZA
<b>DOMICILIO LEGAL:</b>	Av. Mz A Lt 13 A.H. Villa Alejandro II Etapa Etapa Lurin, Lima,
<b>SOLICITADO POR:</b>	Elvira Ramos Egusquiza
<b>SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:</b>	SSA N° 452-22 Cadena de custodia N° 1481-22/CERTIMIN
<b>REFERENCIA:</b>	Sistema Hidropónico de Cultivos de Hortalizas para el Tratamiento de aguas grises San Juan de Lurigancho 7 Limá / Lima
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	Monitoreo Calidad de Agua Urb. Las Flores Primavera 2022/06/28
<b>PROTOCOLO:</b>	--
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua Residual Doméstica
<b>NÚMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO:</b>	3
<b>PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS:</b>	Frascos de polietileno refrigerados y sellados.
<b>CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS: RECEPCIONADAS</b>	Muestra en buena condición para el análisis solicitado
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	martes, 28 de junio de 2022
<b>IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS:</b>	Según se indica
<b>FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO:</b>	2022-06-28 al 2022-07-06
<b>FECHA DE REPORTE:</b>	Miercoles, 06 de julio de 2022
<b>PERIODO DE CUSTODIA:</b>	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

**EDGAR NINA VELASQUEZ**  
Jefe Ambiental

CQP. 729

Lima, 9 de julio de 2022

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY. POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

\*Prohíbe la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A.\*

"Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce".  
Los resultados corresponden a las muestras indicadas.

El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente y que pueda afectar a la validez de los resultados. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió por parte del cliente. Los ensayos han sido realizados en CERTIMIN S.A. sede Lima.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



## INFORME DE ENSAYO N° JUL1015.R22

Muestras		Ensayos									
N° ID	Código de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección	INEN0000 Fecha Muestreo	INEN0000 Tipo Muestra	NA0147 pH± Unidad de pH	NA0458 Conductiva µmho/cm	NA0133 NH4+ mg/L	NA0134 NO3- mg/L 0.03	NA0083 P (±) mg P/L	NA0174 STP mg/L 5	NA0756 DBO5 mg/L 2.0	NA0757 DQO mg/L 10
1	MO.1	2022-08-28 16:40	Agua Doméstica	Residual 7.45 ± 0.44	2028.27 ± 826.43	8.55 ± 2.88	14.90 ± 3.60	8.33 ± 2.04	418.67 ± 112.58	216.47 ± 124.44	346.33 ± 178.16
2	M1.1	2022-08-28 17:20	Agua Doméstica	Residual 8.02 ± 0.25	2694.67 ± 435.18	7.55 ± 1.45	13.81 3.65	7.64 ± 2.98	562.63 ± 128.10	253.31 ± 98.17	328.25 ± 138.78
3	M2.1	2022-08-28 17:25	Agua Doméstica	Residual 8.12 ± 0.78	2835.27 ± 826.43	5.75 ± 1.98	9.67 ± 2.13	5.98 ± 3.48	895.15 ± 117.04	389.27 ± 107.85	428.12 ± 125.43

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA, LD.  
Límite de Detección (Límite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.  
pH: medición realizada a la Temperatura de 25°





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



**INFORME DE ENSAYO**  
**N° JUL.1015.R22**  
**MÉTODOS DE ENSAYO Y CÓDIGOS DE SERVICIO**

N°	Ensayo	Denominación	Cod. Serv	Descripción
1	Conductiv	Conductividad	MA0458	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part 2510 B. Conductivity. Laboratory Method.
2	pH +	Potencial de Hidrógeno	MA0147	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-4500-H+ B. pH value. Electrometric Method
3	DBO5	Demanda Bioquímica de Oxígeno	MA0766	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23rd Ed. 2017. Part 5210 B. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5- Day BOD Test.
4	NO3-	Nitrato	MA0134	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-4500-NH3 D Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.
5	P(t)	Fósforo Total	MA0083	SMEWW APHA-AWWA-WEF 23 rd Ed. 2017. Part- 4500-P B, E. Phosphorus. Sample Preparation / Ascorbic Acid Method.
6	NH4+	Amonio	MA0133	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part 4500-NO2 <sup>-</sup> B. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method
7	STS	Sólidos Totales Suspendidos	MA0174	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-2540 D. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C.
8	DOO	Demanda Química de Oxígeno	MA0757	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-5220 D. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux. Colorimetric Method.

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.  
APHA : American Public Health Association.  
WEF : Water Environment Federation.  
EPA : Environmental Protection Agency.  
ASTM: American Society for Testing and Materials.  
ISO: International Organization for Standardization.  
NTP: Norma Técnica Peruana.  
NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health.

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación al:

**CERTIMIN S.A.**

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Las Vegas N° 845, distrito de San Juan de Miraflores, provincia y departamento de Lima  
Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 03 de mayo de 2019

Fecha de Vencimiento: 02 de mayo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 24 de julio de 2019

Cédula N° : 0540-2019/INACAL-DA  
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación  
N°012-2015/INDECOP-SNA  
Registro N° : LE-022

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado

La Dirección de Acreditación del INACAL, es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MRA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Muro con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)

DA-acr-01P-02MVer-02

## Tabla de operacionalización

**tabla 5:** Sistema hidropónico de cultivos de hortalizas para el tratamiento de agua Grises, Lima-Perú 2022

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Cómo se desarrolla el crecimiento de la planta y los factores de bioconcentración para mejorar la calidad del agua en un sistema hidropónico diseñado para el tratamiento de aguas?	Evaluar la eficiencia de un Sistema hidropónico de cultivos de hortalizas significativamente eficiente para el tratamiento de aguas grises.	El Sistema hidropónico de cultivos de hortalizas presenta una alta eficiencia en el tratamiento de aguas grises	Variable independiente: sistema hidropónico de cultivos de hortaliza	Los sistemas hidropónicos son sistemas agrícolas en los que el desarrollo y crecimiento de las plantas ocurre sin el uso de suelo, y sus raíces se sumergen directamente en la solución nutritiva (Martínez- Mate et al, 2018 ).	Evaluar el Sistema Hidropónico de Cultivos de hortalizas para el tratamiento de agua grises	Biométricas	Germinación de la planta, y clorofila, mediciones de tamaño y peso de las plantas (raíces y tejidos aéreos) medidas cada 6 semana durante 120 días de cultivo	ANOVA
¿Cuál será la eficiencia del Sistema hidropónico de cultivos de hortalizas para el tratamiento de aguas grises?						Factores de concentración	Bioconcentración, Translocación de amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ), nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) y fósforo total (TP) cada 6 semanas durante 120 días	ANOVA
¿Los parámetros de diseño del sistema hidropónico y la calidad del agua son afectadas por el crecimiento de la planta y sus factores de concentración en	Análisis los parámetros de diseño del sistema hidropónico y la calidad del agua afectadas por el crecimiento de la planta y sus factores	Los parámetros de diseño del sistema hidropónico y la calidad del agua son afectados significativamente por el crecimiento	Variable dependiente: tratamiento s de agua grises	Internacional de Medio Ambiente, Agricultura y Biotecnología, 6 (3) -2021	Análisis la composición de nutrientes y contaminantes orgánicos en el tratamiento de aguas grises	Calidad de agua	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ),	ANOVA

un sistema hidropónico y aguas grises?	de concentración en un sistema hidropónico de aguas grises	de la planta y sus factores de concentración en un sistema hidropónico de aguas grises	patógenos y productos químicos peligrosos según la naturaleza de las aguas grises crudas y la eficiencia del tratamiento (Maiga et al, 2018).	mediante un sistema hidropónico	Demanda química de oxígeno (DQO), PH, SST, conductividad, PH.	ANOVA
					Medidas cada 7 días durante 120 días de tratamiento	
					Parámetros de diseño del sistema	Diámetro(mm), Largo (mm), Altura (mm), Ancho(mm)



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: VASQUEZ ARANDA AHUBER OMAR  
1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNFV/UCV  
1.3. Especialidad o línea de investigación: GESTIÓN AMBIENTAL  
1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: INSTRUMENTO  
1.5. Autor(A) de Instrumento: SALSAVILCA RAMOS, DANTE JUNIOR

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	IN ACEPTABLE						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

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 20 de Julio del 2021

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
CIP: 92507  
DNI No 07748967 Telf: 990077269





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Nombres y apellidos del experto: Mg. Karla Luz Mendoza López  
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo  
 Especialidad : Magister en Ecología  
 Instrumento de evaluación : \_\_\_\_\_  
 Autor del instrumento : \_\_\_\_\_

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>47</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### VARIABLE


INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Análisis de Parámetros	X		
Cadena de Custodia	X		
Informe de ensayo	X		
Certificación de la acreditación del laboratorio	X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 47

Lima 20 de Julio del 2022.

FIRMA:   
 CIP: \_\_\_\_\_  
 DNI: 8221498  
 CONTACTO: DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES  
CIP: 722149



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Nombres y apellidos del experto: Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfan  
Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo  
Especialidad : Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible  
Instrumento de evaluación: \_\_\_\_\_  
Autor de instrumento : \_\_\_\_\_

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIO	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales u operacionales					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico: tecnológico Innovación I al inherente a la variable:					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional V conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema objetivos de la investigación					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos hipótesis variable de estudio:					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar describir explicar la realidad motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable:					X
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota): Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### VARIABLE

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE
Análisis de Parámetros	X		
Cadena de Custodia	X		
Informe de ensayo	X		
Certificación de la acreditación del laboratorio	X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50

Lima 22 de Julio del 2022.

FIRMA:  
CIP: 92135  
DNI: 40231227  
CONTACTO: 995666022