

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Diseño de un modelo de fitorremediación y fitodepuración mediante el jacinto de agua (eichhornia crassipes), para reducir los niveles de contaminación en la laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**AUTORA: Díaz Ramírez, Rubí Khrysé**

**ASESOR: Cámara Llanos, Frank Erick**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2024**

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Contaminación ambiental  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Biotecnología ambiental

**Disciplina:** Biotecnología ambiental

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73298774

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44287920

Grado/Título: Maestro en ciencias de la salud con mención en salud pública y docencia universitaria

Código ORCID: 0000-0001-9180-7405

**DATOS DE LOS JURADOS:**

| N° | APELLIDOS Y NOMBRES             | GRADO                                                                           | DNI      | Código ORCID        |
|----|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|
| 1  | Cajahuanca Torres, Raul         | Maestro en gestión pública                                                      | 22511841 | 0000-0002-5671-1907 |
| 2  | Valdivia Martel, Perfecta Sofía | Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible | 43616954 | 0000-0002-7194-3714 |
| 3  | Condezo Beteta, Verenisa Nohely | Maestro en educación investigación y docencia superior                          | 45728462 | 0009-0001-8221-7427 |



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 11:00 horas del día 20 del mes de diciembre del año 2023, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Raul Cajahuanca Torres (Presidente)
- Mg. Perfecta Sofía Valdivia Martel (Secretario)
- Mg. Verenisa Nohely Condezo Beteta (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 3076-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"DISEÑO DE UN MODELO DE FITORREMEDIACIÓN Y FITODEPURACIÓN MEDIANTE EL JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes*), PARA REDUCIR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LA LAGUNA YARINACocha, UCAYALI - 2022, 2023"**. presentado por el (la) Bach. **DIAZ RAMIREZ, RUBI KHRYSE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado. Por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de Buena (Art. 47)

Siendo las 12:30 horas del día 20 del mes de diciembre del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Raúl Cajahuanca Torres  
ORCID: 0000-0002-5671-1907  
Presidente

Mg. Perfecta Sofía Valdivia Martel  
ORCID: 0000-0002-7194-3714  
Secretario

Mg. Verenisa Nohely Condezo Beteta  
ORCID: 0009-0001-8221-7427  
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **FRANK ERICK CAMARA LLANOS**, asesor(a) del PA. de **INGENIERIA** y designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 089-2019-D-FI-UDH del 20 de FEBRERO del 2019**; del Bachiller **DÍAZ RAMÍREZ Rubí Khryse**, de la investigación titulada; "DISEÑO DE UN MODELO DE FITORREMEDIACIÓN Y FITODEPURACIÓN MEDIANTE EL JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes*), PARA REDUCIR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LA LAGUNAYARINACocha, UCAYALI – 2022, 2023"

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del **18%** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin. Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 13 de FEBRERO del 2024



Mg. Frank E. Cámara Llanos  
MÉDICO VETERINARIO  
CMV. 7188

---

Cámara Llanos Frank Erick  
DNI: 44287920  
Código Orcid N° 0000-0001-9180-7405

## Turniti

### INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.udh.edu.pe](https://repositorio.udh.edu.pe)

Fuente de Internet

7%

2

Submitted to Universidad de Huanuco

Trabajo del estudiante

3%

3

[distancia.udh.edu.pe](https://distancia.udh.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

4

[repositorio.udl.edu.pe](https://repositorio.udl.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.unu.edu.pe](https://repositorio.unu.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

6

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

<1%

7

[1library.co](https://1library.co)

Fuente de Internet

<1%

8

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

<1%

9

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1%

  
Mg. Frank E. Cámara Llanos  
MÉDICO VETERINARIO  
CMV. 7183

Cámara Llanos Frank Erick  
DNI: 44287920  
Código Orcid N° 0000-0001-9180-7405

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a Dios porque gracias a él he logrado concluir una etapa más de mi vida que es mi carrera.

A mis padres que me han dado la existencia, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional, consejos y dándome la capacidad de superarme y de ser mejor en cada paso por el camino difícil y arduo de la vida, por qué con su presencia y amor han ayudado a construir y forjar la persona que ahora soy.

A mi amada pareja por ser el pilar principal para la culminación de la misma, con su apoyo constante, amor incondicional, palabras, su confianza puesta en mi persona y no menos importante por proporcionarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mi precioso hijo Matthew que me dio a entender que ningún sacrificio es suficiente, que con su luz a iluminado mi vida y hace de mi camino más claro.

A mis hermanos, amigos y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes por brindarme sus conocimientos y apoyo para seguir adelante día a día.

A mi asesor de tesis por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo, para guiarme en todo el desarrollo de la tesis.

También agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clases durante la carrera universitaria, ya que, gracias al compañerismo, amistad, apoyo moral han aportado a mis ganas de seguir adelante con mi carrera profesional.

Gracias a todos los que han recorrido conmigo este camino por qué me han enseñado a ser más humana.

## ÍNDICE

|                                              |       |
|----------------------------------------------|-------|
| DEDICATORIA .....                            | II    |
| AGRADECIMIENTO .....                         | III   |
| ÍNDICE.....                                  | IV    |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                       | IX    |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                       | XV    |
| RESUMEN .....                                | XVI   |
| ABSTRACT.....                                | XVII  |
| INTRODUCCIÓN .....                           | XVIII |
| CAPITULO I.....                              | 19    |
| PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....              | 19    |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....           | 19    |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....          | 21    |
| 1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....                 | 21    |
| 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....            | 22    |
| 1.3. OBJETIVOS .....                         | 22    |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....                 | 22    |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....            | 22    |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ..... | 23    |
| 1.4.1. JUSTIFICACIÓN PERSONAL.....           | 23    |
| 1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....             | 23    |
| 1.4.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....           | 23    |
| 1.4.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.....          | 24    |
| 1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....  | 24    |
| 1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....     | 24    |
| CAPITULO II.....                             | 26    |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| MARCO TEÓRICO .....                                                        | 26 |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....                                | 26 |
| 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....                                   | 26 |
| 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....                                        | 27 |
| 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....                                           | 29 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS .....                                                  | 31 |
| 2.2.1. FITORREMEDIACIÓN Y FITODEPURACIÓN CON<br>EICHHORNIA CRASSIPES ..... | 31 |
| 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....                                        | 59 |
| 2.3.1. ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL<br>(ECA).....                         | 59 |
| 2.3.2. FITORREMEDIACIÓN .....                                              | 59 |
| 2.3.3. JACINTO DE AGUA (EICHORNIA<br>CRASSIPES).....                       | 59 |
| 2.3.4. LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE<br>(LMP).....                              | 60 |
| 2.3.5. MACRÓFITAS.....                                                     | 60 |
| 2.4. HIPÓTESIS .....                                                       | 60 |
| 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....                                             | 60 |
| 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....                                          | 61 |
| 2.5. VARIABLES.....                                                        | 62 |
| 2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....                                        | 62 |
| 2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....                                          | 62 |
| 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....                                 | 62 |
| CAPITULO III .....                                                         | 64 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....                                       | 64 |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....                                           | 64 |
| 3.1.1. ENFOQUE.....                                                        | 64 |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....                                                           | 64 |
| 3.1.3. DISEÑO.....                                                                     | 64 |
| 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....                                                          | 65 |
| 3.2.1. POBLACIÓN .....                                                                 | 65 |
| 3.2.2. MUESTRA.....                                                                    | 66 |
| 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...                               | 67 |
| 3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA<br>INFORMACIÓN.....               | 68 |
| CAPITULO IV.....                                                                       | 69 |
| RESULTADOS.....                                                                        | 69 |
| 4.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....                             | 69 |
| 4.1.1.PRUEBA DE HIPÓTESIS - CONDICIONES ÓPTIMAS (GRUPO<br>EXPERIMENTAL) .....          | 71 |
| 4.1.2.PRUEBA DE HIPÓTESIS - CONDICIONES ÓPTIMAS (GRUPO<br>CONTROL).....                | 73 |
| 4.1.3.PRUEBA DE HIPÓTESIS - ACEITES Y GRASAS (GRUPO<br>EXPERIMENTAL) .....             | 74 |
| 4.1.4.PRUEBA DE HIPÓTESIS - ACEITES Y GRASAS (GRUPO<br>CONTROL).....                   | 76 |
| 4.1.5.PRUEBA DE HIPÓTESIS - COLOR (GRUPO<br>EXPERIMENTAL) .....                        | 78 |
| 4.1.6.PRUEBA DE HIPÓTESIS - COLOR (GRUPO CONTROL).....                                 | 79 |
| 4.1.7.PRUEBA DE HIPÓTESIS – CONDUCTIVIDAD (GRUPO<br>EXPERIMENTAL) .....                | 81 |
| 4.1.8.PRUEBA DE HIPÓTESIS - CONDUCTIVIDAD (GRUPO<br>CONTROL).....                      | 82 |
| 4.1.9.PRUEBA DE HIPÓTESIS - DEMANDA BIOQUÍMICA DE<br>OXIGENO (GRUPO EXPERIMENTAL)..... | 84 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1.10.PRUEBA DE HIPÓTESIS - DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (GRUPO CONTROL).....    | 85  |
| 4.1.11.PRUEBA DE HIPÓTESIS - OXÍGENO DISUELTO (GRUPO EXPERIMENTAL) .....           | 87  |
| 4.1.12.PRUEBA DE HIPÓTESIS - OXÍGENO DISUELTO (GRUPO CONTROL).....                 | 89  |
| 4.1.13.PRUEBA DE HIPÓTESIS - PH (GRUPO EXPERIMENTAL) ..                            | 91  |
| 4.1.14.PRUEBA DE HIPÓTESIS - POTENCIAL DE HIDROGENO (GRUPO CONTROL) .....          | 93  |
| 4.1.15.PRUEBA DE HIPÓTESIS – TEMPERATURA (GRUPO EXPERIMENTAL).....                 | 95  |
| 4.1.16.PRUEBA DE HIPÓTESIS - TEMPERATURA (GRUPO CONTROL).....                      | 97  |
| 4.1.17.PRUEBA DE HIPÓTESIS - COBRE (GRUPO EXPERIMENTAL).....                       | 98  |
| 4.1.18.PRUEBA DE HIPÓTESIS - COBRE (GRUPO CONTROL)...                              | 100 |
| 4.1.19.PRUEBA DE HIPÓTESIS - SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (GRUPO EXPERIMENTAL) .....  | 101 |
| 4.1.20.PRUEBA DE HIPÓTESIS - SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (GRUPO CONTROL) .....       | 103 |
| 4.1.21.PRUEBA DE HIPÓTESIS - SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (GRUPO EXPERIMENTAL)..... | 105 |
| 4.1.22.PRUEBA DE HIPÓTESIS - SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (GRUPO CONTROL).....      | 106 |
| 4.1.23.PRUEBA DE HIPÓTESIS – COLIFORMES TOTALES (GRUPO EXPERIMENTAL) .....         | 108 |
| 4.1.24.PRUEBA DE HIPÓTESIS – COLIFORMES TOTALES (GRUPO CONTROL).....               | 110 |
| 4.1.25.PRUEBA DE HIPÓTESIS – COLIFORMES TERMOTOLERANTES (GRUPO EXPERIMENTAL) ..... | 112 |

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1.26.PRUEBA DE HIPÓTESIS – COLIFORMES<br>TERMOTOLERANTES (GRUPO CONTROL).....        | 113 |
| 4.1.27.PRUEBA DE HIPÓTESIS – BACTERIAS AEROBIAS<br>MESOFILAS (GRUPO EXPERIMENTAL)..... | 115 |
| 4.1.28.PRUEBA DE HIPÓTESIS – BACTERIAS AEROBIAS<br>MESOFILAS (GRUPO CONTROL).....      | 117 |
| 4.1.29.PRUEBA DE HIPÓTESIS – CURVAS DE VELOCIDAD (GRUPO<br>EXPERIMENTAL) .....         | 119 |
| 4.1.30.PRUEBA DE HIPÓTESIS – CURVAS DE VELOCIDAD (GRUPO<br>CONTROL).....               | 120 |
| 4.1.31.PRUEBA DE HIPÓTESIS – CONTROL BIOLÓGICO (GRUPO<br>EXPERIMENTAL) .....           | 122 |
| 4.1.32.PRUEBA DE HIPÓTESIS – CONTROL BIOLÓGICO (GRUPO<br>CONTROL).....                 | 124 |
| CAPITULO V.....                                                                        | 128 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....                                                           | 128 |
| CONCLUSIONES .....                                                                     | 131 |
| RECOMENDACIONES.....                                                                   | 133 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                        | 134 |
| ANEXOS.....                                                                            | 137 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Coordenadas del Área de Estudio - (UTM – WGS 84) .....                                               | 25 |
| Tabla 2 Mecanismos de fitorremediación .....                                                                 | 32 |
| Tabla 3 Ventajas y desventajas del tipo de tratamiento.....                                                  | 46 |
| Tabla 4 Función de las plantas acuáticas en los sistemas de tratamiento...                                   | 49 |
| Tabla 5 Clasificación de la Macrófita acuática Eichhornia .....                                              | 50 |
| Tabla 6 Parámetros Morfométricos de la Laguna Yarinacocha. ....                                              | 65 |
| Tabla 7 Muestra de Estudio – Fitorremediación y Fitodepuración .....                                         | 66 |
| Tabla 8 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....                                                | 67 |
| Tabla 9 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Condiciones Óptimas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)..... | 71 |
| Tabla 10 Estadísticos descriptivos – (Condiciones Óptimas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test).....          | 71 |
| Tabla 11 Prueba de Hipótesis T Student – (Condiciones Óptimas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test).....      | 72 |
| Tabla 12 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Condiciones Óptimas) Grupo Control (Pre & Pos Test).....     | 73 |
| Tabla 13 Estadísticos descriptivos – (Condiciones Óptimas) Grupo Control (Pre & Pos Test). ....              | 73 |
| Tabla 14 Prueba de Hipótesis T Student – (Condiciones Óptimas) Grupo Control (Pre & Pos Test).....           | 74 |
| Tabla 15 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Aceites y grasas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test). ....  | 75 |
| Tabla 16 Estadísticos descriptivos – (Aceites y grasas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test). ....            | 75 |
| Tabla 17 Prueba de Hipótesis T Student – (Aceites y grasas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test).....         | 76 |
| Tabla 18 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Aceites y grasas) Grupo Control (Pre & Pos Test).76          |    |
| Tabla 19 Estadísticos descriptivos – (Aceites y grasas) Grupo Control (Pre & Pos Test). ....                 | 77 |
| Tabla 20 Prueba de Hipótesis T Student – (Aceites y grasas) Grupo Control (Pre & Pos Test) .....             | 77 |

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 21 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Color) Grupo Experimental (Pre & Pos Test).....                         | 78 |
| Tabla 22 Estadísticos descriptivos – (Color) Grupo Experimental (Pre & Pos Test).....                                   | 78 |
| Tabla 23 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Color) Grupo Experimental (Pre & Pos Test) .....                            | 79 |
| Tabla 24 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Color) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                             | 79 |
| Tabla 25 Estadísticos descriptivos – (Color) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                                       | 80 |
| Tabla 26 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Color) Grupo control (Pre & Pos Test).....                                  | 80 |
| Tabla 27 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Conductividad) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....                 | 81 |
| Tabla 28 Estadísticos descriptivos – (Conductividad) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....                           | 81 |
| Tabla 29 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Conductividad) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....                     | 82 |
| Tabla 30 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Conductividad) Grupo control (Pre & Pos Test).....                      | 82 |
| Tabla 31 Estadísticos descriptivos – (Conductividad) Grupo control (Pre & Pos Test).....                                | 82 |
| Tabla 32 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Conductividad) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                         | 83 |
| Tabla 33 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo experimental (Pre & Pos Test)..... | 84 |
| Tabla 34 Estadísticos descriptivos – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....           | 84 |
| Tabla 35 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....     | 85 |
| Tabla 36 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo control (Pre & Pos Test) .....     | 85 |
| Tabla 37 Estadísticos descriptivos – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo control (Pre & Pos Test).....                | 86 |

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 38 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo control (Pre & Pos Test) .....  | 86 |
| Tabla 39 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Oxígeno Disuelto) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....       | 87 |
| Tabla 40 Estadísticos descriptivos – (Oxígeno Disuelto) Grupo experimental (Pre & Pos Test) .....                | 88 |
| Tabla 41 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Oxígeno Disuelto) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....           | 88 |
| Tabla 42 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Oxígeno Disuelto) Grupo control (Pre & Pos Test) .....           | 89 |
| Tabla 43 Estadísticos descriptivos – (Oxígeno Disuelto) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                     | 90 |
| Tabla 44 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Oxígeno Disuelto) Grupo control (Pre & Pos Test). .....              | 90 |
| Tabla 45 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Potencial de Hidrógeno) Grupo experimental (Pre & Pos Test)..... | 91 |
| Tabla 46 Estadísticos descriptivos – (PH) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....                               | 92 |
| Tabla 47 Prueba de Hipótesis (T Student) – (PH) Grupo experimental (Pre & Pos Test) .....                        | 92 |
| Tabla 48 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Potencial de Hidrógeno) Grupo control (Pre & Pos Test).....      | 93 |
| Tabla 49 Estadísticos descriptivos – (Potencial de Hidrógeno) Grupo control (Pre & Pos Test) .....               | 94 |
| Tabla 50 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Potencial de Hidrógeno) Grupo control (Pre & Pos Test).....          | 94 |
| Tabla 51 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Temperatura) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....            | 95 |
| Tabla 52 Estadísticos descriptivos – (Temperatura) Grupo experimental (Pre & Pos Test) .....                     | 95 |
| Tabla 53 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Temperatura) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....                | 96 |
| Tabla 54 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Temperatura) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                | 97 |

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 55 Estadísticos descriptivos – (Temperatura) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                                | 97  |
| Tabla 56 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Temperatura) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                          | 98  |
| Tabla 57 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Cobre) Grupo experimental (Pre & Pos Test) .....                       | 98  |
| Tabla 58 Estadísticos descriptivos – (Cobre) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....                                  | 99  |
| Tabla 59 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Cobre) Grupo experimental (Pre & Pos Test) .....                           | 99  |
| Tabla 60 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Cobre) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                            | 100 |
| Tabla 61 Estadísticos descriptivos – (Cobre) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                                      | 100 |
| Tabla 62 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Cobre) Grupo control (Pre & Pos Test).....                                 | 101 |
| Tabla 63 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Sólidos Disueltos) Grupo experimental (Pre & Pos Test) .....           | 101 |
| Tabla 64 Estadísticos descriptivos – (Sólidos Disueltos totales) Grupo experimental (Pre & Pos Test) .....             | 102 |
| Tabla 65 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Sólidos Disueltos totales) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....        | 102 |
| Tabla 66 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Sólidos Disueltos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test) .....        | 103 |
| Tabla 67 Estadísticos descriptivos – (Sólidos Disueltos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                  | 103 |
| Tabla 68 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Sólidos Disueltos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test) .....            | 104 |
| Tabla 69 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo experimental (Pre & Pos Test) ..... | 105 |
| Tabla 70 Estadísticos descriptivos – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....            | 105 |
| Tabla 71 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....      | 106 |

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 72 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test).....       | 106 |
| Tabla 73 Estadísticos descriptivos – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                | 107 |
| Tabla 74 Prueba de Hipótesis (T Student) – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test).....           | 108 |
| Tabla 75 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Coliformes totales) Grupo Experimental (Pre & Pos Test).....           | 109 |
| Tabla 76 Estadísticos descriptivos – (Coliformes totales) Grupo Experimental (Pre & Pos Test) .....                    | 109 |
| Tabla 77 Prueba de Hipótesis T Student – (Coliformes totales) Grupo Experimental (Pre & Pos Test).....                 | 110 |
| Tabla 78 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Coliformes totales) Grupo control (Pre & Pos Test).....                | 110 |
| Tabla 79 Estadísticos descriptivos – (Coliformes totales) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                         | 111 |
| Tabla 80 Prueba de Hipótesis T Student – (Coliformes totales) Grupo Control (Pre & Pos Test) .....                     | 111 |
| Tabla 81 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Coliformes Termotolerantes) Grupo Experimental (Pre & Pos Test). ....  | 112 |
| Tabla 82 Estadísticos descriptivos – (Coliformes Termotolerantes) Grupo Experimental (Pre & Pos Test).....             | 112 |
| Tabla 83 Prueba de Hipótesis T Student – (Coliformes Termotolerantes) Grupo Experimental (Pre & Pos Test).....         | 113 |
| Tabla 84 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Coliformes Termotolerantes) Grupo control (Pre & Pos Test).....        | 113 |
| Tabla 85 Estadísticos descriptivos – (Coliformes Termotolerantes) Grupo control (Pre & Pos Test).....                  | 114 |
| Tabla 86 Prueba de Hipótesis T Student – (Coliformes Termotolerantes) Grupo control (Pre & Pos Test).....              | 114 |
| Tabla 87 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo experimental (Pre & Pos Test)..... | 115 |
| Tabla 88 Estadísticos descriptivos – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....           | 115 |

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 89 Prueba de Hipótesis T Student – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test).....   | 116 |
| Tabla 90 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo control (Pre & Pos Test). .... | 117 |
| Tabla 91 Estadísticos descriptivos – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo control (Pre & Pos Test).....            | 118 |
| Tabla 92 Prueba de Hipótesis T Student – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo control (Pre & Pos Test).....        | 118 |
| Tabla 93 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Curvas de velocidad) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....      | 119 |
| Tabla 94 Estadísticos descriptivos – (Curvas de velocidad) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....                | 119 |
| Tabla 95 Prueba de Hipótesis T Student – (Curvas de velocidad) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....            | 120 |
| Tabla 96 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Curvas de velocidad) Grupo control (Pre & Pos Test) .....          | 120 |
| Tabla 97 Estadísticos descriptivos – (Curvas de velocidad) Grupo control (Pre & Pos Test).....                     | 121 |
| Tabla 98 Prueba de Hipótesis T Student – (Curvas de velocidad) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                | 122 |
| Tabla 99 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Control Biológico) Grupo experimental (Pre & Pos Test).....        | 122 |
| Tabla 100 Estadísticos descriptivos – (Control Biológico) Grupo experimental (Pre & Pos Test) .....                | 123 |
| Tabla 101 Prueba de Hipótesis T Student – (Control Biológico) Grupo experimental (Pre & Pos Test) .....            | 123 |
| Tabla 102 Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Control Biológico) Grupo control (Pre & Pos Test).....            | 124 |
| Tabla 103 Estadísticos descriptivos – (Control Biológico) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                     | 124 |
| Tabla 104 Prueba de Hipótesis T Student – (Control Biológico) Grupo control (Pre & Pos Test) .....                 | 125 |
| Tabla 105 Resumen de los datos .....                                                                               | 125 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Mecanismos de Fitorremediación .....                                       | 33 |
| Figura 2 Tipos de Fitorremediación .....                                            | 40 |
| Figura 3 Morfología de Eichhornia Crassipes .....                                   | 43 |
| Figura 4 Esquema de fitoextracción continua y asistida por quelantes.....           | 47 |
| Figura 5 Mecanismos de tolerancia - contaminantes orgánicos e inorgánicos.<br>..... | 48 |
| Figura 6 Ejemplar de P. canaliculata. ....                                          | 54 |
| Figura 7 Adultos pomacea canaliculata y caracol hembra.....                         | 58 |
| Figura 8 Dimensiones del acuario artificial .....                                   | 67 |
| Figura 9 Técnicas para el Procesamiento y Análisis de los Datos.....                | 68 |

## RESUMEN

Este estudio; se llevó a cabo con el principal objetivo de “Determinar la influencia del Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), en la reducción de los niveles de contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. La metodología empleada tiene un paradigma cuantitativo se utiliza para enmarcar el enfoque de este estudio. El enfoque y el diseño son cuasi experimentales. Estas características que se utilizaron en este estudio porque es necesario probar un caso en un entorno experimental. Las muestras que se utilizaron para desarrollar la presente investigación es el agua de la Laguna Yarinacocha que fueron el análisis de estudio en el laboratorio, ya que el estudio se enfoca en la Fitorremediación y Fitodepuración mediante un sistema cuasiexperimental en acuarios artificiales en un periodo de 5 meses. Como resultado se obtuvo que “El Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”, reafirmando así; que existe una diferencia significativa entre los resultados Pre y Pos Test en la implementación del modelo.

Por último; la presente investigación **concluyó** que la implementación del “Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), influye de manera significativa en la reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha” cumpliendo con las Condiciones Óptimas de Crecimiento de la *Eichhornia Crassipes* así mismo Eficiencia de la Fitorremediación de la *Eichhornia Crassipes*, Eficiencia de Fitodepuración, evaluando las Curvas de Velocidad de depuración mediante el Modelo de Fitorremediación y proponiendo un Control Biológico de Macrófitas con la *Pomacea canaliculata* para evitar la eutrofización o crecimiento desmedido.

**Palabras clave:** caudal, macrófitas, *eichornia crassipes*, fitorremediación, fitodepuración.

## ABSTRACT

This studio; It was carried out with the main objective of "Determining the influence of the Phytoremediation and Phytodepuration Model through the Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*), in the Reduction of Pollution Levels in the Yarinacocha Lagoon, Ucayali - 2020". The methodology used has a quantitative paradigm that is used to mark the focus of this study. The approach and design are quasi-experimental. These features that are used in this study because it is necessary to test a case in an experimental environment. The samples that were used to develop the present investigation is the water of the Yarinacocha Lagoon that were the study analysis in the laboratory, since the study focuses on Phytoremediation and Phytodepuration through a quasi-experimental system in artificial aquariums in a period of 5 months. As a result, it was obtained that "The Phytoremediation and Phytodepuration Model through the Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*), had a significant impact on the Reduction of Pollution Levels in the Yarinacocha Lagoon, Ucayali - 2020", thus reaffirming; that there is a significant difference between the Pre and Post Test results in the implementation of the model.

Finally; The present investigation concluded that the implementation of the "Model of Phytoremediation and Phytodepuration through the Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), significantly influenced the reduction of Pollution Levels in the Yarinacocha Lagoon" complying with the Optimal Growth Conditions of the *Eichhornia Crassipes* likewise Phytoremediation Efficiency of *Eichhornia Crassipes*, Phytodepuration Efficiency, evaluating the purification Speed Curves through the Phytoremediation Model and proposing a Biological Control of Macrophytes with *Pomacea canaliculata* to avoid eutrophication or excessive growth.

**Keywords:** flow rate, macrophytes, *eichornia crassipes*, phytoremediation, phytodepuration.

## INTRODUCCIÓN

Este estudio ha relacionado las actividades que se desarrollan en la vida diaria con respecto al uso del agua, ya que es el líquido indispensable para el desarrollo de todo ser humano. Es por ello, entre uno de los problemas que se ha estado produciendo es el creciente aumento de contaminación en el medio acuático y actividades del ser humano que está afectando a la laguna Yarinacocha. Esta investigación busco ofrecer una alternativa de tratamiento natural mediante fitorremediación para lograr una mejora social y ambiental; de lo cual en manera científica en el caso de las macrófitas que se utilizan en la fitorremediación son plantas acuáticas diseminadas por toda la tierra, presentes en ambientes de agua dulce.

Estas especies realizan todo su ciclo de vida como plantas flotantes, solo el sistema de raíces está totalmente sumergido; eliminan metales del agua, causando una concentración interna más alta en las capas que el medio ambiente y muestran la gran capacidad de acumulación de metales que las plantas terrestres. Su gran biomasa, su óptima eficiencia de eliminación, su sistema de fibra de raíz y su alta tolerancia a los metales los convierten en una excelente opción para el proceso de fitorremediación.

En tanto, en este presente trabajo de investigación se buscó reducir la concentración de agentes físico químicos, inorgánicos, microbiológicos a nivel de laboratorio donde se utilizó plantas acuáticas donde se tomó como opción al Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*). La cual, está compuesta por raíces, que tienen en algunos casos microorganismos adherido a ella que beneficia la actividad depuradora de la planta y a la vez son capaces de almacenar en su epitelio una mayor diversidad de metales pesados.

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El lirio crece en agua tropical y subtropical con alto nivel de nutrientes por causa de la escorrentía agrícola, deforestación y tratamiento inadecuado de aguas residuales. El lirio ha sido introducido en cuerpos de agua de manera tanto accidental como intencional. Es común introducir plantas ornamentales en estanques para reducir los niveles de nutrientes y prevenir la aparición de algas. La invasión exitosa se debe a su habilidad para generar biomasa y sobreponerse a la flora y fauna autóctona, sin los depredadores naturales como *Neochetina eichhorniae* Warner y *Neochetina bruchi* Hustache. “El lirio acuático elimina colorantes y metales pesados como el hierro, zinc, cobre, cromo, cadmio, manganeso, mercurio y arsénico en altas tasas” (Rodríguez y otros, 2022). Existen escasos estudios en la literatura sobre el uso del lirio acuático y sus derivados para remover tintes y metales pesados de efluentes textiles y aguas residuales.

“La contaminación en los ríos y/o esteros, se ve influenciada por verter desechos o aguas residuales principalmente de uso doméstico directamente sobre ellos. La falta de control está causando un aumento en la contaminación” (Villafuerte, 2020). La lluvia puede llevar materiales a las aguas superficiales, como en el caso de un vertedero cercano a un cauce que se contamina. La lluvia transporta sustancias dañinas disueltas o en suspensión a través de la superficie y al río. En los últimos años, numerosas industrias se han establecido en la línea costera del cantón Durán, representando el 12.8% de la industria nacional con 667 empresas. Muchas de ellas vierten sus desechos industriales en los ríos sin tratamiento debido a la falta de un sistema centralizado.

En el Perú, se menciona que las aguas residuales domésticas son un problema significativo que afecta la calidad ambiental de fuentes de agua cercanas a áreas pobladas. Su disposición inadecuada sin tratamiento previo puede causar alteraciones biológicas en el ecosistema y enfermedades directamente relacionadas con la salud. También pueden tener efectos

indirectos en la salud, como impactos negativos en la calidad del agua de consumo y actividades recreativas, así como en la inocuidad de los alimentos para las comunidades en contacto directo con estas aguas (Carhuaricra, 2019).

La contaminación de los ríos y fuentes de agua en el Perú y el mundo “aumenta con el tiempo debido a las descargas agrícolas, municipales y domésticas. Deben implementarse medidas y sistemas de control y tratamiento de agua para reducir el impacto en este sentido” (Huamani y otros, 2021). Reutilizar el agua debido a su creciente escasez.

“El río Shullcas es crucial para Huancayo y enfrenta problemas ambientales relacionados con actividades no ambientalmente sostenibles. El agua residual se trata para reducir y eliminar contaminantes y así reutilizarla” (Huamani y otros, 2021). Una de las opciones es la fitorremediación, una tecnología sostenible que implica el uso de plantas para reducir la cantidad de contaminantes y su toxicidad en el agua sobrante. Tiene lugar allí. A través de la raíz, los microbios y las plantas realizan funciones bioquímicas.

A nivel local, la sociedad debe tratar los efluentes domésticos para proteger el medio ambiente, asegurar el bienestar humano y prevenir la propagación de enfermedades, lo cual afecta negativamente a la población y economía de los países (Quispe y otros, 2021). El tratamiento de efluentes peruanos no considera el exceso de nutrientes en las plantas de tratamiento de aguas residuales, lo cual es un problema del sistema. El agua tratada se envía a un cuerpo de agua natural donde sufre transformaciones físicas y químicas adicionales.

Se determinó el impacto ambiental del ecoturismo en los destinos naturales de Coronel Portillo (Rojas, 2018). Se evaluó el turismo convencional en destinos naturales y se describió cómo convertirlo en ecoturismo según las leyes nacionales, las actividades necesarias y los efectos ambientales previsibles.

A todo esto; se puede observar que en la laguna de Yarinacocha existe presencia de residuos orgánicos y inorgánicos en la laguna de Yarinacocha,

las aguas se presentan negras y grises, generando malos olores, deforestación a orillas de la laguna.

Estos acontecimientos; son causados por la escasa cultura conservacionista, el crecimiento poblacional y el manejo inadecuado de residuos sólidos por la deficiente política ecoturística, cabe destacar que el derrame de hidrocarburos provenientes de la actividad portuaria así mismo la falta de sistemas de evacuación y tratamientos adecuados de las aguas servidas, siendo un punto crítico ya que en el lugar no existe un sistema de eliminación de excretas ya que solo hay letrinas; así también las sustancias que se usan en la pesca son tóxicas. Así mismo, se puede observar la ausencia de tachos para residuos y la acumulación de residuos producidos por los restaurantes turísticos que comercializan en la zona.

Con todo lo anterior; si no se hace nada por controlar estos problemas se incrementará el deterioro del recurso hídrico produciéndose la pérdida de la flora y fauna de la laguna de Yarinacocha, generándose residuos que alteran el paisaje que pueden provocar la disminución del turismo comercial trayendo consigo la disminución de la fuente generadora de trabajo y todo este trae como consecuencia la generación de vectores y enfermedades.

Por tal motivo; se realizará la investigación para formular el Diseño de un Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), para Reducir los Niveles de Contaminación en la Laguna de Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023; ya que al implementarlo se logrará recuperar el recurso hídrico y la biodiversidad de la Laguna Yarinacocha.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cómo influye el Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles son las Condiciones Óptimas de Crecimiento de la Eichhornia Crassipes para Fitorremediación y Fitodepuración, en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023?
- ¿Cuál es la Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023?
- ¿Cuál es la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la Eichhornia Crassipes en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023?
- ¿Cuáles son las Curvas de Velocidad de Depuración mediante el Modelo de Fitorremediación con Eichhornia Crassipes en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023?
- ¿Cuál es la Propuesta del Control Biológico de Macrófitas para Fitorremediación con Pomacea canaliculata en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la influencia del Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (Eichhornia Crassipes), en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las Condiciones Óptimas de Crecimiento de la Eichhornia Crassipes para Fitorremediación y Fitodepuración, en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023.
- Evaluar la Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023.

- Identificar la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la Eichhornia Crassipes en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023.
- Determinar las Curvas de Velocidad de Depuración mediante el Modelo de Fitorremediación con Eichhornia Crassipes en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023.
- Proponer el Control Biológico de Macrófitas para Fitorremediación con Pomacea canaliculata en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN PERSONAL**

Se identificó los parámetros de los estándares de calidad ambiental en la Laguna Yarinacocha al cual los pobladores de la zona, están expuestos, ya que a menudo el riesgo es alto por la generación de residuos sólidos debido al comercio local, y como el resultado el nivel bienestar y calidad de vida disminuye.

##### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

En cuanto al Control Biológico de la Eichhornia Crassipes, permite diseñar un Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración que se adapte a las condiciones de la Laguna Yarinacocha. Esta investigación intenta resolver los problemas más comunes relacionados a la contaminación de las aguas de la laguna.

##### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La presente investigación tiene un carácter de justificación PRÁCTICA; ya que al final de la investigación se obtendrá un Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Control Biológico de la Eichhornia Crassipes, en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha – Ucayali.

#### **1.4.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL**

La fitorremediación es uno de los métodos biológicos de tratamiento de aguas residuales, consiste en utilizar sistemas basados en plantas y procesos microbiológicos para eliminar contaminantes. En el presente estudio, con el uso de *Eichhornia crassipes* como parte activa en la laguna Yarinacocha demostró ser eficiente y tiene potencial para tratar las aguas residuales, por su gran capacidad de absorción de nutrientes y otras sustancias del agua, garantizando así la reducción de la carga contaminante.

La presente investigación identifica y evalúa los parámetros de Fitorremediación y Fitodepuración que se observa en el Control Biológico de la *Eichhornia Crassipes*, para la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha – Ucayali.

#### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Escasas limitaciones en esta investigación desde el principio hasta el final del informe final.

#### **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es viable, porque se cuenta con: viabilidad ambiental; del acceso a la zona de estudio, analizando las múltiples dimensiones que el ambiente manifiesta y como la investigación puede asimilarse al medio con el menor efecto negativo, reduciendo a través de la *Eichhornia Crassipes* los porcentajes de contaminantes.

Viabilidad social; la investigación es viable socialmente, ya que muchos de los comerciantes de los restaurantes, pescadores, trabajadores de turismo salen beneficiados de manera directa e indirecta, toda vez que se mejora la calidad de vida, paisajística y económicamente al mejorar su entorno.

Viabilidad de recursos financieros; el investigador asumió los costos de las diferentes actividades planificadas en la investigación.

Viabilidad de información; sobre la temática de la investigación es decir se contó con suficientes fuentes de información necesaria recursos materiales tanto en internet, revistas, libros, artículos científicos entro otros.

**Tabla 1**

*Coordenadas del Área de Estudio - (UTM – WGS 84)*

| <b>VÉRTICE</b> | <b>N.º</b> | <b>NORTE</b> | <b>ESTE</b> | <b>ALTITUD</b> |
|----------------|------------|--------------|-------------|----------------|
| A              | 1          | 9087365.79   | 539728.08   | 143 m          |
| B              | 2          | 9078244.92   | 544678.87   | 149 m          |
| C              | 3          | 9077059.81   | 545803.16   | 148 m          |
| D              | 4          | 9077099.29   | 547235.58   | 143 m          |
| E              | 5          | 9080465.73   | 547445.59   | 143 m          |

*Nota: En la tabla 1 se observa las coordenadas de ubicación del presente estudio*

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Rodríguez et al. (2022) desarrollaron una investigación titulada: “*Lirio acuático (Eichhornia crassipes)*”, cuyo objetivo es proporcionar una revisión bibliográfica del lirio acuático para mejorar la comprensión científica de esta planta invasora y sus efectos en los ecosistemas. Según los resultados de este estudio, la invasión de esta planta amenaza múltiples ecosistemas por su capacidad de aprovechar las aguas nutritivas, según el estudio. Las colonias flotadoras reducen el oxígeno debajo de su manto, causando daños a los ecosistemas. Este estudio concluyó en que, el lirio acuático tiene un impacto negativo en el medio ambiente y la economía, debido a su naturaleza invasiva. La planta es útil para la eliminación de organofosforados en aguas residuales, ya que actúa como una fitorremediadora. También se puede utilizar para fabricar etanol, papel, composta, biogás, alimentos para humanos y animales, como forraje y como fuente de fibra y ácidos grasos volátiles.

Villafuerte (2020) desarrollo una tesis titulada “Fitorremediación *del agua del Estero La Matanza 2 del catón Durán con la implementación de dos especies vegetativas*”, cuyo objetivo fue análisis de parámetros del agua del estero La Matanza: pH, turbidez, coliformes fecales, sólidos totales y nitratos; seguido de fitorremediación con Lenteja de agua y Jacinto de agua para mejorar calidad. El estudio se basó en un diseño totalmente al azar, con cuatro tratamientos más un control, y cinco observaciones por cada tratamiento. Los tratamientos incorporaban distintas cantidades de lenteja de agua y jacinto de agua (50 y 100 gramos). Se usó ANOVA y la prueba Tukey al 5% de significancia para analizar los resultados. Los resultados se encontraron que los niveles de nitratos y sólidos totales en el agua del estero La Matanza sobrepasaron el límite establecido. La especie E. La eficiencia máxima de *Crassipes* fue de 80 % para eliminar nitrato, 57,78 % para sólidos totales, 68,98 %

para turbidez y 49,68 % para coliformes fecales. Se determina que "El uso de estas plantas es altamente efectivo contra la contaminación del agua".

Duran (2022) desarrollaron una investigación titulada: *"Fitorremediación con especie macrófita Eichhornia Crassipes en agua residual del Cantón Jipijapa"*, cuyo objetivo es evaluar la eficiencia de la especie macrófita Eichhornia crassipes en la remoción de los elementos fisicoquímicos y microbiológicos, presente en las aguas residuales. Según los resultados de este estudio, obtenidos muestran que hubo mayor disminución en la conductividad, turbidez, color y olor. El ensayo demostró un gran potencial para la remoción de coliformes fecales y totales en un 50% y de la bacteria Escherichia coli en un 100%. Este estudio concluyó en que, el análisis microbiológico realizado al efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Jipijapa, muestran que los parámetros medidos exceden en su totalidad los límites máximos permisibles, con la aplicación de la especie Eichhornia crassipes se logró demostrar su potencial aprovechable para remover la materia orgánica en aguas contaminadas.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Carhuaricra (2019) desarrolló una tesis en el año 2019, titulada: *"Fitorremediación por el proceso de Fitodegradación con dos especies Macrófitas acuáticas, Limnobium laevigatum y Eichhornia crassipes para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la Laguna facultativa en la Localidad de Pacaybamba, Distrito de Santa María del Valle (Huánuco)"*, cuyo objetivo fue determinación de la capacidad fitorremediadora de dos especies acuáticas, Limnobium laevigatum y Eichhornia crassipes, en el tratamiento experimental de aguas residuales de la laguna facultativa en Pacaypampa, distrito de Santa María del Valle (Huánuco), agosto - septiembre 2018, se desarrolla una metodología de investigación básico o llamado también pura por medio de recolección de datos. Según los resultados esta investigación permite evaluar la capacidad fitorremediadora de dos especies acuáticas

(*Limnobium laevigatum* y *Eichhornia crassipes*) en el tratamiento de aguas residuales de la laguna facultativa en Pacaypampa, Santa María del Valle. Este estudio concluyó se evaluó la capacidad de fitodegradación de *Limnobium laevigatum* y *Eichhornia crassipes* en aguas residuales de la laguna de Pacaypampa, obteniendo resultados dentro de los límites permitidos para los efluentes de PTAR.

Huamani et al. (2021), desarrollo una tesis titulada *“Eficiencia de remoción de la especie Hydrocotyle bonariensis (redondita de agua) y Eichhornia crassipes (jacinto de agua) en las aguas residuales del río Shullcas - 2021”*, cuyo objetivo fue calcular la eliminación de *Hydrocotyle bonariensis* y *Eichhornia Crassipes* en la fitorremediación del río Shullcas desde Puente Carrión hasta la desembocadura del río Mantaro, se desarrolla una metodología estudio experimental-observacional de 21 días con dos recipientes de agua residual estancada en contacto con ambas especies. En los resultados el Jacinto de agua fue más eficaz que la especie Redondita de agua en eliminar contaminantes en aguas residuales. Finalmente se concluye que la *Eichhornia crassipes* elimina los contaminantes mejor que *Hydrocotyle bonariensis*.

Rojas & Suyon (2020) desarrolló una tesis en el año 2020, titulada: *“Eficiencia de fitorremediación con jacinto de agua (Eichhornia crassipes) para disminuir concentraciones de arsénico en aguas del centro poblado Cruz del Medano - Morrope”*, cuyo objetivo fue de evaluar la eficiencia de fitorremediación con Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para la disminución de las concentraciones de arsénico en aguas del centro poblado Cruz del Médano, para llevar a cabo dicha investigación, la metodología partió de la toma de muestra de agua con arsénico del pozo y la recolección de la especie, para la identificación y comparación de los parámetros físico químicos antes y después de haberse aplicado el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para determinar su eficiencia. Según los resultados esta investigación la primera muestra dio de Arsénico (As) 0.047 mg/l con los parámetros en pH de 7.25 y con una temperatura de 26.6°C y al ser realizado la fitorremediación con Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en la

primera semana que se tomó el análisis dio como resultado de Arsénico (As) 0.031 mg/l con temperatura de 21.40 °C y pH de 7.19, por lo tanto, se logró observar una notable disminución de Arsénico (As) a la segunda semana de la fitorremediación a un 0.019 mg/l con temperatura de 23°C y pH de 7.10.. Este estudio concluyó semana de la fitorremediación a un 0.019 mg/l con temperatura de 23°C y pH de 7.10. Donde se logró comparar de acuerdo con los datos que se obtuvo de los análisis que se realizaron antes y después, el cual demostró que a medida que se dejó por más semanas el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) alcanzo disminuir el Arsénico (As) de un inicial de 0.047 mg/l a un resultado final de 0.019 mg/l determinándose el 60% de disminución y se mantuvo los parámetros que requería la planta de temperatura y pH.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Quispe et al. (2021) desarrollaron una investigación titulada: *“Utilización de Eichhornia crassipes y Lemna minor en la remoción de nitrógeno y fósforo de las aguas residuales de la laguna de oxidación de la ciudad de Pucallpa, Perú”*, cuyo objetivo fue evaluar la capacidad de remover nitrógeno (N) y fósforo (P) en Aguas Residuales Municipales (ARM), mediante plantas acuáticas emergentes, se aplicó dos métodos de experimentó en el laboratorio para evaluar la capacidad de eliminar N y P durante 5 días en ARM. Según los resultados, en 5 días se retiraron 60 muestras óptimas para ambas especies bajo condiciones controladas. La concentración de nitrógeno en *Lemna minor* disminuyó de 0,35 a 0,11 mg/l, mientras que la concentración de fósforo disminuyó de 5 a 0,11 mg/l. El nivel de nitrógeno en *Eichhornia crassipes* bajó de 0,35 mg/l a 0,09 mg/l, y el nivel de fósforo bajó de 5 mg/l a 0,53 mg/l. Este estudio concluyó que, *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* removieron 70%-80% y 55%-60% de nitrógeno y fósforo, respectivamente. Ambas especies de plantas acuáticas crecieron bajo condiciones controladas durante 4 meses. La especie *Lemna minor* alcanzó una longitud de 2,55 cm, mientras que la especie *Eichhornia crassipes* creció hasta 13 cm después de un periodo de aclimatación de 5 días.

Rojas (2018) desarrollaron una tesis en el año 2017, titulada: *“Identificación del impacto ambiental que generara el ecoturismo en los sitios naturales de uso turístico en la Provincia de Coronel Portillo, Ucayali”*, cuyo objetivo fue se aplicará una metodología de investigación experimental para evaluar el impacto ambiental del ecoturismo en los sitios naturales turísticos de la provincia de Coronel Portillo. Según los resultados de se aprueba la hipótesis debido al aumento de la responsabilidad ambiental de la población y las empresas, la preservación de las especies de flora y la protección de los animales. Este estudio concluyó que el turismo causa impactos sociales, culturales y ambientales. Todos contribuyen a las fortalezas y debilidades del turismo en el distrito.

Guerrero (2019) desarrollaron una tesis en el año 2019, titulada: *“Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie acuática Eichhornia Crassipes en una Laguna de oxidación secundaria del sector 9, Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo”*, cuyo objetivo fue mallas para siembra de la especie Eichhornia crassipes en una laguna secundaria, con la finalidad de reducir los niveles de contaminación del efluente. Según los resultados De acuerdo con los datos de la descripción organoléptica reportados muestras de agua en la primera etapa para el afluente que presento características sanitarias de coloración verde oscura, turbidez media, con escaso olor y presencia de sólidos en suspensión, así mismo la laguna presento coloración verde oscura, turbidez alta, abundante presencia de natas sobrenadante y con fuerte olor producto de la descomposición de estas, el efluente presentaba las mismas características. Este estudio concluyó que Se considera a la Eichhornia crassipes una especie promisoría en los procesos de desinfección de las aguas residuales debido a la alta eficiencia en niveles de remoción.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. FITORREMEDIACIÓN Y FITODEPURACIÓN CON EICHHORNIA CRASSIPES**

#### **2.2.1.1. ANÁLISIS DE FITORREMEDIACIÓN Y FITODEPURACIÓN**

Según Juyo (2019) “las fitotecnologías se fundamentan en los mecanismos fisiológicos de las plantas y microorganismos asociados, como la transpiración, fotosíntesis, metabolismo y nutrición” (p. 2). Las tecnologías de fitorremediación pueden servir como medio de contención o eliminación según el tipo de contaminante, las condiciones del sitio y el nivel de limpieza necesario.

#### **Mecanismos de Fitorremediación**

Ello posibilita la retención de contaminantes en el suelo mediante la absorción y acumulación en las raíces o por precipitación en la rizosfera. Este procedimiento disminuye la movilidad de los contaminantes y previene su desplazamiento hacia aguas subterráneas o aire. Es más económica, sencilla de implementar y visualmente atractiva (Juyo, 2019, p. 2).

Las plantas “eliminan contaminantes del agua mediante la rizofiltración. Las plantas absorben y acumulan metales al estar en contacto con el agua contaminada cuando su sistema de raíces está bien desarrollado” (Juyo, 2019, p. 3). A medida que las raíces se van saturando, las plantas se cosechan y se disponen para su uso final.

“La fitoextracción es cuando las plantas absorben y acumulan metales contaminantes en sus raíces, tallos y hojas. Elegir la planta adecuada según los metales presentes y las características del lugar” (Juyo, 2019, p. 4). Una vez completado el desarrollo vegetativo de la planta el siguiente paso

es cortarlas y proceder a su incineración y traslado de las cenizas a un vertedero de seguridad.

La fitovolatilización ocurre cuando los árboles y otras plantas toman agua con contaminantes. Algunos pueden llegar a las hojas y evaporarse o volatilizarse en el aire. Se han eliminado compuestos orgánicos volátiles (benceno, nitrobenceno, tolueno, etilbenceno y m-xileno), As, Se y Hg mediante este proceso. Las plantas y microorganismos en la fitodegradación descomponen contaminantes orgánicos en sustancias inofensivas o los convierten en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. "Durante este proceso, los contaminantes se descomponen en los tejidos de las plantas mediante enzimas como la dehalogenasa y la oxigenasa, que facilitan su descomposición" (Juyo, 2019, p. 5).

La fitoinmovilización reduce la biodisponibilidad de contaminantes al producir compuestos químicos en la interfaz suelo-raíz que inactivan las sustancias tóxicas a través de absorción, adsorción o precipitación" (Juyo, 2019, p. 5).

**Tabla 2**

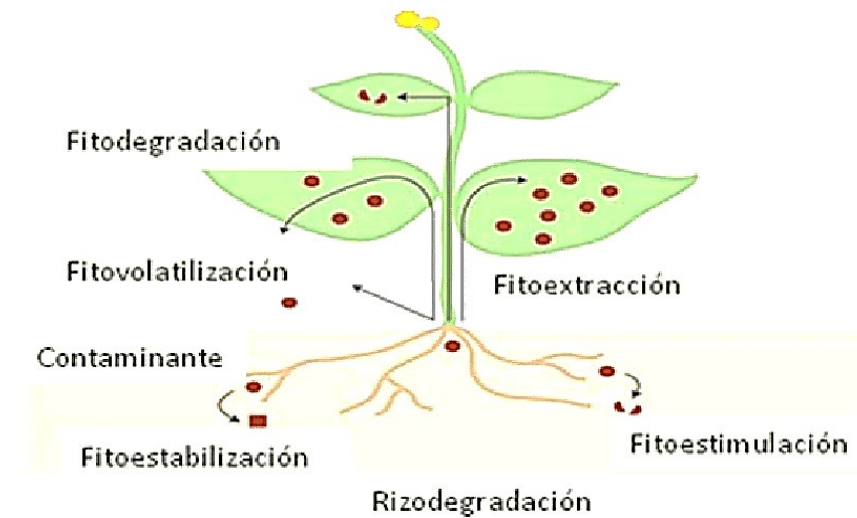
*Mecanismos de fitorremediación*

| PROCESO            | MECANISMO                                                               | CONTAMINANTES           |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| FITOESTABILIZACIÓN | Complejación                                                            | Orgánicos e Inorgánicos |
| FITOEXTRACCIÓN     | Hiperacumulación                                                        | Inorgánicos             |
| FITOVOTALIZACIÓN   | Volatilización a través de las hojas                                    | Orgánicos e Inorgánicos |
| FITOINMOVILIZACIÓN | Acumulación en la rizosfera                                             | Orgánicos e Inorgánicos |
| FITODEGRADACIÓN    | Uso de plantas y microorganismos asociados para degradar contaminantes. | Orgánicos               |
| RIZOFILTRACIÓN     | Uso de raíces para absorber y adsorber contaminantes del agua.          | Orgánicos e Inorgánicos |

*Nota. Tabla extraída de la Evaluación de la capacidad de Fitorremediación de Rosmarinus officinalis L. (Romero) en aguas contaminadas con Arsénico por el autor Juyo (2018)*

**Figura 1**

*Mecanismos de Fitorremediación*



*Nota. Tabla extraída de la Evaluación de la capacidad de Fitorremediación de Rosmarinus officinalis L. (Romero) en aguas contaminadas con Arsénico por el autor Juyo (2018)*

### **Fitoextracción de Metales y Metaloides**

Según Juyo (2019) la fitoextracción remueve metales pesados y radionúclidos del suelo mediante la capacidad de absorción de las plantas (p. 6). Las plantas pueden almacenar ciertos metales pesados necesarios para su crecimiento y desarrollo, como hierro, manganeso, zinc, cobre, magnesio, molibdeno y níquel. Además, se desconoce la función biológica de algunos de ellos, entre los cuales se incluyen metales pesados como As, Cd, Cr, Pb, Co, Ag, Se y Hg.

Las plantas adecuadas para fitoextracción deberían tener las siguientes características (Juyo, 2019, p. 7):

- Alta tasa de crecimiento y desarrollo.
- Alta producción de biomasa.
- Ampliamente distribuida y sistema radicular muy ramificado.
- Capacidad de acumulación de metales pesados.
- Translocación de metales pesados de raíz a parte aérea de la planta.
- Tolerancia a los efectos tóxicos de los metales pesados.

- Resistencia a patógenos y plagas.
- Fácil de cultivar y cosechar.
- Repulsión a los herbívoros para evitar la contaminación a la cadena alimenticia.

### **Tecnologías de Fitorremediación**

El empleo de plantas para eliminar contaminantes del ambiente es lo que se conoce como fitorremediación. Se utiliza para purificar suelos, sedimentos, agua y aire contaminados por desechos orgánicos, metales pesados o metaloides (Carrasco y Millones, 2019, pp. 8-9). Las etapas de la absorción y acumulación de contaminantes en las plantas son:

#### **Fase I:**

Los metales se transportan dentro de la planta por difusión, flujo masivo o intercambio catiónico. Se genera porque las cargas negativas en las células de la raíz interactúan con las cargas positivas de los metales, formando enlaces covalentes que promueven el paso de los metales.

#### **Fase II:**

Dentro de la planta, las especies metálicas son capturadas o unidas a ligandos específicos. Las plantas producen dos tipos de péptidos que funcionan como quelantes: fitoquelatinas y metalotioneínas.

Los ligandos tienen alto contenido de cisteína para formar complejos mediante enlaces covalentes coordinados a través de los grupos tiol de la cisteína. Tienen preferencia por los iones Zn, Cd, Hg y Cu (37).

#### **Fase III:**

La planta se detoxifica al retener los complejos de metales en las vacuolas. Las fitotecnologías utilizan los procesos

fisiológicos de las plantas y microorganismos asociados, como transpiración, fotosíntesis, metabolismo y nutrición.

Las tecnologías de fitorremediación se pueden emplear para contener o eliminar contaminantes según su tipo, las condiciones del sitio y el nivel de limpieza requerido. Las opciones de contención incluyen fitoestabilización, rizofiltración y fitoinmovilización, mientras que la eliminación se logra mediante fitoextracción, fitovolatilización y fitodegradación (Carrasco y Millones, 2019, pp. 8-9).

**Mecanismos de fitorremediación** (Carrasco y Millones, 2019, pp. 9-10):

- La fitoestabilización retiene contaminantes en el suelo mediante su adsorción en las raíces o su precipitación en la rizosfera.
- Las plantas en la rizofiltración remueven contaminantes en el agua al adsorber, absorber y acumularlos en sus raíces.
- Las plantas absorben metales contaminantes y los acumulan en tallos y hojas a través de la fitoextracción.
- Las plantas absorben contaminantes a través del agua y los liberan en la atmósfera mediante la evaporación de las hojas. Contaminantes eliminados: compuestos orgánicos volátiles (benceno, nitrobenceno, tolueno, etilbenceno, m-xileno), As, Se y Hg.
- Las plantas y los microorganismos degradan los contaminantes en productos inofensivos mediante procesos enzimáticos o mineralizándolos en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.

### **Fitorremediación de Aguas Contaminadas**

Es una rama de la Bioremediación que utiliza plantas y microorganismos para atrapar contaminantes en suelos, sedimentos, acuíferos, cuerpos de agua e incluso en la

atmósfera, según estudios que utilizaron plantas (Villafuerte, 2020, p. 26).

En los últimos años el tratamiento de aguas residuales por medio de estanques con plantas acuáticas ha despertado un gran interés, por el potencial que han presentado para la depuración de las mismas. Menciona Villafuerte (2020) “Algunos de estos sistemas han logrado proporcionar un tratamiento integral en donde no solamente se remueven eficientemente material orgánico y sólidos suspendidos, sino que también se logran reducir nutrientes, sales disueltas, metales pesados y patógenos” (p. 29).

Se han estudiado plantas acuáticas en sistemas de depuración de aguas residuales para explorar su posible valor. Macrófitas acuáticas flotantes como la lenteja de agua, azolla y jacinto acuático son las más evaluadas en el trópico para su cultivo en estanques cargados (Villafuerte, 2020, p. 29) con efluentes provenientes de biodigestores anaeróbicos, en lagunas, o simplemente colectadas en su medio natural.

Una especie puede considerarse biorremediadora si tiene alta tasa de crecimiento y capacidad para manejar contaminantes.

### **Agua**

El agua es la “única sustancia que existe de modo natural en los tres estados de la materia: sólido, líquido y gas. Existen diferentes fuentes de agua y cada una de ellas requiere tratamientos diferentes para hacerla apta para el uso humano” (Villafuerte, 2020, p. 30):

**Aguas subterráneas:** Son las que han filtrado desde la superficie hacia el suelo a través de los poros. La restauración de las aguas subterráneas contaminadas es difícil y de largo

plazo, aunque no son tan susceptibles a la contaminación como las de la superficie.

**Aguas superficiales:** Los ríos y lagos son fuentes clave de agua. Las aguas superficiales son vulnerables a la contaminación proveniente de diferentes fuentes, como desechos industriales y municipales, erosión del suelo, y drenaje urbano y agrícola.

**Aguas de mar:** Es abundantemente disponible y puede ser convertido en agua dulce mediante varios procesos. Los costos de conversión pueden ser de dos a cinco veces más altos que los del tratamiento de agua dulce, excluyendo los costos de eliminación del residuo de sal.

### **Contaminación del agua**

Villafuerte menciona que cuando “los residuos producidos por los seres vivos (desde microorganismos hasta el hombre) sobrepasan la capacidad de utilización de éstos y, por lo tanto, provocan una alteración del equilibrio y se pone en riesgo la sobrevivencia de las especies” (Villafuerte, 2020, p. 31). El ecosistema acuático es vulnerable a la polución por actividades humanas como agricultura, industria y urbanización descontrolada. Esta contaminación se acumula en ríos, océanos, lagos y/o lechos subterráneos, por lo tanto hay dos tipos de contaminación.

- **Contaminación Natural:** En esa no hay intervención humana; por ejemplo, animales muertos en ríos contaminan el agua, lechos con minerales tóxicos se contaminan, erupciones volcánicas, etc.
- **Contaminación Artificial:** Es la que proviene de alguna actividad del hombre.

Contaminantes del agua que se pueden clasificar de muy diferentes maneras (Villafuerte, 2020, pp. 31 - 32):

- **Microorganismos patógenos:** Son los microorganismos que causan enfermedades como el cólera, gastroenteritis, hepatitis, etc.
- **Desechos orgánicos:** Los desechos orgánicos de humanos, ganado, etc. Incorporan excrementos y otros elementos que pueden descomponerse mediante bacterias aerobias, es decir, en procesos con oxígeno requerido. El exceso de desechos provoca la falta de oxígeno y la muerte de los seres vivos que lo necesitan. Para medir la contaminación por desechos orgánicos, buenos indicadores son el nivel de oxígeno disuelto en el agua (OD) y la demanda biológica de oxígeno (DBO).
- **Sustancias químicas inorgánicas:** Incluyendo ácidos tóxicos, sales y metales como el mercurio y el plomo. Causan daños graves a los seres vivos, reduce rendimientos agrícolas y corroe equipos.
- **Nutrientes vegetales inorgánicos:** el exceso de nitratos y fosfatos en el agua causa la eutrofización y promueve el crecimiento excesivo de algas y otros organismos.
- **Compuestos orgánicos:** tales como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, entre otros. No se descomponen fácilmente en el agua debido a su compleja estructura molecular.
- **Sedimentos y materiales suspendidos:** Numerosas partículas del suelo y otros materiales en suspensión arrastrados por el agua. La opacidad que causan en el agua perjudica a ciertos seres vivos, y los depósitos que se acumulan afectan áreas de alimentación o reproducción de peces, llenan cuerpos de agua y bloquean vías acuáticas.
- **Sustancias radiactivas:** Los isótopos radiactivos solubles pueden acumularse en los tejidos vivos a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones más altas que en el agua.

- **Contaminación térmica:** El calor del agua de centrales de energía o procesos industriales reduce el oxígeno en ríos o embalses, dañando organismos acuáticos.

### **Aguas residuales:**

"La comunidad genera residuos líquidos y sólidos". El agua residual es la fracción líquida compuesta principalmente por el agua de suministro que ha sido contaminada debido a su uso (Villafuerte, 2020, p. 32).

Las aguas residuales son la mezcla de líquidos desechados de hogares, instituciones, comercios, industrias, además de aguas subterráneas, superficiales y de lluvia (Villafuerte, 2020, p. 33).

Las aguas residuales recogidas en comunidades o municipios deben ser conducidas a cuerpos de agua receptores o al mismo terreno (Villafuerte, 2020, p. 33).

Tipos de Aguas residuales (Villafuerte, 2020, p. 33):

- **Aguas residuales urbanas:** Son aquellas que arrojamamos por nuestros desagües. Contienen: restos de alimentos, detergentes, orinas, excremento, jabón, etc. Son altamente infecciosas, pueden producir enfermedades.
- **Aguas residuales Industriales:** Son aquellas derivadas de procesos industriales ya sea de fabricación o de lavado de materiales. Pueden contener gran variedad de elementos dependiendo del tipo de industria; solventes, grasas, metales, barros, colorantes, etc. Por lo tanto, de peligrosidad variable.
- **Aguas residuales agrícolas:** tienen contaminantes provenientes de la utilización de productos químicos tales como: fertilizantes, pesticidas, herbicidas, insecticidas y residuos orgánicos. La mayoría productos de alta toxicidad.

“Las aguas residuales industriales y de uso agrícola no deben sobrepasar las concentraciones máximas admitidas de las sustancias que se indican en las distintas normativas legales” (Villafuerte, 2020, p. 33).

### **Fitorremediación**

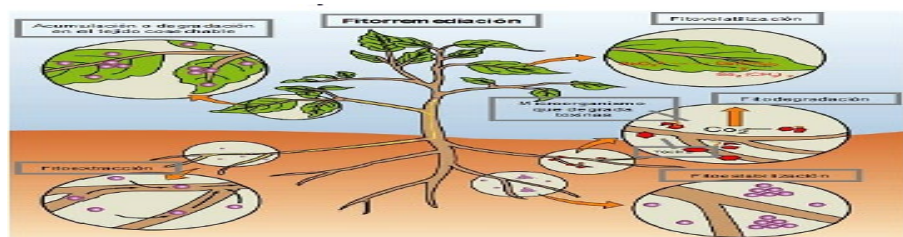
La fitorremediación es una tecnología emergente verde para la remediación de suelos, sedimentos, agua superficial y subterránea, que se basa en el uso de la vegetación como principal agente descontaminador para eliminar contaminantes peligrosos para el medio ambiente (Villafuerte, 2020, p. 33).

Villafuerte (2020) menciona Hay dos tipos de fitorremediación: "in planta" y "ex planta", dependiendo de si la degradación del contaminante ocurre dentro o fuera de la planta. La planta absorbe y almacena el contaminante. La degradación ocurre en la rizosfera. Ventajas en la fitorremediación (Villafuerte, 2020, p. 34):

- Las plantas pueden ser utilizadas como bombas extractoras de bajo costo para depurar suelos y aguas contaminadas.
- Las plantas emplean energía solar.
- Algunos procesos degradativos ocurren en forma más rápida con plantas que con microorganismos.
- Es una metodología con buena aceptación pública.
- Se generan menos residuos secundarios.

**Figura 2**

*Tipos de Fitorremediación*



*Nota. Tabla extraída de la Evaluación de especies acuáticas flotantes para la Fitorremediación de Aguas Residuales Industrial y de uso agrícola previamente caracterizadas en El Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua por el autor Villafuerte (2020)*

## **Tratamiento Biológico de Aguas Residuales:**

Otra opción es tratar las aguas residuales en pantanos artificiales con plantas como juncos, cañas y nuez moscada. El agua se somete a tratamiento primario y luego se envía a una laguna para los tratamientos secundario y terciario. Las plantas y rizomas descontaminan el agua con bacterias y otros microorganismos. Estas plantas también eliminan metales y aumentan el pH del agua, eliminando otros microorganismos dañinos (Villafuerte, 2020, p. 36).

### **Fitorremediación con Macrófitas**

#### **Funciones de las macrófitas en los mecanismos de remoción**

“Las macrófitas poseen características que hacen de ellas un importante componente de los humedales construidos. Entre estas características, la estabilización de la superficie de los humedales construidos y la prevención de taponamientos de la matriz son muy importantes” (Carhuaricra, 2019, p. 40). Dota de buenas condiciones para la filtración física y el crecimiento microbiano. Otra de sus características es transferir de oxígeno a la rizosfera

Únicamente en climas templados, es la capacidad de aislamiento térmico de las macrófitas. En invierno, el tejido muerto forma una capa que cubre la superficie protegiéndolo del frío y por consiguiente de las disminuciones de temperatura del agua residual. “Las macrófitas proveen de hábitat para la vida salvaje y dan un paisaje agradable a los sistemas de tratamiento de aguas residuales, según la especie introducida” (Carhuaricra, 2019, p. 41).

**Plantas acuáticas macrófitas utilizadas en el sistema de fitorremediación a escala experimental.**

**Eichhornia Crassipes o Jacinto de agua.** Especie acuática flotante, con raíces sumergidas, de libre flotación, cuya altura puede llegar a 50 centímetros e incluso 1 metro en condiciones tropicales muy favorables (Carhuaricra, 2019, p. 41).

**Taxonomía:** La macrófita acuática *Eichhornia crassipes* se encuentra dentro de la siguiente clasificación taxonómica (Carhuaricra, 2019, p. 41)

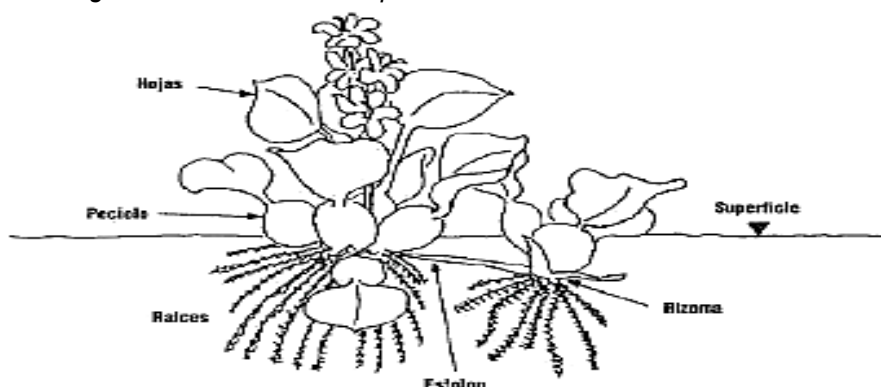
- Dominio: Eukaryota
- Reino: Plantae
- Filo: Spermatophyta
- Subphylum: Angiospermae
- Clase: Monocotyledonae
- Orden: Pontederiales
- Familia: Pontederiaceae
- Género: Eichhornia
- Especie: Eichhornia crassipe

**Morfología:** Tiene un rizoma ramificado de hasta 30 centímetros de largo, con múltiples entrenudos cortos. Una hoja y una raíz se producen en cada entrenudo. Las hojas se desarrollan en los brotes auxiliares y sobresalen sobre la superficie del agua, siendo gruesas, brillantes y con aspecto ceroso. Son ovalados, miden entre 2 y 15 centímetros de largo y entre 2 y 10 centímetros de ancho, tienen bordes ligeramente curvados y presentan múltiples venas finas y largas. Los peciolo son gruesos, alargados y forman un bulbo flotante con tejido esponjoso. El peciolo produce una estípula membranosa amplia que envuelve la hoja siguiente en una vaina. Los tallos de las flores tienen dos brácteas y una estípula que producen de 8 a 25 flores; cada flor tiene 6 pétalos azulados o violáceos que son oblongos y miden hasta 4 centímetros, y el pétalo superior

tiene una mancha amarilla con un borde azul. La cápsula contiene hasta 450 semillas. Más de la mitad de la planta es raíz, que son adventicias y fibrosas de 10 a 30 centímetros. Su apariencia es parecida a plumas violetas o azul oscuro con pigmentos solubles que defienden a la raíz de los herbívoros (Carhuaricra, 2019, pp. 41-42).

**Figura 3**

*Morfología de Eichhornia Crassipes*



*Nota. Tabla extraída de la Fitorremediación por el proceso de Fitodegradación con dos Especies Macrófitas Acuáticas, Limnobiium laevigatum y Eichhornia Crassipes para el Tratamiento de aguas residuales domésticas de la laguna facultativa en la Localidad de Pacaybamba, Distrito de Santa María del Valle (Huánuco) por el autor Carhuaricra (2019)*

**Reproducción:** *Eichhornia Crassipes* se propaga vegetativamente y por semilla. Consecuente a la floración, el pedúnculo se desvía y las cápsulas maduran para dar lugar a que las semillas finalmente se liberen bajo el agua. Las semillas tienen la capacidad de germinar de inmediato, así como pueden permanecer latentes durante muchos años. La germinación tiene que poseer condiciones aeróbicas y temperaturas alternas. Las plántulas se adhieren al barro en un principio, pero se vuelven flotantes al aumentar el nivel del agua. Los brotes axilares de las hojas más viejas de la plántula tienen la capacidad de convertirse en estolones y crecer horizontalmente desarrollando plantas hijas. Dicha propagación vegetativa puede ocurrir indefinidamente y producir poblaciones muy grandes sin la intervención de la reproducción sexual (Carhuaricra, 2019, p. 43).

**Distribución:** Nativa de Sudamérica, de la Cuenca del Amazonas, siendo introducida en todas las zonas tropicales y subtropicales del Mundo. Se encuentra extendida en los trópicos y subtrópicos de todo el mundo, así como por numerosas zonas templadas cálidas, libres de heladas. “Se le utiliza como planta ornamental acuática para estanques y acuarios. Una vez introducida se dispersa por el agua y por las aves” (Carhuaricra, 2019, p. 43).

**Hábitat y Ecología:** Se trata de un hidrófito flotante herbáceo, provisto de abundantes estolones, que emiten raíces fasciculadas en los nudos. Se reproduce activamente tanto por semilla como asexualmente (estolones, fragmentación de plantas). En condiciones adecuadas es capaz de duplicar su población cada cinco días. Las semillas tienen la capacidad de conservar su función germinativa entre 5 y 20 años. La iluminación alta, así como las oscilaciones de temperatura favorecen la germinación. Las plantas colonizan a gran escala nuevos hábitats al ser transportadas por las corrientes de agua o por las aves (semillas), pero especialmente por la actividad humana (escapada de acuarios, embarcaciones, etc.). Una sola planta puede invadir completamente un lago. La gran cantidad de biomasa que produce reduce la cantidad de luz que llega al interior de la masa de agua. “Además, al descomponerse disminuye drásticamente los niveles de oxígeno disuelto. Ambos efectos tienen consecuencias fatales para las biocenosis acuáticas. Así mismo, el intercambio gaseoso normal entre el agua y la atmósfera es impedido” (Carhuaricra, 2019, p. 44).

**Uso como Acción Depuradora:** alto índice de crecimiento y capacidad para soportar diversos tipos de contaminación resultan interesantes para tratar aguas contaminadas, pero existe el problema de la eliminación del material cosechado (contaminado). “Su acelerada tasa de crecimiento y eficiente absorción de nutrientes y metales puede ser convertida en una

forma de descontaminación económica y sumamente benigna desde el punto de vista ambiental” (Carhuaricra, 2019, p. 45).

#### **2.2.1.2. MODELO DE FITORREMEDIACIÓN Y FITODEPURACIÓN**

##### **Velocidad de Fitorremediación**

Fitorremediación (phyto = planta y remediación=mal por corregir). “Se usan también términos como fitorrecuperación, fitocorrección, fitorrestauración o fitorrehabilitación. Su definición es el uso de plantas verdes para eliminar los contaminantes del entorno o para reducir su peligrosidad” (Cuba, 2022, p. 20).

La fitorremediación se basa en los procesos por los cuales las plantas y microorganismos rizosféricos degradan, asimila, secuestran contaminantes orgánicos e inorgánicos, esta tecnología permite detoxificar distintos sustratos como (Cuba, 2022, p. 21):

- **Sustratos sólidos (suelos y sedimentos):**
  - Minas contaminadas por metales
  - Sitios industriales (orgánicos, metales)
  - Campos agrícolas (herbicidas, pesticidas, metales)
  - Sitios militares (TNT, metales, orgánicos)
  - Sitios de tratamiento de maderas (hidrocarburos aromáticos policíclicos)
- **Sustratos líquidos:**
  - Aguas residuales (metales, nutrientes)
  - Drenajes de agricultura (fertilizantes, nutrientes, metales y herbicidas) Efluentes industriales (metales)
  - Efluentes de minería (metales)
  - Plumas subterráneas (metales y compuestos orgánicos)
- **Sustratos gaseosos:**
  - Aire libre e interior (óxidos de nitrógeno, SO<sub>2</sub>, ozono, CO<sub>2</sub>, gases neurotóxicos, partículas de hollín e hidrocarburos halogenados volátiles).

**Tabla 3**

*Ventajas y desventajas del tipo de tratamiento*

| TIPO DE TRATAMIENTO | VENTAJAS                                                                                                                                                                               | DESVENTAJAS                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BIOLÓGICOS</b>   | Pueden mejorar las condiciones del medio ambiente<br>Los contaminantes generalmente son destruidos Se requiere un mínimo o ningún tratamiento posterior<br>Efectivos en cuanto a coste | Mayor tiempo de tratamiento<br>Es necesario verificar la toxicidad de los productos<br>No puede emplearse si el tipo de suelo no favorece el crecimiento microbiano                                                                                            |
|                     | Se realizan en períodos cortos<br>Utilizan equipos accesibles y no necesita mucha energía                                                                                              | Residuos generados deben tratarse por separado (aumenta el coste)<br>Los fluidos de extracción aumentan la movilidad de los contaminantes Necesita sistemas de recuperación<br>Mano de obra intensiva<br>Tratamiento más costoso<br>Empleo de energía y equipo |
| <b>TÉRMICOS</b>     | Tiempos rápidos de limpieza                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                |

*Nota. Tabla extraída de Fitorremediación con macrófitas en la remoción de metales pesados en aguas residuales, a nivel de laboratorio, por el autor Cuba (2022)*

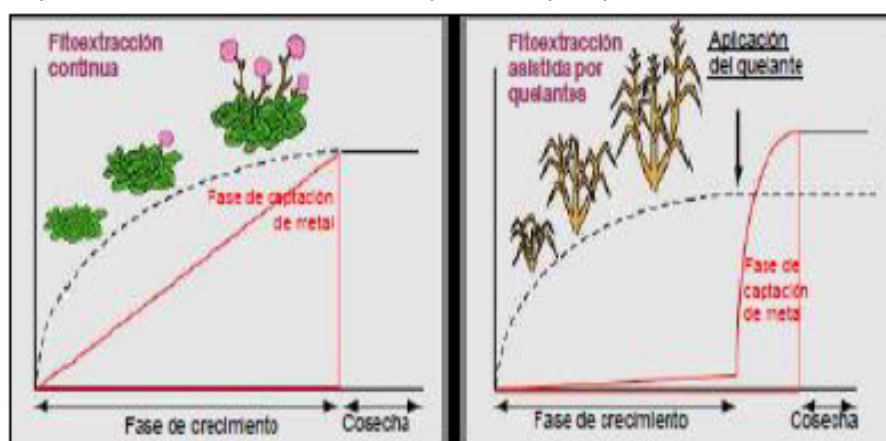
Esta tecnología se hace más eficiente a través de la manipulación genética, esto mejora la capacidad de remediación de las plantas se han diseñado especies vegetales con una mayor capacidad de degradación de contaminantes orgánicos o acumulación de metales pesados. Algunas plantas genéticamente modificadas, están adaptadas específicamente para fitorremediar cadmio, mercurio, bifenilos policlorados (PCB's) (Cuba, 2022, p. 23).

La remoción de metales utilizando plantas acuáticas o algas, es favorable ya que, las plantas acuáticas emplean dos mecanismos para separar metales de otros compuestos contaminantes, estos son (Cuba, 2022, p. 28):

- **Reacción superficial independiente del metabolismo:** es un proceso de difusión que finaliza cuando los iones metálicos solubles se unen o absorben en la pared celular.
- **Reacción de incorporación intracelular lenta:** es un proceso dependiente del metabolismo, transfiere desde la pared celular al interior de la célula. Este proceso demanda horas o días.

**Figura 4**

*Esquema de fitoextracción continua y asistida por quelantes*



*Nota. Tabla extraída de Fitorremediación con macrófitas en la remoción de metales pesados en aguas residuales, a nivel de laboratorio, por el autor Cuba (2022)*

Cuando el proceso de fitoextracción ha resultado favorable, es decir que las plantas han absorbido los contaminantes, pueden ser cosechadas y posteriormente ser desechadas. La incineración es la alternativa más común para disponer las plantas que contienen los contaminantes. En el caso de los contaminantes químicos orgánicos, estos se degradan en moléculas como el dióxido de carbono, por lo tanto, pueden no necesitar ningún método de disposición (Cuba, 2022, p. 28).

### **Mecanismos de tolerancia a metales pesados**

Los mecanismos de tolerancia que han desarrollado las plantas para resistir a la exposición de metales pesados varían entre las especies y están determinados por el tipo de metal. Las

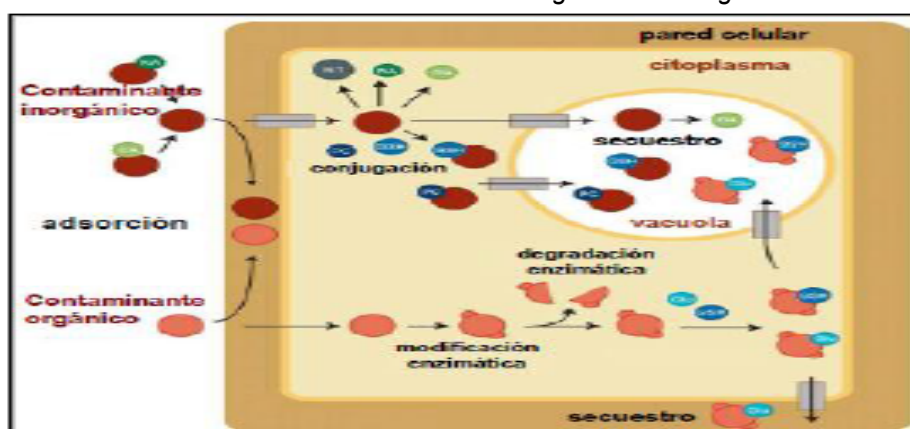
fases del proceso por el cual acumulan metales pesados (Cuba, 2022, p. 29).

- **Fase I:** consiste en el transporte de los metales pesados al interior de la planta y posteriormente al interior de la célula. La captación se da por medio de la raíz, que constituye el tejido de entrada de los metales, aquí se crea un equilibrio dinámico que facilita la entrada hacia el interior de la célula.
- **Fase II:** los metales dentro de la planta son secuestrados o acomplexados mediante la unión a ligandos. Los principales quelantes producidos por las plantas son ácidos orgánicos, algunos aminoácidos, y dos clases de péptidos como fitoquelatinas y metaloteínas.
- **Fase III:** consiste en la compartimentalización y detoxificación, donde el complejo ligando—metal, formado en la fase II queda retenido en la vacuola.

La detoxificación generalmente involucra la conjugación seguida del secuestro activo en la vacuola, que es el lugar donde el contaminante hace menor daño. Los quelantes son: glutatión (GSH), glucosa (Glu), Metalotioneínas (MT), nicotidamina (NA), ácidos orgánicos (OA), fitoquelatinas (PC) (Cuba, 2022, p. 29).

**Figura 5**

*Mecanismos de tolerancia - contaminantes orgánicos e inorgánicos*



*Nota. Tabla extraída de Fitorremediación con macrófitas en la remoción de metales pesados en aguas residuales, a nivel de laboratorio, por el autor Cuba (2022)*

Los mecanismos de tolerancia a metales pesados de las plantas, involucran “estrategias de exclusión, mineralización, reducción, solubilización, quelación, redistribución, y acumulación. La reducción implica la transformación de especies químicas altamente tóxicas a especies menos tóxicas, como es el caso del cromo VI a cromo III, las cuales son asimiladas y metabolizadas por las plantas” (Cuba, 2022, p. 30). Estas especies metálicas individuales sufren una biotransformación al ser acomplejadas o secuestradas por un ligante existente o sintetizado, esta estrategia es conocida como quelación, que es un mecanismo de detoxificación, es un proceso donde se forma un complejo muy estable entre el metal y un ligante, que es transferido y acumulado en las vacuolas. De esta forma el metal se encuentra secuestrado, en la ilustración 10-2 se ilustra el proceso de detoxificación de cromo efectuado por el lirio acuático.

### **Echhornia Crassipes**

Las macrófitas acuáticas, son especies que se han considerado como plagas para lagos y lagunas debido a su rápido crecimiento, pero si estas son controladas adecuadamente, se convierten en la mejor alternativa para el tratamiento de aguas residuales, debido a su capacidad de absorción de contaminantes presentes en el agua. Algunas de estas plantas tienen una alta capacidad de acumulación de metales pesados por diferentes mecanismos (Cuba, 2022, p. 35).

**Tabla 4**

*Función de las plantas acuáticas en los sistemas de tratamiento*

| <b>PARTE DE LA PLANTA</b>         | <b>FUNCIÓN</b>                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Raíces o tallos sumergidos</b> | Sustrato para crecimiento de comunidades microbianas<br>Medio para filtración y adsorción de sólidos<br>Bioabsorción y acumulación de contaminantes |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tallo u hojas emergentes</b> | Atenúan la luz del sol y así pueden evitar el crecimiento de algas suspendidas<br>Reducen los efectos del viento sobre el agua<br>Transfieren oxígeno desde las hojas a la raíz<br>Reducen la transferencia de gases y calor entre la atmósfera y el agua<br>Transfieren y acumulan contaminantes |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*Nota. Tabla extraída de Fitorremediación con macrófitas en la remoción de metales pesados en aguas residuales, a nivel de laboratorio, por el autor Cuba (2022)*

## Taxonomía

La macrófita acuática ***Eichhornia Crassipes*** se encuentra dentro la clasificación (Cuba, 2022, p. 36):

**Tabla 5**

*Clasificación de la Macrófita acuática Eichhornia*

| REINO           | VEGETAL                     |
|-----------------|-----------------------------|
| <b>División</b> | Magnoliophyta               |
| <b>Clase</b>    | Liliopsida                  |
| <b>Orden</b>    | Pontederiales               |
| <b>Familia</b>  | Pontederiaceae              |
| <b>Género</b>   | <i>Eichhornia</i>           |
| <b>Especie</b>  | <i>Eichhornia crassipes</i> |

*Nota. Tabla extraída de Fitorremediación con macrófitas en la remoción de metales pesados en aguas residuales, a nivel de laboratorio, por el autor Cuba (2022)*

Menciona (Cuba, 2022, p. 36) que, Jacinto de agua, lirio de agua, camalote o lechugín, “es una planta acuática, vascular de flotación libre con raíces sumergibles sin anclarlas al suelo”. Cubren una gran superficie de agua con rapidez. Habita en ríos, estanques, lagunas y presas, no resiste el medio salino.

Esta especie es “una planta perenne acuática, en la parte sumergida se sitúan las raíces que son gruesas, de aspecto plumoso, muy densas y de color negro-púrpura, por pigmentos que contienen” (Cuba, 2022, p. 36). La parte aérea forma una especie de roseta de hojas pecioladas que esta sobre la lámina de agua, las hojas son de verde reluciente aovadas de unos 10 a 12 cm de diámetro, con pecíolos ensanchados con tejido esponjoso que le permite flotar.

Por otro lado, sus flores violetas pálido, están marcadas con brillantes azules y dorados, y nacen en erguidas espigas terminales. “La planta se extiende lateralmente hasta tapizar toda la superficie del agua mediante el desarrollo de estolones y formación de renuevos, se reproduce por división, llega a medir 50 cm desde la raíz hasta la parte superior” (Cuba, 2022, p. 37).

En las primeras etapas de invasión “las rosetas son pequeñas y crecen esparcidas, en esta fase los peciolos son cortos y crecen horizontalmente a la superficie del agua”. Cuando la densidad de plantas aumenta, el tamaño de las rosetas es mayor, los peciolos son más largos y crecen perpendicularmente a la superficie del agua, además se inflan en el centro (Cuba, 2022, p. 37).

**Requerimientos del Jacinto de agua** (Cuba, 2022, p. 38):

- Su crecimiento va a depender del medio donde se desarrolle.
- Requieren iluminación o semisombra, la temperatura debe estar en rangos entre 20 a 30°C, hay que protegerlas de las heladas.
- Referente a la relación nitrógeno / fósforo, debido a su fisiología, el nitrógeno se agotará antes que el fósforo
- Necesita un pH situado entre 6.5 – 7.5, dureza media su crecimiento es favorecido por el agua rica en nutrientes.
- Respecto al caudal, necesita aguas estancadas o con corriente lenta. Se cultiva en contenedores con una profundidad mínima de 15 a 20 cm.

**Echhornia Crassipess y Pomacea Canaliculata**

**Definición de Control Biológico**

Según Manara (2018) “el control biológico utiliza enemigos naturales de las malezas para frenar su crecimiento” (p. 11). Hay

tres estrategias fundamentales para aplicar programas de control biológico en malezas, plagas y enfermedades de los cultivos. Las estrategias son:

### **Control biológico clásico**

Este tipo de control implica la introducción de enemigos naturales de lugar de origen de la plaga (insecto o planta). “El razonamiento de esta estrategia se basa en que la plaga o maleza no causa ningún daño en su centro de origen, debido a que ahí existe todo un complejo de enemigos naturales que regulan su población, manteniéndola en niveles que no ocasionan daño económico” (Manara, 2018, p. 11). La transformación en plaga (insecto o planta), se debe a un fenómeno de dispersión accidental (por movilización de material vegetativo realizado por el hombre, en la mayoría de los casos) donde no le acompañan sus factores regulativos (enemigos naturales), alterándose el equilibrio poblacional.

Esta estrategia consiste en hacer una exploración de enemigos naturales en el lugar de origen de la plaga (insecto o planta); después de efectuada la exploración y recolecta, “los enemigos naturales se someten a un proceso de cuarentena (por lo menos dos generaciones), que implica la cría y mantenimiento de la población”. Con esto se eliminarán los organismos indeseables tales como hiperparásitos o patógenos (Manara, 2018, p. 11).

Después de la cuarentena, “se procede a liberar los organismos benéficos en el lugar del problema, se determina si hubo establecimiento y se evalúa el impacto ecológico de la especie liberada” (Manara, 2018, pp. 11 - 12) . Por ejemplo, en Australia se ha usado para combatir Manual para la cría masiva de *Neochetina* spp utilizado en el control biológico de lirio acuático *Pistia stratiotes* (lechuga de agua), con el coleóptero *Neohydronomus affinis* importado de Brasil en 1982.

### **Control biológico por aumento de enemigos naturales**

Según Manara (2018) consiste en “aumentar la densidad y, por lo tanto, la eficacia de los enemigos naturales existentes (sean autóctonos o los importados ya establecidos), para superar sus deficiencias inherentes y mejorar así su impacto regulatorio” (p. 12). Esto se logra por medio de colonizaciones periódica o a través de selecciones genéticas de los agentes bióticos para mejorar su adaptabilidad.

### **Control biológico por conservación de enemigos naturales**

Manara (2018) menciona que, “el control biológico por conservación de enemigos naturales consiste en el establecimiento de prácticas culturales u otro tipo de modificación a ambiente” (p. 12) de tal forma que directa o indirectamente ayude a preservar y aumentar la eficiencia de un enemigo natural.

### **Control biológico del lirio acuático**

Las investigaciones para “el control biológico del lirio acuático iniciaron en la década de los años sesenta y la estrategia de control a seguir fue la del control biológico clásico” (Manara, 2018, p. 12). Se introdujeron por primera vez en Estados Unidos donde, desde el año de 1974 han sido utilizados como biocontroladores de la maleza.

Algunos agentes de control utilizados para el control biológico del lirio acuático son: “*Ctenopharyngodon idella* (carpa herbívora), *Trichethus manatus* (manatí), *Kachugatectum tentoria* (tortuga) y *Marisa cornuarietes* (caracol)” (Manara, 2018, p. 13).

## **Ciclo biológico y características del género *Pomacea canaliculata***

Es un molusco gastrópodo de agua dulce, habitante usual de las lagunas y arroyos bonaerenses. Aunque su medio es el agua dulce puede sobrevivir a períodos de desecación debido a que además de poseer una branquia también posee un pulmón (condición anfibia)” (Manara, 2018, p. 13).

### **Características**

*Pomacea canaliculata* tiene la capacidad de invernar, lo cual es un aspecto muy interesante de su biología. El animal se sumerge en el fango y se protege dentro de su concha, reduciendo sus funciones corporales al mínimo. Puede durar de 4 a 5 meses hasta que las condiciones ambientales sean favorables de nuevo.

#### **Figura 6**

*Ejemplar de P. canaliculata*



*Nota. Tabla extraída de Dieta Natural del caracol dulceacuícola invasor pomacea canaliculata y su influencia sobre las comunidades de macrófitas sumergidas en su rango nativo, por el autor Manara (2018)*

Es una especie de sexos separados (dioica) y posee un ciclo de vida de aproximadamente tres años, con una maduración sexual cuando su conchilla llega a unos 25 mm de longitud; ésta alcanza un tamaño que oscila entre los 45 y 80 mm.

Según Manara (2018) “las hembras depositan las masas de huevos (de un color rosado muy intenso), unos centímetros sobre el nivel del agua en juncos, postes, etc,”. Donde reciben un nivel de humedad relativamente constante. Cuando los huevos eclosionan (2 ó 3 semanas después) los juveniles caen al agua para continuar su desarrollo.

“Si bien puede ser una especie carroñera o predadora de otros caracoles, se alimenta fundamentalmente de una amplia gama de vegetales” (Manara, 2018, p. 14).

### **Palatabilidad de la *Pomacea canaliculata***

La palatabilidad de las macrófitas sumergidas para *P. canaliculata* es altamente variable, a pesar de que se trata de especies que comparten el mismo hábito de crecimiento y que ofrecen una disponibilidad similar para ser consumidas, ya que todos los órganos están al alcance del caracol. La preferencia por estas macrófitas parece estar estrictamente relacionada a su palatabilidad, mostrando sin embargo cierto grado de interacción entre las especies utilizadas cuando todas están disponibles al mismo tiempo.

Debido a esto, se puede asumir que las tasas de ingestión diaria y “el índice de preferencia reflejan en forma directa la palatabilidad y la preferencia y estas dependerán de forma exclusiva del valor nutricional y de las defensas tanto físicas como químicas que puedan presentar las macrófitas” (Manara, 2018, p. 20).

*Pomacea canaliculata* posee un amplio espectro trófico y puede alimentarse de una gran diversidad de especies de macrófitas, pasando de unas netamente acuáticas a otras semi acuáticas o semi terrestres. “Esto conlleva la posibilidad de encontrar diferentes tipos de defensas por parte de las macrófitas para evitar la herbivoría, por lo que tanto la

palatabilidad como la preferencia pueden variar según la identidad de las macrófitas" (Manara, 2018, p. 20).

Por otro lado, Manara (2018) menciona que, "En primera instancia esto parece deberse a la presencia de defensas físicas y químicas por parte de las macrófitas menos palatables y no al valor nutricional en sí" (p. 21).

Sin embargo, cabe destacar que para caracoles juveniles las tasas de ingestión diarias son mucho mayores, alcanzando a consumir su propio peso vivo en lechuga. "Esto sugiere que las tasas de ingestión específicas de las macrófitas utilizadas en nuestro experimento pueden ser aún mayores en los ambientes naturales donde estén presentes caracoles tanto adultos como juveniles" (Manara, 2018, p. 22).

### **Dieta natural**

Menciona, Manara (2018) que, "la dieta natural de *Pomacea canaliculata* representa un tema de gran importancia para poder comprender los efectos producidos por su herbivoría, tanto en los ambientes donde es nativo como en las zonas donde es invasor" (p. 24). Sin embargo, los estudios en los que se analizan sus contenidos digestivos no determinan la identidad taxonómica de las especies de macrófitas ingeridas, agrupándolas en una sola categoría, ya sea como macrófitas, plantas vasculares o tejidos vegetales.

"Este ampulárido posee poderosas mandíbulas y rádula, un estómago con una fuerte musculatura y un área cuticularizada y niveles altos de actividad enzimática en diferentes partes de su tracto digestivo que permiten la ingestión y digestión de diversas macrófitas" (Manara, 2018, p. 24). Además, se ha reportado que la presencia de partículas líticas en su tracto digestivo genera una disgregación aun mayor del alimento ingerido.

### **Cuantificación de la ingestión de macrófitas**

Tanto en el experimento de palatabilidad como en el de preferencia se observó la presencia de materia fecal de color (en contraposición a la materia fecal blanca de papel. Esta evidencia indica que al menos una parte del material vegetal ingerido por *P. canaliculata* puede finalizar su paso por el tracto digestivo en menos de 24 horas.

Para el experimento de palatabilidad se pudo identificar fragmentos vegetales en una mayor proporción en el intestino, mientras que para el experimento de preferencia los valores entre estómago e intestino prácticamente no difieren.

Los experimentos de laboratorio revelaron que *P. canaliculata* posee una digestión mecánica relativamente leve para las macrófitas, ya que se observaron algunos fragmentos de gran tamaño tanto en el estómago como en el intestino. Estos fragmentos se encontraron incluso en la última parte del intestino, lo que evidencia que prácticamente no han sufrido cambio alguno en la digestión (Manara, 2018, p. 22)..

### **Control Biológico de Macrófitas**

Las actividades humanas afectan a los humedales y a los ensambles insecto planta. En los humedales viven plantas invasivas o malezas adaptadas a cambios.

Estas especies invaden ecosistemas naturales (ríos, lagos y otros cuerpos de agua) o agroecosistemas (arrozales) donde interfieren y transforman el medio, bloquean o interrumpen canales de navegación y riego, así también alteran el pH del agua producto de su alta tasa de descomposición que a su vez conlleva a un aumento en la sedimentación. Las especies flotantes producen un sombreado que altera la dinámica y composición del fitoplancton y en consecuencia la concentración de O<sub>2</sub> disuelto; las sumergidas, reducen la velocidad del flujo de

agua. También pueden funcionar como reservorio de mosquitos y otros vectores que perjudican la salud humana.

Esto podría deberse a que *P. canaliculata* concentra su herbivoría sobre las hojas y no los tallos de esta especie. Las pinnas de las hojas de esta especie son delgadas y alargadas. Al ingerir una porción de la hoja, que abarca varias pinnas, los caracoles realizan cortes transversales de las mismas, lo que produce una alta fragmentación, generando muchos fragmentos vegetales a pesar de ingerir poco material. Esto sugeriría la necesidad de combinar los datos de palatabilidad y de contenidos digestivos para evitar sub o sobrestimaciones debido a la diferencia en fragmentación que pueden presentar las macrófitas.

*Pomacea canaliculata* es ampliamente conocido por su alto impacto sobre las comunidades acuáticas en las regiones que ha invadido. El efecto más importante que produce sobre ellas es la reducción tanto en riqueza como en abundancia de la vegetación, especialmente las macrófitas sumergidas y flotantes.

#### **Figura 7**

*Adultos pomacea canaliculata y caracol hembra*



*Nota. Se muestran en las figuras ejemplares recolectados de pomacea canaliculata y caracol hembra*

## **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

### **2.3.1. ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)**

Carhuaricra (2019) menciona que, “indica la cantidad de sustancias presentes en el agua, aire o suelo que no son perjudiciales para la salud humana ni el medio ambiente” (p. 51). La concentración puede ser expresada en máximos, mínimos o rangos, dependiendo del parámetro específico al que se refiera.

### **2.3.2. FITORREMEDIACIÓN**

La fitorremediación usa plantas para recuperar suelos contaminados con compuestos orgánicos e inorgánicos en distintos países. “La fitorremediación es más económica, ecológicamente respetuosa y socialmente aceptada que las técnicas físico-químicas tradicionales”. Por otro lado, se dice que es una alternativa respetuosa con el medio ambiente en comparación con las técnicas físico-químicas (Carhuaricra, 2019, p. 52).

### **2.3.3. JACINTO DE AGUA (EICHORNIA CRASSIPES)**

Según Guerrero (2014), es una planta acuática con hojas perennes y tallos llenos de aire que le permiten flotar en agua. Las hojas tienen forma alargada, color verde brillante y parecen riñones o corazones (p. 25). “Las flores son lo más destacable, parecidas a las orquídeas, de color azul claro con un gran punto amarillo en la parte superior. Es apta para estanques pequeños, pero se requiere supervisión y manejo debido a su prolífica propagación”.

La guama requiere un estanque asoleado y con agua cálida. No es resistente al frío, pero se pueden guardar varios en el interior y luego volver a colocarlos en el estanque en primavera. La presencia de sales minerales permite que la planta crezca sobre el agua. “El Jacinto de agua se nutre

directamente del estanque, así que no requiere abono. Es una planta con alta resistencia a plagas y enfermedades” (Guerrero, 2014, p. 25).

#### **2.3.4. LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (LMP)**

“Es la cantidad de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos en un efluente o emisión que, si sobrepasa un límite establecido, puede ser perjudicial para la salud y el medio ambiente” (Carhuaricra, 2019, p. 51). La autoridad competente puede exigir legalmente su cumplimiento. La concentración o grado puede expresarse como máximos, mínimos o rangos según el parámetro al que haga referencia.

#### **2.3.5. MACRÓFITAS**

Según Carhuaricra (2019) son plantas acuáticas visibles que incluyen macrófitos como cormófitos, briófitos, microalgas (como algas filamentosas, carófitos y otros) y cianobacterias. “Son importantes en los medios acuáticos porque son la base de la cadena alimentaria y aumentan el oxígeno en el agua” (pp. 52 - 53).

### **2.4. HIPÓTESIS**

Según (Hernández y otros, 2018) definieron las hipótesis son explicaciones tentativas del fenómeno investigado formuladas como proposiciones para indicar lo que buscamos o tratamos de probar.

#### **2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL**

**H<sub>0</sub>:** El Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (**Eichhornia Crassipes**), influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**H<sub>i</sub>:** El Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (**Eichhornia Crassipes**), no influye

de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

### 2.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

**H<sub>01</sub>:** Las Condiciones Óptimas de Crecimiento de la ***Eichhornia Crassipes***, influyen de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**H<sub>11</sub>:** Las Condiciones Óptimas de Crecimiento de la ***Eichhornia Crassipes***, no influyen de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**H<sub>02</sub>:** La Eficiencia de la Fitorremediación de la ***Eichhornia Crassipes***, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**H<sub>12</sub>:** La Eficiencia de la Fitorremediación de la ***Eichhornia Crassipes***, no influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**H<sub>03</sub>:** La Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la ***Eichhornia Crassipes***, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**H<sub>13</sub>:** La Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la ***Eichhornia Crassipes***, no influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**H<sub>04</sub>:** Las Curvas de Velocidad de Depuración de la Fitorremediación con ***Eichhornia Crassipes***, influye de manera

significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**H<sub>14</sub>:** Las Curvas de Velocidad de Depuración de la Fitorremediación con ***Eichhornia Crassipes***, no influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**H<sub>05</sub>:** El Control Biológico de Macrófitas para Fitorremediación con ***caracol manzana (Pomacea canaliculata)***, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**H<sub>15</sub>:** El Control Biológico de Macrófitas para Fitorremediación con ***caracol manzana (Pomacea canaliculata)***, no influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

## 2.5. VARIABLES

### 2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración con *Eichhornia Crassipes* .

### 2.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Reducción del Nivel de Contaminación en la Laguna Yarinacocha.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLE                                        | DIMENSIONES                    | INDICADORES                                         | UNIDAD DE MEDIDA                                               | INSTRUMENTO                   |
|-------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración con | Análisis de Fitorremediación y | Fitorremediación<br>Tecnologías de Fitorremediación | <u><b>FÍSICO QUÍMICOS</b></u><br>Aceites y grasas<br>Color (b) | Estándar de Calidad Ambiental |

|                                                               |                                                     |                                           |                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Eichhornia<br/>Crassipes</b>                               | Fitodepuración                                      |                                           | Conductividad<br>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)<br>Oxígeno Disuelto (valor mínimo)<br>Potencial de Hidrogeno<br>Solidos Suspendidos Totales<br>Temperatura                                                            |
|                                                               | Diagnóstico de los Niveles de Contaminación Hídrica | Fitorremediación de Aguas Contaminadas    | <b>INORGÁNICOS</b><br>Cobre<br>Arsénico<br>Zinc<br><b>MICROBIOLÓGICO</b><br>Coliformes Totales<br>Coliformes Termotolerantes<br>Bacterias aerobias mesofilas                                                               |
| <b>INDEPENDIENTE</b>                                          |                                                     |                                           |                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                               |                                                     |                                           |                                                                                                                                                                                                                            |
| Reducción del Nivel de Contaminación en la Laguna Yarinacocha | Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración         | Velocidad de Fitorremediación             | <b>FÍSICO QUÍMICOS</b><br>Aceites y grasas<br>Color (b)<br>Conductividad<br>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)<br>Oxígeno Disuelto (valor mínimo)<br>Potencial de Hidrogeno<br>Solidos Suspendidos Totales<br>Temperatura |
|                                                               |                                                     | Eichhornia Crassipes                      |                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                               |                                                     | Eichhornia Crassipes y Pomacea Caniculata |                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                               | Control de los Niveles de Contaminación Hídrica     | Control Biológico de Macrófitas           | <b>INORGÁNICOS</b><br>Cobre<br>Arsénico<br>Zinc<br><b>MICROBIOLÓGICO</b><br>Coliformes Totales<br>Coliformes Termotolerantes<br>Bacterias aerobias me                                                                      |
| <b>DEPENDIENTE</b>                                            |                                                     |                                           |                                                                                                                                                                                                                            |

Estándar de Calidad Ambiental

*Nota: Operacionalización de variables*

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. ENFOQUE

“Esta investigación utiliza el paradigma **cuantitativo** como enfoque. El diseño es cuasi experimental. El método y diseño es de carácter **cuasi experimental**” (Hernández y otros, 2018). Se utilizan estas características para probar un caso de forma experimental. Este diseño asume que la variación entre las medidas se debe a la **variable experimental**, lo cual se verá en los análisis del grupo control y experimental.

##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Supo (2020) menciona que, este estudio es **explicativo**, “ya que su objetivo es determinar la existencia de un punto de comparación al medir un grupo antes de aplicar un estímulo”.

Según Supo (2020), este estudio sigue “el **paradigma experimental** que requiere cumplir ciertas condiciones para establecer relaciones causales: la Variable Independiente debe ser antes que la Variable Dependiente y ambas deben tener covariación”. Es necesario excluir explicaciones alternativas, ya que solo el estímulo tiene efecto en el estudio.

##### 3.1.3. DISEÑO

Según Sampieri (2018), el diseño **cuasi experimental** incluye un pre test y un post test en los grupos del experimento. Se asignaron los sujetos a dos grupos mediante una pre prueba simultánea y se aplicó el tratamiento experimental a un grupo mientras el otro se denominó Grupo Control. Finalmente, se les administra simultáneamente el post test a ambos. El siguiente diagrama detalla claramente este diseño:

$$\begin{array}{lcl} GE: & O_1 & X \quad O_2 \\ GC: & O_1 & - \quad O_2 \end{array}$$

Donde;

- **GE** : Grupo Experimental.
- **GC** : Grupo Control.
- **O<sub>1</sub>** : Pre Test de los ECA en la Laguna.
- **O<sub>2</sub>** : Post Test de los ECA en la Laguna.
- **X** : Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración.

Un grupo experimental es esencial para el método científico ya que permite estudiar una variable a la vez de manera experimental. En este tipo de estudio, se llevan a cabo dos experimentos idénticos controlados o cuasi experimentos. En el grupo experimental, se aplica el tratamiento o factor evaluado. En un grupo de control, no se aplica el factor evaluado.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

La Laguna Yarinacocha en el Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, se extiende aproximadamente por 20 kilómetros. “La población cumple con determinadas especificaciones incluyendo todos los casos” (Hernández y otros, 2018).

**Tabla 6**

*Parámetros Morfométricos de la Laguna Yarinacocha*

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| <b>Superficie de la Laguna</b> | : 1284.16 has. |
| <b>Longitud Máxima</b>         | : 22.97 Km.    |
| <b>Anchura Máxima</b>          | : 1.04 Km.     |
| <b>Anchura Mínima</b>          | : 130 m.       |
| <b>Anchura Media</b>           | : 522.55 m.    |
| <b>Profundidad Máxima</b>      | : 15.50 m.     |
| <b>Profundidad Media</b>       | : 2.52 m.      |
| <b>Forma de Laguna</b>         | : V, U.        |

*Nota: Se muestra en la tabla los parámetros morfométricos establecidos de la laguna*

### 3.2.2. MUESTRA

El agua de la Laguna Yarinacocha será el objeto de estudio en el laboratorio de Fitorremediación y Fitodepuración mediante un sistema cuasiexperimental. "La muestra es un conjunto limitado de elementos de la población definido por sus características" (Hernández y otros, 2018).

**Tamaño de la Muestra:** El muestreo es dirigido o no probabilístico. "Las muestras dirigidas son válidas solo para un diseño de investigación específico y solo se aplican a la muestra y a muestras similares en tiempo y lugar" (Hernández y otros, 2018).

**Tabla 7**

*Muestra de Estudio – Fitorremediación y Fitodepuración*

| Muestra en Estudio | Coordenada (UTM – WGS 84) Norte | Coordenada (UTM – WGS 84) Este | Efluente de Laguna (Pre Test) | Efluente Humedal Artificial (Post Test) |
|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| Número 1           | 9078244.92                      | 544678.87                      | 01 litro                      | 01 litro                                |
| Número 2           | 9077059.81                      | 545803.16                      | 01 litro                      | 01 litro                                |
| Número 3           | 9077099.29                      | 547235.58                      | 01 litro                      | 01 litro                                |
| Número 4           | 9078678.43                      | 547889.09                      | 01 litro                      | 01 litro                                |

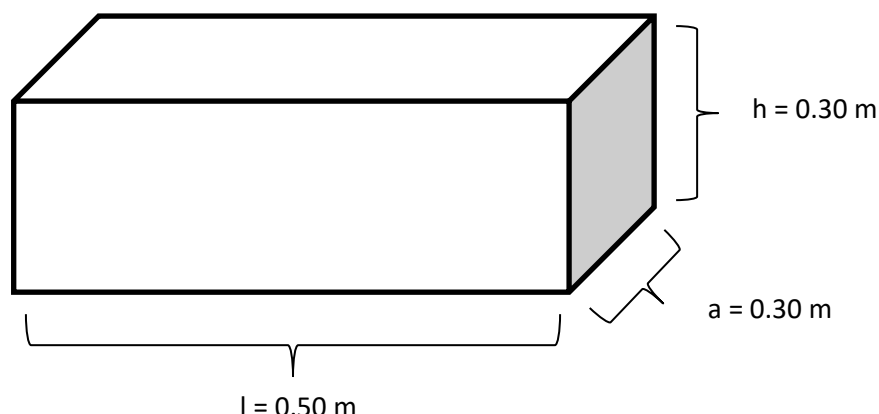
*Nota: Se muestra en la tabla la toma de muestras por puntos*

El diseño **es pre y post con grupo de control** debido a su naturaleza **cuasi experimental**. "La investigación implica un grupo de sujetos sin tratamiento para **comparar estadísticamente con el grupo de tratamiento** y encontrar posibles diferencias significativas" (Hernández y otros, 2018).

Para el diseño del **Humedal Artificial en Laboratorio**, se realiza con las siguientes dimensiones y con la respectiva capacidad mencionada a continuación:

**Figura 8**

Dimensiones del acuario artificial



*Nota: Se muestra en la figura las dimensiones del acuario construido*

Donde:

- Altura : ( $h$ )  $\rightarrow 30\text{ cm} = 0.30\text{ m}$
- Ancho : ( $a$ )  $\rightarrow 30\text{ cm} = 0.30\text{ m}$
- Largo : ( $l$ )  $\rightarrow 50\text{ cm} = 0.50\text{ m}$
- Volumen : ( $v$ )  $\rightarrow 0.30 \times 0.30 \times 0.50 = 0.045\text{ m}^3$
- Capacidad : ( $c$ )  $\rightarrow 0.045 \times 1000\text{ l} = 45\text{ litros}$

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se empleó la observación directa y la ficha de observación como herramienta para recopilar la información sobre los niveles de electrogalvanismo, posteriormente validados por especialistas.

**Tabla 8**

*Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*

| TÉCNICAS               | INSTRUMENTOS                    | ÍTEMS                                                                                       |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Encuesta            | 1.1. Ficha de encuesta          | Para la obtención de datos                                                                  |
| 2. Entrevistas         | 2.1. Ficha de entrevista        |                                                                                             |
| 3. Fichaje             | 3.1. Fichas Textuales           | Para el desarrollo de la perspectiva teórica (Estado del arte)                              |
|                        | 3.2. Resúmenes                  | Para el desarrollo del Marco teórico                                                        |
| 4. Análisis Documental | 4.1. Fichas de resumen          | Para el desarrollo de los objetivos y la obtención de información y el respectivo análisis. |
|                        | 4.2. Fichas de análisis         |                                                                                             |
|                        | 4.3. Análisis de informes, etc. |                                                                                             |
| 5. Estadística         | 5.1. Tablas y graficas          | Para el desarrollo del análisis de datos                                                    |

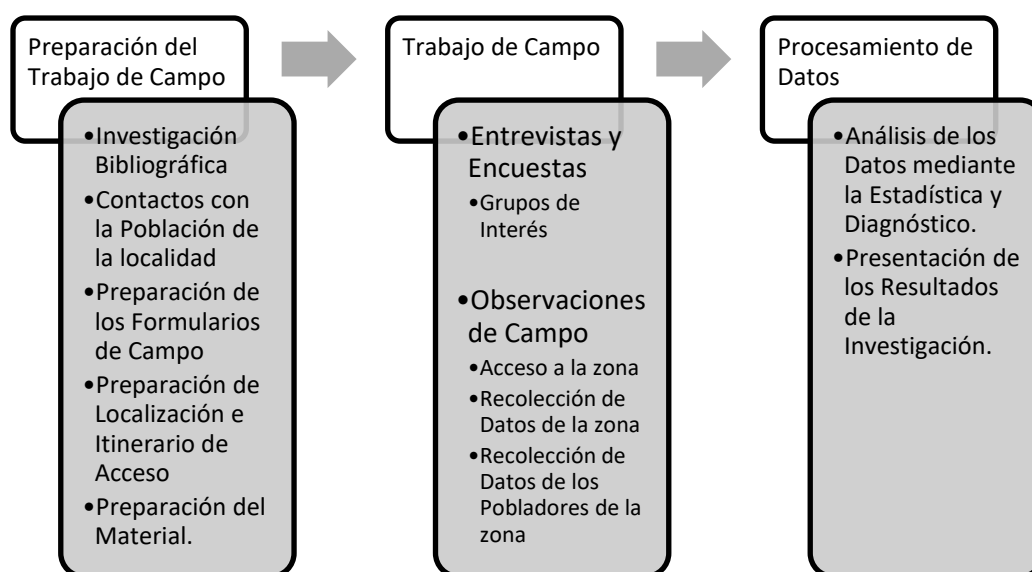
*Nota: Se muestra en la tabla las técnicas e instrumentos desarrolladas*

### 3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Según Hernández Sampieri (2018), para recolectar y procesar datos, es necesario seleccionar un método de recolección, aplicarlo y preparar las observaciones para su análisis posterior.

**Figura 9**

*Técnicas para el Procesamiento y Análisis de los Datos*



*Nota: Se muestra en la figura el procesamiento y análisis de los datos*

El instrumento o método de recolección debe “ser confiable y válido, lo cual significa que debe arrojar resultados consistentes y medir con precisión la variable que se desea medir” Hernández Sampieri (2018).

Enumera los pasos para construir un instrumento de medición que incluyen: listar variables, revisar su definición conceptual, entender su significado, revisar cómo se han definido operacionalmente, elegir un instrumento de medición, adaptarlo al contexto de la investigación, indicar el nivel de medición y la codificación de los datos.

El instrumento se diseñó con preguntas cerradas de tipo dicotómico, escala Likert y codificación de escalas, considerando las variables necesarias para lograr los objetivos de la investigación.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

Para determinar, cada objetivo específico de investigación en este capítulo se define primero bajo el objetivo principal de la actual investigación, Determinar la influencia del Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

#### 4.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la contrastación y prueba de hipótesis, se utilizó el software estadísticos SPSS (v. 26.0), por lo que; formuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa correspondiente, por ser variables cualitativas o categóricas; por ende, se aplicó la **Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk**, ya que la muestra es pequeña ( $n < 30$ ). El estadístico de prueba en que se basa es el siguiente:

$$W = \frac{D^2}{n \times S^2}$$

Donde :

- $D$  = suma de las defenecías corregidas.
- $n$  = número total de casos en la muestra.
- $S^2$  = varianza muestral.

Además, que el **criterio de decisión** para la **Prueba de Shapiro-Wilk**:

- Si:  $p - valor \leq 0,05$ ; se Rechaza la  $H_0 \Rightarrow$  ***Datos No Paramétricos***
- Si:  $p - valor > 0,05$ ; se Acepta la  $H_0 \Rightarrow$  ***Datos Paramétricos***

Por otro lado; al terminar de analizar la normalidad de los datos recopilados, se observó que algunos eran **Datos No Paramétricos**, por lo que se procedió a utilizar la **Prueba de Wilcoxon**. El estadístico de prueba es:

$$T = \min(T_+; T_-)$$

Donde:

- $T_+$  = suma de rangos positivos (+)

- $T_-$  = suma de rangos negativos (-)

Además, que el **criterio de decisión** para la **Prueba de Wilcoxon** es:

- Si:  $p - valor \leq 0,05$ ; se Rechaza la  $H_0 \Rightarrow$   
***Existe Diferencia Significativa***
- Si:  $p - valor > 0,05$ ; se Acepta la  $H_0 \Rightarrow$   
***No Existe Diferencia Significativa***

Así mismo; si al terminar de analizar la normalidad de los datos recopilados, se pudo observar que los restantes eran **Datos Paramétricos**, por ende, se procedió a utilizar la **Prueba de T student**. El estadístico de prueba es:

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}; (n - 1)gl$$

Donde:

- $\bar{d}$  = suma de las diferencias entre los datos recopilados.
- $\mu_d$  = diferencia entre las medias muestrales relacionadas.
- $S_d$  = desviación estándar de la diferencia de los datos.
- $n$  = número total de casos en la muestra.
- $n - 1$  = grados de libertad.

Además, que el **criterio de decisión** para la **Prueba de T student** es:

- Si:  $p - valor \leq 0,05$ ; se Rechaza la  $H_0 \Rightarrow$   
***Existe Diferencia Significativa***
- Si:  $p - valor > 0,05$ ; se Acepta la  $H_0 \Rightarrow$   
***No Existe Diferencia Significativa***

#### 4.1.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS - CONDICIONES ÓPTIMAS (GRUPO EXPERIMENTAL)

En primer lugar; cabe señalar que las hipótesis específicas del presente estudio son; las Condiciones Óptimas de Crecimiento de la *Eichhornia Crassipes*, influyen de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023.

Por tal motivo; se procedió a analizar la normalidad de los datos recopilados de las **Condiciones óptimas grupo experimental**.

**Tabla 9**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Condiciones Óptimas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|                                      | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|--------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                      | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Condiciones Óptimas GE (Pre)</b>  | ,160                            | 6  | ,200* | ,987         | 6  | <b>,981</b> |
| <b>Condiciones Óptimas GE (Post)</b> | ,169                            | 6  | ,200* | ,981         | 6  | <b>,956</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados CO Grupo Experimental (PreTest) es 0,981, siendo mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de CO Grupo Experimental (PosTest) es 0,956, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 10**

*Estadísticos descriptivos – (Condiciones Óptimas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|                                      | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv. Desviación |
|--------------------------------------|---|--------|--------|---------------|------------------|
| <b>Condiciones Óptimas GE (Pre)</b>  | 6 | 1,07   | 1,87   | <b>1,4550</b> | ,28325           |
| <b>Condiciones Óptimas GE (Post)</b> | 6 | 2,13   | 2,80   | <b>2,4683</b> | ,23761           |
| N válido (por lista)                 | 6 |        |        |               |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (2,4683) > PreTest (1,4550), por lo que se puede afirmar que la “Las Condiciones Óptimas de Crecimiento de la Eichhornia Crassipes, influyen de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”.

Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 11**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Condiciones Óptimas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|           |                         | 95% de<br>intervalo de<br>confianza de la<br>diferencia |                         |                                |          |              |       |    |                         |
|-----------|-------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|----------|--------------|-------|----|-------------------------|
|           |                         | Media                                                   | Desv.<br>Desviació<br>n | Desv.<br>Error<br>promedi<br>o | Inferior | Superi<br>or | t     | gl | Sig.<br>(bilatera<br>l) |
| Pa<br>r 1 | Condicione<br>s Óptimas | -                                                       | ,04844                  | ,01978                         | -        | -,96250      | -     | 5  | ,000                    |
|           | GE (Pre) -              | 1,0133                                                  |                         |                                | 1,0641   |              | 51,23 |    |                         |
|           | Condicione<br>s Óptimas | 3                                                       |                         |                                | 7        |              | 9     |    |                         |
|           | GE (Post)               |                                                         |                         |                                |          |              |       |    |                         |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,000, siendo mucho menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos Grupo Experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS - CONDICIONES ÓPTIMAS (GRUPO CONTROL)

**Tabla 12**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Condiciones Óptimas) Grupo Control (Pre & Pos Test)*

|                                      | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|--------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                      | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Condiciones Óptimas GC (Pre)</b>  | ,167                            | 6  | ,200* | ,984         | 6  | <b>,969</b> |
| <b>Condiciones Óptimas GC (Post)</b> | ,232                            | 6  | ,200* | ,968         | 6  | <b>,878</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados CO Grupo control (PreTest) es 0.969, siendo mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de CO Grupo control (PosTest) es 0,878, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 13**

*Estadísticos descriptivos – (Condiciones Óptimas) Grupo Control (Pre & Pos Test)*

|                                      | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv. Desviación |
|--------------------------------------|---|--------|--------|---------------|------------------|
| <b>Condiciones Óptimas GC (Pre)</b>  | 6 | 1,10   | 1,80   | <b>1,4600</b> | ,24763           |
| <b>Condiciones Óptimas GC (Post)</b> | 6 | 1,17   | 1,73   | <b>1,4683</b> | ,19302           |
| N válido (por lista)                 | 6 |        |        |               |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que no existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (1,4683) > PreTest (1,4600), por lo que se puede afirmar que la “Las Condiciones Óptimas de Crecimiento de la Eichhornia Crassipes, no influyen de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”.

Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 14**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Condiciones Óptimas) Grupo Control (Pre & Pos Test)*

|           |                                                                               | Media           | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de<br>intervalo de<br>confianza de la<br>diferencia |              | t               | Sig.<br>(bilateral<br>) |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|--------------|-----------------|-------------------------|
|           |                                                                               |                 | n                   | o                          | Inferio<br>r                                            | Superio<br>r |                 |                         |
| Pa<br>r 1 | Condicione<br>s Óptimas<br>GC (Pre) -<br>Condicione<br>s Óptimas<br>GC (Post) | -<br>,0083<br>3 | ,06210              | ,02535                     | -<br>,0735<br>1                                         | ,05684       | - 5<br>,32<br>9 | <b>,756</b>             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,756, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos Grupo Experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### **4.1.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS - ACEITES Y GRASAS (GRUPO EXPERIMENTAL)**

Cabe señalar que las hipótesis específicas del presente estudio son; La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023.

Por tal motivo; se procedió a analizar la normalidad de los datos recopilados **Aceites y grasas grupo experimental**.

**Tabla 15**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Aceites y grasas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|                                   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|-----------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Aceites y grasas GE (Pre)</b>  | ,139                            | 6  | ,200* | ,971         | 6  | <b>,899</b> |
| <b>Aceites y grasas GE (Post)</b> | ,201                            | 6  | ,200* | ,947         | 6  | <b>,717</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Aceites y grasas Grupo experimental (PreTest) es 0.899, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Aceites y grasas Grupo experimental (PosTest) es 0,717, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 16**

*Estadísticos descriptivos – (Aceites y grasas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|                                   | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv. Desviación |
|-----------------------------------|---|--------|--------|---------------|------------------|
| <b>Aceites y grasas GE (Pre)</b>  | 6 | ,390   | ,970   | <b>,69500</b> | ,218792          |
| <b>Aceites y grasas GE (Post)</b> | 6 | ,180   | ,480   | <b>,32833</b> | ,117204          |
| N válido (por lista)              | 6 |        |        |               |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia entre las medias muestrales, PosTest (0,32833) < PreTest (0,69500) por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 17**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Aceites y grasas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|            |                  | Desv.   |            | Desv.          | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |       |                |
|------------|------------------|---------|------------|----------------|------------------------------------------------|----------|-------|----------------|
|            |                  | Media   | Desviación | Error promedio | Inferior                                       | Superior |       |                |
| <b>Par</b> | <b>Aceites</b>   | ,366667 | ,179183    | ,073151        | ,178625                                        | ,554708  | 5,012 | 5 , <b>004</b> |
| <b>1</b>   | <b>y grasas</b>  |         |            |                |                                                |          |       |                |
|            | <b>GE (Pre)</b>  |         |            |                |                                                |          |       |                |
|            | <b>- Aceites</b> |         |            |                |                                                |          |       |                |
|            | <b>y grasas</b>  |         |            |                |                                                |          |       |                |
|            | <b>GE</b>        |         |            |                |                                                |          |       |                |
|            | <b>(Post)</b>    |         |            |                |                                                |          |       |                |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,004, siendo mucho menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos Aceites y grasas Grupo Experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### **4.1.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS - ACEITES Y GRASAS (GRUPO CONTROL)**

Ahora bien; para descartar que los resultados anteriores hayan sido consecuencia de otras variables intervinientes no consideradas en el presente estudio, se procedió a realizar el mismo procedimiento con los datos recopilados **en el Grupo de Control**

**Tabla 18**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Aceites y grasas) Grupo Control (Pre & Pos Test)*

|                                   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|-----------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                   | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Aceites y grasas GC (Pre)</b>  | ,224                            | 6  | ,200* | ,929         | 6  | <b>,575</b> |
| <b>Aceites y grasas GC (Post)</b> | ,189                            | 6  | ,200* | ,904         | 6  | <b>,400</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Aceites y grasas Grupo control (PreTest) es 0.575, siendo mayor a lo esperado de 0,05, por*

lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Aceites y grasas Grupo control (PosTest) es 0,400, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.

**Tabla 19**

*Estadísticos descriptivos – (Aceites y grasas) Grupo Control (Pre & Pos Test)*

|                                   | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv. Desviación |
|-----------------------------------|---|--------|--------|---------------|------------------|
| <b>Aceites y grasas GC (Pre)</b>  | 6 | ,490   | ,860   | <b>,68167</b> | ,148245          |
| <b>Aceites y grasas GC (Post)</b> | 6 | ,440   | ,820   | <b>,67833</b> | ,144971          |
| N válido (por lista)              | 6 |        |        |               |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que no existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (0,67833) < PreTest (0,68167) por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, no influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 20**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Aceites y grasas) Grupo Control (Pre & Pos Test)*

|              |                                                               | Desv.   |            | Desv. Error | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | Sig.   |                |
|--------------|---------------------------------------------------------------|---------|------------|-------------|------------------------------------------------|----------|--------|----------------|
|              |                                                               | Media   | Desviación | promedio    | Inferior                                       | Superior | t      | gl (bilateral) |
| <b>Par 1</b> | <b>Aceites y grasas GC (Pre) - Aceites y grasas GC (Post)</b> | ,003333 | ,051640    | ,021082     | -,050859                                       | ,057526  | ,158 5 | <b>,881</b>    |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,881, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se*

comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos aceites y grasas Grupo de Control (Pre Test) y (Pos Test).

#### 4.1.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS - COLOR (GRUPO EXPERIMENTAL)

Así mismo; una parte fundamental es La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023. Por tal motivo; se procedió a analizar la normalidad de los datos recopilados **Color Grupo Experimental**.

**Tabla 21**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Color) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|                            | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|----------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                            | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Color (b) GE (Pre)</b>  | ,158                            | 6  | ,200* | ,969         | 6  | <b>,883</b> |
| <b>Color (b) GE (Post)</b> | ,166                            | 6  | ,200* | ,954         | 6  | <b>,771</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Color Grupo Experimental (PreTest) es 0,883, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Color Grupo Experimental (PosTest) es 0,771, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 22**

*Estadísticos descriptivos – (Color) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|                            | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|----------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| <b>Color (b) GE (Pre)</b>  | 6 | 67,00  | 119,00 | <b>92,5833</b> | 19,87062         |
| <b>Color (b) GE (Post)</b> | 6 | 38,00  | 79,50  | <b>56,2500</b> | 15,81060         |
| N válido (por lista)       | 6 |        |        |                |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (56,2500) < PreTest

(92,5833), por lo que se puede afirmar que la “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 23**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Color) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|            |               | Media   | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de intervalo<br>de confianza de la<br>diferencia |          | t    | gl | Sig.<br>(bilateral<br>) |
|------------|---------------|---------|---------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|----------|------|----|-------------------------|
|            |               |         |                     |                            | Inferior                                             | Superior |      |    |                         |
| <b>Pa</b>  | <b>Color</b>  | 36,3333 | 19,50812            | 7,96416                    | 15,8608                                              | 56,8058  | 4,56 | 5  | <b>,006</b>             |
| <b>r 1</b> | <b>(b)</b>    | 3       |                     |                            | 2                                                    | 5        | 2    |    |                         |
|            | <b>GE</b>     |         |                     |                            |                                                      |          |      |    |                         |
|            | <b>(Pre)</b>  |         |                     |                            |                                                      |          |      |    |                         |
|            | <b>-</b>      |         |                     |                            |                                                      |          |      |    |                         |
|            | <b>Color</b>  |         |                     |                            |                                                      |          |      |    |                         |
|            | <b>(b)</b>    |         |                     |                            |                                                      |          |      |    |                         |
|            | <b>GE</b>     |         |                     |                            |                                                      |          |      |    |                         |
|            | <b>(Post)</b> |         |                     |                            |                                                      |          |      |    |                         |
|            | <b>)</b>      |         |                     |                            |                                                      |          |      |    |                         |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,006, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos color grupo de experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS - COLOR (GRUPO CONTROL)

**Tabla 24**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Color) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                            | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|----------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                            | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Color (b) GC (Pre)</b>  | ,122                            | 6  | ,200* | ,993         | 6  | <b>,996</b> |
| <b>Color (b) GC (Post)</b> | ,220                            | 6  | ,200* | ,954         | 6  | <b>,775</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Color Grupo control (PreTest) es 0,996, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Color Grupo control (PosTest) es 0,775, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 25**

*Estadísticos descriptivos – (Color) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                            | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|----------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| <b>Color (b) GC (Pre)</b>  | 6 | 67,00  | 119,00 | <b>94,2500</b> | 18,36233         |
| <b>Color (b) GC (Post)</b> | 6 | 64,00  | 108,00 | <b>87,8333</b> | 15,08863         |
| N válido (por lista)       | 6 |        |        |                |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (87,8333) < PreTest (94,2500), por lo que se puede afirmar que la “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 26**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Color) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                             |            |             |         | Desv. Error |             | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | t           | Sig. gl (bilateral) |
|---------------------------------------------|------------|-------------|---------|-------------|-------------|------------------------------------------------|----------|-------------|---------------------|
| Media                                       | Desviación | Desv. Error | Media   | Desv. Error | Desv. Error | Inferior                                       | Superior |             |                     |
| <b>Par Color</b>                            | 6,41667    | 6,24033     | 2,54760 | -           | 12,96549    | 2,519                                          | 5        | <b>,053</b> |                     |
| <b>1 (b) GC (Pre) - Color (b) GC (Post)</b> |            |             |         | ,13215      |             |                                                |          |             |                     |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,053, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se*

comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos color grupo control (Pre Test) y (Pos Test).

#### 4.1.7. PRUEBA DE HIPÓTESIS – CONDUCTIVIDAD (GRUPO EXPERIMENTAL)

**Tabla 27**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Conductividad) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|--------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Conductividad GE (Pre)</b>  | ,254                            | 6  | ,200* | ,880         | 6  | <b>,271</b> |
| <b>Conductividad GE (Post)</b> | ,285                            | 6  | ,139  | ,903         | 6  | <b>,393</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Conductividad Grupo experimental (PreTest) es 0,271, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Conductividad Grupo experimental (PosTest) es 0,393, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 28**

*Estadísticos descriptivos – (Conductividad) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                | N | Mínimo | Máximo | Media           | Desv. Desviación |
|--------------------------------|---|--------|--------|-----------------|------------------|
| <b>Conductividad GE (Pre)</b>  | 6 | 129,40 | 185,50 | <b>155,0667</b> | 24,15572         |
| <b>Conductividad GE (Post)</b> | 6 | 175,20 | 199,40 | <b>189,4667</b> | 7,98540          |
| N válido (por lista)           | 6 |        |        |                 |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (189,4667) > PreTest (155,0667), por lo que se puede afirmar que la “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 29**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Conductividad) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|     |               | Media   | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | t    | gl | Sig. (bilateral) |
|-----|---------------|---------|------------------|----------------------|------------------------------------------------|----------|------|----|------------------|
|     |               |         |                  |                      | Inferior                                       | Superior |      |    |                  |
| Pa  | Conductividad | -       | 25,23268         | 10,3012              | -                                              | -        | -    | 5  | <b>,021</b>      |
| r 1 | ad GE (Pre) - | 34,4000 |                  | 0                    | 60,8800                                        | 7,9199   | 3,33 |    |                  |
|     | Conductividad | 0       |                  |                      | 7                                              | 3        | 9    |    |                  |
|     | ad GE (Post)  |         |                  |                      |                                                |          |      |    |                  |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,021, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos Conductividad grupo experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### **4.1.8. PRUEBA DE HIPÓTESIS - CONDUCTIVIDAD (GRUPO CONTROL)**

**Tabla 30**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Conductividad) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |             |
|--------------------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------------|
|                                | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Conductividad GC (Pre)</b>  | ,274                            | 6  | ,178 | ,855         | 6  | <b>,172</b> |
| <b>Conductividad GC (Post)</b> | ,281                            | 6  | ,150 | ,852         | 6  | <b>,163</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Conductividad Grupo control (PreTest) es 0,172, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Conductividad Grupo control (PosTest) es 0,163, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 31**

*Estadísticos descriptivos – (Conductividad) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                | N | Mínimo | Máximo | Media           | Desv.<br>Desviación |
|--------------------------------|---|--------|--------|-----------------|---------------------|
| <b>Conductividad GC (Pre)</b>  | 6 | 129,40 | 195,50 | <b>173,4000</b> | 23,80823            |
| <b>Conductividad GC (Post)</b> | 6 | 129,40 | 191,60 | <b>167,8000</b> | 26,69644            |
| N válido (por lista)           | 6 |        |        |                 |                     |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia entre las medias muestrales, PosTest (167,8000) < PreTest (173,4000), por lo que se puede afirmar que la “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 32**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Conductividad) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|            |                      | Desv.          |              | Desv.   |         | 95% de intervalo<br>de confianza de<br>la diferencia |              | Sig.<br>(bilatera<br>l) |
|------------|----------------------|----------------|--------------|---------|---------|------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|
|            |                      | Desviació<br>n | promedi<br>o | Error   |         | Inferior                                             | Superio<br>r |                         |
| <b>Pa</b>  | <b>Conductivid</b>   | 5,6000         | 42,57567     | 17,3814 | -       | 50,2804                                              | ,32          | <b>,760</b>             |
| <b>r 1</b> | <b>ad GC (Pre) -</b> | 0              |              | 5       | 39,0804 | 3                                                    | 2            |                         |
|            | <b>Conductivid</b>   |                |              |         | 3       |                                                      |              |                         |
|            | <b>ad GC (Post)</b>  |                |              |         |         |                                                      |              |                         |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,760, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos conductividad grupo control (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.9. PRUEBA DE HIPÓTESIS - DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (GRUPO EXPERIMENTAL)

**Tabla 33**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                                      | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                                      | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) GE (Pre)</b>  | ,169                            | 6  | ,200* | ,951         | 6  | <b>,746</b> |
| <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) GE (Post)</b> | ,232                            | 6  | ,200* | ,915         | 6  | <b>,470</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados DBO Grupo control (PreTest) es 0,746, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos DBO Grupo experimental (PosTest) es 0,470, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 34**

*Estadísticos descriptivos – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                                      | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|------------------------------------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) GE (Pre)</b>  | 6 | 58,00  | 89,70  | <b>70,6833</b> | 11,42741         |
| <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) GE (Post)</b> | 6 | 41,50  | 61,90  | <b>50,1167</b> | 8,27126          |
| N válido (por lista)                                 | 6 |        |        |                |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (50,1167) < PreTest (70,6833), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”.

**Tabla 35**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|           | Media                                                                                               | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de<br>intervalo de<br>confianza de la<br>diferencia |          | t        | gl    | Sig.<br>(bilateral) |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|----------|----------|-------|---------------------|
|           |                                                                                                     |                     |                            | Inferior                                                | Superior |          |       |                     |
| Pa<br>r 1 | <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) GE (Pre) - Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) GE (Post)</b> | 20,56667            | 5,07333                    | 2,07118                                                 | 15,24253 | 25,89080 | 9,930 | <b>,000</b>         |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,000, siendo mucho menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos DBO grupo experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS - DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (GRUPO CONTROL)

**Tabla 36**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                                      | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                                      | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) GC (Pre)</b>  | ,210                            | 6  | ,200* | ,968         | 6  | <b>,876</b> |
| <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) GC (Post)</b> | ,203                            | 6  | ,200* | ,921         | 6  | <b>,511</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados DBO Grupo control (PreTest) es 0,876, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo*

que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos DBO Grupo control (PosTest) es 0,511, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.

**Tabla 37**

*Estadísticos descriptivos – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                                      | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv.<br>Desviación |
|------------------------------------------------------|---|--------|--------|----------------|---------------------|
| <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) GC (Pre)</b>  | 6 | 48,00  | 89,70  | <b>68,1833</b> | 13,78063            |
| <b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) GC (Post)</b> | 6 | 53,00  | 78,90  | <b>63,1167</b> | 9,06033             |
| N válido (por lista)                                 | 6 |        |        |                |                     |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (63,1167) < PreTest (68,1833), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 38**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Demanda Bioquímica de Oxígeno) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|       | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error | 95% de intervalo<br>de confianza de<br>la diferencia | Sig.<br>(bilateral) |
|-------|---------------------|----------------|------------------------------------------------------|---------------------|
| Media | n                   | promedio       | Inferior Superior                                    | t gl )              |

|     |                                                                                             |        |         |         |        |         |      |   |             |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|---------|--------|---------|------|---|-------------|
| Pa  | <b>Demanda</b>                                                                              | 5,0666 | 5,71408 | 2,33276 | -      | 11,0632 | 2,17 | 5 | <b>,082</b> |
| r 1 | <b>Bioquímica de Oxígeno (DBO) GC (Pre) - Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) GC (Post)</b> | 7      |         |         | ,92989 | 2       | 2    |   |             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,082, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos DBO grupo control (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.11. PRUEBA DE HIPÓTESIS - OXÍGENO DISUELTO (GRUPO EXPERIMENTAL)

**Tabla 39**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Oxígeno Disuelto) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                                  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                                  | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Oxígeno Disuelto (valor mínimo) GE (Pre)</b>  | ,189                            | 6  | ,200* | ,942         | 6  | <b>,678</b> |
| <b>Oxígeno Disuelto (valor mínimo) GE (Post)</b> | ,247                            | 6  | ,200* | ,910         | 6  | <b>,437</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Oxígeno Disuelto Grupo experimental (PreTest) es 0,678, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Oxígeno Disuelto Grupo experimental (PosTest) es 0,437, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 40**

*Estadísticos descriptivos – (Oxígeno Disuelto) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                                      | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv.<br>Desviación |
|------------------------------------------------------|---|--------|--------|---------------|---------------------|
| <b>Oxígeno Disuelto (valor mínimo)<br/>GE (Pre)</b>  | 6 | 6,08   | 7,57   | <b>6,8500</b> | ,56784              |
| <b>Oxígeno Disuelto (valor mínimo)<br/>GE (Post)</b> | 6 | 6,66   | 8,12   | <b>7,4750</b> | ,59447              |
| N válido (por lista)                                 | 6 |        |        |               |                     |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (7,4750) > PreTest (6,8500), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 41**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Oxígeno Disuelto) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|       |                     | 95% de intervalo<br>de confianza de<br>la diferencia |          | t        | Sig.<br>gl (bilateral) |
|-------|---------------------|------------------------------------------------------|----------|----------|------------------------|
| Media | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error                                       | promedio |          |                        |
|       |                     |                                                      | Inferior | Superior |                        |

|     |          |        |        |        |        |         |       |   |      |
|-----|----------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|---|------|
| Par | Oxígeno  | -      | ,32989 | ,13468 | -      | -,27880 | -     | 5 | ,006 |
| 1   | Disuelto | ,62500 |        |        | ,97120 |         | 4,641 |   |      |
|     | (valor   |        |        |        |        |         |       |   |      |
|     | mínimo)  |        |        |        |        |         |       |   |      |
|     | GE (Pre) |        |        |        |        |         |       |   |      |
|     | -        |        |        |        |        |         |       |   |      |
|     | Oxígeno  |        |        |        |        |         |       |   |      |
|     | Disuelto |        |        |        |        |         |       |   |      |
|     | (valor   |        |        |        |        |         |       |   |      |
|     | mínimo)  |        |        |        |        |         |       |   |      |
|     | GE       |        |        |        |        |         |       |   |      |
|     | (Post)   |        |        |        |        |         |       |   |      |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,006, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos OD grupo experimental (Pre Test) y (Pos Test)*

#### 4.1.12. PRUEBA DE HIPÓTESIS - OXÍGENO DISUELTO (GRUPO CONTROL)

**Tabla 42**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Oxígeno Disuelto) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                                  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                                                  | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| <b>Oxígeno Disuelto (valor mínimo) GC (Pre)</b>  | ,272                            | 6  | ,187  | ,895         | 6  | ,346 |
| <b>Oxígeno Disuelto (valor mínimo) GC (Post)</b> | ,178                            | 6  | ,200* | ,927         | 6  | ,557 |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Oxígeno Disuelto Grupo control (PreTest) es 0,346, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Oxígeno Disuelto Grupo control (PosTest) es 0,557, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 43***Estadísticos descriptivos – (Oxígeno Disuelto) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                                      | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv.<br>Desviación |
|------------------------------------------------------|---|--------|--------|---------------|---------------------|
| <b>Oxígeno Disuelto (valor mínimo)<br/>GC (Pre)</b>  | 6 | 6,49   | 8,00   | <b>7,3717</b> | ,61473              |
| <b>Oxígeno Disuelto (valor mínimo)<br/>GC (Post)</b> | 6 | 6,29   | 7,18   | <b>6,7983</b> | ,35684              |
| N válido (por lista)                                 | 6 |        |        |               |                     |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (6,7983) < PreTest (7,3717), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, no influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 44***Prueba de Hipótesis (T Student) – (Oxígeno Disuelto) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|       |            | Desv. |          | 95% de intervalo<br>de confianza de<br>la diferencia |          | t | Sig.<br>gl (bilateral) |
|-------|------------|-------|----------|------------------------------------------------------|----------|---|------------------------|
| Media | Desviación | Error | promedio | Inferior                                             | Superior |   |                        |

|            |                 |        |        |        |        |         |       |   |             |
|------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|---|-------------|
| <b>Par</b> | <b>Oxígeno</b>  | ,57333 | ,59952 | ,24475 | -      | 1,20249 | 2,342 | 5 | <b>,066</b> |
| <b>1</b>   | <b>Disuelto</b> |        |        |        | ,05583 |         |       |   |             |
|            | (valor          |        |        |        |        |         |       |   |             |
|            | mínimo)         |        |        |        |        |         |       |   |             |
|            | GC (Pre)        |        |        |        |        |         |       |   |             |
|            | -               |        |        |        |        |         |       |   |             |
|            | Oxígeno         |        |        |        |        |         |       |   |             |
|            | Disuelto        |        |        |        |        |         |       |   |             |
|            | (valor          |        |        |        |        |         |       |   |             |
|            | mínimo)         |        |        |        |        |         |       |   |             |
|            | GC              |        |        |        |        |         |       |   |             |
|            | (Post)          |        |        |        |        |         |       |   |             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,066, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos Oxígeno Disuelto grupo control (Pre Test) y (Pos Test)*

#### 4.1.13. PRUEBA DE HIPÓTESIS - PH (GRUPO EXPERIMENTAL)

**Tabla 45**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Potencial de Hidrogeno) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|----------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                              | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Potencial de Hidrogeno (PH) GE (Pre)</b>  | ,264                            | 6  | ,200* | ,840         | 6  | <b>,131</b> |
| <b>Potencial de Hidrogeno (PH) GE (Post)</b> | ,220                            | 6  | ,200* | ,927         | 6  | <b>,554</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados PH Grupo experimental (PreTest) es 0,131, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos PH Grupo experimental (PosTest) es 0,554, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 46**

*Estadísticos descriptivos – (PH) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                              | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv. Desviación |
|----------------------------------------------|---|--------|--------|---------------|------------------|
| <b>Potencial de Hidrogeno (PH) GE (Pre)</b>  | 6 | 6,88   | 8,00   | <b>7,2383</b> | ,40829           |
| <b>Potencial de Hidrogeno (PH) GE (Post)</b> | 6 | 7,59   | 7,94   | <b>7,7917</b> | ,13586           |
| N válido (por lista)                         | 6 |        |        |               |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (7,7917) > PreTest (7,2383), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 47**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (PH) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|       | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |      | Sig. (bilateral) |
|-------|------------------|----------------------|------------------------------------------------|----------|------|------------------|
| Media | n                | o                    | Inferior                                       | Superior | t gl | )                |

|     |           |       |        |        |        |         |      |   |             |
|-----|-----------|-------|--------|--------|--------|---------|------|---|-------------|
| Pa  | Potencial | -     | ,44076 | ,17994 | -      | -,09079 | -    | 5 | <b>,028</b> |
| r 1 | de        | ,5533 |        |        | 1,0158 |         | 3,07 |   |             |
|     | Hidrogen  | 3     |        |        | 8      |         | 5    |   |             |
|     | o (PH)    |       |        |        |        |         |      |   |             |
|     | GE (Pre)  |       |        |        |        |         |      |   |             |
|     | -         |       |        |        |        |         |      |   |             |
|     | Potencial |       |        |        |        |         |      |   |             |
|     | de        |       |        |        |        |         |      |   |             |
|     | Hidrogen  |       |        |        |        |         |      |   |             |
|     | o (PH)    |       |        |        |        |         |      |   |             |
|     | GE (Post) |       |        |        |        |         |      |   |             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,028, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos PH grupo experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.14. PRUEBA DE HIPÓTESIS - POTENCIAL DE HIDROGENO (GRUPO CONTROL)

**Tabla 48**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Potencial de Hidrogeno) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                                  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                                  | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Potencial de Hidrogeno (PH)<br/>GC (Pre)</b>  | ,255                            | 6  | ,200* | ,905         | 6  | <b>,404</b> |
| <b>Potencial de Hidrogeno (PH)<br/>GC (Post)</b> | ,150                            | 6  | ,200* | ,955         | 6  | <b>,777</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados PH Grupo control (PreTest) es 0,404, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos PH Grupo control (PosTest) es 0,777, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 49**

*Estadísticos descriptivos – (Potencial de Hidrogeno) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                              | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv.<br>Desviación |
|----------------------------------------------|---|--------|--------|---------------|---------------------|
| <b>Potencial de Hidrogeno (PH) GC (Pre)</b>  | 6 | 7,19   | 8,00   | <b>7,6617</b> | ,31695              |
| <b>Potencial de Hidrogeno (PH) GC (Post)</b> | 6 | 7,19   | 7,92   | <b>7,6083</b> | ,26918              |
| N válido (por lista)                         | 6 |        |        |               |                     |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia entre las medias muestrales, PosTest (7,6083) < PreTest (7,6617), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación.

**Tabla 50**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Potencial de Hidrogeno) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|       |                     | 95% de intervalo<br>de confianza de<br>la diferencia |                   | Sig. |                |
|-------|---------------------|------------------------------------------------------|-------------------|------|----------------|
| Media | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error promedio                              | Inferior Superior | t    | gl (bilateral) |

|       |                                                                              |        |        |        |          |        |        |      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|------|
| Par 1 | Potencial de Hidrogeno (PH) GC (Pre) - Potencial de Hidrogeno (PH) GC (Post) | ,05333 | ,56627 | ,23118 | - ,54094 | ,64760 | ,231 5 | ,827 |
|-------|------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|------|

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,827, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos PH grupo control (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.15. PRUEBA DE HIPÓTESIS - TEMPERATURA (GRUPO EXPERIMENTAL)

**Tabla 51**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Temperatura) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                              | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Temperatura GE (Pre)</b>  | ,199                            | 6  | ,200* | ,920         | 6  | <b>,506</b> |
| <b>Temperatura GE (Post)</b> | ,271                            | 6  | ,193  | ,870         | 6  | <b>,225</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Color Grupo control (PreTest) es 0,506, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Temperatura Grupo experimental (PosTest) es 0,225, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 52**

*Estadísticos descriptivos – (Temperatura) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                             | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|-----------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| <b>Temperatura GE (Pre)</b> | 6 | 20,20  | 22,30  | <b>21,1333</b> | ,84301           |

|                              |   |       |       |                |        |
|------------------------------|---|-------|-------|----------------|--------|
| <b>Temperatura GE (Post)</b> | 6 | 21,70 | 22,80 | <b>22,2500</b> | ,47223 |
| N válido (por lista)         | 6 |       |       |                |        |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia entre las medias muestrales, PosTest (22,2500) > PreTest (21,1333), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 53**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Temperatura) Grupo experimental (Pre & Pos Test).*

|           | Media                                                   | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de<br>intervalo de<br>confianza de la<br>diferencia |              | t         | gl | Sig.<br>(bilateral<br>) |
|-----------|---------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|--------------|-----------|----|-------------------------|
|           |                                                         |                     |                            | Inferior                                                | Superior     |           |    |                         |
| Pa<br>r 1 | <b>Temperatura GE (Pre) -<br/>Temperatura GE (Post)</b> | -<br>1,1166         | ,79352                     | ,32395                                                  | -<br>-,28392 | -<br>3,44 | 5  | <b>,018</b>             |
|           |                                                         | 7                   |                            | 1                                                       |              | 7         |    |                         |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,018, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos temperatura grupo experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.16. PRUEBA DE HIPÓTESIS - TEMPERATURA (GRUPO CONTROL)

**Tabla 54**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Temperatura) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                              | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Temperatura GC (Pre)</b>  | ,262                            | 6  | ,200* | ,912         | 6  | <b>,453</b> |
| <b>Temperatura GC (Post)</b> | ,298                            | 6  | ,104  | ,831         | 6  | <b>,109</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Color Grupo control (PreTest) es 0,453, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Temperatura Grupo control (PosTest) es 0,109, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 55**

*Estadísticos descriptivos – (Temperatura) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                              | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|------------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| <b>Temperatura GC (Pre)</b>  | 6 | 21,20  | 22,60  | <b>22,0167</b> | ,53821           |
| <b>Temperatura GC (Post)</b> | 6 | 21,60  | 22,40  | <b>21,9167</b> | ,34881           |
| N válido (por lista)         | 6 |        |        |                |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (21,9167) < PreTest (22,0167), por lo que se puede afirmar que la “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar

que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 56**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Temperatura) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|           |                                                         | Media      | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de<br>intervalo de<br>confianza de la<br>diferencia |              | t             | gl | Sig.<br>(bilateral<br>) |
|-----------|---------------------------------------------------------|------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|--------------|---------------|----|-------------------------|
|           |                                                         |            |                     |                            | Inferio<br>r                                            | Superio<br>r |               |    |                         |
| Pa<br>r 1 | <b>Temperatura GC (Pre) -<br/>Temperatura GC (Post)</b> | ,1000<br>0 | ,54772              | ,22361                     | -<br>,4748<br>0                                         | ,67480       | ,44<br>5<br>7 |    | <b>,673</b>             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,673, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos Temperatura grupo control (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.17. PRUEBA DE HIPÓTESIS - COBRE (GRUPO EXPERIMENTAL)

**Tabla 57**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Cobre) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                             | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|-----------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                             | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Cobre (Cu) GE (Pre)</b>  | ,169                            | 6  | ,200* | ,949         | 6  | <b>,734</b> |
| <b>Cobre (Cu) GE (Post)</b> | ,248                            | 6  | ,200* | ,899         | 6  | <b>,367</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Cobre Grupo experimental (PreTest) es 0,734, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Cobre Grupo*

experimental (PosTest) es 0,367, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.

**Tabla 58**

*Estadísticos descriptivos – (Cobre) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                             | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv. Desviación |
|-----------------------------|---|--------|--------|---------------|------------------|
| <b>Cobre (Cu) GE (Pre)</b>  | 6 | ,091   | ,440   | <b>,25817</b> | ,137248          |
| <b>Cobre (Cu) GE (Post)</b> | 6 | ,074   | ,220   | <b>,13850</b> | ,060616          |
| N válido (por lista)        | 6 |        |        |               |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (13850) < PreTest (25817), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 59**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Cobre) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                                         | Media   | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | t     | gl (bilateral) | Sig.        |
|---------------------------------------------------------|---------|------------------|----------------------|------------------------------------------------|----------|-------|----------------|-------------|
|                                                         |         |                  |                      | Inferior                                       | Superior |       |                |             |
| <b>Par 1 Cobre (Cu) GE (Pre) - Cobre (Cu) GE (Post)</b> | ,119667 | ,086428          | ,035284              | ,028966                                        | ,210368  | 3,392 | 5              | <b>,019</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,019, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos cobre grupo experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.18. PRUEBA DE HIPÓTESIS - COBRE (GRUPO CONTROL)

**Tabla 60**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Cobre) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                             | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|-----------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                             | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Cobre (Cu) GC (Pre)</b>  | ,267                            | 6  | ,200* | ,876         | 6  | <b>,249</b> |
| <b>Cobre (Cu) GC (Post)</b> | ,268                            | 6  | ,200* | ,844         | 6  | <b>,142</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Color Grupo control (PreTest) es 0,249, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Cobre Grupo control (PosTest) es 0,142, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 61**

*Estadísticos descriptivos – (Cobre) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                             | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv. Desviación |
|-----------------------------|---|--------|--------|---------------|------------------|
| <b>Cobre (Cu) GC (Pre)</b>  | 6 | ,180   | ,420   | <b>,27000</b> | ,098677          |
| <b>Cobre (Cu) GC (Post)</b> | 6 | ,184   | ,395   | <b>,25450</b> | ,086729          |
| N válido (por lista)        | 6 |        |        |               |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (25450) < PreTest (27000), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, no influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar

que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 62**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Cobre) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|     |                |                     |                            | 95% de intervalo<br>de confianza de la<br>diferencia |          | t       | gl (bilateral) | Sig. |             |
|-----|----------------|---------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|----------|---------|----------------|------|-------------|
|     | Media          | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | Inferior                                             | Superior |         |                |      |             |
| Par | <b>Cobre</b>   | ,015500             | ,016598                    | ,006776                                              | -        | ,032919 | 2,287          | 5    | <b>,071</b> |
| 1   | <b>(Cu)</b>    |                     |                            |                                                      | ,001919  |         |                |      |             |
|     | <b>GC</b>      |                     |                            |                                                      |          |         |                |      |             |
|     | <b>(Pre) -</b> |                     |                            |                                                      |          |         |                |      |             |
|     | <b>Cobre</b>   |                     |                            |                                                      |          |         |                |      |             |
|     | <b>(Cu)</b>    |                     |                            |                                                      |          |         |                |      |             |
|     | <b>GC</b>      |                     |                            |                                                      |          |         |                |      |             |
|     | <b>(Post)</b>  |                     |                            |                                                      |          |         |                |      |             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,071, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos cobre grupo control (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.19. PRUEBA DE HIPÓTESIS - SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (GRUPO EXPERIMENTAL)

**Tabla 63**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Sólidos Disueltos) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                            | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|--------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                            | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Sólidos Disueltos Totales GE (Pre)</b>  | ,260                            | 6  | ,200* | ,888         | 6  | <b>,306</b> |
| <b>Sólidos Disueltos Totales GE (Post)</b> | ,213                            | 6  | ,200* | ,876         | 6  | <b>,250</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Color Grupo control (PreTest) es 0,306, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Sólidos Disueltos totales Grupo experimental (PosTest) es 0,250, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 64**

*Estadísticos descriptivos – (Sólidos Disueltos totales) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                            | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|--------------------------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| <b>Sólidos Disueltos Totales GE (Pre)</b>  | 6 | 81,60  | 96,60  | <b>90,3667</b> | 6,28607          |
| <b>Sólidos Disueltos Totales GE (Post)</b> | 6 | 68,00  | 80,10  | <b>75,9833</b> | 4,51461          |
| N válido (por lista)                       | 6 |        |        |                |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (75,9833) < PreTest (90,3667), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 65**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Sólidos Disueltos totales) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|               |                                                                                     | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | t        | gl    | Sig. (bilateral) |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|------------------------------------------------|----------|----------|-------|------------------|
| Media         | n                                                                                   |                  |                      | Inferior                                       | Superior |          |       |                  |
| <b>Pa r 1</b> | <b>Sólidos Disueltos s Totales GE (Pre) - Sólidos Disueltos s Totales GE (Post)</b> | 14,38333         | 4,93818              | 2,01601                                        | 9,20103  | 19,56564 | 7,135 | <b>,001</b>      |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,001, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos Sólidos Disueltos Totales grupo experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.20. PRUEBA DE HIPÓTESIS - SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (GRUPO CONTROL)

**Tabla 66**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Sólidos Disueltos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                            | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|--------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                            | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Sólidos Disueltos Totales GC (Pre)</b>  | ,214                            | 6  | ,200* | ,922         | 6  | <b>,519</b> |
| <b>Sólidos Disueltos Totales GC (Post)</b> | ,264                            | 6  | ,200* | ,802         | 6  | <b>,062</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Sólidos Disueltos Totales Grupo control (PreTest) es 0,519, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Sólidos Disueltos Totales Grupo control (PosTest) es 0,062, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 67**

*Estadísticos descriptivos – (Sólidos Disueltos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                            | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|--------------------------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| <b>Sólidos Disueltos Totales GC (Pre)</b>  | 6 | 83,50  | 95,30  | <b>90,0500</b> | 4,69372          |
| <b>Sólidos Disueltos Totales GC (Post)</b> | 6 | 84,50  | 95,60  | <b>89,0167</b> | 5,17046          |
| N válido (por lista)                       | 6 |        |        |                |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (89,0167) < PreTest (90,0500), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 68**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Sólidos Disueltos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|            |                   |         |            | Desv.<br>Error | 95% de intervalo<br>de confianza de la<br>diferencia |          | t    | gl | Sig.<br>(bilateral) |
|------------|-------------------|---------|------------|----------------|------------------------------------------------------|----------|------|----|---------------------|
|            |                   | Media   | Desviación |                | Inferior                                             | Superior |      |    |                     |
| <b>Par</b> | <b>Sólidos</b>    | 1,03333 | 9,02744    | 3,68544        | -                                                    | 10,50705 | ,280 | 5  | <b>,790</b>         |
| <b>1</b>   | <b>Disueltos</b>  |         |            |                | 8,44038                                              |          |      |    |                     |
|            | <b>Totales GC</b> |         |            |                |                                                      |          |      |    |                     |
|            | <b>(Pre) -</b>    |         |            |                |                                                      |          |      |    |                     |
|            | <b>Sólidos</b>    |         |            |                |                                                      |          |      |    |                     |
|            | <b>Disueltos</b>  |         |            |                |                                                      |          |      |    |                     |
|            | <b>Totales GC</b> |         |            |                |                                                      |          |      |    |                     |
|            | <b>(Post)</b>     |         |            |                |                                                      |          |      |    |                     |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,790, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos Sólidos Disueltos Totales grupo control (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.21. PRUEBA DE HIPÓTESIS - SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (GRUPO EXPERIMENTAL)

**Tabla 69**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|----------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                              | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Sólidos Suspendidos Totales GE (Pre)</b>  | ,266                            | 6  | ,200* | ,896         | 6  | <b>,352</b> |
| <b>Sólidos Suspendidos Totales GE (Post)</b> | ,120                            | 6  | ,200* | ,992         | 6  | <b>,994</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Sólidos Suspendidos Totales Grupo experimental (PreTest) es 0,352, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Sólidos Suspendidos Totales Grupo experimental (PosTest) es 0,994, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 70**

*Estadísticos descriptivos – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                              | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|----------------------------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| <b>Sólidos Suspendidos Totales GE (Pre)</b>  | 6 | 84,90  | 109,40 | <b>94,5333</b> | 9,80850          |
| <b>Sólidos Suspendidos Totales GE (Post)</b> | 6 | 63,70  | 77,50  | <b>70,7500</b> | 4,88989          |
| N válido (por lista)                         | 6 |        |        |                |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (70,7500) < PreTest (94,5333), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la

Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 71**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|     |                                                                                     | Media   | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de intervalo<br>de confianza de<br>la diferencia |          | t    | gl | Sig.<br>(bilateral) |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|----------|------|----|---------------------|
|     |                                                                                     |         |                     |                            | Inferior                                             | Superior |      |    |                     |
| Pa  | Sólidos                                                                             | 23,7833 | 9,14405             | 3,73304                    | 14,1872                                              | 33,3794  | 6,37 | 5  | <b>,001</b>         |
| r 1 | Suspendidos Totales<br>GE (Pre) -<br>Sólidos<br>Suspendidos<br>Totales<br>GE (Post) | 3       |                     |                            | 4                                                    | 3        | 1    |    |                     |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,001, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos SST grupo experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.22. PRUEBA DE HIPÓTESIS - SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (GRUPO CONTROL)

**Tabla 72**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                              | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |      |
|----------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
|                                              | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig. |
| <b>Sólidos Suspendidos Totales GC (Pre)</b>  | ,167                            | 6  | ,200* | ,953         | 6  | ,767 |
| <b>Sólidos Suspendidos Totales GC (Post)</b> | ,191                            | 6  | ,200* | ,950         | 6  | ,739 |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Sólidos Suspendidos Totales Grupo control (PreTest) es 0,767, siendo mucho mayor a lo*

esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así también; el p-valor de los datos Sólidos Suspendidos Totales Grupo control (PosTest) es 0,739, siendo mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.

**Tabla 73**

*Estadísticos descriptivos – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                                  | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv.<br>Desviación |
|--------------------------------------------------|---|--------|--------|----------------|---------------------|
| <b>Sólidos Suspendidos Totales<br/>GC (Pre)</b>  | 6 | 81,60  | 105,50 | <b>94,3500</b> | 9,22101             |
| <b>Sólidos Suspendidos Totales<br/>GC (Post)</b> | 6 | 83,70  | 102,00 | <b>94,2167</b> | 6,19336             |
| N válido (por lista)                             | 6 |        |        |                |                     |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia mínima entre las medias muestrales, PosTest (94,2167) < PreTest (94,3500), por lo que se puede afirmar que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la Eichhornia Crassipes, no influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 74**

*Prueba de Hipótesis (T Student) – (Sólidos Suspendidos Totales) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|     |                                                                                                       | Diferencias emparejadas |                     |                            |                                                      |              |      |                           |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|--------------|------|---------------------------|
|     |                                                                                                       | Media                   | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de intervalo<br>de confianza de<br>la diferencia |              | t    | Sig.<br>g (bilatera<br>l) |
|     |                                                                                                       |                         |                     |                            | Inferior                                             | Superio<br>r |      |                           |
| Pa  | <b>Sólidos</b>                                                                                        | ,1333                   | 12,12381            | 4,94952                    | -                                                    | 12,8564      | ,025 | <b>,980</b>               |
| r 1 | <b>Suspendid<br/>os Totales<br/>GC (Pre) -<br/>Sólidos<br/>Suspendid<br/>os Totales<br/>GC (Post)</b> | 3                       |                     |                            | 12,5898<br>2                                         | 9<br>7       | 7    |                           |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,980, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos SST grupo control (Pre Test) y (Pos Test).*

#### **4.1.23. PRUEBA DE HIPÓTESIS – COLIFORMES TOTALES (GRUPO EXPERIMENTAL)**

En primer lugar; cabe señalar que las hipótesis específicas del presente estudio son; la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020. Por tal motivo; se procedió a analizar la normalidad de los datos recopilados de los **Coliformes totales grupo experimental**.

**Tabla 75**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Coliformes totales) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|                                     | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|-------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                     | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Coliformes Totales GE (Pre)</b>  | ,258                            | 6  | ,200* | ,842         | 6  | <b>,134</b> |
| <b>Coliformes Totales GE (Post)</b> | ,166                            | 6  | ,200* | ,934         | 6  | <b>,613</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Coliformes totales Grupo Experimental (PreTest) es 0.134, siendo mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Coliformes totales Grupo Experimental (PosTest) es 0,613, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 76**

*Estadísticos descriptivos – (Coliformes totales) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|                                     | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|-------------------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| <b>Coliformes Totales GE (Pre)</b>  | 6 | 3019   | 7400   | <b>4617,17</b> | 1844,180         |
| <b>Coliformes Totales GE (Post)</b> | 6 | 1185   | 3432   | <b>2524,50</b> | 875,641          |
| N válido (por lista)                | 6 |        |        |                |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (2524,50) < PreTest (4617,17), por lo que se puede afirmar que “la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”.

Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 77**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Coliformes totales) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|     |                               | Media   | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de<br>intervalo de<br>confianza de la<br>diferencia |          | t    | gl | Sig.<br>(bilateral) |
|-----|-------------------------------|---------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|----------|------|----|---------------------|
|     |                               |         |                     |                            | Inferior                                                | Superior |      |    |                     |
| Pa  | Coliformes Totales            | 2092,66 | 1924,776            | 785,787                    | 72,73                                                   | 4112,59  | 2,66 | 5  | ,045                |
| r 1 | GE (Pre) - Coliformes Totales | 7       |                     |                            | 8                                                       | 5        | 3    |    |                     |
|     | GE (Post)                     |         |                     |                            |                                                         |          |      |    |                     |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,045, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos Grupo Experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### **4.1.24. PRUEBA DE HIPÓTESIS – COLIFORMES TOTALES (GRUPO CONTROL)**

**Tabla 78**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Coliformes totales) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                           | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|---------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                           | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Coliformes Totales</b> | ,204                            | 6  | ,200* | ,918         | 6  | <b>,492</b> |
| <b>GC (Pre)</b>           |                                 |    |       |              |    |             |
| <b>Coliformes Totales</b> | ,230                            | 6  | ,200* | ,871         | 6  | <b>,229</b> |
| <b>GC (Post)</b>          |                                 |    |       |              |    |             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Coliformes totales Grupo control (PreTest) es 0.492, siendo mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Coliformes totales Grupo control (PosTest) es 0,229, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 79**

*Estadísticos descriptivos – (Coliformes totales) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                     | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|-------------------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| <b>Coliformes Totales GC (Pre)</b>  | 6 | 2514   | 7106   | <b>4459,00</b> | 1806,556         |
| <b>Coliformes Totales GC (Post)</b> | 6 | 3492   | 5611   | <b>4419,17</b> | 889,141          |
| N válido (por lista)                | 6 |        |        |                |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que no existe una diferencia notoria entre las medias muestrales, PosTest (4419,17) < PreTest (4459,00), por lo que se puede afirmar que “la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la Eichhornia Crassipes, no influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la Prueba de T student, como se muestra a continuación:

**Tabla 80**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Coliformes totales) Grupo Control (Pre & Pos Test)*

|                                                                                                              | Media      | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |                   | t        | gl | Sig. (bilateral) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------|----------------------|------------------------------------------------|-------------------|----------|----|------------------|
|                                                                                                              |            |                  |                      | Inferior                                       | Superior          |          |    |                  |
| <b>Pa<br/>r 1<br/>s<br/>Coliforme<br/>s Totales<br/>GC (Pre) -<br/>Coliforme<br/>s Totales<br/>GC (Post)</b> | 39,83<br>3 | 2084,714         | 851,081              | -<br>2147,93<br>9                              | 2227,60<br>6<br>7 | ,04<br>5 | 5  | <b>,964</b>      |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,964, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.25. PRUEBA DE HIPÓTESIS – COLIFORMES TERMOTOLERANTES (GRUPO EXPERIMENTAL)

Cabe señalar que las hipótesis específicas del presente estudio son; la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**Tabla 81**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Coliformes Termotolerantes) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|                                             | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|---------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                             | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| <b>Coliformes Termotolerantes GE (Pre)</b>  | ,157                            | 6  | ,200* | ,973         | 6  | <b>,909</b> |
| <b>Coliformes Termotolerantes GE (Post)</b> | ,197                            | 6  | ,200* | ,941         | 6  | <b>,669</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Coliformes Termotolerantes Grupo experimental (PreTest) es 0.909, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Coliformes Termotolerantes Grupo experimental (PosTest) es 0,669, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 82**

*Estadísticos descriptivos – (Coliformes Termotolerantes) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|                                             | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv. Desviación |
|---------------------------------------------|---|--------|--------|---------------|------------------|
| <b>Coliformes Termotolerantes GE (Pre)</b>  | 6 | 268    | 688    | <b>451,17</b> | 147,905          |
| <b>Coliformes Termotolerantes GE (Post)</b> | 6 | 148    | 398    | <b>266,83</b> | 94,451           |
| N válido (por lista)                        | 6 |        |        |               |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia entre las medias muestrales, PosTest (266,83) < PreTest (451,17) por

lo que se puede afirmar que “la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T student**, como se muestra a continuación:

**Tabla 83**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Coliformes Termotolerantes) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

|     |                                                                               |        |                         |                                |              | 95% de<br>intervalo de<br>confianza de<br>la diferencia |      |    |      | Sig.<br>(bilatera<br>l) |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------|------|----|------|-------------------------|
|     |                                                                               | Media  | Desv.<br>Desviació<br>n | Desv.<br>Error<br>promedi<br>o | Inferi<br>or | Superi<br>or                                            | t    | gl |      |                         |
| Pa  | Coliformes                                                                    | 184,33 | 168,460                 | 68,773                         | 7,546        | 361,12                                                  | 2,68 | 5  | ,044 |                         |
| r 1 | Termotolerant<br>es GE (Pre) -<br>Coliformes<br>Termotolerant<br>es GE (Post) | 3      |                         |                                |              | 1                                                       | 0    |    |      |                         |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,044, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos Grupo Experimental (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.26. PRUEBA DE HIPÓTESIS – COLIFORMES TERMOTOLERANTES (GRUPO CONTROL)

**Tabla 84**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Coliformes Termotolerantes) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                         | Kolmogorov-<br>Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                         | Estadístico                         | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| Coliformes Termotolerantes<br>GC (Post) | ,197                                | 6  | ,200* | ,941         | 6  | <b>,669</b> |

|                                     |      |   |       |      |   |             |
|-------------------------------------|------|---|-------|------|---|-------------|
| Coliformes Termotolerantes GC (Pre) | ,176 | 6 | ,200* | ,955 | 6 | <b>,780</b> |
|-------------------------------------|------|---|-------|------|---|-------------|

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Coliformes Termotolerantes Grupo control (PreTest) es 0.669, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Coliformes Termotolerantes Grupo experimental (PosTest) es 0,780, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 85**

*Estadísticos descriptivos – (Coliformes Termotolerantes) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                      | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv. Desviación |
|--------------------------------------|---|--------|--------|---------------|------------------|
| Coliformes Termotolerantes GC (Pre)  | 6 | 257    | 714    | <b>450,33</b> | 156,748          |
| Coliformes Termotolerantes GC (Post) | 6 | 354    | 547    | <b>449,17</b> | 72,950           |
| N válido (por lista)                 | 6 |        |        |               |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia entre las medias muestrales, PosTest (449,17) < PreTest (450,33) por lo que se puede afirmar que “la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**.

**Tabla 86**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Coliformes Termotolerantes) Grupo control (Pre & Pos Test)*

| Medi<br>a | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedi<br>o | 95% de<br>intervalo de<br>confianza de la<br>diferencia | Sig.<br>g (bilatera<br>l l) |
|-----------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------|
|-----------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------|

|            |                      |      |         |        | Inferior | Superior |     |   |             |
|------------|----------------------|------|---------|--------|----------|----------|-----|---|-------------|
|            |                      |      |         |        |          |          |     |   |             |
| <b>Pa</b>  | <b>Coliformes</b>    | 1,16 | 118,621 | 48,427 | -        | 125,65   | ,02 | 5 | <b>,982</b> |
| <b>r 1</b> | <b>Termotolerant</b> | 7    |         |        | 123,31   | 2        | 4   |   |             |
|            | <b>es GC (Pre) -</b> |      |         |        | 9        |          |     |   |             |
|            | <b>Coliformes</b>    |      |         |        |          |          |     |   |             |
|            | <b>Termotolerant</b> |      |         |        |          |          |     |   |             |
|            | <b>es GC (Post)</b>  |      |         |        |          |          |     |   |             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,982, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.27. PRUEBA DE HIPÓTESIS – BACTERIAS AEROBIAS MESOFILAS (GRUPO EXPERIMENTAL)

**Tabla 87**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                                               | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                               | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales GE (Pre)  | ,150                            | 6  | ,200* | ,957         | 6  | <b>,795</b> |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales GE (Post) | ,211                            | 6  | ,200* | ,927         | 6  | <b>,559</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Bacterias aerobias mesofilas Grupo experimental (PreTest) es 0,795, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Bacterias aerobias Grupo experimental (PosTest) es 0,559, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 88**

*Estadísticos descriptivos – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|   |        |        |       |            | Desv. |
|---|--------|--------|-------|------------|-------|
| N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación |       |

|                                               |   |     |     |               |        |
|-----------------------------------------------|---|-----|-----|---------------|--------|
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales GE (Pre)  | 6 | 366 | 519 | <b>438,00</b> | 59,920 |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales GE (Post) | 6 | 119 | 284 | <b>182,83</b> | 60,714 |
| N válido (por lista)                          | 6 |     |     |               |        |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia entre las medias muestrales, PosTest (182,83) < PreTest (438,00) por lo que se puede afirmar que “la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**.

**Tabla 89**

*Prueba de Hipótesis T Student – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo Experimental (Pre & Pos Test)*

| Media | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de intervalo<br>de confianza de<br>la diferencia |          | t | Sig.<br>(bilateral<br>) |
|-------|---------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|----------|---|-------------------------|
|       |                     |                            | Inferior                                             | Superior |   |                         |

|            |                 |        |        |        |        |         |      |   |             |
|------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|---------|------|---|-------------|
| <b>Pa</b>  | <b>Bacteria</b> | 255,16 | 72,687 | 29,674 | 178,88 | 331,447 | 8,59 | 5 | <b>,000</b> |
| <b>r 1</b> | <b>s</b>        | 7      |        |        | 7      |         | 9    |   |             |
|            | <b>Aerobias</b> |        |        |        |        |         |      |   |             |
|            | <b>Mesofila</b> |        |        |        |        |         |      |   |             |
|            | <b>s Viales</b> |        |        |        |        |         |      |   |             |
|            | <b>GE (Pre)</b> |        |        |        |        |         |      |   |             |
|            | <b>-</b>        |        |        |        |        |         |      |   |             |
|            | <b>Bacteria</b> |        |        |        |        |         |      |   |             |
|            | <b>s</b>        |        |        |        |        |         |      |   |             |
|            | <b>Aerobias</b> |        |        |        |        |         |      |   |             |
|            | <b>Mesofila</b> |        |        |        |        |         |      |   |             |
|            | <b>s Viales</b> |        |        |        |        |         |      |   |             |
|            | <b>GE</b>       |        |        |        |        |         |      |   |             |
|            | <b>(Post)</b>   |        |        |        |        |         |      |   |             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,000, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos (Pre Test) y (Pos Test).*

#### **4.1.28. PRUEBA DE HIPÓTESIS – BACTERIAS AEROBIAS MESOFILAS (GRUPO CONTROL)**

**Tabla 90**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                               | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                                               | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales GC (Pre)  | ,259                            | 6  | ,200* | ,829         | 6  | <b>,105</b> |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales GC (Post) | ,159                            | 6  | ,200* | ,985         | 6  | <b>,975</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Bacterias aerobias mesofilas Grupo control (PreTest) es 0,105, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Bacterias aerobias Grupo control (PosTest) es 0,975, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 91**

*Estadísticos descriptivos – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                               | N | Mínimo | Máximo | Media         | Desv.<br>Desviación |
|-----------------------------------------------|---|--------|--------|---------------|---------------------|
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales GC (Pre)  | 6 | 364    | 578    | <b>429,17</b> | 79,416              |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales GC (Post) | 6 | 287    | 571    | <b>424,83</b> | 99,710              |
| N válido (por lista)                          | 6 |        |        |               |                     |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia entre las medias muestrales, PosTest (424,83) < PreTest (429,17) por lo que se puede afirmar que “la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la Eichhornia Crassipes, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**.

**Tabla 92**

*Prueba de Hipótesis T Student – (bacterias aerobias mesofilas) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|            |                  | Desv. |            | Desv.          | 95% de intervalo<br>de confianza de la<br>diferencia |          |      |               |
|------------|------------------|-------|------------|----------------|------------------------------------------------------|----------|------|---------------|
|            |                  | Media | Desviación | Error promedio | Inferior                                             | Superior |      |               |
| <b>Par</b> | <b>Bacterias</b> | 4,333 | 123,825    | 50,551         | -                                                    | 134,280  | ,086 | <b>5 ,935</b> |
| <b>1</b>   | <b>Aerobias</b>  |       |            |                | 125,613                                              |          |      |               |
|            | <b>Mesofilas</b> |       |            |                |                                                      |          |      |               |
|            | <b>Viales GC</b> |       |            |                |                                                      |          |      |               |
|            | <b>(Pre) -</b>   |       |            |                |                                                      |          |      |               |
|            | <b>Bacterias</b> |       |            |                |                                                      |          |      |               |
|            | <b>Aerobias</b>  |       |            |                |                                                      |          |      |               |
|            | <b>Mesofilas</b> |       |            |                |                                                      |          |      |               |
|            | <b>Viales GC</b> |       |            |                |                                                      |          |      |               |
|            | <b>(Post)</b>    |       |            |                |                                                      |          |      |               |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,935, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.29. PRUEBA DE HIPÓTESIS – CURVAS DE VELOCIDAD (GRUPO EXPERIMENTAL)

**Tabla 93**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Curvas de velocidad) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                               | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|-------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                               | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| Curvas de Velocidad GE (Pre)  | ,165                            | 6  | ,200* | ,985         | 6  | <b>,972</b> |
| Curvas de Velocidad GE (Post) | ,196                            | 6  | ,200* | ,903         | 6  | <b>,394</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Curvas de velocidad Grupo experimental (PreTest) es 0, 972, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Curvas de velocidad Grupo experimental (PosTest) es 0, 394, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 94**

*Estadísticos descriptivos – (Curvas de velocidad) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                               | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|-------------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| Curvas de Velocidad GE (Pre)  | 6 | ,2453  | ,7440  | <b>,499067</b> | ,1763615         |
| Curvas de Velocidad GE (Post) | 6 | ,7640  | ,9960  | <b>,913117</b> | ,0850446         |
| N válido (por lista)          | 6 |        |        |                |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia entre las medias muestrales, PosTest (0,913117) < PreTest (0,499067)

por lo que se puede afirmar que “Las Curvas de Velocidad de Depuración de la Fitorremediación con *Eichhornia Crassipes*, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**.

**Tabla 95**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Curvas de velocidad) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                 | Media   | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de intervalo<br>de confianza de la<br>diferencia |          | t    | Sig.<br>(bilateral<br>s ) |
|-----------------|---------|---------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|----------|------|---------------------------|
|                 |         |                     |                            | Inferior                                             | Superior |      |                           |
| <b>Pa</b>       | -       | ,2488545            | ,101594                    | -                                                    | -        | -    | <b>5</b>                  |
| <b>r 1</b>      | ,414050 |                     | 4                          | ,675206                                              | ,152893  | 4,07 | <b>,010</b>               |
| <b>Velocida</b> | 0       |                     |                            | 8                                                    | 2        | 6    |                           |
| <b>d GE</b>     |         |                     |                            |                                                      |          |      |                           |
| <b>(Pre) -</b>  |         |                     |                            |                                                      |          |      |                           |
| <b>Curvas</b>   |         |                     |                            |                                                      |          |      |                           |
| <b>de</b>       |         |                     |                            |                                                      |          |      |                           |
| <b>Velocida</b> |         |                     |                            |                                                      |          |      |                           |
| <b>d GE</b>     |         |                     |                            |                                                      |          |      |                           |
| <b>(Post)</b>   |         |                     |                            |                                                      |          |      |                           |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,010, siendo menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.30. PRUEBA DE HIPÓTESIS – CURVAS DE VELOCIDAD (GRUPO CONTROL)

**Tabla 96**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Curvas de velocidad) Grupo control (Pre & Pos Test)*

| Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |

|                               |      |   |       |      |   |             |
|-------------------------------|------|---|-------|------|---|-------------|
| Curvas de Velocidad GC (Pre)  | ,165 | 6 | ,200* | ,985 | 6 | <b>,975</b> |
| Curvas de Velocidad GC (Post) | ,277 | 6 | ,167  | ,930 | 6 | <b>,579</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Curvas de velocidad Grupo control (PreTest) es 0,975, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Curvas de velocidad Grupo control (PosTest) es 0,579, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 97**

*Estadísticos descriptivos – (Curvas de velocidad) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                               | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv.<br>Desviación |
|-------------------------------|---|--------|--------|----------------|---------------------|
| Curvas de Velocidad GC (Pre)  | 6 | ,2127  | ,7020  | <b>,463567</b> | ,1731043            |
| Curvas de Velocidad GC (Post) | 6 | ,2667  | ,6080  | <b>,456333</b> | ,1176538            |
| N válido (por lista)          | 6 |        |        |                |                     |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia entre las medias muestrales, PosTest (0,45633) < PreTest (0,463567) por lo que se puede afirmar que “Las Curvas de Velocidad de Depuración de la Fitorremediación con *Eichhornia Crassipes*, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**.

**Tabla 98**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Curvas de velocidad) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                                                                     | Media        | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de intervalo<br>de confianza de la<br>diferencia |              | t         | Sig.<br>(bilateral<br>) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|--------------|-----------|-------------------------|
|                                                                                     |              |                     |                            | Inferior                                             | Superior     |           |                         |
| <b>Par 1</b><br><b>Curvas de Velocidad GC (Pre) - Curvas de Velocidad GC (Post)</b> | ,007233<br>3 | ,0655494            | ,026760<br>4               | -<br>,061556<br>6                                    | ,076023<br>2 | ,275<br>0 | <b>,798</b>             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,798, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.31. PRUEBA DE HIPÓTESIS – CONTROL BIOLÓGICO (GRUPO EXPERIMENTAL)

**Tabla 99**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Control Biológico) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                             | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|-----------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                             | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| Control Biológico GE (Pre)  | ,157                            | 6  | ,200* | ,976         | 6  | <b>,929</b> |
| Control Biológico GE (Post) | ,191                            | 6  | ,200* | ,973         | 6  | <b>,913</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Control Biológico Grupo experimental (PreTest) es 0, 929, siendo mucho mayor a lo esperado*

de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Control Biológico Grupo experimental (PosTest) es 0,913, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.

**Tabla 100**

*Estadísticos descriptivos – (Control Biológico) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

|                             | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|-----------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| Control Biológico GE (Pre)  | 6 | ,1540  | ,2020  | <b>,174883</b> | ,0172337         |
| Control Biológico GE (Post) | 6 | ,3073  | ,3747  | <b>,341450</b> | ,0223840         |
| N válido (por lista)        | 6 |        |        |                |                  |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia entre las medias muestrales, PosTest (0,341450) > PreTest (0,174883) por lo que se puede afirmar que “El Control Biológico de Macrófitas para Fitorremediación con caracol manzana (*Pomacea canaliculata*), influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**.

**Tabla 101**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Control Biológico) Grupo experimental (Pre & Pos Test)*

| Media | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          | t | Sig. (bilatera l) |
|-------|------------------|----------------------|------------------------------------------------|----------|---|-------------------|
|       |                  |                      | Inferior                                       | Superior |   |                   |

|            |                  |         |          |         |         |         |       |   |             |
|------------|------------------|---------|----------|---------|---------|---------|-------|---|-------------|
| <b>Pa</b>  | <b>Control</b>   | -       | ,0246680 | ,010070 | -       | -       | -     | 5 | <b>,000</b> |
| <b>r 1</b> | <b>Biológico</b> | ,166566 |          | 7       | ,192454 | ,140679 | 16,54 |   |             |
|            | <b>o GE</b>      | 7       |          |         | 2       | 2       | 0     |   |             |
|            | <b>(Pre) -</b>   |         |          |         |         |         |       |   |             |
|            | <b>Control</b>   |         |          |         |         |         |       |   |             |
|            | <b>Biológico</b> |         |          |         |         |         |       |   |             |
|            | <b>o GE</b>      |         |          |         |         |         |       |   |             |
|            | <b>(Post)</b>    |         |          |         |         |         |       |   |             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,000, siendo mucho menor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se comprueba que existe diferencia significativa entre los datos (Pre Test) y (Pos Test).*

#### 4.1.32. PRUEBA DE HIPÓTESIS – CONTROL BIOLÓGICO (GRUPO CONTROL)

**Tabla 102**

*Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) – (Control Biológico) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                             | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |       | Shapiro-Wilk |    |             |
|-----------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|-------------|
|                             | Estadístico                     | gl | Sig.  | Estadístico  | gl | Sig.        |
| Control Biológico GC (Pre)  | ,160                            | 6  | ,200* | ,986         | 6  | <b>,976</b> |
| Control Biológico GC (Post) | ,228                            | 6  | ,200* | ,943         | 6  | <b>,687</b> |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) de los datos recopilados Control Biológico Grupo control (PreTest) es 0,976, siendo mucho mayor a lo esperado de 0,05, por lo que son Datos Paramétricos. Así mismo; el p-valor de los datos de Control Biológico Grupo control (PosTest) es 0,687, siendo mucho mayor a 0,05, por ende, también son Datos Paramétricos.*

**Tabla 103**

*Estadísticos descriptivos – (Control Biológico) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                            | N | Mínimo | Máximo | Media          | Desv. Desviación |
|----------------------------|---|--------|--------|----------------|------------------|
| Control Biológico GC (Pre) | 6 | ,1540  | ,1940  | <b>,172450</b> | ,0142216         |

|                             |   |       |       |                |  |          |
|-----------------------------|---|-------|-------|----------------|--|----------|
| Control Biológico GC (Post) | 6 | ,1520 | ,1780 | <b>,167400</b> |  | ,0089396 |
| N válido (por lista)        | 6 |       |       |                |  |          |

Se puede ver a simple vista en la tabla; que existe una diferencia mínima entre las medias muestrales, PosTest 0,167400 < PreTest 0,172450 por lo que se puede afirmar que “El Control Biológico de Macrófitas para Fitorremediación con caracol manzana (*Pomacea canaliculata*), no influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”. Por último, para confirmar que el análisis previo es correcto, se procede a realizar la **Prueba de T Student**.

**Tabla 104**

*Prueba de Hipótesis T Student – (Control Biológico) Grupo control (Pre & Pos Test)*

|                                                                                                                   | Media        | Desv.<br>Desviación | Desv.<br>Error<br>promedio | 95% de intervalo<br>de confianza de la<br>diferencia |              | t              | s | Sig.<br>(bilateral<br>) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------------|------------------------------------------------------|--------------|----------------|---|-------------------------|
|                                                                                                                   |              |                     |                            | Inferior                                             | Superior     |                |   |                         |
| <b>Pa<br/>r 1</b> <b>Control<br/>Biológico<br/>o GC<br/>(Pre) -<br/>Control<br/>Biológico<br/>o GC<br/>(Post)</b> | ,005050<br>0 | ,0113372            | ,004628<br>4               | -<br>,006847<br>6                                    | ,016947<br>6 | 1,09<br>5<br>1 |   | <b>,325</b>             |

*Nota: cómo se puede ver en la tabla, el p-valor (sig.) es 0,325, siendo mayor a lo esperado de 0,05; por tal motivo se reafirma que se acepta la hipótesis nula y se comprueba que no existe diferencia significativa entre los datos (Pre Test) y (Pos Test).*

Ho: El Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), influye de manera significativa

en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023.

Finalmente, una vez que se obtuvieron los datos concretos de las muestras realizadas en laboratorio, se presente la tabla resumen de los datos favorables obtenidos.

**Tabla 105**

*Resumen de los datos*

| PRE TEST                            |                    | POS TEST |
|-------------------------------------|--------------------|----------|
| Aceites y Grasas                    | Grupo Experimental | 0.695    |
|                                     | Grupo Control      | 0.678    |
| Color (b)                           | Grupo Experimental | 92.583   |
|                                     | Grupo Control      | 87.833   |
| Conductividad                       | Grupo Experimental | 155.067  |
|                                     | Grupo Control      | 167.800  |
| Demanda Bioquímico de Oxígeno (DBO) | Grupo Experimental | 70.683   |
|                                     | Grupo Control      | 63.117   |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo)     | Grupo Experimental | 6.850    |
|                                     | Grupo Control      | 6.798    |
| Potencial de Hidrogeno (PH)         | Grupo Experimental | 7.238    |
|                                     | Grupo Control      | 7.608    |
| Temperatura                         | Grupo Experimental | 21.133   |
|                                     | Grupo Control      | 21.917   |
| Cobre (Cu)                          | Grupo Experimental | 0.258    |
|                                     | Grupo Control      | 0.255    |
| Sólidos Disueltos Totales           | Grupo Experimental | 90.367   |
|                                     | Grupo Control      | 89.017   |
| Sólidos Suspendidos Totales         | Grupo Experimental | 94.533   |
|                                     | Grupo Control      | 94.217   |
| Coliformes Totales                  | Grupo Experimental | 4617.17  |
|                                     | Grupo Control      | 4419.17  |

|                                                    |                               |               |               |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|
| <b>Coliformes<br/>Termotolerantes</b>              | <b>Grupo<br/>Experimental</b> | <b>451.17</b> | <b>266.83</b> |
|                                                    | <b>Grupo<br/>Control</b>      | <b>450.33</b> | <b>449.17</b> |
| <b>Bacterias<br/>Aerobias<br/>Mesofilas Viales</b> | <b>Grupo<br/>Experimental</b> | <b>438.00</b> | <b>182.83</b> |
|                                                    | <b>Grupo<br/>Control</b>      | <b>429.17</b> | <b>424.83</b> |
| <b>Condiciones<br/>Optimas</b>                     | <b>Grupo<br/>Experimental</b> | <b>1.455</b>  | <b>2.468</b>  |
|                                                    | <b>Grupo<br/>Control</b>      | <b>1.460</b>  | <b>1.468</b>  |
| <b>Curvas de<br/>Velocidad</b>                     | <b>Grupo<br/>Experimental</b> | <b>0.499</b>  | <b>0.913</b>  |
|                                                    | <b>Grupo<br/>Control</b>      | <b>0.464</b>  | <b>0.456</b>  |
| <b>Control<br/>Biológico</b>                       | <b>Grupo<br/>Experimental</b> | <b>0.175</b>  | <b>0.341</b>  |
|                                                    | <b>Grupo<br/>Control</b>      | <b>0.172</b>  | <b>0.167</b>  |

*Nota: Se muestra en la tabla los resultados generales medidos por cada grupo*

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Villafuerte (2020) desarrollo una tesis titulada *“Fitorremediación del agua del Estero La Matanza 2 del catón Durán con la implementación de dos especies vegetativas”*. Se **concluye** que "El uso de estas plantas para tratar agua es muy efectivo en la eliminación de contaminantes". Así mismo; la presente investigación llegó a la conclusión que “El Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”, reafirmando así; que existe una diferencia significativa entre los resultados Pre y Pos Test.

Por otro lado; Carhuaricra (2019) desarrolló una tesis en el año 2019, titulada: *“Fitorremediación por el proceso de Fitodegradación con dos especies Macrófitas acuáticas, Limnobium laevigatum y Eichhornia crassipes para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la Laguna facultativa en la Localidad de Pacaybamba, Distrito de Santa María del Valle (Huánuco)”*, Este estudio **concluyó** que se determinó la capacidad fitorremediadora por el proceso de fitodegradación a escala experimental con dos especies acuáticas, *Limnobium laevigatum* y *Eichhornia crassipes* para el tratamiento de aguas residuales de la laguna facultativa en la localidad de Pacaypampa, Distrito de Santa María del Valle, ello mediante los resultados obtenidos de laboratorio, concluyendo que se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR. Así mismo; la presente investigación llegó a la conclusión que existe una diferencia notoria, PosTest (2,4683) > PreTest (1,4550), por lo que se puede afirmar que “Las Condiciones Óptimas de Crecimiento de la *Eichhornia Crassipes*, influyen de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha” debido a su gran capacidad de adaptación y crecimiento en ambientes contaminados.

Menciona Huamani et al. (2021), desarrollo una tesis titulada *“Eficiencia de remoción de la especie Hydrocotyle bonariensis (redondita de agua) y Eichhornia crassipes (jacinto de agua) en las aguas residuales del río Shullcas*

- 2021". Finalmente se **concluye** que la especie *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) remueve contaminantes mejor que *Hydrocotyle bonariensis*. Así mismo; la presente investigación llegó a la conclusión que "La Eficiencia de la Fitorremediación de la *Eichhornia Crassipes*, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha" ya que son una alternativa eficiente, sostenible y económico en el tratamiento de aguas contaminadas.

Quispe et al. (2021) desarrollaron una investigación titulada: "*Utilización de *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* en la remoción de nitrógeno y fósforo de las aguas residuales de la laguna de oxidación de la ciudad de Pucallpa, Perú*". Este estudio **concluyó** que, *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* removieron 70%-80% y 55%-60% de nitrógeno y fósforo, respectivamente. En condiciones controladas, las plantas acuáticas crecieron durante 4 meses y *Lemna minor* alcanzó una longitud de 2,55 cm, mientras que *Eichhornia crassipes* creció hasta 13 cm después de un periodo de aclimatación de 5 días para ambas especies. Así mismo; esta investigación llegó a la conclusión que "La Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la *Eichhornia Crassipes*, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha" ya que se observó que es una planta fitodepuradora lo cual indica que estas aguas pueden ser tratadas de forma natural.

Rojas (2018) desarrollaron una tesis en el año 2017, titulada: "*Identificación del impacto ambiental que generara el ecoturismo en los sitios naturales de uso turístico en la Provincia de Coronel Portillo, Ucayali*". Este estudio **concluyó** que el turismo genera impactos, en el aspecto social, cultural y ambiental. Todos ellos se aúnan a las debilidades y potencialidades del desarrollo del turismo en el distrito. Así mismo; esta investigación llegó a la conclusión que "Las Curvas de Velocidad de Depuración de la Fitorremediación con *Eichhornia Crassipes*, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha"  $\text{PosTest (0,913117) < PreTest (0,499067)}$  porque se observó y comprobó la efectividad de fitorremediación de la *Eichhornia Crassipes* en la remoción y depuración natural de contaminantes.

Rodríguez et al. (2022) desarrollaron una investigación titulada: “*Lirio acuático (Eichhornia crassipes)*”. Este estudio **concluyó** en que, el lirio acuático tiene un impacto negativo en el medio ambiente y la economía, debido a su naturaleza invasiva. La planta es útil para la eliminación de organofosforados en aguas residuales, ya que actúa como una fitorremediadora. También se puede utilizar para fabricar etanol, papel, composta, biogás, alimentos para humanos y animales, como forraje y como fuente de fibra y ácidos grasos volátiles. Así mismo; esta investigación llegó a la conclusión que “El Control Biológico de Macrófitas para Fitorremediación con caracol manzana (*Pomacea canaliculata*), influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, PosTest (0,341450 < PreTest (0,174883) para evitar que estas macrófitas se expandan descontroladamente causando eutrofización.

## CONCLUSIONES

- En la presente investigación; que conforme con el Objetivo General de la misma, se concluye que “El Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”, reafirmando así; que existe una diferencia significativa entre los resultados Pre y Pos Test en la implementación del modelo.
- Con referencia de las Condiciones Óptimas de Crecimiento de la *Eichhornia Crassipes* para Fitorremediación y Fitodepuración, en la Laguna Yarinacocha, se concluye que existe una diferencia notoria, PosTest (2,4683) > PreTest (1,4550), por lo que se puede afirmar que la “Las Condiciones Óptimas de Crecimiento de la *Eichhornia Crassipes*, influyen de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha” debido a su gran capacidad de adaptación y crecimiento en ambientes contaminados.
- Con referencia de la Eficiencia de la Fitorremediación de la *Eichhornia Crassipes* en la Laguna Yarinacocha, se concluye que “La Eficiencia de la Fitorremediación de la *Eichhornia Crassipes*, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha” ya que son una alternativa eficiente, sostenible y económico en el tratamiento de aguas contaminadas.
- Con referencia de la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la *Eichhornia Crassipes* en la Laguna Yarinacocha”, se concluye que “La Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la *Eichhornia Crassipes*, influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha” ya que se observó que es una planta fitodepuradora lo cual indica que estas aguas pueden ser tratadas de forma natural.
- Con referencia de las Curvas de Velocidad de Depuración mediante el Modelo de Fitorremediación con *Eichhornia Crassipes* en la Laguna Yarinacocha, se concluye que “Las Curvas de Velocidad de Depuración de la Fitorremediación con *Eichhornia Crassipes*, influye de manera

significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha” porque se observó y comprobó la efectividad de fitorremediación de la *Eichhornia Crassipes* en la remoción y depuración natural de contaminantes.

- Por último; con referencia del Control Biológico de Macrófitas para Fitorremediación con *Pomacea canaliculata* en la Laguna Yarinacocha, se concluye que “El Control Biológico de Macrófitas para Fitorremediación con caracol manzana (*Pomacea canaliculata*), influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, para evitar que estas macrófitas se expandan descontroladamente causando eutrofización.

## RECOMENDACIONES

Después de haber realizado el presente trabajo de investigación; y teniendo en consideración que el “Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración Mediante el Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*), para reducir los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020”, presenta una serie de ventajas y oportunidades para mejorar la calidad de agua; así como, una reducción significativa de los impactos ambientales, agentes físicos químicos, microbiológico.

- Se recomienda que el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) al momento de realizar el tratamiento tienen que ser instaladas en un lugar donde se perciba mayor iluminación para su mejor desarrollo.
- Para investigaciones futuras si se inclinan por la utilización de esta especie Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), se recomienda evaluar la efectividad de fitorremediación del *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) en relación con sus impactos en los organismos acuáticos en mayor escala con la finalidad de replicarse en campo para mejorar la calidad ambiental de un recurso de agua, como ríos y lagos, en condiciones naturales.
- Es necesaria la fomentación en la investigación de tecnologías eco amigables que busquen conseguir resultados óptimos y aceptables en el tratamiento de aguas, con consumo energético mínimo en el proceso.
- Se recomienda promover la fitorremediación con *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) para eliminar contaminantes peligrosos como metales pesados, pesticidas y colorantes con la finalidad de proponer nuevas aplicaciones de esta macrófitas a nivel industrial y ambiental.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carhuaricra, P. (2019). Fitorremediación por el proceso de Fitodegradación con dos especies Macrófitas Acuáticas, *Limnobium laevigatum* y *Eichhornia Crassipes* para el tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la laguna facultativa en la L.Pacaypampa, D.Santa María del Valle . Huánuco - Perú: Universidad de Huánuco .
- Carrasco, E. E., & Millones, F. A. (2019). Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales provenientes del DREN 3100 del Distrito de Pimentel con el método ecológico de la Fitorremediación utilizando *Eichhornia Crassipes*. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Cuba, J. H. (2022). Fitorremediación con macrófitas en las remoción de metales pesados en aguas residuales, a nivel de laboratorio, 2021. Lima - Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Duran, B. E. (2022). Fitorremediación con especie macrófita *Eichhornia Crassipes* en agua residual del Cantón Jipijapa. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Guerrero, E. M. (2014). Tratamiento de Aguas residuales domésticas con la especie acuática *Eichhornia Crassipes* en la laguna de oxidación secundaria del sector 9, Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, Ucayali 2014. Pucallpa - Perú: Universidad Nacional de Ucayali.
- Guerrero, E. M. (2019). Tratamiento de aguas residuales domésticas con la especie acuática *Eichhornia Crassipes* en una Laguna de oxidación secundaria del sector 9, Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo. Universidad Nacional de Ucayali.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill Education.
- Huamani, E., Huayta, D., & Ortega, D. (2021). Eficiencia de remoción de la especie *Hydrocotyle bonariensis* (redondita de agua) y *Eichhornia*

crassipes (jacinto de agua) en las aguas residuales del río Shullcas. Huancayo - Perú: Universidad Continental.

Juyo, R. B. (2019). Evaluación de la capacidad de Fitorremediación de *Rosamarinus officinalis* L. (Romero) en aguas contaminadas con Arsénico. Arequipa - Perú: Universidad Católica de Santa María.

Manara, E. (2018). Dieta Natural del caracol dulceacuícola invasor *pomacea canaliculata* y su influencia sobre las comunidades de macrófitas sumergidas en su rango nativo. México: Universidad Nacional del Sur.

Quispe, K., Guadalupe, N., Díaz, H., & Díaz, G. (2021). Utilización de *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* en la remoción de nitrógeno y fósforo de las aguas residuales de la laguna de oxidación de la ciudad de Pucallpa, Perú. Pucallpa – Perú: Universidad Nacional de Ucayali.

Rodríguez, J., Cervantes, F., Arámbula, G., Mariscal, L., & Aguirre, C. (2022). Lirio acuático (*Eichhornia crassipes*). Universidad de Costa Rica.

Rojas, G. M. (2018). Identificación del impacto ambiental que generara el ecoturismo en los sitios naturales de uso turístico en la Provincia de Coronel Portillo, Ucayali. Pucallpa - Perú: Universidad Nacional de Ucayali.

Rojas, L. P., & Suyon, E. d. (2020). Eficiencia de fitorremediación con jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) para disminuir concentraciones de arsénico en aguas del centro poblado Cruz del Medano - Morrope . Universidad de Lambayeque .

Supo, J. (2020). Seminarios de Investigación Científica. Arequipa - Perú: CreateSpace Independent Publishing Platform.

Villafuerte, S. (2020). Fitorremediación del agua del estero la matanza 2 del cantón Durán con la implementación de dos especies vegetativas . Guayaquil - Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador.

## COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Díaz Ramírez, R. (2024). *Diseño de un modelo de fitorremediación y fitodepuración mediante el jacinto de agua (eichhornia crassipes), para reducir los niveles de contaminación en la laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**“Diseño de un modelo de fitorremediación y fitodepuración mediante el jacinto de agua (eichhornia crassipes), para reducir los niveles de contaminación en la laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023”.**

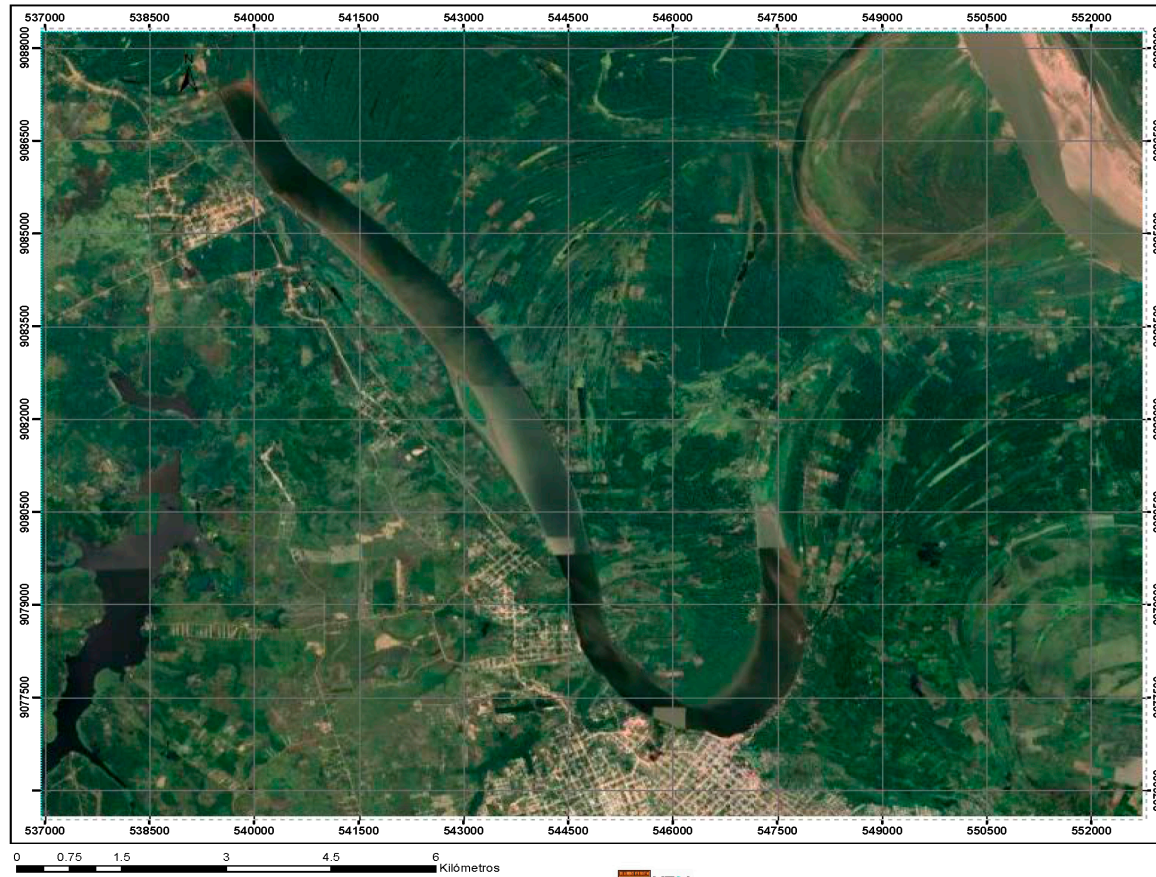
| PROBLEMA                                                                                                                                                                                                            | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                       | HIPÓTESIS                                                                                                                                                                                                                                 | VARIABLE             | DIMENSIONES                                                                 | INDICADORES                                   | UNIDAD DE MEDIDA | METODOLOGÍA                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>General</u>                                                                                                                                                                                                      | <u>General</u>                                                                                                                                                                                                                  | Ho: El Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua ( <i>Eichhornia Crassipes</i> ), influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020. | <u>Independiente</u> | Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración con <i>Eichhornia Crassipes</i> | Análisis de Fitorremediación y Fitodepuración | Fitorremediación | Según los ECA:<br><b>PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS</b><br>Aceites y grasas<br>Color (b)<br>Conductividad<br>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)<br>Oxígeno Disuelto (valor mínimo)<br>Potencial de Hidrogeno<br>Solidos Suspendidos Totales<br>Temperatura<br><b>INORGÁNICOS</b><br>Cobre<br>Arsénico<br>Zinc |
| ¿Cómo influye el Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua ( <i>Eichhornia Crassipes</i> ), en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020? | Determinar la influencia del Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua ( <i>Eichhornia Crassipes</i> ), en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020. |                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                                             |                                               |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <u>Específicos</u>                                                                                                                                                                                                  | <u>Específicos</u>                                                                                                                                                                                                              | Hi: El Modelo de Fitorremediación                                                                                                                                                                                                         |                      |                                                                             | Tecnologías de Fitorremediación               |                  | <b>Nivel de Investigación</b><br><ul style="list-style-type: none"><li>Investigación Explicativa</li></ul>                                                                                                                                                                                                 |

|                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                               |                                                     |                                        |                                                                                                           |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Crecimiento de la <b>Eichhornia Crassipes</b> para Fitorremediación y Fitodepuración, en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020?                                | la <b>Eichhornia Crassipes</b> para Fitorremediación y Fitodepuración, en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.                                                  | ón y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua ( <b>Eichhornia Crassipes</b> ), no influye de manera significativa en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020. | Diagnóstico de los Niveles de Contaminación Hídrica | Fitorremediación de Aguas Contaminadas | <b>MICROBIOLOGICO</b><br>Coliformes Totales<br>Coliformes Termotolerantes<br>Bacterias Aerobias Mesófilas | NMP/ 100 ml | <div><div><div><math>GE</math></div><div><math>O_1</math></div><div><math>X</math></div><div><math>O_2</math></div></div><div><div><math>GC</math></div><div><math>O_1</math></div><div><math>-</math></div><div><math>O_2</math></div></div></div> <ul style="list-style-type: none"><li><b>X:</b> Modelo Fitorremediación y Fitodepuración.</li></ul> <p><b>Población</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Aguas de la Laguna Yarinacocha</li><li>20 Km. Longitud</li></ul> |
| ¿Cuál es la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la <b>Eichhornia Crassipes</b> en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020? | Identificar la Eficiencia de Fitodepuración según los estándares de calidad ambiental de la <b>Eichhornia Crassipes</b> en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020. |                                                                                                                                                                                                               | Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración         | Velocidad de Fitorremediación          | Echhornia Crassipes                                                                                       |             | <p><b>Muestra</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Muestreo No Probabilístico</li><li>n1 = 01 Lt (Antes)</li><li>n2 = 01 Lt (Después)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 |                                     |                              |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| ¿Cuáles son las Curvas de Velocidad de Depuración mediante el Modelo de Fitorremediación con <b><i>Eichhornia Crassipes</i></b> en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020? | Determinar las Curvas de Velocidad de Depuración mediante el Modelo de Fitorremediación con <b><i>Eichhornia Crassipes</i></b> en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020. | <u><b>Dependent</b></u><br><b>e</b>                              | Echhornia Crassipes y Pomacea canaliculata      | Según los ECA:                      | <b>UNIDAD DE MEDIDA</b>      | <b>Técnicas e Instrumentos</b> |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | <b>PARÁMETROS</b>                   |                              |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | <b>FÍSICO QUÍMICOS</b>              |                              |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Aceites y grasas                    | mg/L                         |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Color (b)                           | Color verdadero Escala Pt/Co | • Encuesta<br>• Cuestionario   |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Conductividad                       | µS / cm                      |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | mg/L                         |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Oxígeno Disuelto (valor mínimo)     | mg/L                         |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Potencial de Hidrogeno              | Unidad de Ph                 |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Solidos Suspendidos Totales         | mg/L                         |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Temperatura                         | °C                           |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | <b>INORGÁNICOS</b>                  |                              | <b>Procesamiento de Datos</b>  |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Cobre                               | mg/L                         |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Arsénico                            | mg/L                         |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Zinc                                | mg/L                         | • Estadística.<br>• SPSS.      |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | <b>MICROBIOLÓGICO</b>               |                              |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Coliformes Totales                  |                              |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Coliformes Termotolerantes          | NMP/ 100 ml                  |                                |
|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                          |                                                                  |                                                 | Bacterias Aerobias Mesófilas        |                              |                                |
| ¿Cuál es la Propuesta del Control Biológico de Macrófitas para Fitorremediación con <b><i>Pomacea canaliculata</i></b> en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020?          | Proponer el Control Biológico de Macrófitas para Fitorremediación con <b><i>Pomacea canaliculata</i></b> en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.                       | Reducción del Nivel de Contaminación en la Laguna de Yarinacocha | Control de los Niveles de Contaminación Hídrica | Control Biológico de Macrófitas     |                              |                                |

## ANEXO 2

### PLANO DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



COORDENADAS (UTM – WGS 84) DEL ÁREA DE ESTUDIO

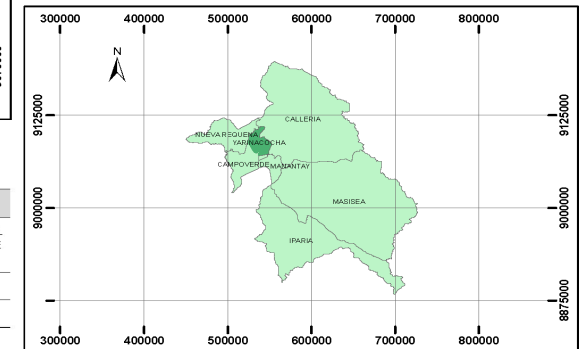
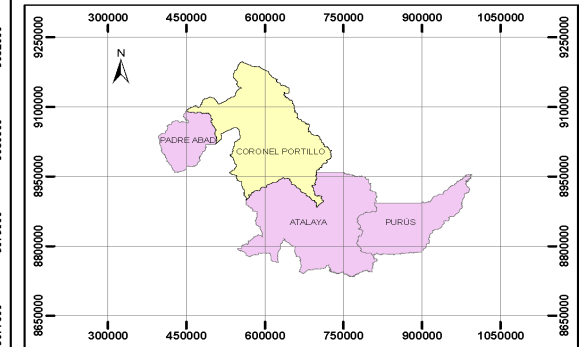
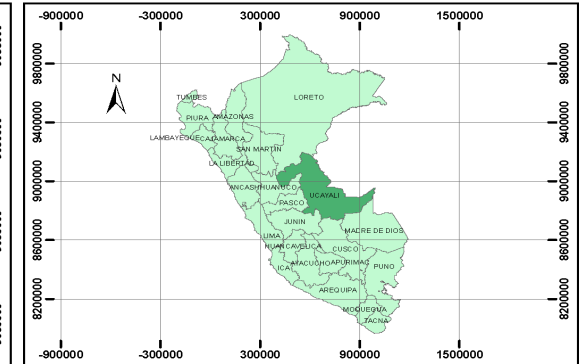
| VÉRTICE | N° | NORTE      | ESTE      | ALTITUD |
|---------|----|------------|-----------|---------|
| A       | 1  | 9087365.79 | 539728.08 | 143 m   |
| B       | 2  | 9078244.92 | 544678.87 | 149 m   |
| C       | 3  | 9077059.81 | 545803.16 | 148 m   |
| D       | 4  | 9077099.29 | 547235.58 | 143 m   |
| E       | 5  | 9080465.73 | 547445.59 | 143 m   |



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

#### MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

|                 |                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TÍTULO:</b>  | DISEÑO DE UN MODELO DE FITORREMEDIACIÓN Y FITODEGRADACIÓN, MEDIANTE EL CONTROL BIOLÓGICO DE LA EICHHORNIA CRASSIPES PARA REDUCIR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LA LAGUNA YARINACOCHA, UCAYALI - 2019 |
| <b>ASESOR:</b>  | MG. FRANK ERICK CÁMARA LLANOS                                                                                                                                                                          |
| <b>TESISTA:</b> | BACH. RUBI KHRYSE DÍAZ RAMÍREZ                                                                                                                                                                         |



### ANEXO 3

## RESULTADO GENERAL EICHHORNIA CRASSIPES & POMACEA CANICULATA

**PLANILLA DE CAMPO:** para el Monitoreo y Control del Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración del Jacinto de Agua, mediante el Control Biológico de Macrófitas en Humedales Artificiales de la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2020.

**RESPONSABLE:** BACH. Rubí Khryse Diaz Ramírez

| N.º | FECHA    | N.º PLANTA            | TAMAÑO (Diámetro) | PESO (Kilogramos) | RAÍZ* (Condiciones) | HOJAS* (Condiciones) | N.º INDIVIDUOS      | CON VIDA | SIN VIDA | TEMP. (° C) (Agua) |
|-----|----------|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------|----------|--------------------|
| 01  | 03-10-22 | 18 Grande             | 15 cm             | 0.11 gr           | G1                  | G1                   | Caracoles 8 Eichh 1 | 9        | 0        | 25°                |
| 02  | 05-10-22 | 18 Grande             | 15 cm             | 0.11 gr           | G1                  | G1                   | Caracol 8 Eichh 1   | 9        | 0        | 26°                |
| 03  | 07-10-22 | 18 Grande             | 15 cm             | 0.11 gr           | G1                  | G1                   | Caracol 8 Eichh 1   | 9        | 0        | 25°                |
| 04  | 09-10-22 | 18 Grande             | 15 cm             | 0.11 gr           | G1                  | G1                   | Caracol 13 Eichh 0  | 13       | 6        | 25°                |
| 05  | 11-10-22 | 18 Grande             | 15 cm             | 0.11 gr           | G1                  | G1                   | Caracol 15 Eichh 0  | 15       | 0        | 26°                |
| 06  | 13-10-22 | 18 Grande             | 15 cm             | 0.11 gr           | G1                  | G1                   | Caracol 19 Eichh 0  | 19       | 0        | 25°                |
| 07  | 15-10-22 | 18 Grande             | 15 cm             | 0.11 gr           | G1                  | G1                   | Caracol 21 Eichh 0  | 21       | 0        | 25°                |
| 08  | 17-10-22 | 18 Grande             | 15 cm             | 0.11 gr           | G1                  | G1                   | Caracol 23 Eichh 0  | 23       | 0        | 26°                |
| 09  | 19-10-22 | 18 Grande             | 15 cm             | 0.11 gr           | G1                  | G1                   | Caracol 23 Eichh 0  | 23       | 0        | 25°                |
| 10  | 21-10-22 | 18 Grande             | 15 cm             | 0.12 gr           | G1                  | G1                   | Caracol 18 Eichh 0  | 18       | 5        | 26°                |
| 11  | 23-10-22 | 18 Grande             | 16 cm             | 0.12 gr           | G2                  | G2                   | Caracol 15 Eichh 0  | 15       | 3        | 27°                |
| 12  | 25-10-22 | 18 Grande             | 16 cm             | 0.12 gr           | G2                  | G2                   | Caracol 15 Eichh 0  | 15       | 0        | 27°                |
| 13  | 27-10-22 | 18 Grande 50 pequeñas | 16 cm             | 0.12 gr           | G2                  | G2                   | Caracol 14 Eichh 0  | 14       | 1        | 28°                |
| 14  | 29-10-22 | 17 Grande 50 pequeñas | 16 cm             | 0.12 gr           | G2                  | G2                   | Caracol 14 Eichh 0  | 14       | 0        | 28°                |
| 15  | 31-10-22 | 17 Grande 50 pequeñas | 16 cm             | 0.12 gr           | G2                  | G2                   | Caracol 14 Eichh 0  | 14       | 0        | 27°                |
| 16  | 02-11-22 | 17 Grande 50 pequeñas | 17 cm             | 0.12 gr           | G2                  | G2                   | Caracol 16 Eichh 0  | 16       | 2        | 27°                |
| 17  | 05-11-22 | 17 Grande 50 pequeñas | 17 cm             | 0.12 gr           | G2                  | G2                   | Caracol 16 Eichh 0  | 16       | 0        | 28°                |
| 18  | 07-11-22 | 17 Grande 50 pequeñas | 17 cm             | 0.12 gr           | G2                  | G2                   | Caracol 18 Eichh 0  | 18       | 0        | 27°                |
| 19  | 09-11-22 | 17 Grande 50 pequeñas | 17 cm             | 0.13 gr           | G2                  | G2                   | Caracol 20 Eichh 0  | 20       | 0        | 28°                |
| 20  | 11-11-22 | 17 Grande 50 pequeñas | 17 cm             | 0.13 gr           | G2                  | G2                   | Caracol 18 Eichh 0  | 18       | 2        | 27°                |

|    |          |                                         |       |         |    |    |                               |    |   |     |
|----|----------|-----------------------------------------|-------|---------|----|----|-------------------------------|----|---|-----|
| 21 | 13-11-22 | 17<br>Grande<br>50<br>pequeñas          | 17 cm | 0.13 gr | G2 | G2 | Caracol 18<br>Eichh 0         | 18 | 0 | 26° |
| 22 | 15-11-22 | 17<br>Grande<br>50<br>pequeñas          | 17 cm | 0.13 gr | G2 | G2 | Caracol 18<br>Eichh 0         | 18 | 0 | 26° |
| 23 | 17-11-22 | 16<br>Grande<br>50<br>pequeñas          | 17 cm | 0.13 gr | G2 | G2 | Caracol 18<br>Eichh 0         | 18 | 0 | 25° |
| 24 | 19-11-22 | 16<br>Grande<br>50<br>pequeñas          | 18 cm | 0.13 gr | G2 | G2 | Caracol 20<br>Eichh 0         | 20 | 0 | 26° |
| 25 | 21-11-22 | 16<br>Grande<br>50<br>pequeñas          | 18 cm | 0.13 gr | G2 | G2 | Caracol 14<br>Eichh 0         | 14 | 0 | 25° |
| 26 | 23-11-22 | 16<br>Grande<br>70<br>pequeñas          | 18 cm | 0.13 gr | G2 | G2 | Caracol 14<br>Eichh 0         | 14 | 0 | 26° |
| 27 | 25-11-22 | 16<br>Grande<br>70<br>pequeñas          | 18 cm | 0.13 gr | G2 | G2 | Caracol 15<br>Eichh 0         | 15 | 0 | 25° |
| 28 | 27-11-22 | 16<br>Grande<br>70<br>pequeñas          | 19 cm | 0.14 gr | G2 | G2 | Caracol 15<br>Eichh 0         | 15 | 0 | 26° |
| 29 | 29-11-22 | 16<br>Grande<br>70<br>pequeñas          | 19 cm | 0.14 gr | G2 | G2 | Caracol 15<br>Eichh 0         | 15 | 0 | 25° |
| 30 | 01-12-22 | 16<br><b>Grande<br/>70<br/>pequeñas</b> | 19 cm | 0.14 gr | G2 | G2 | <b>Caracol 24<br/>Eichh 0</b> | 24 | 0 | 25° |
| 31 | 03-12-22 | 16<br>Grande<br>70<br>pequeñas          | 19 cm | 0.14 gr | G2 | G2 | Caracol 24<br>Eichh 0         | 24 | 0 | 26° |
| 32 | 05-12-22 | 16<br>Grande<br>70<br>pequeñas          | 19 cm | 0.14 gr | G2 | G2 | Caracol 27<br>Eichh 0         | 27 | 0 | 25° |
| 33 | 07-12-22 | 16<br>Grande<br>70<br>pequeñas          | 19 cm | 0.14 gr | G2 | G2 | Caracol 27<br>Eichh 0         | 27 | 0 | 26° |
| 34 | 09-12-22 | 15<br>Grande<br>70<br>pequeñas          | 19 cm | 0.14 gr | G2 | G2 | Caracol 27<br>Eichh 0         | 27 | 0 | 25° |
| 35 | 11-12-22 | 15<br>Grande<br>70<br>pequeñas          | 19 cm | 0.14 gr | G2 | G2 | Caracol 29<br>Eichh 0         | 29 | 0 | 26° |
| 36 | 13-12-22 | 15<br>Grande<br>70<br>pequeñas          | 20 cm | 0.15 gr | G2 | G2 | Caracol 29<br>Eichh 0         | 29 | 0 | 26° |
| 37 | 15-12-22 | 15<br>Grande<br>70<br>pequeñas          | 20 cm | 0.15 gr | G2 | G2 | Caracol 19<br>Eichh 0         | 30 | 0 | 25° |
| 38 | 17-12-22 | 15<br>Grande<br>90<br>pequeñas          | 20 cm | 0.15 gr | G2 | G2 | Caracol 30<br>Eichh 0         | 30 | 0 | 26° |
| 39 | 19-12-22 | 15<br>Grande<br>90<br>pequeñas          | 20 cm | 0.15 gr | G2 | G2 | Caracol 32<br>Eichh 0         | 32 | 0 | 25° |
| 40 | 21-12-22 | 15<br>Grande<br>90<br>pequeñas          | 20 cm | 0.15 gr | G2 | G2 | Caracol 20<br>Eichh 33        | 33 | 0 | 26° |
| 41 | 23-12-22 | 15<br>Grande<br>90<br>pequeñas          | 21 cm | 0.15 gr | G2 | G2 | Caracol 33<br>Eichh 0         | 33 | 0 | 25° |

|    |          |                                |       |         |    |    |                       |    |   |     |
|----|----------|--------------------------------|-------|---------|----|----|-----------------------|----|---|-----|
| 42 | 25-12-22 | 15<br>Grande<br>90<br>pequeñas | 21 cm | 0.15 gr | G2 | G2 | Caracol 34<br>Eichh 0 | 34 | 0 | 25° |
| 43 | 27-12-22 | 14<br>Grande<br>90<br>pequeñas | 21 cm | 0.16 gr | G2 | G2 | Caracol 35<br>Eichh 0 | 35 | 0 | 25° |
| 44 | 29-12-22 | 14<br>Grande<br>90<br>pequeñas | 22 cm | 0.16 gr | G2 | G2 | Caracol 35<br>Eichh 0 | 35 | 0 | 25° |
| 45 | 31-12-22 | 14<br>Grande<br>90<br>pequeñas | 22 cm | 0.16 gr | G2 | G2 | Caracol 36<br>Eichh 0 | 36 | 0 | 26° |
| 46 | 02-01-23 | 14<br>Grande<br>90<br>pequeñas | 22 cm | 0.16 gr | G2 | G2 | Caracol 37<br>Eichh 0 | 37 | 0 | 26° |
| 47 | 04-01-23 | 14<br>Grande<br>90<br>pequeñas | 23 cm | 0.16 gr | G2 | G2 | Caracol 37<br>Eichh 0 | 37 | 0 | 26° |
| 48 | 06-01-23 | 14<br>Grande<br>90<br>pequeñas | 23 cm | 0.16 gr | G2 | G2 | Caracol 37<br>Eichh 0 | 37 | 0 | 25° |
| 49 | 08-01-23 | 14<br>Grande<br>90<br>pequeñas | 23 cm | 0.16 gr | G2 | G2 | Caracol 38<br>Eichh 0 | 38 | 0 | 26° |
| 50 | 10-01-23 | 13<br>Grande<br>90<br>pequeñas | 24 cm | 0.17 gr | G2 | G2 | Caracol 39<br>Eichh 0 | 39 | 0 | 26° |
| 51 | 12-01-23 | 13<br>Grande<br>90<br>pequeñas | 24 cm | 0.17 gr | G2 | G2 | Caracol 39<br>Eichh 0 | 39 | 0 | 25° |
| 52 | 14-01-23 | 13<br>Grande<br>90<br>pequeñas | 24 cm | 0.17 gr | G2 | G2 | Caracol 39<br>Eichh 0 | 39 | 0 | 26° |
| 53 | 16-01-23 | 13<br>Grande<br>70<br>pequeñas | 24 cm | 0.17 gr | G3 | G3 | Caracol 41<br>Eichh 0 | 41 | 0 | 27° |
| 54 | 18-01-23 | 12<br>Grande<br>70<br>pequeñas | 25 cm | 0.17 gr | G3 | G3 | Caracol 41<br>Eichh 0 | 41 | 0 | 27° |
| 55 | 20-01-23 | 12<br>Grande<br>70<br>pequeñas | 25 cm | 0.17 gr | G3 | G3 | Caracol 41<br>Eichh 0 | 41 | 0 | 27° |
| 56 | 22-01-23 | 12<br>Grande<br>70<br>pequeñas | 25 cm | 0.17 gr | G3 | G3 | Caracol 41<br>Eichh 0 | 41 | 0 | 27° |
| 57 | 24-01-23 | 12<br>Grande<br>70<br>pequeñas | 25 cm | 0.17 gr | G3 | G3 | Caracol 42<br>Eichh 0 | 42 | 0 | 26° |
| 58 | 26-01-23 | 12<br>Grande<br>70<br>pequeñas | 25 cm | 0.18 gr | G3 | G3 | Caracol 35<br>Eichh 0 | 35 | 7 | 26° |
| 59 | 28-01-23 | 12<br>Grande<br>70<br>pequeñas | 26 cm | 0.18 gr | G3 | G3 | Caracol 35<br>Eichh 0 | 35 | 7 | 27° |
| 60 | 30-01-23 | 11<br>Grande<br>50<br>pequeñas | 26 cm | 0.18 gr | G3 | G3 | Caracol 32<br>Eichh 0 | 32 | 3 | 27° |
| 61 | 01-02-23 | 11<br>Grande<br>50<br>pequeñas | 26 cm | 0.18 gr | G3 | G3 | Caracol 30<br>Eichh 0 | 30 | 2 | 26° |
| 62 | 03-02-23 | 11<br>Grande<br>50<br>pequeñas | 26 cm | 0.18 gr | G3 | G3 | Caracol 25<br>Eichh 0 | 25 | 5 | 27° |

|    |          |                       |       |         |    |    |                    |    |   |     |
|----|----------|-----------------------|-------|---------|----|----|--------------------|----|---|-----|
| 63 | 05-02-23 | 11 Grande 50 pequeñas | 26 cm | 0.18 gr | G3 | G3 | Caracol 21 Eichh 0 | 21 | 4 | 26° |
| 64 | 07-02-23 | 11 Grande 50 pequeñas | 26 cm | 0.18 gr | G3 | G3 | Caracol 21 Eichh 0 | 21 | 4 | 27° |
| 65 | 09-02-23 | 10 Grande 50 pequeñas | 27 cm | 0.18 gr | G3 | G3 | Caracol 17 Eichh 0 | 17 | 4 | 27° |
| 66 | 11-02-23 | 10 Grande 50 pequeñas | 27 cm | 0.19 gr | G3 | G3 | Caracol 16 Eichh 0 | 16 | 1 | 26° |
| 67 | 13-02-23 | 10 Grande 50 pequeñas | 27 cm | 0.19 gr | G3 | G3 | Caracol 14 Eichh 0 | 14 | 2 | 26° |
| 68 | 15-02-23 | 10 Grande 50 pequeñas | 27 cm | 0.19 gr | G3 | G3 | Caracol 13 Eichh 0 | 13 | 1 | 27° |
| 69 | 17-02-23 | 10 Grande 50 pequeñas | 27 cm | 0.19 gr | G3 | G3 | Caracol 6 Eichh 0  | 6  | 7 | 27° |
| 70 | 19-02-23 | 10 Grande 50 pequeñas | 28 cm | 0.19 gr | G3 | G3 | Caracol 4 Eichh 0  | 4  | 2 | 26° |
| 71 | 21-02-23 | 10 Grande 50 pequeñas | 28 cm | 0.19 gr | G3 | G3 | Caracol 13 Eichh 0 | 13 | 0 | 27° |
| 72 | 23-02-23 | 9 Grande 50 pequeñas  | 28 cm | 0.19 gr | G3 | G3 | Caracol 15 Eichh 0 | 15 | 0 | 26° |
| 73 | 25-02-23 | 9 Grande 50 pequeñas  | 29 cm | 0.20 gr | G3 | G3 | Caracol 15 Eichh 0 | 15 | 0 | 26° |
| 74 | 28-02-23 | 9 Grande 50 pequeñas  | 29 cm | 0.20 gr | G3 | G3 | Caracol 16 Eichh 0 | 16 | 0 | 26° |

## CLASIFICACIÓN DE CONDICIONES DE CRECIMIENTO

### Grado 1 (G1)

- **Raíz:** No se observaron síntomas.
- **Hojas:** No se observaron síntomas.

### Grado 2 (G2)

- **Raíz:** Ligeras manchas necróticas.
- **Hojas:** En tercio inferior con áreas cloróticas sobre la lámina de las hojas. En el tercio medio y superior no se observaron síntomas.

### Grado 3 (G3)

- **Raíz:** Necrosis en avance.
- **Hojas:** Tercio inferior con clorosis generalizada y/o arrugamiento de hojas. El tercio medio y superior con áreas cloróticas sobre la lámina de las hojas, con la diferencia que el tercio superior se empezó a manifestar deformación de las hojas en el ápice.

#### **Grado 4 (G4)**

- **Raíz:** Necrosis y senescencia de raíces.
- **Hojas:** Tercio inferior con necrosis y/o arrugamiento de hojas. El tercio medio y superior con clorosis generalizada, arrugamiento y deformación de hojas en el ápice.

#### **Grado 5 (G5)**

- **Raíz:** Necrosis, senescencia y raíces quebradizas.
- **Hojas:** Tercio inferior con inicios de senescencia, acortamiento y deformación de hojas. Y el tercio medio y superior con necrosis e inicios de senescencia.

## ANEXO 4

### DISEÑO CUASI EXPERIMENTAL MODELO DE FITORREMEDIACIÓN Y FITODEPURACIÓN

#### PLAN DEL DISEÑO CUASI EXPERIMENTAL MODELO DE FITORREMEDIACIÓN Y FITODEPURACIÓN MEDIANTE EL JACINTO DE AGUA (*EICHHORNIA CRASSIPES*), EN LA REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN LA LAGUNA YARINACOA

##### FASE DE PLANIFICACIÓN

##### 1) Identificar las variables que se quieren investigar

##### a. Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración con *Eichhornia Crassipes* (variable independiente)

La implementación del modelo de fitorremediación aprovecho la capacidad de la *Eichhornia Crassipes* para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el agua o sedimento. Estas fitotecnologías ofrecen numerosas ventajas en relación con los métodos fisicoquímicos que se usan en la actualidad, por ejemplo, su amplia aplicabilidad y bajo costo. En esta investigación se muestra el procedimiento empleado en acuarios de vidrio con agua recolectada de la laguna Yarinacocha.

##### b. Reducción del Nivel de Contaminación en la Laguna de Yarinacocha (variable dependiente)

A todo esto; se puede observar que en la laguna de Yarinacocha existe presencia de residuos orgánicos e inorgánicos en la laguna de Yarinacocha, las aguas se presentan negras y grises, generando malos olores, deforestación a orillas de la laguna.

##### c. Identificar las variables para controlar y decidir qué acciones habrá que realizar para hacerlo

Se procedió a realizar la toma de muestras de agua de la laguna de Yarinacocha de acuerdo a los puntos establecidos PTO 2, PTO3, PTO 4 para ser incorporados en los acuarios artificiales, juntamente con la *Eichhornia Crassipes* como fitorremediadora y con su controlador biológico (*Pomacea canaliculata*).

## 2) Escoger una variable independiente y una dependiente

### Variable Independiente:

- Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración con Eichhornia Crassipes

### Variable Dependiente:

Reducción del Nivel de Contaminación en la Laguna de Yarinacocha

## 3) Formular la pregunta investigable

### **Pregunta general:**

¿Cómo influye el Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (Eichhornia Crassipes), en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha, Ucayali – 2022, 2023?

## 4) Tabla de Planificación del Diseño Cuasi Experimental

| TABLA DE PLANIFICACIÓN DE UN DISEÑO CUASI EXPERIMENTAL                                                                                                                                  |                                                                                                |                                                                                                    |                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Pregunta que investigamos:                                                                                                                                                              |                                                                                                |                                                                                                    |                                                            |
| ¿Qué cambiaremos?                                                                                                                                                                       | ¿Qué observaremos o mediremos?                                                                 | ¿Qué no podemos modificar?                                                                         |                                                            |
| Influencia del Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el Jacinto de Agua (Eichhornia Crassipes), en la Reducción de los Niveles de Contaminación en la Laguna Yarinacocha | Control de los Niveles de Contaminación Hídrica                                                | ECA<br>Parámetros Físico Químicos Inorgánicos Microbiológico                                       |                                                            |
| ¿Cómo lo haremos?                                                                                                                                                                       | ¿Cómo lo haremos?                                                                              | ¿Cómo lo haremos?                                                                                  |                                                            |
| Diagnóstico de los Niveles de Contaminación Hídrica                                                                                                                                     | Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración<br>Control de los Niveles de Contaminación Hídrica | <ul style="list-style-type: none"><li>Fitorremediación</li><li>Velocidad</li><li>Control</li></ul> | con Macrófitas de Fitorremediación Biológico de Macrófitas |

## 5) Material que necesitaremos

### a. “Área de estudio”

**Grupo experimental:** Área de estudio

**Coordenadas UTM:**

Toma de muestra de agua de la laguna de Yarinacocha.

**Puntos de muestra:**

- Muestra del pto 2 – laguna de Yarinacocha – restaurante “la anaconda”
- Muestra del pto 3 – UNIA
- Muestra del pto 4 – puerto de san José

### b. “Puntos de muestra”:

Se seleccionaron estos puntos debido a las actividades que realizan y los grados de contaminación que presentan estas zonas de la laguna de Yarinacocha

**Puntos de muestra:**

- Muestra del pto 2 – laguna de Yarinacocha – restaurante “la anaconda”
- Muestra del pto 3 – UNIA
- Muestra del pto 4 – puerto de san José

### c. Implementación de los acuarios artificiales

Son un sistema para poder monitorear a la *Eichhornia Crassipes* como fitorremediadora de aguas & *Pomacea Caniculata* como su controlador biológico para evitar su expansión.

**Características:**

Donde:

- Altura : (h)→30cm=0.30 m
- Ancho : (a)→30cm=0.30 m
- Largo : (l)→50 cm=0.50 m
- Volumen : (v)→ $0.30 \times 0.30 \times 0.50 = 0.045 \text{ m}^3$
- Capacidad : (c)→ $0.045 \times 1000$  L= 45 litros

## 6) Recopilación de Datos

A través de la recolección, observaciones, medidas, monitoreos:

- N.º PLANTAS

- TAMAÑO (Diámetro)
- PESO (Kilogramos)
- RAÍZ\* (Condiciones)
- HOJAS\* (Condiciones)
- N.º INDIVIDUOS: CON VIDA, SIN VIDA
- TEMP. (° C) (Agua)

## 7) Representar los datos

**Proceso Estadístico:** El proceso estadístico está basado en el control de las variables antes y después del experimento. El proceso estadístico no refiere a una técnica, a un algoritmo o a un procedimiento particular, se usa una colección de las herramientas (estadísticas) para datos y análisis del proceso, como diagramas de barras y/o líneas.

## 8) Analizar los datos

**Estadística Inferencial:** La estadística inferencial consiste en métodos, procedimientos y fórmulas que permiten recolectar información para luego analizarla y extraer de ella conclusiones relevantes. En este caso, se utiliza la Prueba de Normalidad de Shappiro – Wilk, la Prueba de Wilcoxon (no paramétrica) y la Prueba de t de Student (paramétrica).

## 9) Limitaciones

### a. Distancia:

- **Distancia o acceso al área de estudio:** a 7 KM de la ciudad a 15 min en auto hasta el área de estudio.

**b. Espacio:** el cuerpo de agua abarca unos 4 Km de longitud, se seleccionaron 3 puntos debido a las actividades que realizan y los grados de contaminación que presentan estas zonas de la laguna de Yarinacocha.

**c. Costo:** Costo de materiales a usar para la implementación del Modelo de Fitorremediación y Fitodepuración mediante el jacinto de agua (*eichhornia crassipes*), en la reducción de los niveles de contaminación en la laguna Yarinacocha.

|                                | <b>COSTO</b> |
|--------------------------------|--------------|
| <b>Acuarios de vidrio</b>      | S/. 660.00   |
| <b>Termómetros</b>             | S/. 18.00    |
| <b>Análisis de laboratorio</b> | S/. 540.00   |

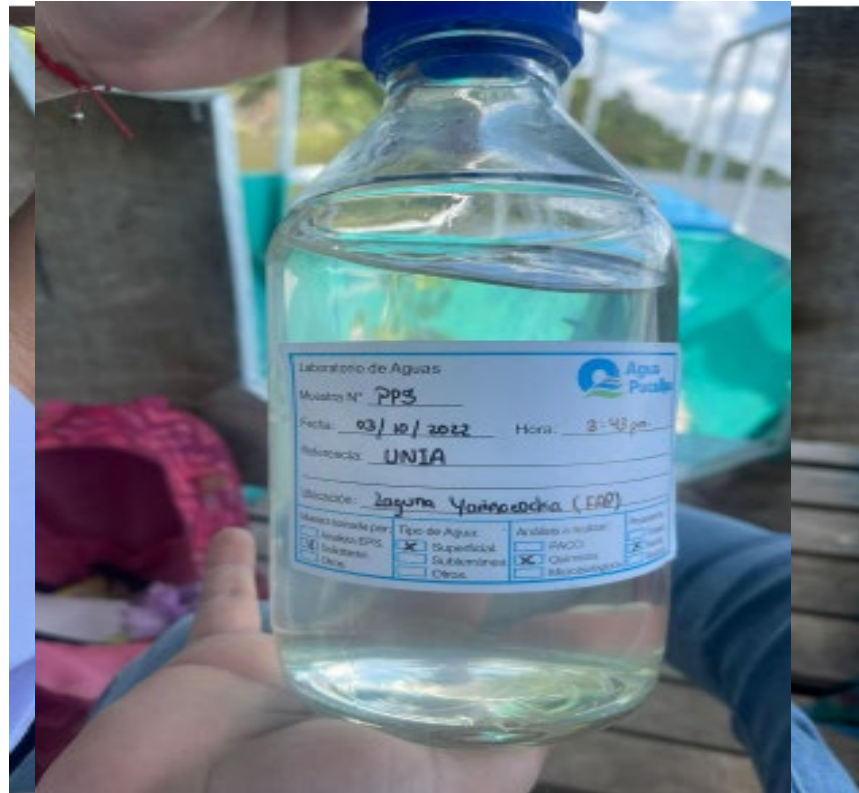
**ANEXO 5**  
**PANEL FOTOGRÁFICO DE LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**



Laguna de Yarínacocha mes de diciembre



Toma de muestra de agua de la laguna de Yarínacocha - pto 2 –  
restaurante “la anaconda”



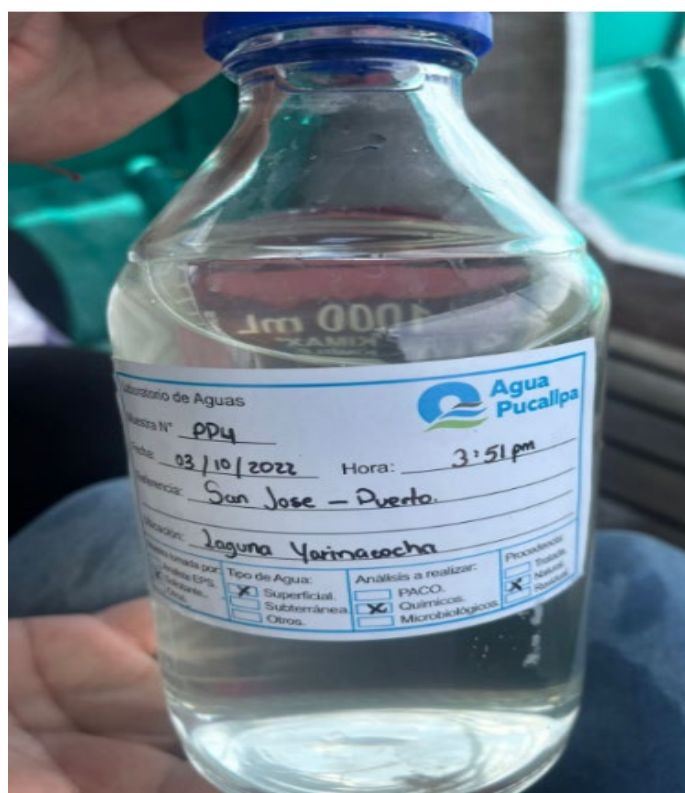
Muestra del pto 2 – laguna de yarinacocha – restaurante “la anaconda” (3-10-2022)



Toma de muestra de agua de la laguna de yarinacocha - pto 3 – unia (3-10-2022)



Muestra del pto 3 – unia (3-10-2022)



Toma de muestra de agua de la laguna de yarinacocha - pto 4 –puerto de san jose (3-10-2022)



Muestra del pto 4 – puerto de san jose (3-10-2022)



Pecera del pto 4 - restaurante "la anaconda" - se agrego agua, guama y termómetro



Pecera del pto 3 –unia - se agrego agua, guama y termómetro



Pecera del pto 2 – puerto de san jose - se agrego agua, guama y termómetro



Presencia de caracol manzana en pecera del pto 3 – puerto de san jose



Presencia de insectos en pecera del pto 3 – puerto de san jose



Presencia de huevos del caracol manzana en pecera del pto 3 –  
puerto de san jose



Presencia de hojas secas en pecera del pto 2 – puerto de san jose



Medida de temperatura (26°C) de pto  
2 “puerto de san jose “



Presencia de caracol muerto en pecera  
pto 2 – “puerto de san jose”



Medida de temperatura (28°c) del pto 4  
“la anaconda”



Pecera del pto 4 “la anaconda” con presencia de moho (eutrofización)



Medida de temperatura (26°C) del pto 3  
“unia”



Pecera pto 3 “unia” con guama en  
estado optimo



Pecera del pto 3 "unia" con presencia de caracoles



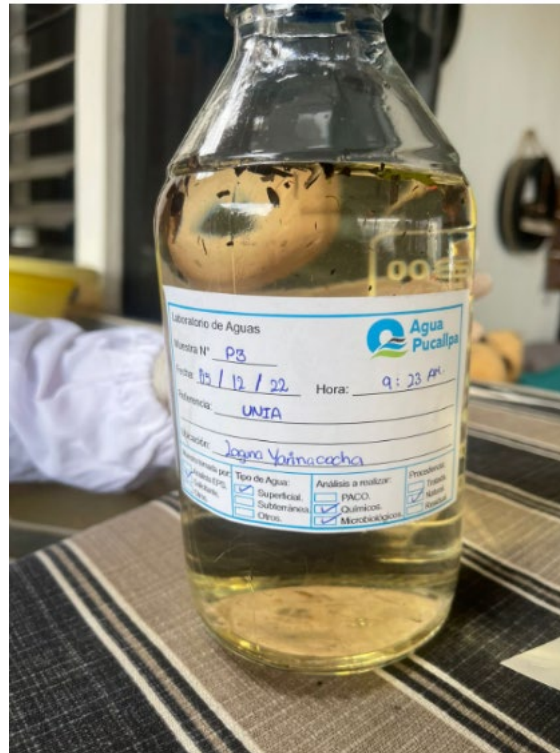
Pecera del pto 3 "unia" con presencia de caracol



Pecera del pto 3 "unia" con presencia de caracol



Segunda toma de muestra del pto 3 – unia (5-12-2022)



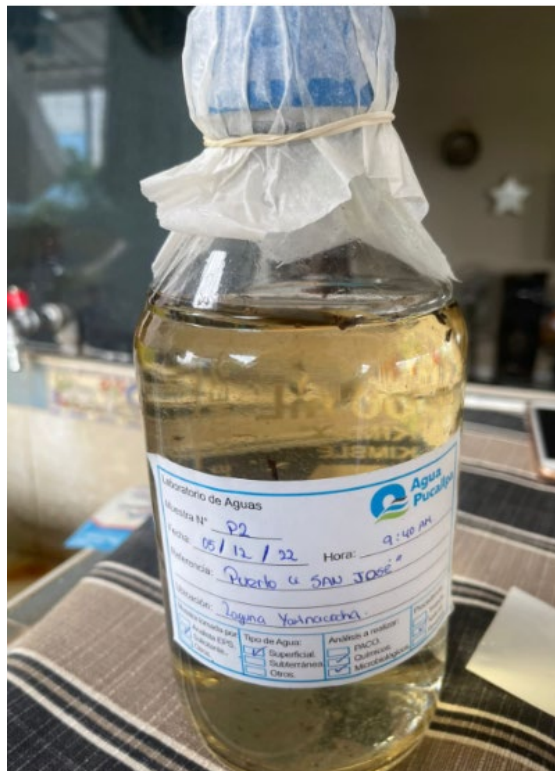
Muestra del pto 3 – unia (3-10-2022)



Pecera del pto 2 – puerto de san jose con presencia de guamas en proceso



Segunda toma de muestra del pto 2 – puerto de san jose (3-10-2022)



Muestra del pto 2 – puerto de san jose (3-10-2022)



Segunda toma de muestra del pto 4 "la anaconda" (3-10-2022)



Muestra del pto 4 "la anaconda" (3-10-2022)



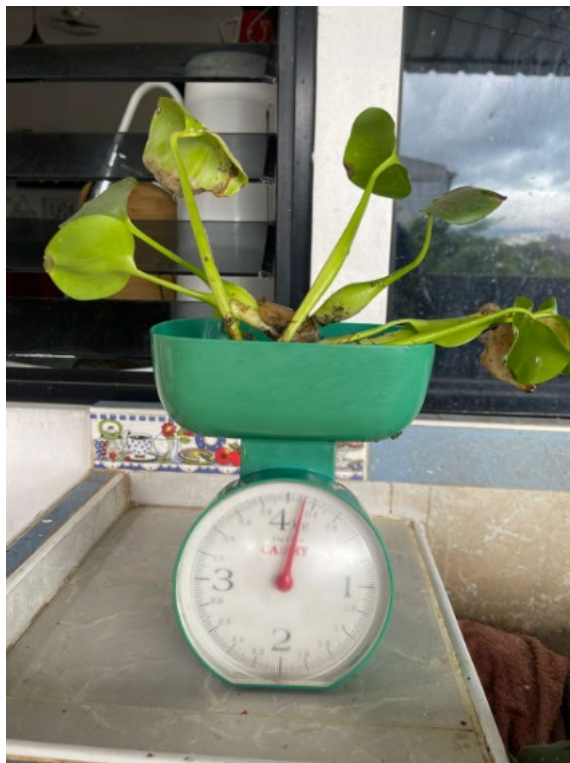
Muestra de los 3 puntos de agua



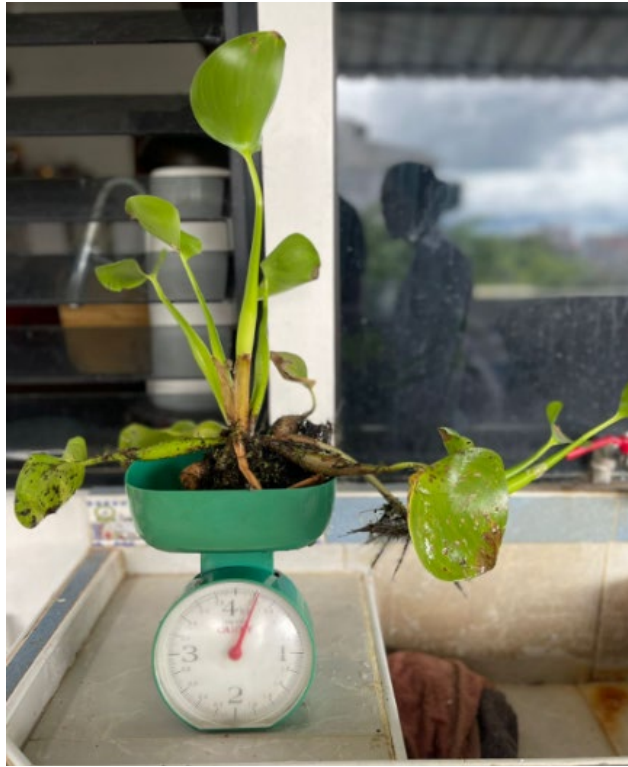
Análisis de las muestras de agua en "empresa municipal de agua potable y alcantarillado de coronel portillo sociedad anónima - emapacop s.a



Peso de la guama es su mayor tamaño



Peso de la guama en su tamaño  
intermedio



Peso de la guama en su menor tamaño



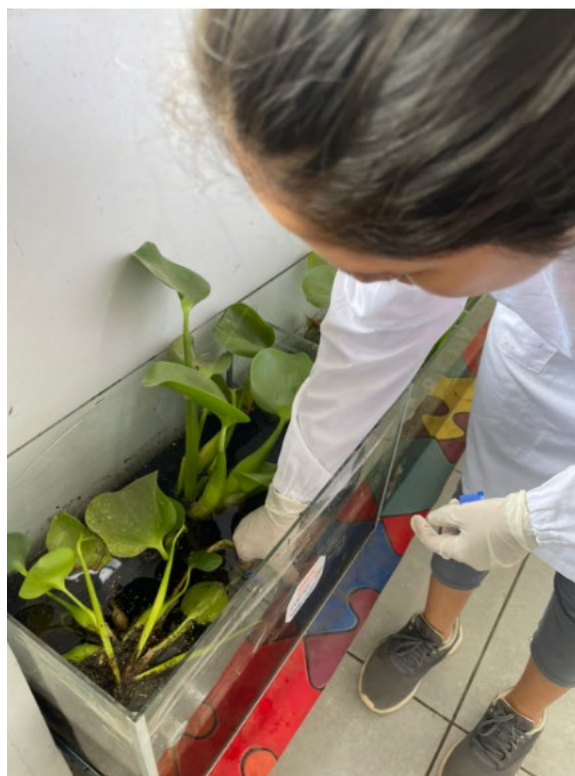
Pecera del pto 3 "unia"



Tercera toma de muestra del pto 3 –  
unia (28-02-2023)



Muestra del pto 3 – unia (28-02-2023)



Tercera toma de muestra del pto 2 –  
puerto de san jose (28-02-2023)



Muestra del pto 2 – puerto de san jose  
(28-02-2023)



Tercera toma de muestra del pto 4 –  
restaurante la anaconda (28-02-2023)



Muestra del pto 4 – restaurante la  
anaconda (28-02-2023)



Toma de temperatura del agua de la muestra 4 – restaurante la anaconda (26°C) con presencia de guamas y otras especies mas (moho, hierbas)



Muestra de los 3 puntos de agua



Presencia de caracoles en muestra 2 –  
san jose



Presencia de caracoles pequeños en  
muestra 2 – san jose



Presencia de caracol hembra en muestra  
2 – san jose



Laguna de yarinacocha en epoca que baja el caudal (febrero)

## ANEXO 6

### REPORTE DE ANÁLISIS DE MUESTRA P2

**EMAPACOP S.A.**  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE CORONEL PORTILLO S.A.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



#### REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA

##### I- INFORMACION GENERAL

|                   |                                                                                                                        |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Solicitante       | RUBI KHRYSE DIAZ RAMIREZ                                                                                               |
| Ubicación         | P2 (Laguna de Yarinacocha) PUERTO DE SAN JOSE - Distrito Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Region de Ucayali |
| Muestreado por    | Solicitante                                                                                                            |
| Tipo de Agua      | Supercial                                                                                                              |
| Fecha de Muestreo | Lunes 03 de Octubre 2022 15:40 Hrs.                                                                                    |
| Fecha de análisis | Miercoles 05 de Octubre del 2022 09:00 Hrs.                                                                            |

##### II- DETERMINACIONES FISICAS

| Análisis                      | Unidad de Medida | P2 (Laguna de Yarinacocha) PUERTO DE SAN JOSE |
|-------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|
| Oxígeno Disuelto              | mg/L             | 7.83                                          |
| Turbiedad                     | UNT              | 39.20                                         |
| Color Verdadero               | UCV - Pt/Co      | 119.00                                        |
| Temperatura                   | °C               | 20.2                                          |
| Conductividad                 | µmho/cm *        | 181.90                                        |
| Sólidos Disueltos totales     | mg/L             | 95.70                                         |
| Sólidos Suspendidos totales   | mg/L             | 86.80                                         |
| pH                            |                  | 8.00                                          |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L             | 64.70                                         |

##### III- DETERMINACIONES QUIMICAS

| Análisis                   | Unidad de Medida        | P2 (Laguna de Yarinacocha) PUERTO DE SAN JOSE |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>QUIMICOS</b>            |                         |                                               |
| Nitratos                   | ppm N - NO <sub>3</sub> | 0.00                                          |
| Nitritos                   | ppm N - NO <sub>2</sub> | 0.055                                         |
| Calcio                     | ppm CaCO <sub>3</sub>   | 100.00                                        |
| <b>METALES</b>             |                         |                                               |
| Arsénico                   | ppm As                  | 0.000                                         |
| Zinc                       | ppm Zn                  | 0.000                                         |
| Cobre                      | ppm Cu                  | 0.440                                         |
| <b>SUSTANCIAS SOLUBLES</b> |                         |                                               |
| Aceites y Grasas           | mg/L                    | 0.74                                          |

##### III- DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICOS

| Análisis                            | Unidad de Medida | P2 (Laguna de Yarinacocha) PUERTO DE SAN JOSE |
|-------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|
| Coliformes Totales                  | UFC/100mL        | 7400                                          |
| Coliformes Termotolerantes          | UFC/100mL        | 489                                           |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales | UFC/100mL        | 619                                           |

NOTA.-

(\*) : La conductancia medida a 25 °C.



**EL PERÚ PRIMERO**

Dirección: Jr. Julio C. Arana 433 - 451 Pucallpa  
WWW.EMAPACOPSA.COM.PE

## ANEXO 7

### REPORTE DE ANÁLISIS DE MUESTRA P3

**EMAPACOP S.A.**  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE CORONEL PORTILLO S.A.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



#### REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA

##### I- INFORMACION GENERAL

|                   |                                                                                                          |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Solicitante       | RUBI KHRYSE DIAZ RAMIREZ                                                                                 |
| Ubicación         | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA - Distrito Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Region de Ucayali |
| Muestreado por    | Solicitante                                                                                              |
| Tipo de Agua      | Superficial                                                                                              |
| Fecha de Muestreo | Lunes 03 de Octubre 2022 11:31 Hrs.                                                                      |
| Fecha de análisis | Miercoles 05 de Octubre del 2022 09:00 Hrs.                                                              |

##### II- DETERMINACIONES FISICAS

| Análisis                      | Unidad de Medida | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA |
|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Oxígeno Disuelto              | mg/L             | 7.85                            |
| Turbiedad                     | UNT              | 35.80                           |
| Color Verdadero               | UCV - Pt/Co      | 108.00                          |
| Temperatura                   | °C               | 20.2                            |
| Conductividad                 | µmho/cm *        | 179.90                          |
| Sólidos Disueltos totales     | mg/L             | 94.80                           |
| Sólidos Suspendidos totales   | mg/L             | 97.10                           |
| pH                            |                  | 7.88                            |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L             | 72.50                           |

##### III- DETERMINACIONES QUIMICAS

| Análisis                   | Unidad de Medida        | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>QUIMICOS</b>            |                         |                                 |
| Nitratos                   | ppm N - NO <sub>3</sub> | 0.00                            |
| Nitritos                   | ppm N - NO <sub>2</sub> | 0.052                           |
| Calcio                     | ppm CaCO <sub>3</sub>   | 90.00                           |
| <b>METALES</b>             |                         |                                 |
| Arsénico                   | ppm As                  | 0.000                           |
| Zinc                       | ppm Zn                  | 0.000                           |
| Cobre                      | ppm Cu                  | 0.390                           |
| <b>SUSTANCIAS SOLUBLES</b> |                         |                                 |
| Aceites y Grasas           | mg/L                    | 0.88                            |

##### III- DETERMINACIONES MICROBIOLOGICOS

| Análisis                            | Unidad de Medida | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA |
|-------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Coliformes Totales                  | UFC/100mL        | 4190                            |
| Coliformes Termotolerantes          | UFC/100mL        | 688                             |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales | UFC/100mL        | 491                             |



NOTA.-

(\*) : La conductancia medida a 25 °C.



**EL PERÚ PRIMERO**

Dirección: Jr. Julio C. Arana 433 - 451 Pucallpa  
[www.emapacopsa.com.pe](http://www.emapacopsa.com.pe)

## ANEXO 8

### REPORTE DE ANÁLISIS DE MUESTRA P4

**EMAPACOP S.A.**  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE CORONEL PORTILLO S.A.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



#### REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA

##### I- INFORMACION GENERAL

|                   |                                                                                                                          |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Solicitante       | RUBI KHRYZE DIAZ RAMIREZ                                                                                                 |
| Ubicación         | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda - Distrito Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Region de Ucayali |
| Muestreado por    | Solicitante                                                                                                              |
| Tipo de Agua      | Supercial                                                                                                                |
| Fecha de Muestreo | Lunes 03 de Octubre 2022 11:31 Hrs.                                                                                      |
| Fecha de análisis | Miercoles 05 de Octubre del 2022 09:00 Hrs.                                                                              |

##### II- DETERMINACIONES FISICAS

| Análisis                      | Unidad de Medida | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda |
|-------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|
| Oxígeno Disuelto              | mg/L             | 8.00                                            |
| Turbiedad                     | UNT              | 16.30                                           |
| Color Verdadero               | UCV - Pt/Co      | 67.00                                           |
| Temperatura                   | °C               | 22.3                                            |
| Conductividad                 | µmho/cm *        | 195.50                                          |
| Sólidos Disueltos totales     | mg/L             | 96.60                                           |
| Sólidos Suspendidos totales   | mg/L             | 109.40                                          |
| pH                            |                  | 6.91                                            |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L             | 89.70                                           |

##### III- DETERMINACIONES QUIMICAS

| Análisis                   | Unidad de Medida        | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>QUIMICOS</b>            |                         |                                                 |
| Nitratos                   | ppm N - NO <sub>3</sub> | 0.00                                            |
| Nitritos                   | ppm N - NO <sub>2</sub> | 0.015                                           |
| Calcio                     | ppm CaCO <sub>3</sub>   | 100.00                                          |
| <b>METALES</b>             |                         |                                                 |
| Arsénico                   | ppm As                  | 0.000                                           |
| Zinc                       | ppm Zn                  | 0.070                                           |
| Cobre                      | ppm Cu                  | 0.150                                           |
| <b>SUSTANCIAS SOLUBLES</b> |                         |                                                 |
| Aceites y Grasas           | mg/L                    | 0.97                                            |

##### III- DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS

| Análisis                            | Unidad de Medida | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda |
|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|
| Coliformes Totales                  | UFC/100mL        | 3019                                            |
| Coliformes Termotolerantes          | UFC/100mL        | 349                                             |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales | UFC/100mL        | 166                                             |

NOTA.-

(\*) : La conductancia medida a 25 °C.



**EL PERÚ PRIMERO**

Dirección: Jr. Julio C. Arana 433 - 451 Pucallpa  
[www.emapacopsa.com.pe](http://www.emapacopsa.com.pe)

## ANEXO 9

### REPORTE DE ANÁLISIS DE MUESTRA P2

**EMAPACOP S.A.**  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE CORONEL PORTILLO S.A.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



#### REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA

##### I- INFORMACION GENERAL

|                   |                                                                                                                        |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Solicitante       | RUBI KHRYSE DIAZ RAMIREZ                                                                                               |
| Ubicación         | P2 (Laguna de Yarinacocha) PUERTO DE SAN JOSE - Distrito Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Region de Ucayali |
| Muestreado por    | Solicitante                                                                                                            |
| Tipo de Agua      | Supercial                                                                                                              |
| Fecha de Muestreo | Lunes 12 de Diciembre del 2022 09:40Hrs.                                                                               |
| Fecha de análisis | Martes 13 de Diciembre del 2022 09:00Hrs.                                                                              |

##### II- DETERMINACIONES FISICAS

| Análisis                      | Unidad de Medida | P2 (Laguna de Yarinacocha) PUERTO DE SAN JOSE |
|-------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|
| Oxígeno Disuelto              | mg/L             | 6.49                                          |
| Turbiedad                     | UNT              | 24.70                                         |
| Color Verdadero               | UCV - Pt/Co      | 98.00                                         |
| Temperatura                   | °C               | 21.8                                          |
| Conductividad                 | µmho/cm *        | 165.20                                        |
| Sólidos Disueltos totales     | mg/L             | 81.60                                         |
| Sólidos Suspendidos totales   | mg/L             | 74.50                                         |
| pH                            |                  | 7.48                                          |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L             | 48.00                                         |

##### III- DETERMINACIONES QUIMICAS

| Análisis                   | Unidad de Medida        | P2 (Laguna de Yarinacocha) PUERTO DE SAN JOSE |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>QUIMICOS</b>            |                         |                                               |
| Nitratos                   | ppm N - NO <sub>3</sub> | 0.00                                          |
| Nitritos                   | ppm N - NO <sub>2</sub> | 0.027                                         |
| Calcio                     | ppm CaCO <sub>3</sub>   | 56.00                                         |
| <b>METALES</b>             |                         |                                               |
| Arsénico                   | ppm As                  | 0.000                                         |
| Zinc                       | ppm Zn                  | 0.000                                         |
| Cobre                      | ppm Cu                  | 0.198                                         |
| <b>SUSTANCIAS SOLUBLES</b> |                         |                                               |
| Aceites y Grasas           | mg/L                    | 0.51                                          |

##### III- DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS

| Análisis                            | Unidad de Medida | P2 (Laguna de Yarinacocha) PUERTO DE SAN JOSE |
|-------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|
| Coliformes Totales                  | UFC/100mL        | 6412                                          |
| Coliformes Termotolerantes          | UFC/100mL        | 394                                           |
| Bacterias Aerobias Mesófilas Viales | UFC/100mL        | 549                                           |

NOTA.-

(\*) : La conductancia medida a 25 °C.



**EL PERÚ PRIMERO**

Dirección: Jr. Julio C. Arana 433 - 451 Pucallpa  
www.emapacopsa.com.pe

## ANEXO 10

### REPORTE DE ANÁLISIS DE MUESTRA P3

**EMAPACOP S.A.**  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS POTABLES Y  
ALCANTARILLADO DE CORONEL PORTILLO S.A.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



#### REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA

##### I- INFORMACION GENERAL

|                   |                                                                                                          |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Solicitante       | RUBI KHYSE DIAZ RAMIREZ                                                                                  |
| Ubicación         | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA - Distrito Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Region de Ucayali |
| Muestreado por    | Solicitante                                                                                              |
| Tipo de Agua      | Supercial                                                                                                |
| Fecha de Muestreo | Lunes 12 de Diciembre del 2022 09:23Hrs.                                                                 |
| Fecha de análisis | Martes 13 de Diciembre del 2022 09:00Hrs.                                                                |

##### II- DETERMINACIONES FISICAS

| Análisis                      | Unidad de Medida | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA |
|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Oxígeno Disuelto              | mg/L             | 7.18                            |
| Turbiedad                     | UNT              | 30.80                           |
| Color Verdadero               | UCV - Pt/Co      | 89.50                           |
| Temperatura                   | °C               | 21.3                            |
| Conductividad                 | µmho/cm *        | 129.40                          |
| Sólidos Disueltos totales     | mg/L             | 88.70                           |
| Sólidos Suspendedos totales   | mg/L             | 81.60                           |
| pH                            |                  | 7.51                            |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L             | 62.30                           |

##### III- DETERMINACIONES QUIMICAS

| Análisis         | Unidad de Medida        | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA |
|------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>QUIMICOS</b>  |                         |                                 |
| Nitratos         | ppm N - NO <sub>3</sub> | 0.00                            |
| Nitritos         | ppm N - NO <sub>2</sub> | 0.029                           |
| Calcio           | ppm CaCO <sub>3</sub>   | 48.00                           |
| <b>METALES</b>   |                         |                                 |
| Arsénico         | ppm As                  | 0.000                           |
| Zinc             | ppm Zn                  | 0.000                           |
| Cobre            | ppm Cu                  | 0.280                           |
| Aceites y Grasas | mg/L                    | 0.39                            |

##### III- DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS

| Análisis                            | Unidad de Medida | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA |
|-------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Coliformes Totales                  | UFC/100mL        | 3492                            |
| Coliformes Termotolerantes          | UFC/100mL        | 519                             |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales | UFC/100mL        | 384                             |



NOTA.-

(\*) : La conductancia medida a 25 °C.



**EL PERÚ PRIMERO**

Dirección: Jr. Julio C. Arana 433 - 451 Pucallpa  
WWW.EMAPACOPSA.COM.PE

## ANEXO 11

### REPORTE DE ANÁLISIS DE MUESTRA P4

#### REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA

##### I- INFORMACION GENERAL

|                   |                                                                                                                          |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Solicitante       | RUBI KHRYZE DIAZ RAMIREZ                                                                                                 |
| Ubicación         | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda - Distrito Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Region de Ucayali |
| Muestreado por    | Solicitante                                                                                                              |
| Tipo de Agua      | Supercial                                                                                                                |
| Fecha de Muestreo | Lunes 12 de Diciembre del 2022 09:10Hrs.                                                                                 |
| Fecha de análisis | Martes 13 de Diciembre del 2022 09:00Hrs.                                                                                |

##### II- DETERMINACIONES FISICAS

| Análisis                      | Unidad de Medida | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda |
|-------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|
| Oxígeno Disuelto              | mg/L             | 6.88                                            |
| Turbiedad                     | UNT              | 12.70                                           |
| Color Verdadero               | UCV - Pt/Co      | 54.00                                           |
| Temperatura                   | °C               | 21.8                                            |
| Conductividad                 | µmho/cm *        | 188.50                                          |
| Sólidos Disueltos totales     | mg/L             | 84.80                                           |
| Sólidos Suspendidos totales   | mg/L             | 87.40                                           |
| pH                            |                  | 7.19                                            |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L             | 71.90                                           |

##### III- DETERMINACIONES QUIMICAS

| Análisis                   | Unidad de Medida        | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>QUIMICOS</b>            |                         |                                                 |
| Nitratos                   | ppm N - NO <sub>3</sub> | 0.00                                            |
| Nitritos                   | ppm N - NO <sub>2</sub> | 0.007                                           |
| Calcio                     | ppm CaCO <sub>3</sub>   | 61.00                                           |
| <b>METALES</b>             |                         |                                                 |
| Arsénico                   | ppm As                  | 0.000                                           |
| Zinc                       | ppm Zn                  | 0.051                                           |
| Cobre                      | ppm Cu                  | 0.091                                           |
| <b>SUSTANCIAS SOLUBLES</b> |                         |                                                 |
| Aceites y Grasas           | mg/L                    | 0.68                                            |

##### III- DETERMINACIONES MICROBIOLOGICOS

| Análisis                            | Unidad de Medida | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda |
|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|
| Coliformes Totales                  | UFC/100mL        | 2190                                            |
| Coliformes Termotolerantes          | UFC/100mL        | 268                                             |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales | UFC/100mL        | 119                                             |

NOTA.-

(\*) : La conductancia medida a 25 °C.



**EL PERÚ PRIMERO**

Dirección: Jr. Julio C. Arana 433 - 451 Pucallpa  
WWW.EMAPACOP.COM.PE

## ANEXO 12

### REPORTE DE ANÁLISIS DE MUESTRA P2

**EMAPACOP S.A.**  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE CORONEL PORTILLO S.A.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



#### REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA

##### I- INFORMACION GENERAL

|                   |                                                                                                                        |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Solicitante       | RUBI KHRYSE DIAZ RAMIREZ                                                                                               |
| Ubicación         | P2 (Laguna de Yarínacocha) PUERTO DE SAN JOSE - Distrito Yarínacocha, Provincia de Coronel Portillo, Region de Ucayali |
| Muestreado por    | Solicitante                                                                                                            |
| Tipo de Agua      | Superficial                                                                                                            |
| Fecha de Muestreo | Martes 28 de Febrero del 2023 12:08Hrs.                                                                                |
| Fecha de análisis | Miercoles 01 de Marzo del 2023 09:00Hrs.                                                                               |

##### II- DETERMINACIONES FISICAS

| Análisis                      | Unidad de Medida | P2 (Laguna de Yarínacocha) PUERTO DE SAN JOSE |
|-------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|
| Oxígeno Disuelto              | mg/L             | 7.16                                          |
| Turbiedad                     | UNT              | 20.15                                         |
| Color Verdadero               | UCV - Pt/Co      | 77.00                                         |
| Temperatura                   | °C               | 22.6                                          |
| Conductividad                 | µmho/cm *        | 142.80                                        |
| Sólidos Disueltos totales     | mg/L             | 75.20                                         |
| Sólidos Suspendidos totales   | mg/L             | 63.70                                         |
| pH                            |                  | 7.92                                          |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L             | 57.00                                         |

##### III- DETERMINACIONES QUIMICAS

| Análisis                   | Unidad de Medida        | P2 (Laguna de Yarínacocha) PUERTO DE SAN JOSE |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>QUIMICOS</b>            |                         |                                               |
| Nitratos                   | ppm N - NO <sub>3</sub> | 0.00                                          |
| Nitritos                   | ppm N - NO <sub>2</sub> | 0.031                                         |
| Calcio                     | ppm CaCO <sub>3</sub>   | 43.00                                         |
| <b>METALES</b>             |                         |                                               |
| Arsénico                   | ppm As                  | 0.000                                         |
| Zinc                       | ppm Zn                  | 0.000                                         |
| Cobre                      | ppm Cu                  | 0.098                                         |
| <b>SUSTANCIAS SOLUBLES</b> |                         |                                               |
| Aceites y Grasas           | mg/L                    | 0.22                                          |

##### III- DETERMINACIONES MICROBIOLOGICOS

| Análisis                            | Unidad de Medida | P2 (Laguna de Yarínacocha) PUERTO DE SAN JOSE |
|-------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|
| Coliformes Totales                  | UFC/100mL        | 4371                                          |
| Coliformes Termotolerantes          | UFC/100mL        | 274                                           |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales | UFC/100mL        | 438                                           |



NOTA.-

(\*) : La conductancia medida a 25 °C.



**EL PERÚ PRIMERO**

Dirección: Jr. Julio C. Arana 433 - 451 Pucallpa  
www.emapacop.com.pe

## ANEXO 13

### REPORTE DE ANÁLISIS DE MUESTRA P3

**EMAPACOP S.A.**  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE CORONEL PORTILLO S.A.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



#### REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA

##### I- INFORMACION GENERAL

|                   |                                                                                                          |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Solicitante       | RUBI KHRYSE DIAZ RAMIREZ                                                                                 |
| Ubicación         | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA - Distrito Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Region de Ucayali |
| Muestreado por    | Solicitante                                                                                              |
| Tipo de Agua      | Superficial                                                                                              |
| Fecha de Muestreo | Martes 28 de Febrero del 2023 12:15Hrs.                                                                  |
| Fecha de análisis | Miercoles 01 de Marzo del 2023 09:15Hrs.                                                                 |

##### II- DETERMINACIONES FISICAS

| Análisis                      | Unidad de Medida | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA |
|-------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Oxígeno Disuelto              | mg/L             | 6.79                            |
| Turbiedad                     | UNT              | 16.80                           |
| Color Verdadero               | UCV - Pt/Co      | 41.00                           |
| Temperatura                   | °C               | 22.4                            |
| Conductividad                 | µmho/cm *        | 189.30                          |
| Sólidos Disueltos totales     | mg/L             | 81.60                           |
| Sólidos Suspendidos totales   | mg/L             | 68.00                           |
| pH                            |                  | 7.84                            |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L             | 42.00                           |

##### III- DETERMINACIONES QUIMICAS

| Análisis                   | Unidad de Medida        | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>QUIMICOS</b>            |                         |                                 |
| Nitratos                   | ppm N - NO <sub>3</sub> | 0.00                            |
| Nitritos                   | ppm N - NO <sub>2</sub> | 0.042                           |
| Calcio                     | ppm CaCO <sub>3</sub>   | 58.00                           |
| <b>METALES</b>             |                         |                                 |
| Arsénico                   | ppm As                  | 0.000                           |
| Zinc                       | ppm Zn                  | 0.000                           |
| Cobre                      | ppm Cu                  | 0.190                           |
| <b>SUSTANCIAS SOLUBLES</b> |                         |                                 |
| Aceites y Grasas           | mg/L                    | 0.18                            |

##### III- DETERMINACIONES MICROBIOLOGICOS

| Análisis                            | Unidad de Medida | P3 (Laguna de Yarinacocha) UNIA |
|-------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Coliformes Totales                  | UFC/100mL        | 2798                            |
| Coliformes Termotolerantes          | UFC/100mL        | 498                             |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales | UFC/100mL        | 311                             |



NOTA.-

(\*) : La conductancia medida a 25 °C.



**EL PERÚ PRIMERO**

Dirección: Jr. Julio C. Arana 433 - 453 Pucallpa  
www.emapacop.com.pe

## ANEXO 14

### REPORTE DE ANÁLISIS DE MUESTRA P4

**EMAPACOP S.A.**  
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE CORONEL PORTILLO S.A.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



#### REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRA

##### I- INFORMACION GENERAL

|                   |                                                                                                                          |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Solicitante       | RUBI KHRYZE DIAZ RAMIREZ                                                                                                 |
| Ubicación         | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda - Distrito Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Region de Ucayali |
| Muestreado por    | Solicitante                                                                                                              |
| Tipo de Agua      | Supercial                                                                                                                |
| Fecha de Muestreo | Martes 28 de Febrero del 2023 12:30Hrs.                                                                                  |
| Fecha de análisis | Miercoles 01 de Marzo del 2023 09:30Hrs.                                                                                 |

##### II- DETERMINACIONES FISICAS

| Análisis                      | Unidad de Medida | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda |
|-------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|
| Oxígeno Disuelto              | mg/L             | 6.29                                            |
| Turbiedad                     | UNT              | 14.60                                           |
| Color Verdadero               | UCV - Pt/Co      | 38.00                                           |
| Temperatura                   | °C               | 22.4                                            |
| Conductividad                 | µmho/cm *        | 191.60                                          |
| Sólidos Disueltos totales     | mg/L             | 68.00                                           |
| Sólidos Suspendidos totales   | mg/L             | 71.50                                           |
| pH                            |                  | 7.71                                            |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L             | 43.00                                           |

##### III- DETERMINACIONES QUIMICAS

| Análisis                   | Unidad de Medida        | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>QUIMICOS</b>            |                         |                                                 |
| Nitratos                   | ppm N - NO <sub>3</sub> | 0.00                                            |
| Nitritos                   | ppm N - NO <sub>2</sub> | 0.009                                           |
| Calcio                     | ppm CaCO <sub>3</sub>   | 48.00                                           |
| <b>METALES</b>             |                         |                                                 |
| Arsénico                   | ppm As                  | 0.000                                           |
| Zinc                       | ppm Zn                  | 0.066                                           |
| Cobre                      | ppm Cu                  | 0.074                                           |
| <b>SUSTANCIAS SOLUBLES</b> |                         |                                                 |
| Aceites y Grasas           | mg/L                    | 0.49                                            |

##### III- DETERMINACIONES MICROBIOLOGICOS

| Análisis                            | Unidad de Medida | P4 (Laguna de Yarinacocha) Restaurante Anaconda |
|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|
| Coliformes Totales                  | UFC/100mL        | 1874                                            |
| Coliformes Termotolerantes          | UFC/100mL        | 148                                             |
| Bacterias Aerobias Mesofilas Viales | UFC/100mL        | 96                                              |

NOTA.-

(\*) : La conductancia medida a 25 °C.



**EL PERÚ PRIMERO**

Dirección: Jr. Julio C. Arana 433 - 451 Pucallpa  
WWW.EMAPACOPSA.COM.BI