UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

MACROFITAS FLOTANTES COMO BIOINDICADOR DE EUTROFIZACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA LAGUNA DE CASHIBOCOCHA, UCAYALI 2022

Tesis para optar título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

MAGARIÑOS GONZALEZ, GUADALUPE DEL PILAR

VILLAR ACHO, KATTY ANDREA

Pucallpa – Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 209-2025-CGT- FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 12:00 horas del día viernes 17 de enero de 2025, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en forma presencial en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, que fueron designados con Memo Múltiple N° 002-2025-UNU-FCFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Rubén Darío Manturano Pérez	Presidente
Dr. David León Moreno	Miembro
M.Sc. Jenny Paola Zeña Rubio	Miembro

Se procedió a la evaluación la sustentación de la tesis denominado: **"MACROFITAS FLOTANTES COMO BIOINDICADOR DE EUTROFIZACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA LAGUNA DE CASHIBOCOCHA, UCAYALI 2022"**, presentado por las bachilleres **GUADALUPE DEL PILAR MAGARIÑOS GONZALEZ** y **KATTY ANDREA VILLAR ACHO,** asesorado por el M.Sc. Moisés Torres Velasco. Habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de las preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por las sustentantes, en consecuencia, la tesis fue **APROBADA** por **MAYORÍA,** recomendando levantar las observaciones de ser el caso, quedando expeditas para el otorgamiento del Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL.**

Siendo las 13:00 horas del mismo día, se dio por culminado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Rubén Darío Manturano Pérez
Presidente

Dr. David León Moreno
Miembro

M.Sc. Jenny Paola Zeña Rubio
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Rubén Darío Manturano Pérez — Presidente

Dr. David León Moreno — Miembro

M.Sc. Jenny Paola Zeña Rubio — Miembro

M.Sc. Moisés Torres Velasco — Asesor

Bach. Guadalupe del Pilar Magariños Gonzalez — Tesista

Bach. Katty Andrea Villar Acho — Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

N° **V/0712-2024** .

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"MACROFITAS FLOTANTES COMO BIOINDICADOR DE EUTROFIZACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA LAGUNA DE CASHIBOCOCHA, UCAYALI 2022"

Autor(es)	:	**MAGARIÑOS GONZALEZ, GUADALUPE DEL PILAR**
		VILLAR ACHO, KATTY ANDREA
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. AMBIENTAL**
Asesor(a)	:	**M.Sc. TORRES VELASCO, MOISES**

Presenta un **porcentaje de similitud de 4%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 13/12/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Guadalupe del Pilar Magariños Gonzalez

Autor de la tesis titulada : Macrofitas flotantes como bioindicador de eutrofización del agua superficial de la laguna de Cashibococha, Ucayali 2022

Sustentada el año: 2025

Asesor(a): M.Sc. Moisés Torres Velasco

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 17 / 01 / 2025

Email: pilar96tg@gmail.com Firma:

Teléfono: 945367517 DNI: 62779439

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Katty Andrea Villar Acho

Autor de la tesis titulada: Macrofitas flotantes como bioindicador de eutrofización del Agua Superficial de la Laguna de Cashibococha, Ucayali 2022

Sustentada el año: 2025

Asesor(a): M. Sc. Moisés Torres Velasco

Facultad: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 17 / 01 / 2025

Email: andreaVillar2112@gmail.com Firma: Katty

Teléfono: 945351257 DNI: 72872067

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

Dedico a mis padres por ser mi soporte incondicional durante mi formación académica, por su apoyo y consejo, forjando en mi principios y valores para mi desempeño profesional.

Katty Andrea Villar Acho.

Dedicado a mi mamá y abuelita Greta, por su esfuerzo en todos estos años para hacer de mí una gran profesional e inculcarme principios como persona.

Guadalupe del Pilar Magariños Gonzalez.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres por el esfuerzo diario en estos años para lograr nuestros sueños y ser nuestro soporte para lograr esta meta, también agradecer a nuestra familia, amigos, docentes que nos apoyaron en el proceso de esta investigación.

INDICE GENERAL

Pag.

ACTA DE SUSTENTACION……..ii

ACTA DE APROBACION DE TESIS……..iii

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION……iv

AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TEISIS EN REPOSITORIO……v

DEDICATORIA.....vii

AGRADECIMIENTO.....viii

INDICE GENERAL.....ix

INDICE DE TABLAS xii

INDICE DE FIGURAS xiii

RESUMEN.....xviii

ABSTRACT xix

INTRODUCCION xx

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1.Descripción del problema……1

1.2.Formulación del problema..... 2

1.3.Objetivos de la investigación..... 3

CAPITULIO II MARCO TEORICO 4

2.1.Antecedentes del problema 4

2.2.Bases teóricas..... 10

2.3.Definición de términos básicos 18

CAPITULO III METODOLOGIA 20

3.1.Ubicación, Población y muestra..... 20

3.2.Método de investigación 21

3.3.Diseño de la investigación 22

3.4. Técnicas de recolección de datos……..22
3.5.Tratamiento de datos 30
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION..... 31
4.1.Determinación de la cantidad de Nitrógeno presente en la laguna de Cashibococha..... 31
4.2.Determinación de cantidad de Clorofila “a” presente en la laguna de Cashibococha..... 32
4.3.Determinación de la cantidad de Fosforo Total presente en la laguna de Cashibococha..... 33
4.4.Determinación de la concentración de DBO5 en la laguna de Cashibococha..... 34
4.5.Determinación del nivel de Transparencia presente en la laguna de Cashibococha..... 35
4.6.Diversidad y abundancia de las macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha..... 37
4.7.Determinación de índice trófico del agua superficial de la laguna de Cashibococha..... 40
4.8.Presencia de las macrofitas flotantes como indicadores del estado de eutrofización del agua superficial de la laguna de Cashibococha..... 42
CAPITULO V CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES..... 44
5.1.Conclusiones..... 44
5.2.Recomendaciones..... 45
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... 46
ANEXOS..... 56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Métodos utilizados para el análisis de muestras de agua..... 26

Tabla 2.Matriz referencial de identificación visual y taxonómica de plantas acuáticas 28

Tabla 3.Escala de abundancia de micrófitos……29

Tabla 4.Escala de valores del estado trófico en los cuerpos de agua..... 30

Tabla 5.Diversidad y abundancia de las macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha..... 37

Tabla 6.Determinación del Índice del Estado Trófico (IET o TSI), Carlson (1977) 40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de zonación de una laguna y situación de los diferentes tipos biológicos de plantas acuáticas que pueden encontrarse. 13

Figura 2. Macrofitas acuáticos 14

Figura 3. Eutrofización natural e inducida por el hombre 15

Figura 4. Eutrofización natural y eutrofización cultural 15

Figura 5. Mapa de puntos de monitoreo de las Macrofitas y la calidad del agua en la laguna de Cashibococha..... 21

Figura 6. Resumen de metodología a aplicar 22

Figura 7. Cantidad de Nitrógeno Total presente en el agua de la laguna de Cashibococha..... 31

Figura 8. Cantidad de Clorofila “A” presente en el agua de la laguna de Cashibococha..... 32

Figura 9. Cantidad de Fosforo Total presente en el agua de la laguna de Cashibococha..... 33

Figura 10. Cantidad de DBO5 presente en el agua de la laguna de Cashibococha..... 34

Figura 11. Nivel de trasparencia en el agua de la laguna de Cashibococha...35

Figura 12. Correlación de la abundancia de las Macrofitas y el Índice del Estado Trófico del agua superficial de la laguna Cashibococha 42

Figura 13. Mapa comparativo del Indicie Trófico de la Laguna de Cashibococha..... 43

Figura 14. Cadena de custodia para muestra de agua 58

Figura 15. Cadena de custodia para la muestra de macrofitas 59

Figura 16. Georreferenciación del punto de muestreo de la laguna de Cashibococha..... 60
Figura 17. Toma de muestra de parámetros de campo de calidad del agua de la laguna de Cashibococha..... 60
Figura 18. Recolección de muestras de agua de la laguna de Cashibococha..... 61
Figura 19. Recolección de macrofitas de la laguna de Cashibococha 61
Figura 20. Almacenamiento de muestras de macrofitas de la laguna de Cashibococha..... 62
Figura 21. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P2……62
Figura 22. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P9 ……63
Figura 23. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P4……63
Figura 24. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P13…….64
Figura 25. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P5……64
Figura 26. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P6……65
Figura 27. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P10…….65
Figura 28. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P12…….66

Figura 29. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P1……66

Figura 30. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P16……67

Figura 31. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P17……67

Figura 32. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P21……68

Figura 33. Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P1……68

Figura 34. Especie Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) Hara 69

Figura 35. Distribución geográfica registrada de Especie Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) Hara 69

Figura 36. Imágenes comparativas obtenidas de Especie Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) Hara 70

Figura 37. Imágenes comparativas obtenidas de Especie Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) Hara P1,P2 yP6 70

Figura 38. Especie Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) Hara,Herbario Jardín botanico Rio de Janeiro..... 71

Figura 39. Especie Salvinia minima Baker 72

Figura 40. Distribución geográfica registrada Especie Salvinia minima Baker……..73

Figura 41. Imágenes comparativas obtenidas Especie Salvinia minima Baker……..73

Figura 42. Imágenes comparativas obtenidas Especie Salvinia minima Baker P1,P10 y P12 73

Figura 43. Especie Salvinia minima Baker, Herbario University of sourth florida……..74

Figura 44. Especie Equisetum arvense L. 75

Figura 45. Distribución geográfica registrada Especie Equisetum arvense L.75

Figura 46. Imágenes comparativas obtenidas Especie Equisetum arvens .. 76

Figura 47. Especie Chamaecrista mimosoides (L.)..... 77

Figura 48. Distribución geográfica registrada Especie Chamaecrista mimosoides (L.) 77

Figura 49. Imágenes comparativas obtenidas Especie Chamaecrista mimosoides (L.) 78

Figura 50. Especie Chamaecrista mimosoides, Herbario Universidad de Andalas……..79

Figura 51. Especie Ambrosia artemisiifolia L. 80

Figura 52. Distribución geográfica registrada Especie Ambrosia artemisiifolia L……..80

Figura 53. Imágenes comparativas obtenidas Especie Ambrosia artemisiifolia L……..81

Figura 54. Especie Ambrosia artemisiifolia L, Herbario de museo botánico de Berolonense ……82

Figura 55. Especie Ludwigia peploides (Kunth) 83

Figura 56. Distribución geográfica registrada..... 83

Figura 57. Imágenes comparativas obtenidas Especie Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven 84

Figura 58. Especie Ludwigia peploides (Kunth),Herbario Rio Grande do Sul……..85

Figura 59. Especie Cynodon dactylon (L.) 86

Figura 60. Distribución geográfica registrada Especie Cynodon dactylon (L.) Pers……86

Figura 61. Imágenes comparativas obtenidas Especie Cynodon dactylon (L.) Pers**...**……87

Figura 62. Especie Cynodon dactylon (L.) Pers, Herbario Instituto Nacional Pesquicias de la Amazonia 88

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar si la presencia de las macrofitas flotantes que indican el proceso de eutrofización del agua superficial de la laguna de Cashibococha, para aplicaron las siguientes metodología, se inició con la recolección de muestras de agua donde se analizaron los parámetros de Nitrógeno, Clorofila “A”, Fosforo y la transparencia como indicadores siguiendo el método del Índice del Estado Trófico (TSI) de Carlson (1977) y se recolecto macrofitas siguiendo el Protocolo de muestreo de otro tipo de flora acuática (macrófitos) en lagos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España (2013). Se obtuvieron los siguientes resultados), la laguna de Cashibococha se encuentra con un TSI de 33,9 clasificado como Mesotrofico (30 < TSI < 60) y se identificaron en total 8 especies diferentes de macrofitas las que encontramos a la especie predominante es *Eichhornia crassipes* presente en el 77% de los puntos de recolección con una abundancia relativa de 3,1(10 al 50%), seguido por la *Salvinia minima* presente en el 73% de los puntos con una abundancia relativa de 1,9 (1 al 10%), la *Cynodon dactylon (L.) Pers* presente en el 55 % de los puntos con una abundancia relativa de 1,5 (1 al 10%). Se concluye que la presencia de macrofitas flotantes no es un indicador de proceso de eutrofización en el agua superficial de la laguna de Cashibococha, con una Correlación positiva muy débil de r= 0,0381.

Palabras clave: Macrofitas, Bioindicador, Eutrofización, Laguna.

ABSTRACT

The main objective of this investigation is to evaluate whether the presence of floating macrophytes that indicate the process of eutrophication of the surface water of the Cashibococha lagoon, to apply the following methodology, began with the collection of water samples where the parameters were analyzed. of Nitrogen, Chlorophyll "A", Phosphorus and transparency as indicators following Carlson's Trophic State Index (TSI) method (1977) and macrophytes were collected following the Sampling Protocol for other types of aquatic flora (macrophytes) in lakes (Ministry of Agriculture, Food and Environment of Espain (2013). The following results were obtained), the Cashibococha lagoon has a TSI of 33,9 classified as Mesotrophic (30 < TSI < 60) and a total of 8 different species of macrophytes were identified, which we found the predominant species is Eichhornia crassipes present in 77% of the collection points with a relative abundance of 3,1 (10 to 50%), followed by Salvinia minima present in 73% of the points with a relative abundance of 1,9 (1 to 10%), Cynodon dactylon (L.) Pers present in 55 % of the points with a relative abundance of 1,5 (1 to 10%). It is concluded that the presence of floating macrophytes is not an indicator of the eutrophication process in the surface water of the Cashibococha lagoon, with a very weak positive correlation of r = 0,0381.

Keywords: Macrophytes, Bioindicator, Eutrophication, Lagoon.

INTRODUCCION

Las aguas superficiales de las lagunas son cuerpos de agua con corrientes lentas o casi estancadas, pueden verse fácilmente afectadas en su calidad debido a la descarga de aguas residuales o contaminantes. La forma más frecuente de contaminación en estos cuerpos de agua lenticos proviene de la acumulación de nutrientes y microorganismos, en su mayoría originados por fuentes de vertimientos de aguas residuales, y en algunos casos, por la acumulación de residuos sólidos en las orillas.

La laguna de Cashibococha, situada en el distrito de Yarinacocha, es la segunda laguna más relevante del departamento de Pucallpa. Esta laguna ha ganado importancia debido a su creciente atractivo turístico, especialmente porque la laguna de Yarinacocha está en proceso de mejora como destino turístico. Cashibococha se ha convertido en un centro turístico ecológico, al contar con hoteles vivenciales, complejos turísticos naturales y actividades recreativas de aventura, además de las tradicionales actividades de pesca recreativa, balnearios y deportes acuáticos.

Para llevar a cabo el proyecto, se utilizaron metodologías del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España (2013). El proceso comenzó con la recolección de muestras de agua, donde se analizaron los parámetros de nitrógeno, clorofila "A", fósforo y transparencia, como indicadores, siguiendo el método del Índice de Estado Trófico (TSI) de Carlson (1977). También se recolectaron macrofitas siguiendo el protocolo de muestreo de flora acuática en lagos. El muestreo fue no probabilístico, realizado mediante el método intencionado, conforme al protocolo mencionado. Se recolectaron un total de 22 puntos de muestreo en la laguna,

los cuales se utilizaron para analizar la calidad del agua en esos lugares, recolectando 1.8 litros de agua en cada punto y monitoreando los parámetros de campo, además de identificar las macrofitas presentes.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La eutrofización es un proceso de contaminación en cuerpos de agua como lagos, ríos y embalses, provocado por un exceso de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, originados por actividades humanas. Este exceso favorece el crecimiento desmedido de plantas como las macrofitas flotantes, las cuales, al descomponerse, consumen oxígeno y generan gran cantidad de materia orgánica, afectando la calidad del agua. Esto provoca malos olores, la proliferación de algas y la reducción de oxígeno, lo que puede hacer que un cuerpo de agua deje de ser navegable y permita el desplazamiento de especies invasoras.

La laguna de Cashibococha, situada en una zona poblada por comunidades nativas, viviendas y establecimientos como hoteles y centros de esparcimiento, enfrenta problemas de saneamiento. Muchas de estas áreas no cuentan con sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales, lo que lleva al vertido directo de estas aguas en la laguna, deteriorando la calidad del agua. Además, la presencia de macrofitas flotantes en la laguna es un indicador visual de la contaminación y la eutrofización, lo que señala un aumento de nutrientes y contaminantes en el agua. Este proyecto tiene como objetivo evaluar dicha calidad del agua en la laguna.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿De qué manera la presencia de las macrofitas flotantes indican el proceso de eutrofización del agua superficial de la laguna de Cashibococha, Ucayali 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la cantidad de Nitrógeno presente en la laguna de Cashibococha?
- ¿Cuál es la cantidad de Clorofila “a” presente en la laguna de Cashibococha?
- ¿Cuál es la cantidad de Fosforo Total presente en la laguna de Cashibococha?
- ¿Cuál es el nivel de Transparencia presente en la laguna de Cashibococha?
- ¿Cuál es la diversidad de Macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha?
- ¿Cuál es la abundancia de Macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha?
- ¿Cuál es la concentración de DBO5 en la laguna de Cashibococha?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la presencia de las macrofitas flotantes que indican el proceso de eutrofización del agua superficial de la laguna de Cashibococha, Ucayali 2022.

1.3.2. Objetivo especifico

- Determinar la cantidad de Nitrógeno presente en la laguna de Cashibococha
- Determinar la cantidad de Clorofila “a” presente en la laguna de Cashibococha
- Determinar la cantidad de Fosforo Total presente en la laguna de Cashibococha
- Determinar el nivel de Transparencia presente en la laguna de Cashibococha
- Describir la diversidad de macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha
- Describir la abundancia de macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha
- Determinar la concentración de DBO5 en la laguna de Cashibococha.

CAPITULIO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

González y otros (2021), en su artículo, evaluaron la calidad microbiológica del agua del lago volcánico Quilotoa, ubicado en Cotopaxi, Ecuador. Durante 2019, realizaron dos muestreos, recolectando un total de 32 muestras. Utilizaron técnicas de filtración por membrana en diferentes medios agar para analizar bacterias heterótrofas, coliformes, Staphylococcus, Pseudomonas y hongos. Los resultados mostraron bajas concentraciones de bacterias: 2,00 x 102 UFC/mL para bacterias heterótrofas, 7,00 x 10 UFC/mL para Pseudomonas, 3,80 x 10 UFC/mL para Staphylococcus, y 1,40 x 10 UFC/mL para hongos, sin detectar coliformes. Estos resultados indican que el microbiota presente en el lago es adaptado a las condiciones fisicoquímicas del agua, lo que sugiere una buena calidad microbiológica del lago.

Por otro lado, Ramos Moreno (2018), en su estudio sobre el riesgo de eutrofización del embalse El Quimbo, ubicado al sur del departamento de Huila en Colombia, utilizó un modelo matemático para evaluar los estados tróficos y la gestión de macronutrientes en lagos y embalses tropicales cálidos (LACAT). El estudio identificó fuentes de fósforo, como aguas residuales, residuos sólidos, estiércol animal y escorrentía superficial. Los resultados mostraron que, durante la fase de llenado del embalse, sería conveniente remover material del vaso del embalse y deforestar al menos un 22,4% de la biomasa en el área inundada. A partir del año 20 del proyecto, el

embalse pasaría de mesotrófico a eutrófico debido a la acumulación de fósforo. La magnitud del riesgo de eutrofización se consideró significativa en los primeros 10 años y leve después. Entre las conclusiones, se resalta la importancia de evitar la acumulación de fósforo mediante sistemas de depuración de aguas residuales y manejo adecuado de residuos sólidos en las áreas cercanas. El embalse presenta valores de clorofila entre 64 y 138 ug/l, lo que evidencia su estado eutrófico.

Gómez y otros (2017), en su artículo sobre las comunidades de macrófitas en ríos andinos, estudiaron la vegetación acuática de 18 pequeños ríos en las cuencas de los ríos La Vieja (Quindío) y Otún (Risaralda) en la ecorregión cafetera colombiana, una zona afectada por actividades humanas. Su objetivo fue evaluar el impacto del uso del suelo en la estructura de las comunidades de macrófitas. Se seleccionaron ríos de acuerdo con los usos dominantes del suelo en cada cuenca y se realizó el muestreo en dos épocas del año 2006. Se encontraron 54 especies de macrófitas, con menor riqueza y abundancia que en otros sistemas acuáticos tropicales, dominadas por especies adaptadas a ambientes alterados. Se concluyó que variables como la temperatura, la conductividad y el tipo de sustrato fueron determinantes en la estructura de las comunidades. Los ríos de zonas ganaderas, con sustrato fino y mayor temperatura y conductividad, mostraron más diversidad que aquellos de zonas forestales, caracterizados por baja temperatura, menor concentración de nutrientes y sustrato rocoso.

Malaver y otros (2014), en su investigación sobre la calidad microbiológica del agua de la laguna de Tacarigua en Venezuela, encontraron una alta abundancia de coliformes fecales en los sectores con mayor influencia

antrópica, superando los límites establecidos por la normativa venezolana. Las concentraciones de enterococos alcanzaron valores altos, indicando contaminación no reciente, y la presencia de bacterias heterótrofas mostró una alta carga orgánica en todos los sectores. Los resultados indicaron una mala calidad del agua del humedal debido a factores ambientales y antrópicos, evidenciando heterogeneidad en los indicadores microbiológicos.

Ramos y otros (2013), en su estudio sobre las macrófitas acuáticas en las lagunas del Páramo de La Rusia, Boyacá (Colombia), caracterizaron las comunidades de macrófitas en tres lagunas, evaluando la frecuencia y cobertura de las especies. Se registraron 17 especies, con la mayor diversidad en la laguna Media (13 especies). A pesar de las similitudes en la transparencia del agua, se encontraron diferencias en la diversidad y distribución de las especies, lo que sugiere que factores ambientales como los nutrientes o la geomorfología, además de la luz, influyen en la estructura de las comunidades de macrófitas.

Ledesma y otros (2013), en su artículo titulado *Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba (Argentina), analizaron cómo diversas actividades humanas afectan negativamente este embalse. Para desarrollar un programa de monitoreo acuático efectivo, es crucial identificar las variables más relevantes. En este contexto, el análisis multivariado se presenta como una herramienta útil. El objetivo de su estudio fue evaluar la calidad del agua y el estado trófico del embalse Río Tercero, con el fin de establecer bases para una gestión adecuada de los recursos hídricos. Se realizaron muestreos entre 2003 y 2006 para medir parámetros de calidad del agua y determinar el estado trófico del embalse. A través de

un análisis multivariado, se generó una matriz de correlación y un análisis de componentes principales (ACP). Los resultados mostraron un deterioro de la calidad del agua, con un cambio de un estado mesotrófico a eutrófico. Se observó una correlación positiva entre la clorofila-a y el fósforo total (r = 0.83), el oxígeno disuelto (r = 0.51) y la temperatura (r = 0.43). El ACP explicó el 65.6% de la variabilidad total de los datos. Las variables más significativas para entender la variabilidad del embalse fueron la clorofila-a, el fósforo total y la temperatura, lo que indica que los florecimientos algales ocurrirían principalmente en primavera y verano. Los resultados proporcionan una base para un programa preliminar de monitoreo y gestión que podría aplicarse a otros cuerpos de agua.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Minaya (2017), en su estudio Calidad del agua en la laguna Moronacocha, época de transición creciente - vaciante. Iquitos. Perú. 2016. En el presente trabajo tuvo como objetivo determinar las características físicas, químicas y microbiológicas (coliformes termotolerantes) en los meses de abril, mayo y junio del año 2016 del agua de la laguna Moronacocha, la misma que fue comparada con los valores provenientes de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua de Perú, en la categoría IV: Conservación del ambiente acuático. Mediante los resultados obtenidos se determinó si las características del agua de la laguna Moronacocha cumplen o no con los ECAs para agua, cumpliendo los objetivos de investigación y aceptando la hipótesis planteada. Se encontró que los parámetros Sólidos Suspendidos Totales (TSS), Potencial de Hidrógeno (pH), Oxígeno Disuelto (OD) y

Coliformes Termotolerantes no cumplieron con los ECAs, por otra parte, el resto de parámetros se encuentran dentro de los valores establecidos.

Fontúrbel (2005), en su articulo Indicadores fisicoquímicos y biológicos del proceso de eutrofización del Lago Titikaka. Evaluacion del grado de avance del proceso de eutrofización del lago Titikaka por medio de la evaluación de las macrófitas (pleuston y limnófitas), de la diversidad de fitoplancton, de parámetros fisicoquímicos (pH, turbidez, DBO5, nitrógeno total y fósforo soluble) y microbiológicos (coliformes fecales termotolerantes) en cuatro localidades del lago. Los resultados mostraron un avance diferencial en el desarrollo del proceso de eutrofización en cada sitio: se clasificó un sitio como aguas de calidad mínima, un sitio como calidad baja y dos como calidad media. La conjunción de turbidez, DBO5, nitrógeno y fósforo se manifiesta como un buen indicador del grado de avance del proceso de eutrofización, mientras que la evaluación de macrófitas y fitoplancton proporcionan datos valiosos sobre la pérdida de biodiversidad.

2.1.3. Antecedentes Locales

Fuchs y Vásquez (2021), en su tesis titulada *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos en tres puntos de confluencia de las aguas de la quebrada de Tushmo y la laguna de Yarinacocha, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, Ucayali (2020), tuvieron como objetivo evaluar estos parámetros en tres puntos de confluencia de las aguas, siguiendo los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM. Se realizaron comparaciones de muestras tomadas en diferentes niveles de profundidad (superficial, medio y profundo) en tres puntos: la quebrada de Tushmo (P1), la intersección entre

la quebrada y la laguna (P2), y la laguna de Yarinacocha (P3). Los resultados mostraron homogeneidad en los datos de los parámetros físicos, sin embargo, las diferencias significativas se dieron entre los puntos de muestreo. Para los parámetros químicos, no se observaron diferencias significativas en las concentraciones de metales, ya que se mantuvieron dentro de los límites permitidos. En cuanto a los parámetros biológicos, se encontraron diferencias notables en los coliformes totales entre los niveles de agua, especialmente entre los puntos P1 y P2/P3.

Por otro lado, en el estudio de Marin (2012) titulado *Calidad del agua de la laguna Yarinacocha para uso recreacional*, se encontró que los parámetros fisicoquímicos estaban dentro de los estándares nacionales para uso recreacional, pero los parámetros microbiológicos no cumplían con los límites establecidos. Los promedios de coliformes totales fueron superiores a los límites permisibles, con una presencia significativa de coliformes termo tolerantes y Escherichia coli en todas las estaciones. Además, se detectó Salmonella en todas las estaciones. El Índice de Calidad del Agua (ICA) mostró valores que indicaron que el agua de la laguna no era apta para el uso recreacional en el período estudiado.

En el estudio de Riofrío y otros (2003), sobre la *Caracterización limnológica de la laguna de Cashibococha* en Ucayali, Perú, se encontró que el agua de la laguna presentaba un color verdoso a café oscuro, con un pH entre 6 y 6.8, conductividad de 10 a 30 µS/cm, transparencia de 21 a 59 cm y alcalinidad total entre 14 y 22 mg/L. La temperatura superficial variaba entre 24.4 y 37 ºC, y el oxígeno disuelto entre 1.3 y 7.4 mg/L. Los recuentos bacteriológicos revelaron niveles de aerobios mesófilos entre 350 y 3600

UFC/mL, y los coliformes totales fluctuaron entre 3 y 43 NMP/100 mL, lo que indica una calidad del agua con cierta contaminación microbiológica.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Clasificación de los cuerpos de agua superficiales

Según ANA (2018), la categoría de un cuerpo de agua, es la representación de la calidad ideal a donde queremos llegar como Estado Peruano, que tiene como función proteger, conservar y recuperar los recursos hídricos. La clasificación de los cuerpos de agua aplicando el ECA - Agua, es una herramienta que se emplea como paso previo para evaluar el estado de la calidad de los recursos hídricos, en condición de cuerpos receptores. De aquí radica la importancia de “clasificar” los cuerpos de agua en función a normas estandarizadas para su evaluación ambiental, lo que quiere decir que cada espacio marino, estuario, río, quebrada, lago, laguna, se le asigna una categoría establecida. Se considera para ello la priorización de los recursos naturales frágiles, sensibles y vulnerables, identificados en el proceso de integración; conservando así la diversidad biológica, priorizando la salud humana y fomentando la seguridad alimentaria.

2.2.2. Estándar de Calidad Ambiental para Agua

Según la ANA (2018), Perú estuvo regido por un Código de Agua durante siete décadas, originado en el siglo XIX, que consolidó el control del agua en manos de grandes hacendados. Sin embargo, en 1969, la Ley General de Aguas, mediante el D.L N° 17752, introdujo cambios significativos en la regulación de los recursos hídricos. Posteriormente, con la creación del Ministerio del Ambiente (MINAM), se aprobaron los Estándares de Calidad Ambiental para el agua, modernizando la gestión del recurso.

El presente ECA- Agua aprobado en el año 2017, cuenta con 4 categorías y 17 sub categorías:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable: A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado. b) Subcategoría B: Agua superficiales destinadas para recreación: B1: Contacto primario. B2: Contacto secundario (Ministerio del Ambiente, 2017).

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino - costeras y continentales. Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicadas en aguas marinos costeras. Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino – costeras. Subcategoría C3: Actividades marino - portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino – costeras. Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos y lagunas (Ministerio del Ambiente, 2017).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Subcategoría D1: Riego de vegetales: • Agua para riego no restringido. • Agua para riego restringido. Subcategoría D2: Bebida de animales (Ministerio del Ambiente, 2017).

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático. Subcategoría E1: Lagunas y lagos. Subcategoría E2: Ríos. • Ríos de la costa y sierra. • Ríos

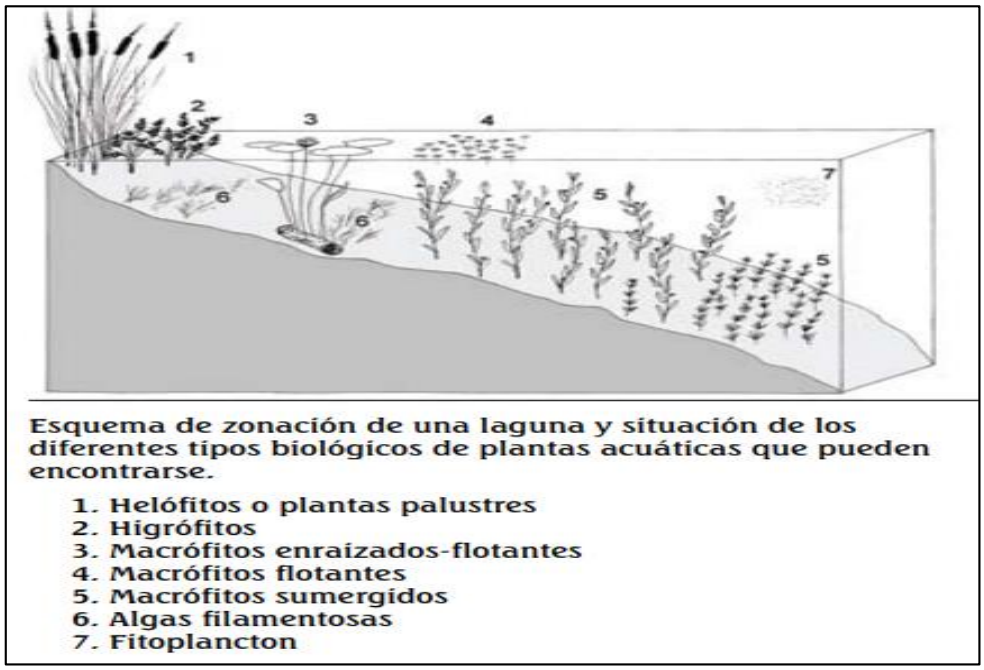
de la selva. Subcategoría E3: Ecosistemas costeras y marinas: • Estuarios. • Marinos (Ministerio del Ambiente, 2017).

2.2.3. Macrofitas Flotantes

Los macrófitos acuáticos, como organismos fotosintéticos, necesitan que el agua esté transparente para que la luz llegue hasta sus cloroplastos. Por otra parte, la intensidad de la radiación luminosa se reduce a medida que se incrementa la profundidad, hecho que da lugar a la zonación, un proceso característico que explica la forma de distribuirse los macrófitos acuáticos en lagos, lagunas, ríos y estanques que tienen una cierta profundidad. Debido a que la mayoría de estas plantas toman los nutrientes y los elementos necesarios para su desarrollo a través de la epidermis de las hojas, como consecuencia del proceso de adaptación al medio acuático, la concentración de los iones mayoritarios que se encuentran en el agua tiene una gran influencia en su metabolismo. Además de los factores indicados, existen otros que influyen, en menor medida o a diferente escala, en la presencia y distribución de las plantas acuáticas: naturaleza del sustrato, temperatura del agua, movimiento del agua, contenido en nutrientes, profundidad, etc (García y otros, 2010).

Figura 1.

Esquema de zonación de una laguna y situación de los diferentes tipos biológicos de plantas acuáticas que pueden encontrarse.



Esquema de zonación de una laguna y situación de los diferentes tipos biológicos de plantas acuáticas que pueden encontrarse.

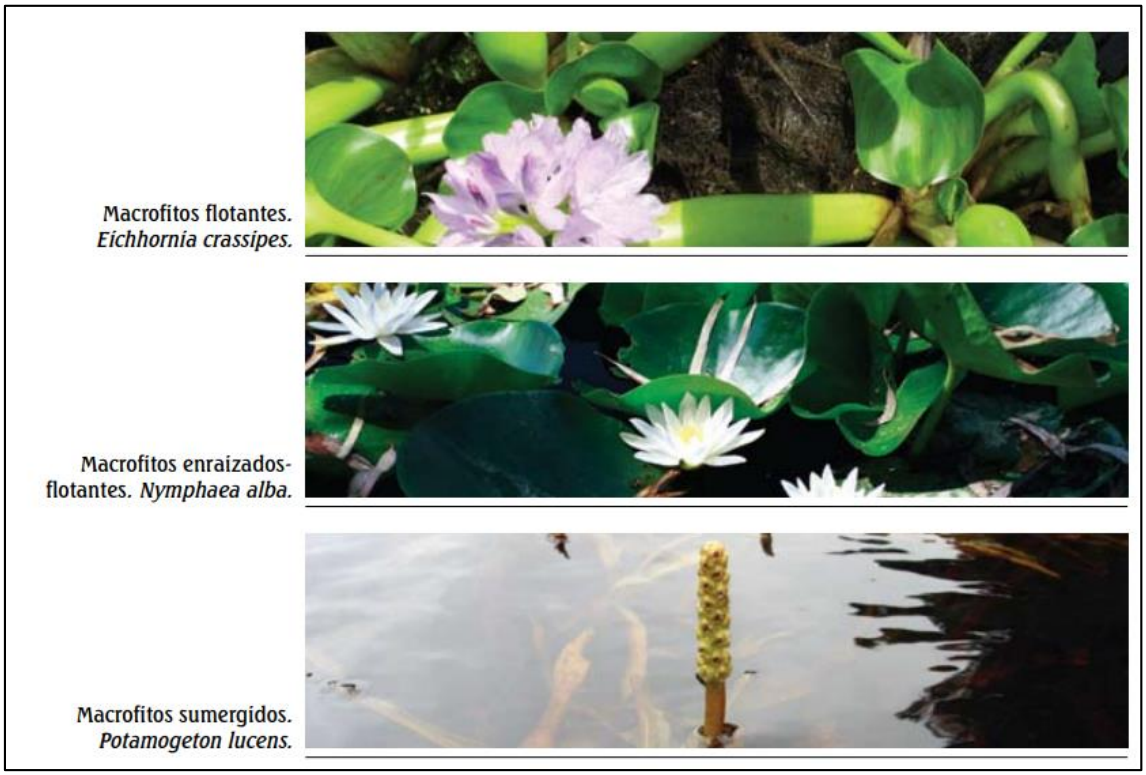
1. Helófitos o plantas palustres
2. Higrófitos
3. Macrófitos enraizados-flotantes
4. Macrófitos flotantes
5. Macrófitos sumergidos
6. Algas filamentosas
7. Fitoplancton

2.2.3.1. Macrófitos acuáticos

Son los vegetales objeto de esta guía. Necesitan estar en el agua para poder vivir, donde permanecen enraizados al sustrato o flotando libremente. Se distinguen tres tipos biológicos: Macrófitos flotantes. Aquellos que no se encuentran adheridos al substrato, como el jacinto de agua (Eichhornia crassipes), o la lenteja de agua (Lemna minor). Macrófitos enraizados-flotantes. Aquellos que se mantienen enraizados al sustrato y tienen hojas, que pueden ser de gran tamaño, que flotan en la superficie, como los nenúfares (Nuphar luteum y Nymphea alba). Macrófitos sumergidos. Aquellas especies enraizadas que tienen todas sus estructuras sumergidas dentro del agua, como las especies del género Zannichellia, o a lo sumo con flores o inflorescencias emergentes, como las espigas de agua (*Potamogeton lucens*) (García y otros, 2010).

Figura 2.

Macrofitas acuáticos



2.2.3.2. Las plantas acuáticas como bioindicadores

Los bioindicadores son organismos o grupos de organismos que se emplean para conocer las cualidades de los ecosistemas, ya que están estrechamente relacionados con unas determinadas condiciones ambientales. Su presencia y abundancia informan sobre la integridad de los ecosistemas y su estado de conservación. Su uso está cada vez más extendido en las tareas de gestión del medio ambiente, ya que proporcionan una gran cantidad de información de forma rápida y con un coste bastante bajo. Los macrófitos acuáticos tienen unas propiedades que los hacen ser excelentes bioindicadores: Se pueden observar fácilmente. Son organismos sedentarios. Responden rápidamente a variaciones en las condiciones físico-químicas del medio. Son sensibles a la presencia de diversos contaminantes

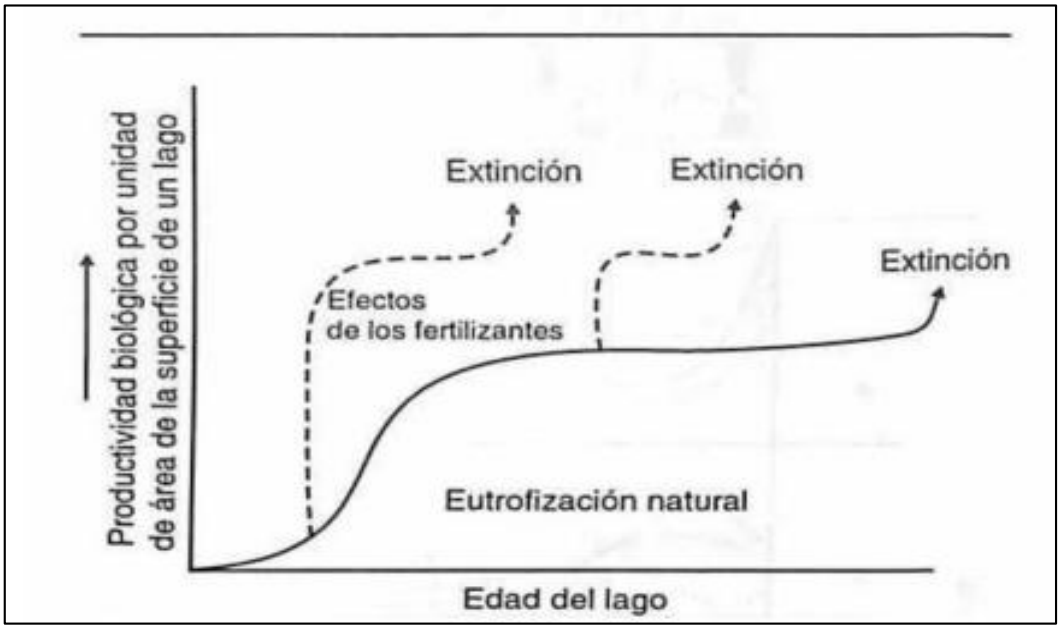
y sustancias tóxicas. Acumulan sustancias tóxicas en sus órganos. Su presencia se relaciona fácilmente con procesos ecológicos significativos. No requieren complicados técnicas ni sofisticados laboratorios para identificarlos. Están presentes en multitud de hábitats acuáticos (García y otros, 2010).

2.2.4. Eutrofización del agua

La eutrofización es el deterioro de la calidad del agua causado por el exceso de nutrientes como nitrógeno y fósforo, lo que impacta ecológica, sanitaria y económicamente a nivel regional (Ledesma et al., 2013). Aunque es un proceso natural de envejecimiento de los lagos, puede ser acelerado por las actividades humanas, afectando la estética, el turismo y la economía (Bonansea et al., 2012; Vollenweider, 1970). Aunque todos los lagos tienden a desaparecer con el tiempo, las acciones humanas pueden acelerar este proceso (Roldán y Ramírez, 2008).

Figura 3.

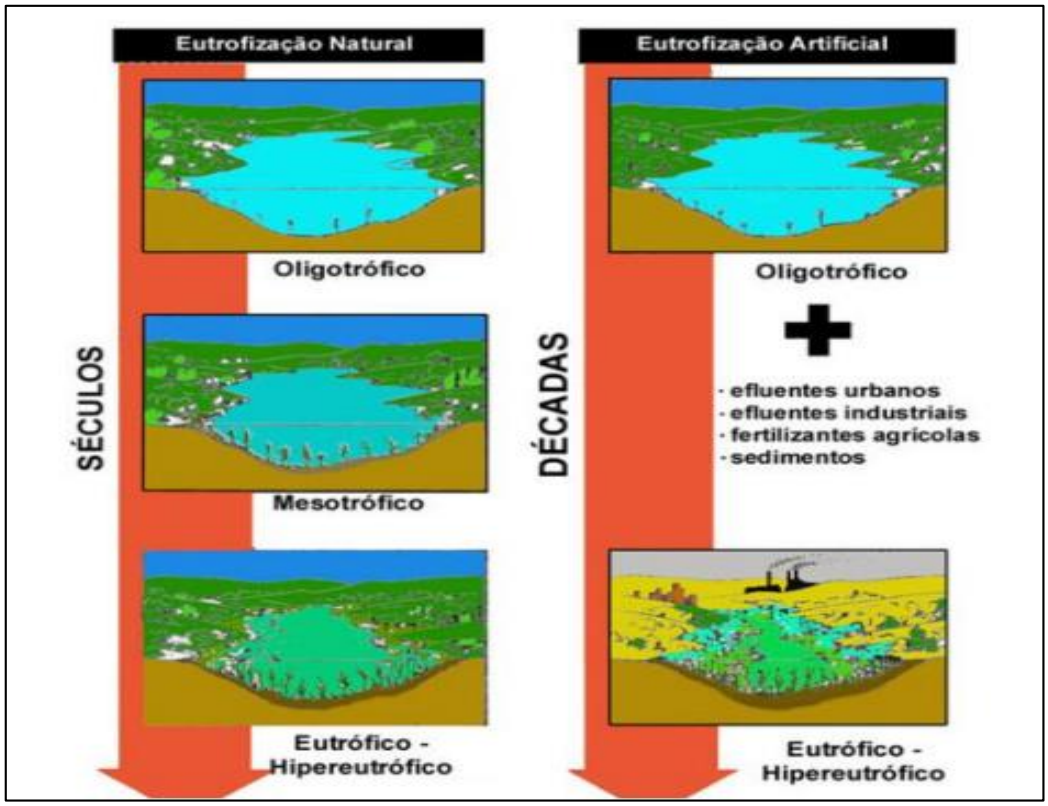
Eutrofización natural e inducida por el hombre



La eutrofización, a nivel paisajístico, representa una presión significativa para la biodiversidad en pequeños cuerpos de agua, especialmente debido a que estos, ricos en nutrientes, predominan en el entorno (Rosset et al., 2014). Este fenómeno forma parte del problema más amplio de la contaminación de las aguas superficiales y se atribuye principalmente a los impactos de la actividad humana. Además, constituye uno de los múltiples desafíos ambientales que ponen en riesgo la belleza de ríos, lagos, arroyos y otros sistemas fluviales, así como la supervivencia de los organismos que los habitan

Figura 4.

Eutrofización natural y eutrofización cultural



Cuando una masa de agua oligotrófica se enriquece con nutrientes, se desencadenan varios cambios significativos. El aumento de nutrientes

estimula el crecimiento del plancton, incrementando la turbidez del agua. Esto provoca la desaparición de la vegetación acuática sumergida, lo que conlleva la pérdida de hábitats, alimentos y oxígeno disuelto (OD) producido por la fotosíntesis. Aunque el fitoplancton genera oxígeno en la superficie, el exceso se escapa a la atmósfera, limitando su disponibilidad en aguas profundas. Este proceso afecta particularmente durante la mayor parte del año, salvo en periodos específicos de primavera y otoño (Moreno et al., 2010).

2.2.4.1. Causas de la eutrofizacion

Las principales causas antropogénicas de procesos de eutrofización pueden ser:

La eutrofización de los cuerpos de agua tiene varias causas principales. Entre ellas, destaca la descarga de aguas residuales ricas en nutrientes y el uso excesivo de fertilizantes, que aportan nitrógeno (nitratos y amonio) y fósforo (fosfatos). Además, la deforestación y la erosión de suelos agrícolas contribuyen al arrastre de nutrientes hacia los cuerpos de agua. Por otro lado, los óxidos de nitrógeno (NOx) y de azufre (SOx) reaccionan con el agua atmosférica, formando compuestos solubles que, al alcanzar el suelo, son arrastrados hacia los sistemas acuáticos, intensificando el proceso de eutrofización (Moreno et al., 2010).

2.2.4.2. Efectos del proceso de eutrofización

En ecosistemas acuáticos eutrofizados, se altera la biodiversidad debido a la proliferación excesiva de algas, cianobacterias y macrófitos, lo que provoca opacidad y limita la penetración de luz en el agua. Esto reduce la fotosíntesis y la producción de oxígeno en las zonas profundas, mientras que

la actividad de los descomponedores aumenta al recibir más materia orgánica. Como resultado, el fondo se vuelve anaerobio, incrementando gases como sulfuro de hidrógeno (H_2S), metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), lo que dificulta la supervivencia de la mayoría de las especies. Este proceso causa mortalidad masiva, bioacumulación de toxinas, mayor sedimentación, proliferación de patógenos y disminución de la vida útil del ecosistema. Además, las cianobacterias, que producen toxinas acuáticas, están relacionadas con un aumento en la concentración de clorofila, indicador directo de microalgas y cianobacterias (Moreno et al., 2010).

2.3. Definición de términos básicos

Bioindicador: Es un organismo o grupo de organismos cuya presencia o ausencia está vinculada a cambios en uno o más factores ambientales (García et al., 2010).

Eutrofización: Es un proceso impulsado por actividades humanas que deteriora la calidad del agua al incrementar la concentración de nutrientes esenciales para el crecimiento de organismos, como nitrógeno (N), fósforo (P) y materia orgánica (MO). Aunque enriquece los sistemas acuáticos en nutrientes, reduce los niveles de oxígeno. Este fenómeno ocurre naturalmente en lagos con una entrada de nutrientes superior a su salida (Moreno et al., 2010).

Fuentes antropogénicas: Se refiere a las actividades humanas que generan impacto en el medio ambiente, siendo la combustión de materiales una de las principales causas. Esto incluye emisiones provenientes de

industrias, vehículos y actividades domésticas (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2021).

Macrófitas: Son plantas acuáticas cuyos órganos vegetativos (hojas, tallos y raíces) pueden estar sumergidos o flotantes. Este grupo incluye plantas vasculares, algunos géneros de briófitos y algas carófitas, siendo organismos clave en estudios relacionados con los ecosistemas acuáticos (García et al., 2010).

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Ubicación, Población y muestra

3.1.1. Población

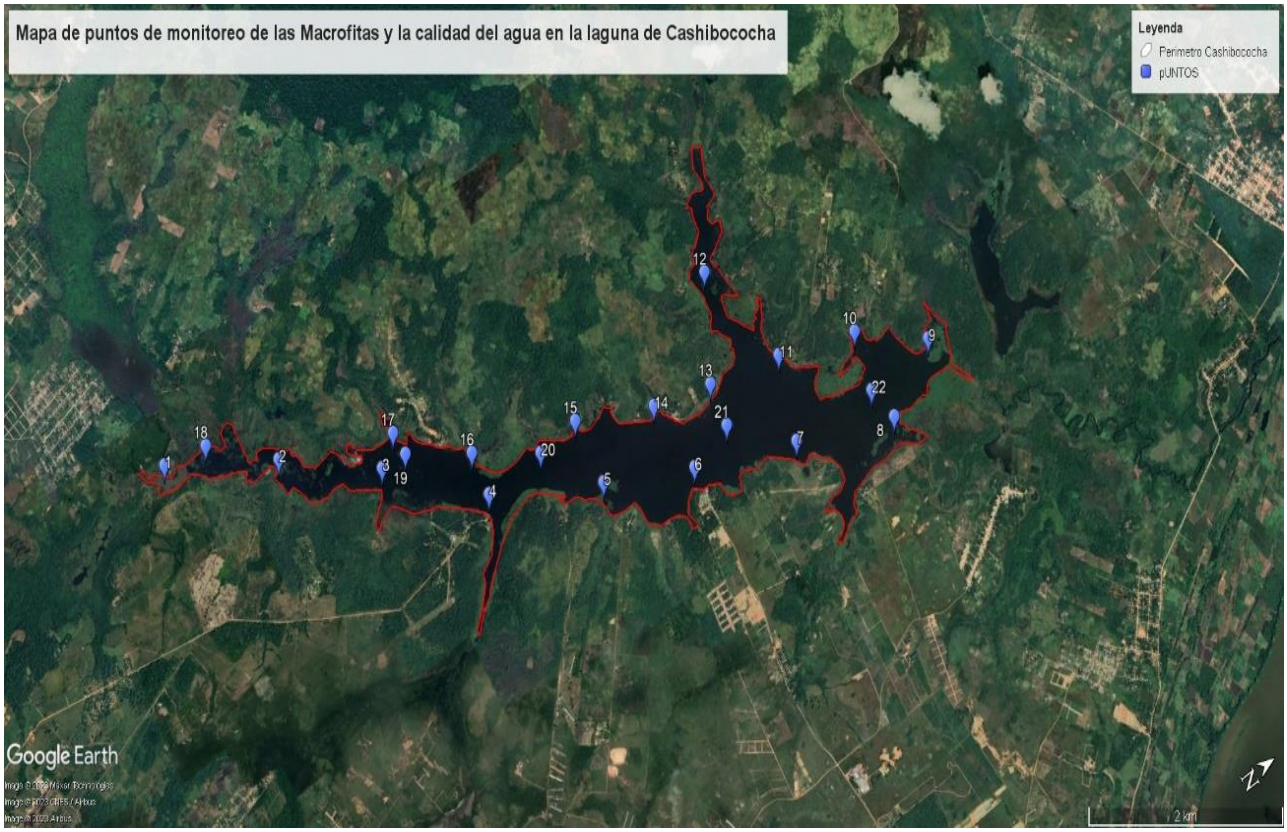
La población corresponde a la laguna de Cashibococha con aun área de 5.2 km2, ubicado en el distrito de Yarinacocha, que se alimenta de derivaciones pluviales estacionarias, esta tiene una profundidad media de 2.5m, teniendo un volumen de agua medio de 13 millones de m3. Desemboca gran parte de si en la laguna de Yarinacocha y está al rio Ucayali.

3.1.2. Muestra

La muestra es de tipo no probabilística, por el método de muestro intencionado, esta se consideró acorde al Protocolo de muestreo de otro tipo de flora acuática (macrófitos) en lagos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España (2013). Se obtuvo un total de 22 puntos de muestreo en la laguna, los cuales también sirvió para analizar la calidad del agua en estos puntos, recolectando 1,8 litros de muestra de agua y monitoreando los parámetros de campo, además de la recolección para su identificación de las macrofitas presentes.

Figura 5.

Mapa de puntos de monitoreo de las Macrofitas y la calidad del agua en la laguna de Cashibococha



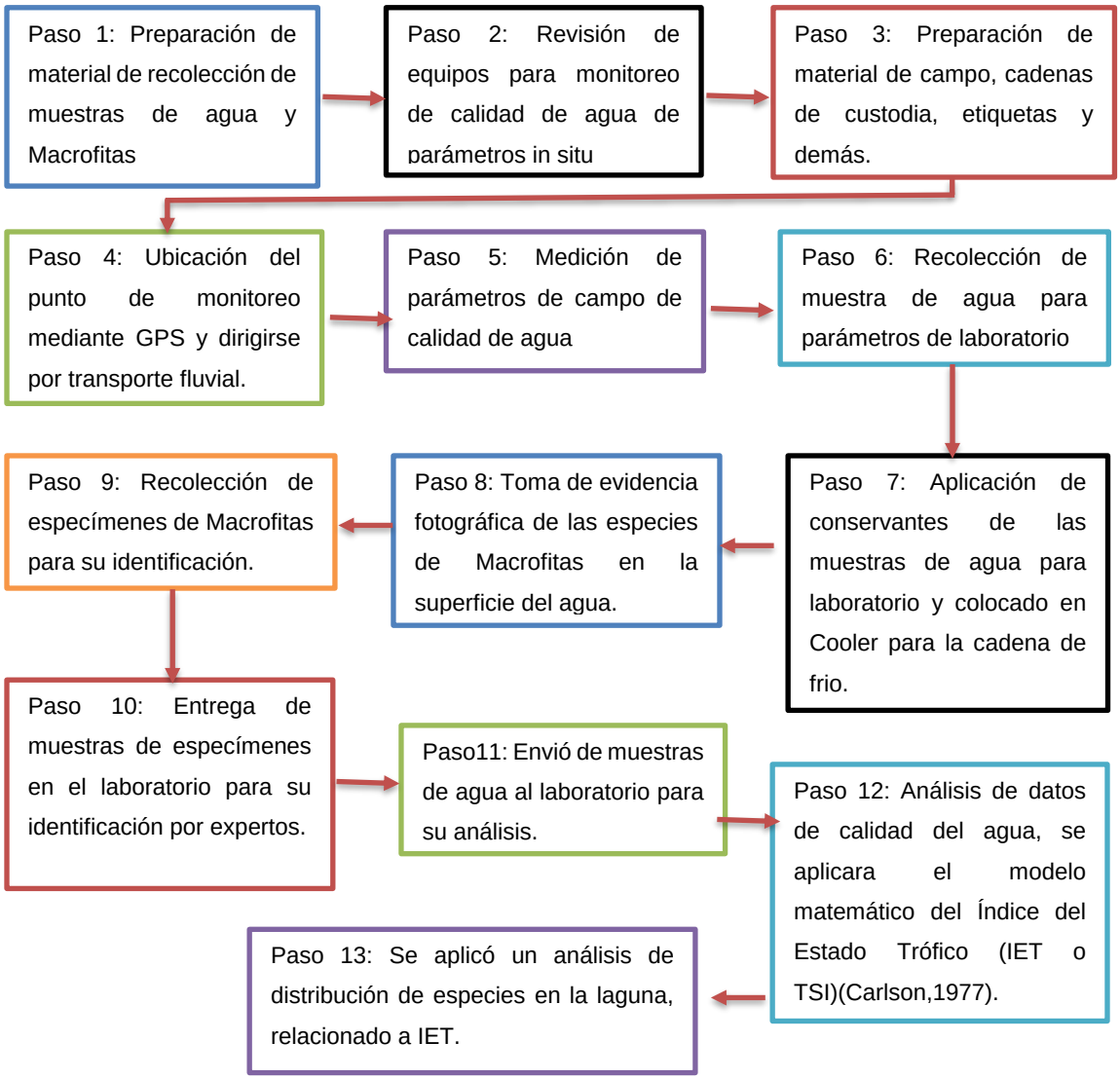
3.2. Método de investigación

El enfoque del presente proyecto es de tipo cuantitativo, según Hernández y otros (2014), indican que la el enfoque cuantitativo implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos en un estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema. El tipo de investigación es básica, tiene un alcance descriptivo, el nivel de la investigación es Correlacional y el diseño será no experimental.

3.3. Diseño de la investigación

Figura 6.

Resumen de metodología a aplicar



3.4. Técnicas de recolección de datos

3.4.1. Monitoreo de calidad de agua superficial

3.4.1.1. Parámetros establecidos en el monitoreo

Los parámetros se seleccionaron en función a las actividades antropogénicas, fuentes contaminantes y teniendo en cuenta la Clasificación de los Recursos Hídricos del País (DIGESA, 2007).

- Parámetros de medición en campo: pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto.
- Parámetros determinados en laboratorio: Físicos: Turbiedad, nitrógeno fosforo DQO, DBO5 y Coliformes termo tolerantes (DIGESA, 2007).

3.4.1.2. Ubicación de puntos de muestreo y registro de datos de campo

a. Ubicación del punto de muestreo.

La ubicación de los puntos de muestreo cumplió los siguientes criterios:

Identificación: El punto de muestreo fue identificado y registrado con precisión, asegurando su ubicación exacta para futuras evaluaciones. Para ello, se utilizó un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que registró las coordenadas en formato UTM y bajo el sistema de referencia WGS84 (DIGESA, 2007)

Representatividad: Se eligió los puntos donde el cuerpo esté lo más regular, accesible y uniforme en profundidad. (DIGESA, 2007).

b. Registro de datos de campo.

Se documentaron diversos datos relacionados con el punto de muestreo, incluyendo su código, el origen de la fuente, una descripción detallada y precisa del lugar, la hora y fecha del muestreo, así como la localidad, distrito, provincia y departamento. Además, se registraron las coordenadas geográficas correspondientes al punto de muestreo (DIGESA, 2007).

3.4.1.3. Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de muestreo se estableció de acuerdo a la estacionalidad debiéndose realizar el muestreo en época de avenida y época de estiaje (DIGESA, 2007).

3.4.1.4. Muestreo, preservación, conservación y envío de las muestras al laboratorio de análisis.

Según (DIGESA, 2007), para esto se siguió las recomendaciones establecidas en los "Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales – American Public Heal Association, American Waer Works, Association Water Pollution Control Federation 20th Edition, 1998".

a. Consideraciones Generales

- Se utilizaron frascos de polietileno (preferiblemente de primer uso) o de vidrio, asegurándose de que estuvieran limpios y secos para evitar posibles contaminaciones (DIGESA, 2007).
- Los equipos empleados fueron calibrados correctamente antes de su uso (DIGESA, 2007).
- Las muestras se almacenaron a bajas temperaturas y/o se preservaron con productos químicos para garantizar su integridad durante el transporte y previo al análisis en el laboratorio (DIGESA, 2007).
- Se completaron los registros correspondientes de cada muestra recolectada mediante una ficha de muestreo, y cada frasco fue identificado mediante un etiquetado adecuado (DIGESA, 2007).

b. Toma, preservación y conservación de muestras de agua

Según DIGESA (2007), en un proceso de muestreo es fundamental seguir ciertas etapas:

Toma de muestras:

En lagos, se evitó recolectar agua de áreas con espuma superficial.

Las muestras se tomaron en dirección contraria al flujo del agua.

Se dejó un espacio aproximado del 1% de la capacidad del recipiente (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra.

Medición de parámetros en campo:

Se recomienda medir los parámetros en campo utilizando una muestra tomada con un balde limpio previamente enjuagado, aunque también es posible realizar las mediciones directamente en el recurso hídrico.

Las mediciones se llevaron a cabo en el siguiente orden: primero el oxígeno disuelto, seguido del pH y, finalmente, la conductividad eléctrica.

Preservación de las muestras de agua:

- Una vez tomada la muestra de agua, se procedió a adicionarle el preservante requerido de acuerdo a lo estipulado en el “Requisitos para toma de muestras de agua y manipulación”. •
- Una vez preservada la muestra, fue cerrada herméticamente el frasco y para mayor seguridad encintar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido (DIGESA, 2007).

Conservación y envío de las muestras de agua:

- Las muestras recolectadas fueron conservadas en cajas térmicas (Coolers) a temperatura indicada, disponiendo para ello con preservantes de temperatura (Ice pack, otros). (DIGESA, 2007).

3.4.1.5. Análisis de laboratorio

Tabla 1.

Métodos utilizados para el análisis de muestras de agua

Parámetro	Método de Referencia
Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Sólidos totales disueltos (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Demanda química de oxígeno (D.Q.O.)	Closed Reflux, Colorimetric Method.SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen
Nitrógeno amoniacal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method.
pH	EPA 150.1. 1982. pH (Electrometric)
Temperatura	EPA 170.1. 1974. Temperature (Thermometric)

Fuente: DIGESA, (2007)

3.4.2. Protocolo de muestreo de otro tipo de flora acuática (macrófitos) en lagos

Este protocolo fue diseñado para el muestreo de cuerpos de agua naturales pertenecientes a la categoría de lagos, que incluye lagos, lagunas y humedales. La selección del punto de muestreo y la evaluación de

coberturas se realizaron considerando el tipo de lago y las macrófitas presentes (helófitas, hidrófitas y anfífitas). También se tuvieron en cuenta características del lago como profundidad, perímetro y pendiente, entre otras. En lagos medianos o grandes (>50 ha), se estableció un mínimo de 20 transectos alrededor del perímetro, cada uno con un ancho de 3 metros desde la orilla y al menos 3 metros de longitud (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013).

A. Conservación de macrófitos

Los ejemplares de cada taxón, que se extrajo cuando su identificación visual en campo no sea posible con absoluta certeza, se conservó en recipientes separados para cada especie, procurando recoger el mínimo imprescindible y evitando dañar la comunidad de macrófitos (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013).

B. Etiquetado

Todas las muestras y preparaciones estuvieron convenientemente etiquetadas de forma que se identifique: código de identificación (uno para cada especie no identificada in situ).

C. Transporte

Todas las muestras se preservaron de la exposición a la luz (en cajas cerradas) (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013).

D. Identificación visual y condición común de las plantas acuáticas

Esta se procedió a ser analizada por un especialista, en base a norma taxonómicas y comparaciones tipificadas, como la del (New York Botanical

Garden, 2022), el cual cuenta con una base de datos referenciales, que se detalla a continuación.

Tabla 2.

Matriz referencial de identificación visual y taxonómica de plantas acuáticas

Nombre científico	Nombre común	Tipo de acuática	Referencia
Eichornia crassipes	Lirio	Flotante	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=24174
Pistia stratiotes	Lechuga de agua	Flotante	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=721973
Salvinia minima	Helecho de agua	Flotante	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=2148621
Hydrocotyle vulgaris	Planta sombrero	Emergente	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=2511959
Typha domingesis	tule, cola de gato	Emergente	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=1879189
Sagitaria lancifolia	sagitaria	Emergente	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=279979
Cyperus sp.		Emergente	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=16511
Nymphaea ampla	Nicte ha blaca	Anclada flotante	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=1081430
Nymphaea mexicana	Nicte ha amarilla	Anclada flotante	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=4656972
Nymphaea rubra	Nicte ha roja	Anclada flotante	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=4534578
Acrostichum danaeifolium	Helecho gigante	Anclada emergente	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=1083771
Hydrocotyle sp		Emergente	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=334996
Mercadonia procumbens	Verdolaga de agua	Emergente	https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=406906

Fuente: (New York Botanical Garden, 2022)/Ver anexo 5

3.4.3. Determinación de la Abundancia y diversidad mediante la Metodología para el establecimiento del estado ecológico

La cuantificación de los hidrofitos se realizó mediante evaluación visual y por medio de una escala de cinco niveles, que describió la abundancia de cada especie en el área de muestreo. Se usó la siguiente escala de coberturas:

Tabla 3.

Escala de abundancia de micrófitos

Escala	**Abundancia de cada especie**	**% Cobertura**
	Descriptor	Clase
1	Rara	Individuos aislados
2	Ocasional	1 – 10%
3	Frecuente	10 – 50%
4	Abundante	50 – 70%
5	Muy Abundante (Dominante)	> 70%

Fuente: (Confederación Hidrográfi ca del Ebro, 2018)

3.4.4. Determinación del estado trófico en los cuerpos de agua

Índice del Estado Trófico (IET o TSI), Carlson (1977) propuso este índice, es uno de los más utilizados varía entre 0 y 100 es decir, de oligotrófico a hipertrófico. Se obtuvo a través de la transparencia determinada con el disco de Secchi (DS). El índice se determinó a partir de otros parámetros, como la concentración de clorofila a (Clorf a) y fosforo total (Pt), cuya relación con la transparencia se ha deducido previamente. Las fórmulas que figuran a continuación (Tabla 4), corresponden a la propuesta de Carlson (1977) y a la modificación realizada por Aizaki et al (1981) a la misma (Moreno y otros, 2010).

Tabla 4.

Escala de valores del estado trófico en los cuerpos de agua

Estado de eutrofia	***TSI***	***Ds(m)***	***Pt (mg/m3)***	***Clorofila "a" (mg/m3)***
	0	*64*	*0.75*	*0.04*
Oligotrófico	*10*	*32*	*1.5*	*0.12*
(TSI < 30)	*20*	*16*	*3*	*0.34*
	30	*8*	*6*	*0.94*
	40	*4*	*12*	*2.6*
Mesotrófico	*50*	*2*	*24*	*6.4*
(30 < TSI < 60)	*60*	*1*	*48*	*20*
	70	*0.5*	*96*	*56*
Eutrófico	*80*	*0.25*	*192*	*154*
(60 < TSI < 90)	*90*	*0.12*	*384*	*427*
Hipereutrofico	*100*	*0.06*	*768*	*1183*
(90 < TSI < 100)				
Relación de los parámetros de eutrofización		*TSIDS / 2*	*2xTSIPt*	√ 7.8T SIClofa
Parámetro de eutrofización		*Carlson (1977; 1980)*		
Claridad del agua (Ds)(m)		*TSIDs = 60 − 14.41Ln(Ds)*		
Fosforo total (Pt) (mg/l)		*TSIPt = 14.42Ln(Pt) + 4.15*		
Clorofila a (Clorf a) (mg/m3)		*T SIClorfa = 9.81Ln(Clorfa) + 30.6*		

Fuente: Modificado de Carlson (1977; 1980) y Aizaki et al. (1981)

3.5. Tratamiento de datos

Se aplicó estadística general, además de un análisis especializado basado en TSI del estado trófico, además se aplicó el índice de abundancia según abundancia y especie, así mismo se utilizó en ANOVA para evaluar la diferencia entre estos, así mismo se aplicó una correlación de Person, esto aplicado con el programa SPSS IBM V 22 y Excel.

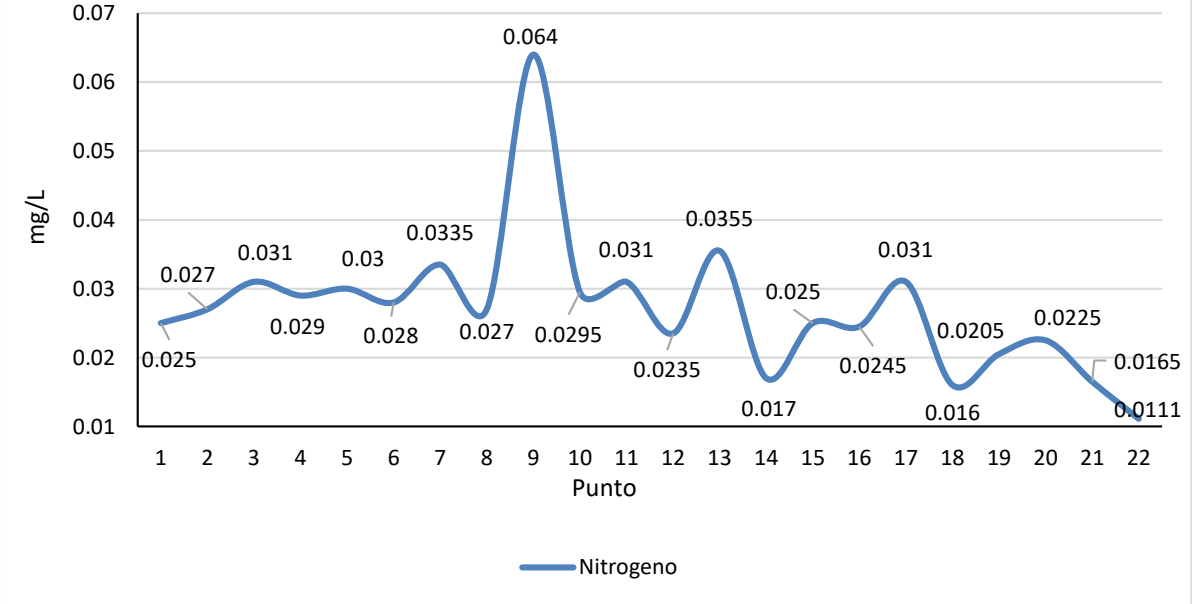
CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Determinación de la cantidad de Nitrógeno presente en la laguna de Cashibococha

Figura 7.

Cantidad de Nitrógeno Total presente en el agua de la laguna de Cashibococha



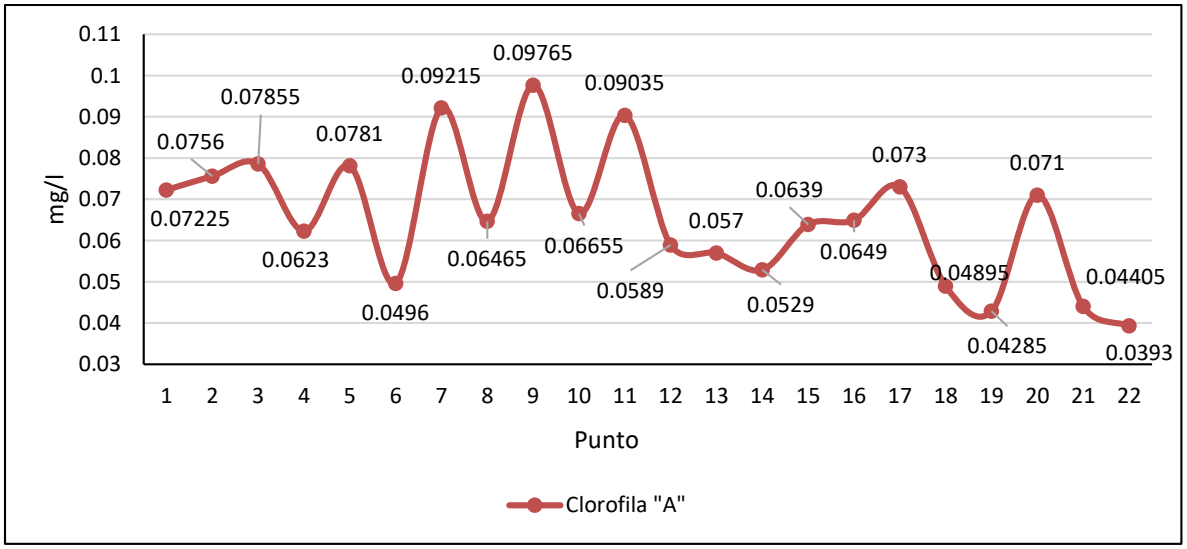
En la figura 7, se aprecia la cantidad de Nitrógeno Total presente en el agua de la laguna de Cashibococha, el promedio general de Nitrógeno Total es de 0,0272 mg/L, con una mínima de 0,0111 mg/L y máxima de 0,0640 mg/L. Existe una variación en la concentración de Nitrógeno Total, las muestras tomadas cerca de la orilla tienen un promedio de 0,0301 mg/L y las muestras tomadas en la zona media de la laguna tienen un promedio de 0,0173 mg/L, el cual es menor en un 43%, el punto 9 se aprecia una desviación debido a la acumulación de macrofitas en estado de descomposición cercano al punto de muestreo. Mediante un Análisis de Varianza de las concentraciones de Nitrógeno Total no mostraron diferencias significativas entre muestras de orilla y céntricos de la laguna ($p=0,011 < 0.05$).

Así mismo un estudio realizado por Muciño y otros (2017), en los sistemas fluvio-lagunares Pom-Atasta y Palizada del Este se registraron valores de Nitrógeno el promedio de NID fue de 1,3 ± 0.4 µm/l.

4.2. Determinación de cantidad de Clorofila “a” presente en la laguna de Cashibococha

Figura 8.

Cantidad de Clorofila “A” presente en el agua de la laguna de Cashibococha



En la figura 8, se aprecia la cantidad de Clorofila “A” presente en el agua de la laguna de Cashibococha, el promedio general de Clorofila “A” es de 0,0657 mg/l, con una mínima de 0,0393 mg/l, máxima de 0,0977 mg/l. Existe una variación en la concentración de Clorofila “A”, las muestras tomadas cerca de la orilla tienen un promedio de 0,0705 mg/l, las muestras tomadas en la zona media de la laguna tienen un promedio de 0,0492 mg/l, el cual es menor en un 30%. Mediante un Análisis de Varianza de las concentraciones de Clorofila “A” mostraron diferencias significativas entre muestras de orilla y céntricos de la laguna ($p=0,006 < 0.05$).

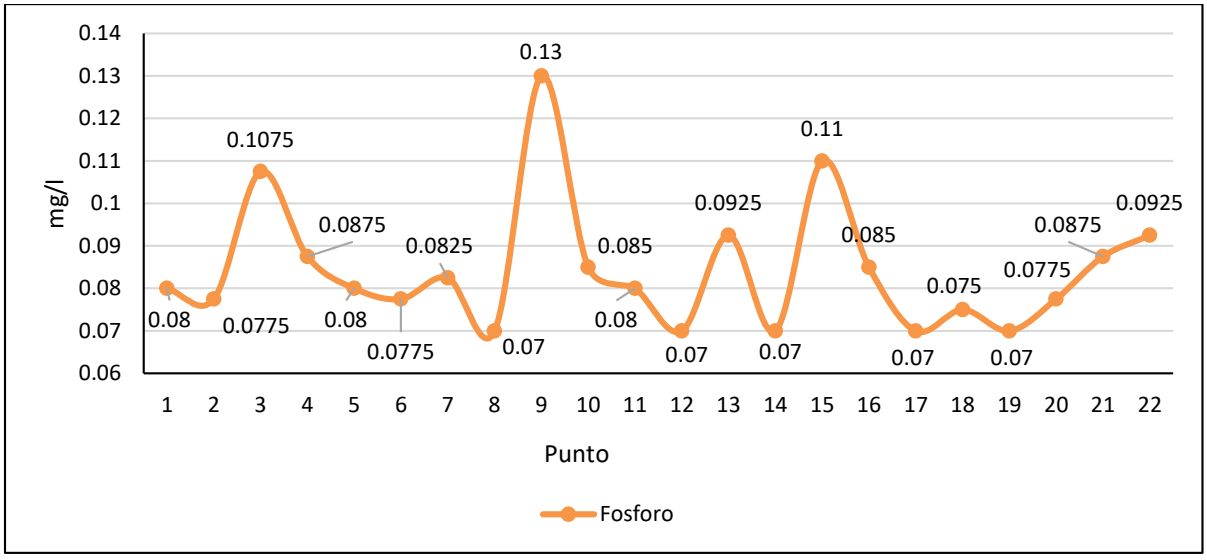
Así mismo un estudio realizado por Muciño y otros (2017), en los sistemas fluvio-lagunares Pom-Atasta y Palizada del Este se registraron concentraciones

de Clorofila “a” bajas de 0,1 - 2 mg/m^3. El estudio de Maldonado (2019), evaluaron el estado trófico de la Laguna de San Miguel Almaya, las muestras analizadas arrojaron los siguientes resultados, el nivel promedio de clorofila “A” en estiaje es de 0,0307 mg/l y en temporada lluviosa de 0,0436 mg/L, con un máximo de 0,22 mg/l y mínimo de 0,0004 mg/l. El estudio realizado por Agular (2020), evaluó el estado trófico actual de la laguna Busa Canton San Fernando, los valores obtenidos del muestreo realizado, el intervalo de Clorofila A es de 43,41 a 72,09 mg/m3 o 0,0434 a 0,07209 mg/l.

4.3. Determinación de la cantidad de Fosforo Total presente en la laguna de Cashibococha

Figura 9.

Cantidad de Fosforo Total presente en el agua de la laguna de Cashibococha



En la figura 9, se aprecia la cantidad de Fosforo total presente en el agua de la laguna de Cashibococha, el promedio general de Fosforo total es de 0,084 mg/l, con una mínima de 0,070 mg/l y máxima de 0,130 mg/l. Existe una variación en la concentración de Fosforo total, las muestras tomadas cerca de la orilla tienen un promedio de 0,0856 mg/l y las muestras tomadas en la zona

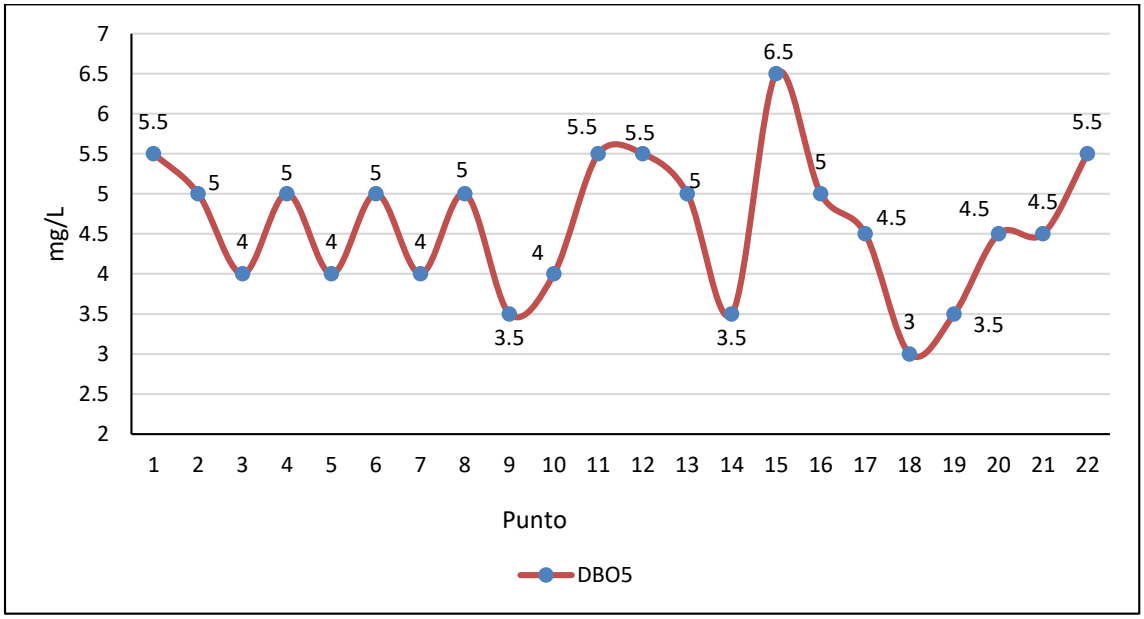
media de la laguna tienen un promedio de 0,805 mg/l, el cual es menor en un 6%. Mediante un Análisis de Varianza de las concentraciones de Fosforo total no mostraron diferencias significativas entre muestras de orilla y céntricos de la laguna (p=0,519 >0,05).

Así mismo un estudio realizado por Muciño y otros (2017), en los sistemas fluvio-lagunares Pom-Atasta y Palizada del Este se registraron concentraciones de 5 µg/m3 en superficie y 4,3 µg/m3 para medio fondo de Fosforo. El estudio de Maldonado (2019), evaluaron el estado trófico de la Laguna de San Miguel Almaya, las muestras analizadas arrojaron los siguientes resultados, el nivel promedio de fosforo en temporada de estiaje es de 0,13 mg/L y en temporada lluviosa de 0,41 mg/L, con un máximo de 0,51 mg/L y mínimo de 0,083 mg/L.

4.4. Determinación de la concentración de DBO5 en la laguna de Cashibococha

Figura 10.

Cantidad de DBO5 presente en el agua de la laguna de Cashibococha



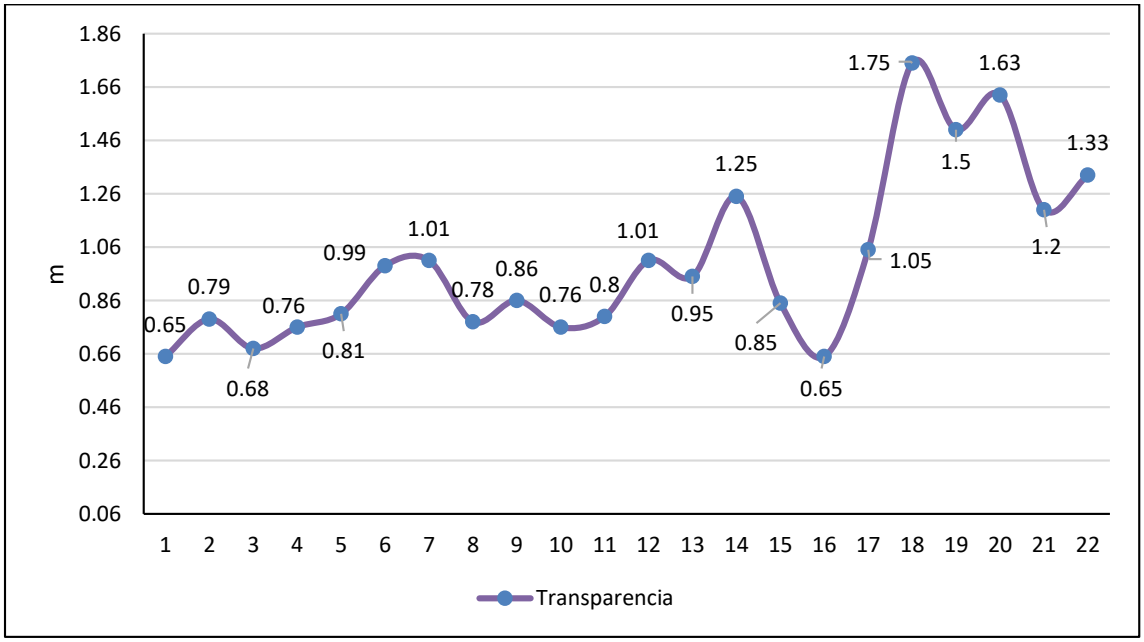
En la figura 10, se aprecia la cantidad de DBO5 presente en el agua de la laguna de Cashibococha, el promedio general de DBO5 es de 4,6 mg/l, con una mínima de 3 mg/l y máxima de 6,5 mg/l. Existe una variación en la concentración de DBO5, las muestras tomadas cerca de la orilla tienen un promedio de 4,6 mg/l y las muestras tomadas en la zona media de la laguna tienen un promedio de 4,2 mg/l, el cual es menor en un 11%. Mediante un Análisis de Varianza de las concentraciones de DBO5 no mostraron diferencias significativas entre muestras de orilla y céntricos de la laguna (p=0, 229 > 0.05).

El estudio realizado por Agular (2020), evaluó el estado trófico actual de la laguna Busa Canton San Fernando, los valores obtenidos del muestreo realizado, el intervalo de DBO5 es de 2,50 a 2,85 mg/l.

4.5. Determinación del nivel de Transparencia presente en la laguna de Cashibococha

Figura 11.

Nivel de trasparencia en el agua de la laguna de Cashibococha



En la figura 11, se aprecia el nivel de transparencia en el agua de la laguna de Cashibococha, el promedio general de transparencia es de 0,7 m, con una mínima de 0,38 y máxima de 1,1 m. Existe una variación en el nivel de transparencia, las muestras tomadas cerca de la orilla tienen un promedio de 0,62 m y las muestras tomadas en la zona media de la laguna tienen un promedio de 0,86 m, el cual es mayor en un 39%. Mediante un Análisis de Varianza de la transparencia mostró diferencias significativas entre muestras de orilla y céntricos de la laguna ($p=0,000 < 0,05$).

Así mismo un estudio realizado por Muciño y otros (2017), en los sistemas fluvio-lagunares Pom-Atasta y Palizada del Este se registraron transparencia promedio durante el periodo de estudio fue de 2,04 ± 0.4 m, y la máxima, de 3,5 m. El estudio de Maldonado (2019), evaluaron el estado trófico de la Laguna de San Miguel Almaya, las muestras analizadas arrojaron los siguientes resultados, el nivel promedio de transparencia es de 0,52 m, con un máximo de 0,63 m y mínimo de 0,33 m.

4.6. Diversidad y abundancia de las macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha

Tabla 5.

Diversidad y abundancia de las macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha

Especie	Puntos de recolección de macrofitas en la laguna Cashibococha																						Promedio de abundancia relativa (PAb)	Frecuencia de observación
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**		
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	c	c	c	c	c		
Eichhornia crassipes (Mart.) Solms	4	3	3	4	3	4		4	5		3	4	3	3			3	2	1		2	1	3,1	7,7
Salvinia minima Baker	3	1		3	1		2	3	2	2		1	2		2	2	1	1		2		2	1,9	7,3
Ludwigia helminthorrhiza (Mart.)	2	1																					1,5	0,9
Cynodon dactylon (L.)	2	1		2	2		2	1		1	1	2	1	2		1							1,5	5,5
Chamaecrista mimosoides (L.)		1		1			1				1	1			1								1,0	2,7
Ambrosia artemisiifolia L.					1								1										1,0	0,9
Ludwigia peploides (Kunth).	1		1																				1,0	0,9
Equisetum arvense L.																							1,0	0,9
Promedio de abundancia relativa (PAb)	**2,4**	**1,3**	**2,0**	**2,5**	**1,8**	**4,0**	**1,7**	**2,7**	**3,5**	**1,3**	**1,7**	**2,0**	**1,8**	**2,5**	**1,5**	**1,5**	**2,0**	**1,5**	**1,0**	**2,0**	**2,0**	**1,5**	**1,6**	**3,35**

* O= Orilla de la laguna (1 a 5 mtrs de esta) / C= Centro de la laguna

En la tabla 5, se observa la diversidad y abundancia de las macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha, la especie predominante es *Eichhornia crassipes.* presente en el 77% de los puntos de recolección con una abundancia relativa de 3,1(10 al 50%), seguido por la *Salvinia minima.* presente en el 73% de los puntos con una abundancia relativa de 1,9 (1 al 10%), la *Cynodon dactylon* (L.) Pers. presente en el 55 % de los puntos con una abundancia relativa de 1,5 (1 al 10%) y a la *Chamaecrista mimosoides (L.)* presente en el 27 % de los puntos con una abundancia relativa de 1 (1 al 10%). Otras especies como *Ludwigia helminthorrhiza (Mart.), Ambrosia artemisiifolia L., Ludwigia peploides (Kunth) y Equisetum arvense L.presente* como individuos prácticamente aislados en los puntos con una abundancia relativa menor a 1 (0 a 1%). En total se identificaron 8 especies diferente de macrofitas, cabe resaltar que la abundancia de esta especie es menor en puntos de muestreo centrales de la laguna con 1,6 (0 a 1%) y mayor a 2,1 (1 a 10 %) en puntos cercanos a las orillas.

El estudio realizado por Gallego y Salazar (2015), en su estudio realizaron la Caracterización de las macrofitas del humedal meandro del Say, donde se identificaron 8 especies de macrófitas: *Hydrocotyle ranunculoides, Typha latifolia, Bidens laevis, Polygonum punctatum, Schoenoplectus californicus, Lemna gibba, Eichhornia crassipens, Limnobium leavigatum*, de las cuales las especies dominantes fueron *Schoenoplectus californicus* con 30,26% y *Typha latifolia* con 26,58 % de cobertura vegetal en el área del Meandro.

Así también Gomez y otros (2017), en su investigación de “Comunidades de macrofitas en ríos andinos”. Las familias más representadas fueron, en su orden: *Poaceae* (11 especies), *Asteraceae* (7 especies), *Cyperaceae* (6

especies) y *Acanthaceae* (3 especies). La riqueza de macrofitas presentó un promedio de 7,6 especies por río, oscilando entre 3 y 13 especies.

4.7. Determinación de índice trófico del agua superficial de la laguna de Cashibococha

Tabla 6.

Determinación del Índice del Estado Trófico (IET o TSI), Carlson (1977)

Punto	Claridad del agua (Ds)(m)	TSIDs = 60 − 14.41Ln(Ds)	Fosforo total (Pt) (mg/l)	TSIPt = 14.42Ln(Pt) + 4.15	Clorofila a (Clorf a) (mg/m3)	T SIClorfa = 9.81Ln(Clorfa) + 30.6	TSI	Estado de eutrofia
1	0,65	**66,21**	**0,08**	**23,42**	**72,3**	**72,6**	**34,6**	Mesotrófico
2	0,79	63,4	0,078	22,96	75,6	73	33,8	Mesotrófico
3	0,68	65,56	0,108	27,68	78,6	73,4	37,4	Mesotrófico
4	0,76	63,95	0,088	24,71	62,3	71,1	35	Mesotrófico
5	0,81	63,04	0,08	23,42	78,1	73,4	34,1	Mesotrófico
6	0,99	60,14	0,078	22,96	49,6	68,9	33,1	Mesotrófico
7	1,01	59,86	0,083	23,87	92,2	75	34	Mesotrófico
8	0,78	63,58	0,07	21,5	64,7	71,5	32,8	Mesotrófico
9	0,86	62,17	0,13	30,42	97,7	75,5	38,7	Mesotrófico
10	0,76	63,95	0,085	24,3	66,6	71,8	34,7	Mesotrófico
11	0,8	63,22	0,08	23,42	90,4	74,8	34,2	Mesotrófico
12	1,01	59,86	0,07	21,5	58,9	70,6	32,1	Mesotrófico
13	0,95	60,74	0,093	25,52	57	70,3	34,9	Mesotrófico
14	1,25	56,78	0,07	21,5	52,9	69,5	31,6	Mesotrófico
15	0,85	62,34	0,11	28,01	63,9	71,4	36,9	Mesotrófico
16	0,65	66,21	0,085	24,3	64,9	71,5	35,1	Mesotrófico
17	1,05	59,3	0,07	21,5	73	72,7	32,2	Mesotrófico
18	1,75	51,94	0,075	22,49	49	68,8	31,4	Mesotrófico
19	1,5	54,16	0,07	21,5	42,9	67,5	31	Mesotrófico
20	1,63	52,96	0,078	22,96	71	72,4	32,1	Mesotrófico
21	1,2	57,37	0,088	24,71	44,1	67,7	33,7	Mesotrófico
22	1,33	55,89	0,093	25,52	39,3	66,6	33,9	Mesotrófico
Promedio	**Eutrófico**	**60,6**	**Oligotrófico**	**24**	**Eutrófico**	**71,4**	**33,9**	**Mesotrófico**

En la tabla 6, se muestra la Determinación del Índice del Estado Trófico (IET o TSI), la laguna de Cashibococha se encuentra con un TSI de 33.9 clasificado como Mesotrofico (30 < TSI < 60), debido a los resultados del TSIDS con respecto a la transparencia no muestra que el agua superficial de la laguna de Cashibococha tiene un índice promedio de 60.6 clasificado como eutrófico, el TSIPt con respecto al contenido de Fosforo tiene un índice promedio de 25,52 clasificado como Oligotrofico y el TSICl con respecto a la presencia de Clorofila "A" tiene un índice promedio de 71,4 clasificado como eutrófico , según cada parámetro individual se puede obtener resultados diferente, de 24 a 71 TSI.

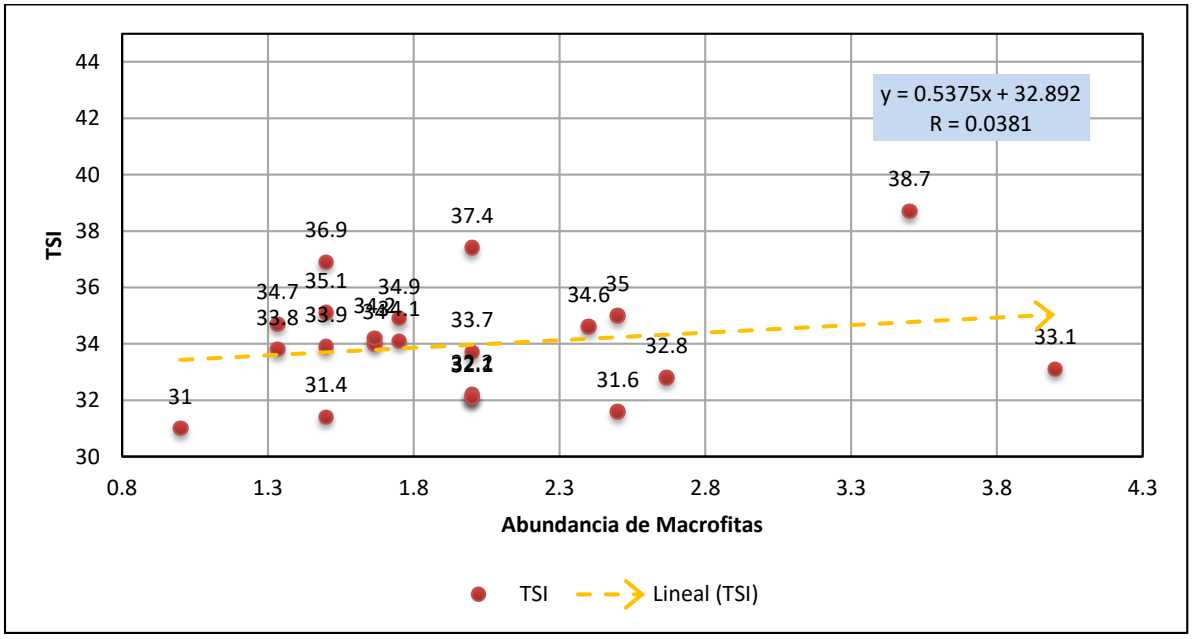
Así mismo un estudio realizado por Layme (2021), donde determinaron el Índice de Estado Trófico de la laguna Chacas, Juliaca 2019. Obteniendo como resultado que la laguna de Chacas se ha clasificado en un nivel mesotrófico, mediante los parámetros obtenidos; para la transparencia (IETDs=51.97), mientras para el parámetro de fósforo total (IETPt=58,86) y clorofila "a" (IETClorf a=52,70), a eutrófico por el parámetro de nitrógeno total (IETNt=66,80).

El estudio realizado por Agular (2020), evaluó el estado trófico actual de la laguna Busa Canton San Fernando, el valor obtenido del TSI fue de 68.97 y al compararlo con la escala de valores de Carlson, se pudo determinar que la laguna está en un estado eutrófico, resultado por la acumulación de nutrientes y la presencia de plantas acuáticas.

4.8. Presencia de las macrofitas flotantes como indicadores del estado de eutrofización del agua superficial de la laguna de Cashibococha

Figura 12.

Correlación de la abundancia de las Macrofitas y el Índice del Estado Trófico del agua superficial de la laguna Cashibococha

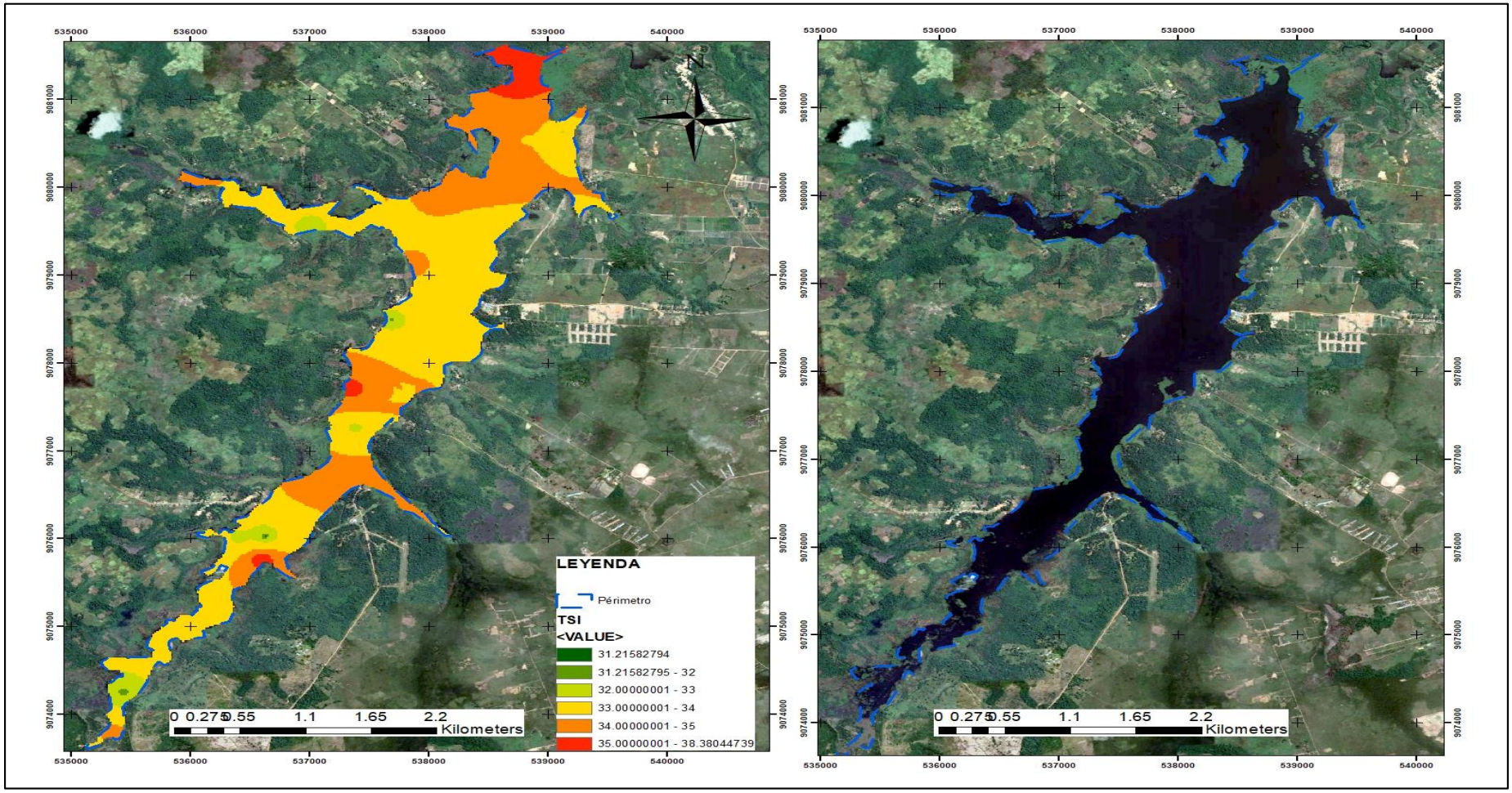


En la figura 12, se aprecia la Correlación de la abundancia de las Macrofitas y el Índice del Estado Trófico del agua superficial de la laguna Cashibococha, como se puede observar con un valor de R de 0.0381 podemos indicar que existe una correlación positiva muy débil, por tal no existe una relación directa que las macrofitas son un indicador de eutrofización del agua superficial de la laguna de Cashibococha.

Así mismo en la figura 12, se aprecia el Mapa comparativo del Indicie Trófico de la Laguna de Cashibococha, donde el TSI varia respectivamente en el lugar en donde ubica el punto de muestreo, exista o no exista presencia abundante de macrofitas, por tal no se puede afirmar que la presencia de macrofitas es un indicador visual de eutrofización del agua de la laguna de Cashibococha.

Figura 13.

Mapa comparativo del Indicie Trófico de la Laguna de Cashibococha



CAPITULO V

CONCLUCIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se concluye que la presencia de macrofitas flotantes no es un indicador de proceso de eutrofización en el agua superficial de la laguna de Cashibococha, con una Correlación positiva muy débil de r = 0,0381.
- El Nitrógeno presente es la laguna de Cashibococha en promedio de 0,0272 mg/l, con una mínima de 0,0111 mg/l y máxima de 0,0640 mg/l.
- La Clorofila “A” presente es la laguna de Cashibococha en promedio de 0,0657 mg/l, con una mínima de 0,0393 mg/l y máxima de 0,0977 mg/l.
- El Fosforo Total presente es la laguna de Cashibococha en promedio de 0,084 mg/l, con una mínima de 0,070 mg/l y máxima de 0,130 mg/l.
- La Transparencia presente es la laguna de Cashibococha en promedio de 0,7m, con una mínima de 0,38 m y máxima de 1,1 m.
- El DBO5 presente es la laguna de Cashibococha en promedio de 4,6 mg/l, con una mínima de 3 mg/l y máxima de 7 mg/l.
- La laguna de Cashibococha presenta una diversidad de 8 especies diferente de macrofitas, siendo la *Eichhornia crassipes* presente en el 77% de los puntos de recolección, seguido por la *Salvinia minima* presente en el 73% de los puntos, la *Cynodon dactylon (L.) Pers*. presente en el 55 % de los puntos y otros.
- La laguna de Cashibococha presenta una abundancia promedio de 1,6 (1 al 10%) de diferente de macrofitas, siendo la *Eichhornia crassipes* presente con una abundancia relativa de 3,1(10 al 50%), seguido por la *Salvinia minima.* presente con una abundancia relativa de 1,9 (1 al 10%),

la *Cynodon dactylon (L.)* presente con una abundancia relativa de 1,5 (1 al 10%) y otros.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que se realice un monitoreo anual del estado trófico de la laguna.
- Se recomienda que se realice un monitoreo completo del estado de la calidad del agua de la laguna de Cashibococha
- Se recomienda el retiro manual de las macrofitas de las áreas turísticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agular Mora, G. (2020). Determinacion del estado trofico actual de la laguna Busa Canton San Fernando Mediante Cuantificacion de la Clorofila A. Cuenca: Universidad Politectinica de Salesiana. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19563/1/UPS-CT008897.pdf

Alcivar Tenorio, M., & Mosquera Armijo, J. (2011). *Concentración de metales pesados (Cr Total, Pb, Cd) en agua superficial y sedimentos en el Estero Salado (Guayaquil).* UNIVERSIDAD NACIONAL DE GUAYAQUIL. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/618

Alvarez Arteaga, R. (2018). *Evaluación de metales pesados en agua del río Ramis sector Crucero - San Anton y su interpretación en software.* Universidad Nacional del Antiplano. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8864

ANA. (2018). *Metodologia para la determinacion del Indice de calidad de agua ICA-PE aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales .* Lima: MINAGRI.

Confederación Hidrográfi ca del Ebro. (2018). *Metodologia para el estableciemiento del estado ecologico segun la directiva marco del agua en la Confederacion Hidrogradica de la Ebro.* (J. de la Fuente Álvaro, Ed.) España: Ministerio de Medio Ambiente. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/publicaciones/Protocolos_muestreo_biologico_con_portada_tcm30-214764.pdf

Delgado Rodriguez, Mavila, T., Zavala Sucuitana, & P. C. (2021). *Estudio de la concentración de metales pesados (arsénico, cadmio, mercurio y plomo) en agua para consumo humano en el departamento de Arequipa.* Arequipa: Universidad Maria Auxiliadora. Obtenido de http://repositorio.uma.edu.pe/handle/UMA/417

DIGESA. (2007). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los hídricos superficiales.* Lima: MINSA/DEPA.

Doria Argumedo, C., & Deluque Viloria, H. (2015). Niveles y distribución de metales pesados en el agua de la zona de playa de Riohacha, La Guajira, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental , 6*(1), 123-131. Obtenido de https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1268/1604

escuelacantabradesalud. (2021). *escuelacantabradesalud.es*. Obtenido de https://www.escuelacantabradesalud.es/intoxicaciones

Ferrera , A. (2003). Intoxicación por metales. *Anales Sis San Navarra, 26*(1), 141-153.

Flores, C., Del-Angel, E., Frías, D., & Gómez, A. (2018). Evaluación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México. *Tecnología y ciencias del agua, 9*(2). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222018000200039&script=sci_arttext#aff2

Fontúrbel Rada, F. (2005). Indicadores fisicoquímicos y biológicos del proceso de eutrofización del lago Titikaka (Bolivia). *Ecología Aplicada*, 135-141.

Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162005000100018&script=sci_abstract

Fuchs Odicio, A., & Vasquez Soplin, K. (2021). *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos en tres puntos de confluencia de las aguas de la quebrada de Tushmo y la laguna de Yarinacocha, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali 2020.* Ucayali: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4836

García Murillo, P., Fernández Zamudio, R., Cirujano Bracamonte, S., & Chirino Argenta, M. (2010). *Habitantes del agua. Macrófitos.* Andalucía: Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Obtenido de https://distritoforestal.es/images/Art%C3%ADculos/1080x888/macrofitos.pdf

Gallego Maldonado, D., & Salazar Lopez, L. (2015). *Caracterización de las macrófitas del humedal meandro del Say como insumo de las herramientas de conservación.* Bogota: Universida Santo Tomas. Obtenido de https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2543/2015dianagallego.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Gomez Rodriguez, A., Valderrama Valderrama, L., & Rivera Rondon, C. (2017). Comunidades de macrófitas en ríos andinos:composición y relación con factores ambientales. *Acta Biológica Colombiana, 22*(1), 45-58. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/3190/319050490005.pdf

González, M., Acuña, J., Escobar, J., Escobar, S., Araque, J., & Andueza, F. (2021). Calidad microbiológica del agua del lago volcánico Quilotoa. Cotopaxi-Ecuador. *Rev.Cs.Farm. y Bioq, 9*(1), 13-27. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2310-02652021000100003&script=sci_arttext

GreenFacts. (04 de Abril de 2021). *greenfacts.org/es*. Obtenido de https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/bioacumulacion-bioacumular.htm

Henretig , F. (1998). Lead. En L. Goldfrank, N. Flomenbaum, N. Lewin, R. Weisman , M. Howland , & R. Hoffman, *Goldfrank´s Toxicologic Emergencies* (6 ed., págs. 1261-1273). Stamford: Appleton and Lange.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodologia de la Investigacion* (6 ed.). Mexico D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Huaranga Moreno, F., Méndez García, E., Quilcat León, V., & Huaranga Arévalo, F. (2012). Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Río Moche, 1980-2010, la Libertad - Perú. *Scientia Agropecuaria, 3*(3), 235-247. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/3576/357633703005.pdf

IDEAM. (2004). *Determinación de metales pesados totales con digestión acida y solubles lectura directa por espectrofotómetría de absorción atómica.* Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - República de Colombia.

Lauwerys, R. (1990). *Toxicologie industrielle et intoxications professionelles* (3 ed.). Paris: Masson.

Layme Hancco, S. (2021). *Determinación del índice de estado trófico de la laguna Chacas, Juliaca 2019.* Juliaca - Peru: Universidad Andina Néstor Cáceres velásquez. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UANT_7cbe93c4b21025ed9d95e33e752804d9

Ledesma, C., Bonansea, M., Rodriguez, C., & Sánchez Delgado, A. (2013). Determinación de indicadores de eutrofización en el embalse Río Tercero, Córdoba (Argentina). *Revista Ciência Agronômica, 44*(3), 419-425. Obtenido de https://www.scielo.br/j/rca/a/mBw9jQZ43cXVShJPBrvnTQs/?lang=es&format=pdf

Lucho, C., Álvarez, M., Beltrán, R., Prieto, F., & Poggi, H. (2005). A multivariate analysis of the accumulation and fractionation of major and trace elements in agricultural soils in Hidalgo State. *Mexico irrigated with raw wastewater.* doi:10.1016/j.envint.2004.08.002

Malaver, N., Rodríguez, M., & Aguilar, V. (2014). Un diagnóstico de la calidad microbiológica del agua de la laguna de Tacarigua, estado miranda, Venezuela. *Acta Biol. Venez, 34*(2), 203-226. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Nora-Malaver-2/publication/303327479_UN_DIAGNOSTICO_DE_LA_CALIDAD_MICROBIOLOGICA_DEL_AGUA_DE_LA_LAGUNA_DE_TACARIGUA_ESTADO_MIRANDA_VENEZUELA/links/573ceb6408ae298602e59966/UN-DIAGNOSTICO-DE-LA-CALIDAD-MICROBIOLOGICA-DE

Maldonado Patiño, D. (2019). *Determinación del estado trófico de la Laguna de San Miguel Almaya.* Capulhuac, Estado de México: Universidad Autónoma del Estado de México. Obtenido de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95338/Tesis%20Diana%20Karina%20Maldonado%20Pati%C3%B1o.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mancilla Villa, O. R., Fregoso Zamorano, B. E., Hueso Guerrero, E. J., Guevara Gutiérrez, R. D., Palomera García, C., Olguín López, J. L., Flores Magdaleno, H. (2017). Concentración iónica y metales pesados en el agua de riego de la cuenca del río Ayuquila-Tuxcacuesco-Armería. *Idesia (Arica),* *35*(3), 115-123. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34292017000300115&script=sci_arttext

Marin López, C. (2012). Calidad del agua de la laguna yarinacocha para uso recreacional. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1083

Mathieu, P., Buchet, J., Roels, H., & Lauwerys, R. (1981). The metabolism of arsenic in humans acutely intoxicated by As2O3: its significance for the duration of BAL therapy. *Clin Toxicol, 18*, 11067-1075.

Minaya Vela, R. (2017). Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocha, época de transición creciente - vaciante. Iquitos. Perú. 2016. Iquitos: Universidad Nacional De La Amazonía Peruana. Obtenido de

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAP_b0360cab51493bb6b081e0967f007875

MINEM. (2020). *Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua / industria petrolera.* Lima.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2013). España: Gobierno de España. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/M-L-OFM-2013_Muestreo_Macr%C3%B3fitos_Lagos_24_05_2013_tcm30-175288.pdf

Ministerio del Ambiente. (2017). Aprueban Estándares de calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen Disposiciones complemtarias-Decreto Supremo N°004-2017-MINAM.

Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (01 de Octubre de 2021). *ppda.mma.gob.cl/*. Obtenido de https://ppda.mma.gob.cl/conceptos-de-calidad-del-aire/

Moreno Franco, D., Quintero Manzano, J., & Lopez Cuevas, A. (2010). Metodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. *ContactoS, 78*, 25-33. Obtenido de http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/eutrofia2.pdf

Muciño Márquez, R., Aguirre-León, A., & Figueroa-Torres, M. (2017). Evaluación del estado trófico en los sistemas fluvio-lagunares Pom-Atasta y Palizada del Este, Campeche, México. *Hidrobiológica, 27*(3), 281-291. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v27n3/0188-8897-hbio-27-03-281.pdf

New York Botanical Garden. (Diciembre de 2022). *NYBG Steere Herbarium*. Obtenido de https://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-list/?SummaryData=procumbens&rownum=26

Nordberg , G. (2012). Metales: propiedades químicas y toxicidad. En OIT, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo en la OIT* (pág. 63). Madrid: INSST.

Proaño Alvarado, M. (2016). *Análisis espacial de concentraciones de metales pesados en agua y sedimentos de la reserva ecologica manglares de Churute.* Universidad de Guayaquil. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14817

Rahman, M., Chowdhury, U., Mukherjee, S., Mondal, B., Paul, K., & Lodh, D. (2001). Chronic arsenic toxicity in Balgladesh and West Bengal, India- A review and commmentary. *Clin Toxicol*, 683-700.

Ramos Montaño, C., Cárdenas-Avella, N., & Herrera Martínez, Y. (2013). Caracterización de la comunidad de Macrófitas acuáticas en lagunas del Páramo de La Rusia (Boyacá-Colombia). *Revista Ciencia en Desarrollo, 4*(2), 73-82. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/cide/v4n2/v4n2a09.pdf

Ramos Moreno, A. (2018). Evaluación del riesgo de eutrofización del embalse El Quimbo, Huila (Colombia). *Revista Logos, Ciencia & Tecnología, 10*(2), 172-203. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517758004006

Riofrío, J., Samanez, I., Carrasco, F., & Clavo, M. (2003). Caracterización limnológica de la laguna de Cashibococha (UcayaliPerú) durante el año

2001*. *Rev. peru. biologia*, 183-194. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v10n2/v10n2a09.pdf

Rodríguez Amador, R., Monks, S., Pulido Flores, G., Gaytán Oyarzun, J., Romo Gómez, C., & Violante González, J. (2012). Metales pesados en el pez dormitator latifrons (Richardson, 1884) y agua de la laguna de tres palos, Guerrero, México. *Violante González, 8*(2), 43-47. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/461/46123333004.pdf

Rojas Ruiz, N., Muñoz Zurita, G., Sosa Jiménez, A., & Baqueiro Peña, I. (2016). Determinación de la calidad microbiológica del agua de la Laguna de Chapulco, Puebla. *Dialnet*(68), 29-35. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6137636

Rolin Gonzales, T. (2018). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha - region Ucayali - 2018.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI. Obtenido de http://www.repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3845

Sewervac Iberica. (04 de 11 de 2018). *www.iagua.es*. Obtenido de https://www.iagua.es/noticias/sewervac-iberica/eutrofizacion-causas-consecuencias-y-soluciones

Vasquez Garcia, A. (2018). *Calidad sanitaria de las especies: prochilodus nigricans (boquichico), pimelodus blochii (bagre) y mylossoma duriventre (palometa) por presencia de plomo (pb) en las aguas del río Ucayali; tramo: confluencia del rio tambo con el rio Urubamba hasta la dese.*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI. Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3630

WHO . (1976). *Mercury .Environmental Health Criteria 1 .* Geneva: WHO.

WHO. (1981). *Arsenic. Environmental Health Criteria 18.* Geneva : WHO.

Winship, K. (1986). Organic mercury compounds and their toxicity. *Adv Drug React Ac Pois Rev, 3*, 141-180.

Yip, L., & Dart, R. (2001). Arsenic. (J. Sullivan, & G. Krieger, Edits.) *Clinical environmental health and toxic exposures*, 858-866.

Yip, L., Dart, R., & Sillivan, J. (2001). Mercury. En J. Sullivan, & G. Krieger, *Clinical environmental health and toxic exposures* (págs. 867-879). Philadelphia: Lippincott William and Wilkins.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz De Consistencia

Tabla 7. *Matriz de consistencia*

Evaluación de las Macrofitas flotantes como bioindicador de eutrofización del agua superficial de la laguna de Cashibococha, Ucayali 2022					
Problema	**Objetivo**	**Hipótesis**	**Variables**	**Dimensiones**	**Indicadores**
General	General	General			
¿Las Macrofitas flotantes son un indicador de eutrofización del agua superficial de la laguna de Cashibococha, Ucayali 2022	Evaluar si las Macrofitas flotantes son un indicador de eutrofización del agua superficial de la laguna de Cashibococha, Ucayali 2022	Las Macrofitas flotantes son un indicador de eutrofización del agua superficial de la laguna de Cashibococha, Ucayali 2022	V1. Dependiente Macrofitas como bioindicador	Especie de macrofitas flotantes	Espécimen
Específicos	Específicos				
¿Cuál es la cantidad de Nitrógeno presente en la laguna de Cashibococha?	Determinar la cantidad de Nitrógeno presente en la laguna de Cashibococha				
¿Cuál es la cantidad de Clorofila "a" presente en la laguna de Cashibococha?	Determinar la cantidad de Clorofila "a" presente en la laguna de Cashibococha			Índice del estado de trófico	Oligotrófico (TSI <30) Mesotrofico (30 < TSI < 60) Eutrofico (60 < TSI < 90) Hipereutrofico (90 < TSI < 100)
¿Cuál es la cantidad de Fosforo Total presente en la laguna de Cashibococha?	Determinar la cantidad de Fosforo Total presente en la laguna de Cashibococha				
¿Cuál es el nivel de Transparencia presente en la laguna de Cashibococha?	Determinar el nivel de Transparencia presente en la laguna de Cashibococha			Calidad del agua	Clorofila "a" µg/L %Od P µg/L Claridad del agua Da(m) DBO µg/L DQO µg/L
¿Cuál es la diversidad de Macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha?	Describir la diversidad de macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha		V2. Independiente Grado de eutrofización de la laguna de Cashibococha		
¿Cuál es la abundancia de Macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha?	Describir la abundancia de macrofitas flotantes en la laguna de Cashibococha				
¿Cuál es la concentración de DQO en la laguna de Cashibococha?	Determinar la concentración de DQO en la laguna de Cashibococha				

Anexo 2. Ficha de Registro de Datos

Figura 14. *Cadena de custodia para muestra de agua*

ITS
Inspection & Testing Services del Perú S.A.C.

CADENA DE CUSTODIA FR 024

CADENA DE CUSTODIA DE:	CALIDAD DE AIRE		CALIDAD DEL AGUA		CALIDAD DE SUELO		OTROS ESPECIF.		PAG.		DE:	

ORDEN DE SERVICIO N°		PROTOCOLO (Informe de ensayo)	

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social:					
RUC:					
Dirección:					
Contacto:		Teléfono		Correo	
Nombre del Proyecto					
Lugar de Muestreo					

ANÁLISIS REQUERIDOS

PRESERVACIÓN: OTRO / pH>9 / pH<2

NÚMERO TOTAL DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO

H2SO4: AyG, DQO, Fenoles, Fósforo, Nitrógeno, Muestra sin cloro: VOC, BTEX, THM)
HNO3: Dureza, Metales totales y disueltos
NaOH: CN. Cr, Sulfuro
Acetato de Zn: Sulfuro
Tiosulfato de sodio: Microbiológicos, Muestras cloradas (VOC, BTEX, THM, PCB, PAH, sVOC y Pesticidas)
Formol 4-5°: Fitoplancton, Zooplancton, Perifiton
Alcohol 70°: Macroinvertebrados bentónicos, Macrófitas, Necton

Indicar con un (X) en los recuadros inferiores, los análisis requeridos por cada muestra.

ITEM	CÓDIGO DE PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN DE PUNTO DE MUESTREO	INICIO DE MUESTREO FECHA	INICIO DE MUESTREO HORA	TÉRMINO DE MUESTREO FECHA	TÉRMINO DE MUESTREO HORA	TIPO DE MUESTRA (*)	CÓDIGO DE FILTRO	COORDENADAS (UTM)	ALTITUD (m.s.n.m)	Código de laboratorio
									E: N:		
									E: N:		
									E: N:		
									E: N:		
									E: N:		
									E: N:		
									E: N:		
									E: N:		
									E: N:		
									E: N:		
									E: N:		

TOTAL, DE MUESTRAS INGRESADAS

EQUIPO UTILIZADOS EN EL MUESTREO (Colocar código y marca):

OBSERVACIONES:

ENVASES		
CANTIDAD	TIPO (**)	VOLUMEN / PESO

*I. CALIDAD DE AGUA: **A. AGUAS NATURALES** [1. Agua subterránea (1.1. Agua de manantial, 1.2. Agua termal) 2. Aguas superficiales (2.1. Río, 2.2. Laguna/Lago, 2.3. Agua de deposición atmosférica (lluvia o pluvial)].
B. AGUAS RESIDUALES [1. Agua residual doméstica, 2. Agua residual industrial, 3. Agua residual municipal].
C. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO [1. Agua de bebida (Agua potable/Agua de mesa/Agua envasada), 2. Agua de piscina, 3. Agua de laguna artificial]
D. AGUAS SALINAS [1. Agua de mar, 2. Aguas salobres, 3. Salmuera, 4. Agua de inyección y reinyección]
E. AGUA DE PROCESO [1. Agua de circulación o enfriamiento, 2. Agua de alimentación para calderas, 3. Agua de calderas, 4. Agua de lixiviación, 5. Agua purificada, 6. Agua de inyección y reinyección]
II. CALIDAD DE AIRE: AIR (Filtro BV, Filtro AV, soluciones captadoras, tubos adsorbentes, etc.)
III. SALUD OCUPACIONAL: SO (Filtro, etc.)
IV. CALIDAD DE SUELO: SUE: Suelo, LOD: Lodo, SED: Sedimentos
V. EMISIONES ATMOSFERICAS: EMI
Ejemplo: Agua de bebida (C1), Agua subterránea (A1), Río (A2.1), Agua de piscina (C2), Material Particulado 2.5 Bajo Volumen (AIR), etc.

** FP (Frascos plásticos), FA (Frascos vidrio ámbar), FE (Frascos plástico estéril), B (Bolsas ziploc), Otro (especificar)

MUESTREO REALIZADO POR:	SUPERVISOR / REPRESENTANTE DEL CLIENTE:	LABORATORIO - MUESTRA RECEPCIONADA POR:	SELLO RECEPCIÓN
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE	
CARGO:	CARGO:	SELLO DE SEGURIDAD SI / NO / T (°C)	
FECHA Y HORA:	FECHA Y HORA:	FECHA: / HORA:	
FIRMA	FIRMA	FIRMA	

Revisión 01
Fecha de revisión: 14/01/2020

Av. Wiesse 3840 1er Piso Alt. Paradero Buenos Aires - San Juan de Lurigancho - Lima
Telf.: 01 750-4454 Cel: 955248222

Anexo 3. Cadena de Custodia

Figura 15. *Cadena de custodia para la muestra de macrofitas*

	MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE	**HOJA DE CAMPO: MACRÓFITOS EN LAGOS**

DATOS IDENTIFICATIVOS DEL MUESTREO				
NOMBRE DE LA MASA DE AGUA:		TIPO:	CÓDIGO DE LA MASA DE AGUA:	
CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO:	COORDENADA X/ COORDENADA Y (ETRS89): /		HUSO:	
ORGANISMO/EMPRESA:				
MUESTREADOR:		Programa:	Vigilancia:	
CODIGO MUESTRA:			Operativo:	
FECHA: ___/___/_____	Hora inicio: __:__		Investigación:	
	Hora fin: __:__		Referencia:	
CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA:	☐ Etanol ☐ Lugol	☐ Otro (indicar)		
Descripción de acceso y localización:				

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS	
pH (unidades):	Oxígeno disuelto (mg O_2/l):
Temperatura del agua (ºC):	% Saturación O_2:
Conductividad eléctrica a 20ºC (µS/cm):	Profundidad del Disco de Secchi (m):
Observaciones:	

Anexo 4. Panel Fotográfico

Figura 16. *Georreferenciación del punto de muestreo de la laguna de Cashibococha*



Figura 17. *Toma de muestra de parámetros de campo de calidad del agua de la laguna de Cashibococha*



Figura 18. *Recolección de muestras de agua de la laguna de Cashibococha*



Figura 19. *Recolección de macrofitas de la laguna de Cashibococha*



Figura 20. *Almacenamiento de muestras de macrofitas de la laguna de Cashibococha*



Figura 21. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P2*



Figura 22. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P9*



Figura 23. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P4*



Figura 24. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P13*



Figura 25. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P5*



Figura 26. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P6*



Figura 27. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P10*



Figura 28. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P12*



Figura 29. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P19*

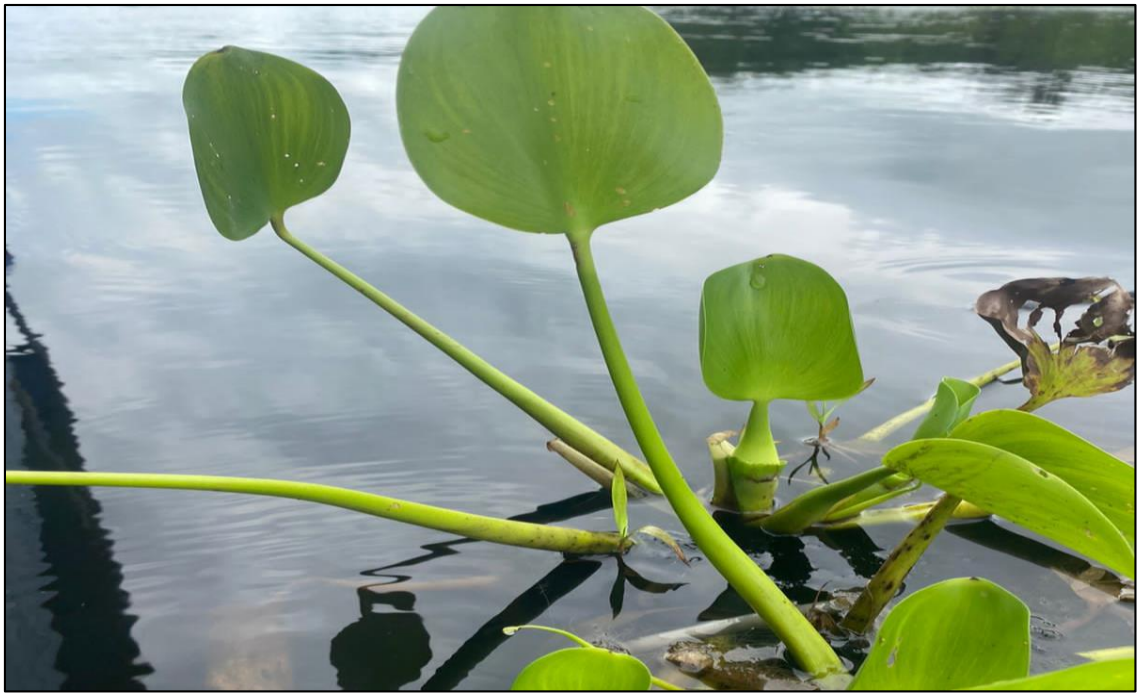


Figura 30. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P16*



Figura 31. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P17*



Figura 32. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P21*

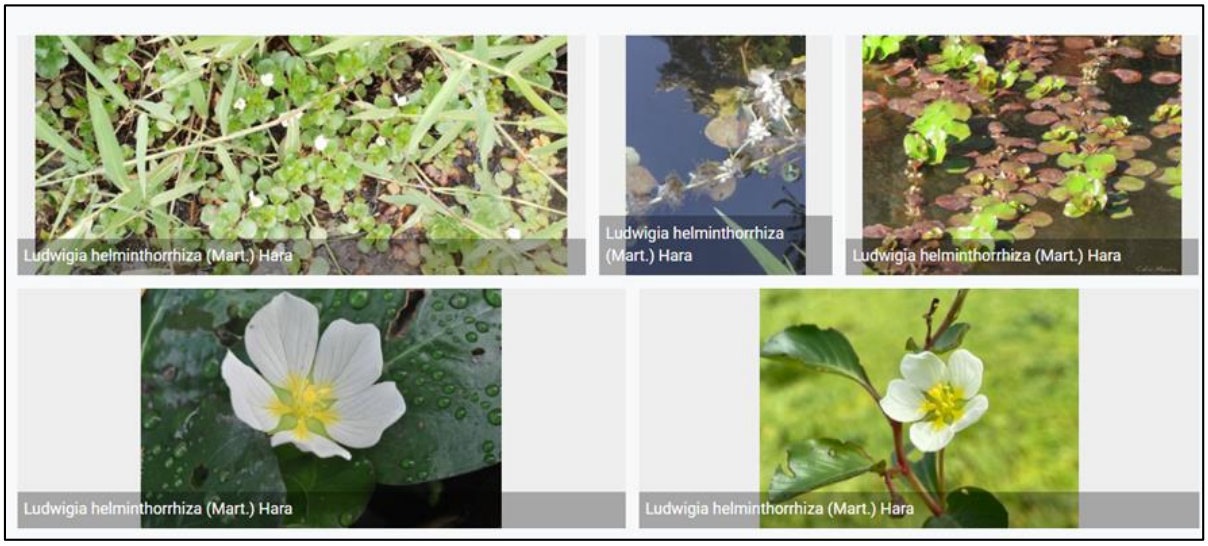


Figura 33. *Macrofitas presentes en el agua de la laguna de Cashibococha P1*



Anexo 5. Plantas Acuáticas

Figura 34. *Especie Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) Hara*



- **Publicado en**: Hara. (1953). In: Journ. Jap. Bot. 28: 292.
- **Fuente** : Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World
- **Referencia**: https://www.gbif.org/es/species/5545304
- **Basónimo:** Jussiaea helminthorrhiza C.Mart.
- **Taxonomia:**
  - Reino Plantae
  - Filo Tracheophyta
  - Clase Magnoliopsida
  - Orden Myrtales
  - Familia Onagraceae
  - Género Ludwigia L.
  - Especie Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) Hara

Figura 35. *Distribución geográfica registrada de Especie Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) Hara*



Figura 36. *Imágenes comparativas obtenidas de Especie Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) Hara*



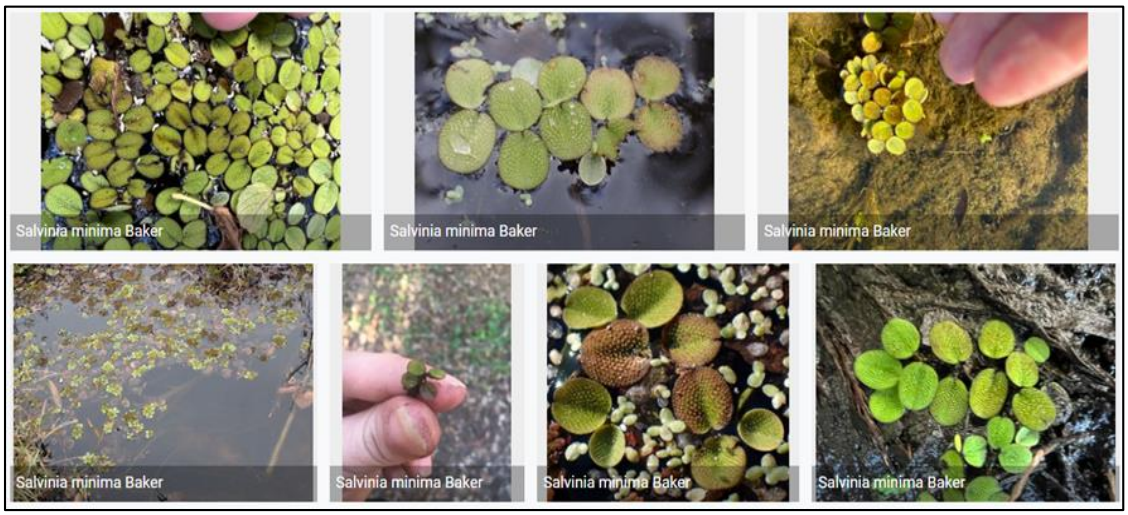
Figura 37. *Imágenes comparativas obtenidas de Especie Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) Hara P1,P2 yP6*



Figura 38.*Especie Ludwigia helminthorrhiza (Mart.) Hara,Herbario Jardín botanico Rio de Janeiro*



Figura 39. *Especie Salvinia minima Baker*



- **Publicado en:** Baker. (1886). In: J. Bot. 24: 98.
- **Fuente:** GBIF Backbone Taxonomy
- **Referencia**: https://www.gbif.org/es/species/5274860
- **Taxonomia:**
  - Reino Plantae
  - Filo Tracheophyta
  - Clase Polypodiopsida
  - Orden Salviniales
  - Familia Salviniaceae
  - Género Salvinia Ség.
  - Especie Salvinia minima Baker

Figura 40. *Distribución geográfica registrada Especie Salvinia minima Baker*



Figura 41. *Imágenes comparativas obtenidas Especie Salvinia minima Baker*



Figura 42. *Imágenes comparativas obtenidas Especie Salvinia minima Baker P1,P10 y P12*

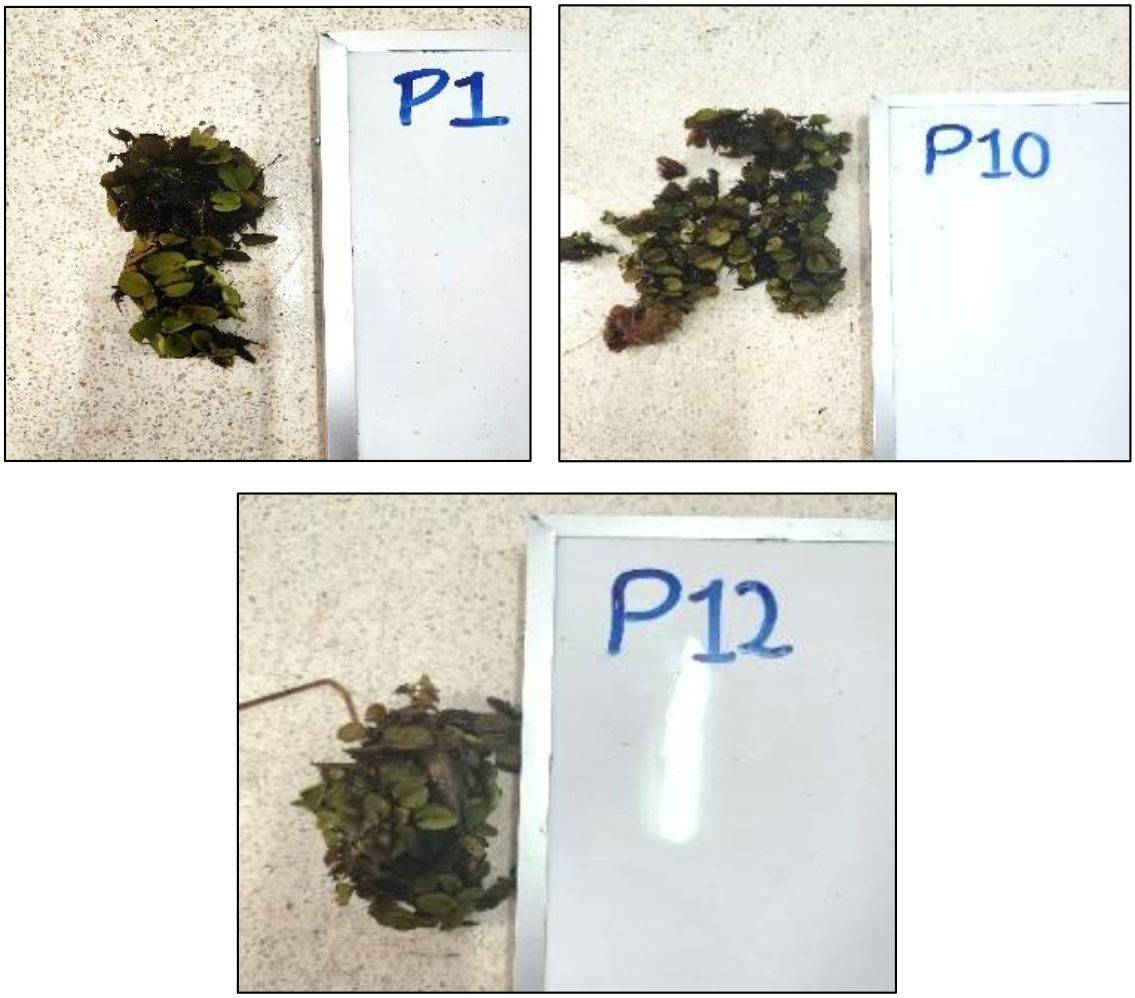


Figura 43.*Especie Salvinia minima Baker, Herbario University of sourth florida*



Figura 44. *Especie Equisetum arvense L.*



- Publicado en: Sp. Pl.: 1061 (1753)
- **Fuente**: GBIF Backbone Taxonomy
- **Referencia**: https://www.gbif.org/es/species/7924597
- **Taxonomia:**
  - Reino Plantae
  - Filo Tracheophyta
  - Clase Polypodiopsida
  - Orden Equisetales
  - Familia Equisetaceae
  - Género Equisetum L.
  - Especie Equisetum arvense L.

Figura 45. *Distribución geográfica registrada Especie Equisetum arvense L*

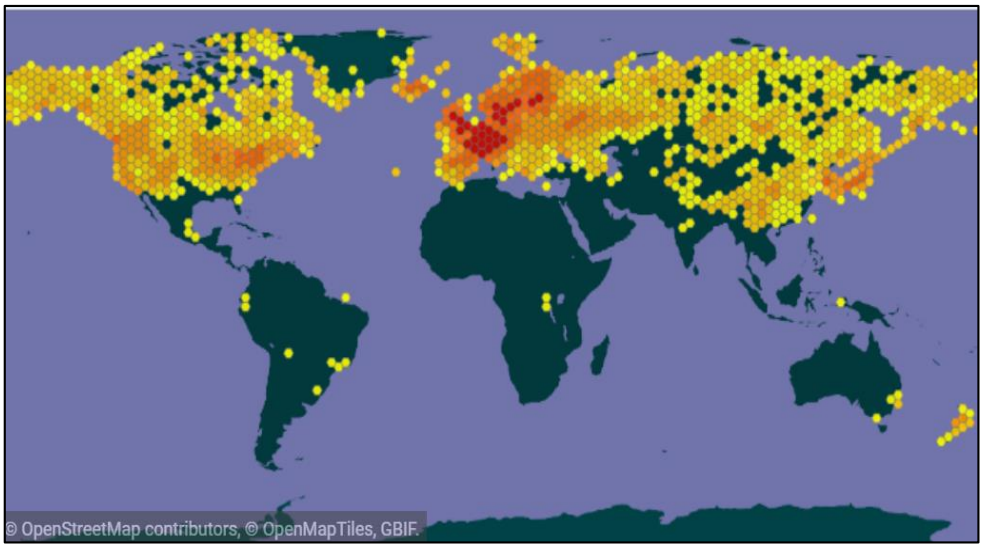


Figura 46. *Imágenes comparativas obtenidas Especie Equisetum arvens*



Figura 47. *Especie Chamaecrista mimosoides (L.)*



- **Publicado en:** Pittonia4: 27 (1901)
- **Fuente :** The World Checklist of Vascular Plants (WCVP): Fabaceae
- **Fuente:** **https://www.gbif.org/es/species/2949769**
- **Taxonomía:**
  - Reino Plantae
  - Filo Tracheophyta
  - Clase Magnoliopsida
  - Orden Fabales
  - Familia Fabaceae
  - Género Chamaecrista Moench
  - Especie Chamaecrista mimosoides (L.)

Figura 48. *Distribución geográfica registrada Especie Chamaecrista mimosoides (L.)*

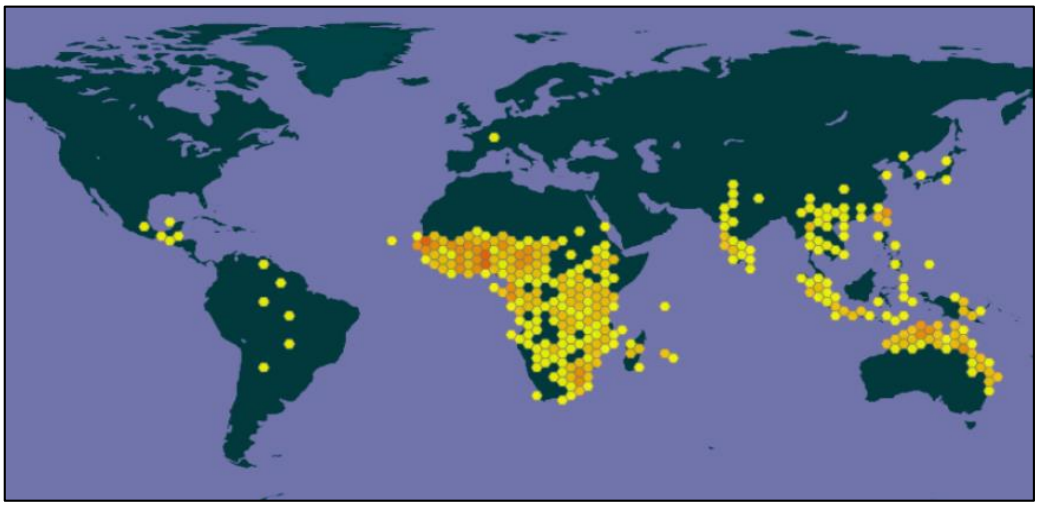


Figura 49. *Imágenes comparativas obtenidas Especie Chamaecrista mimosoides (L.)*

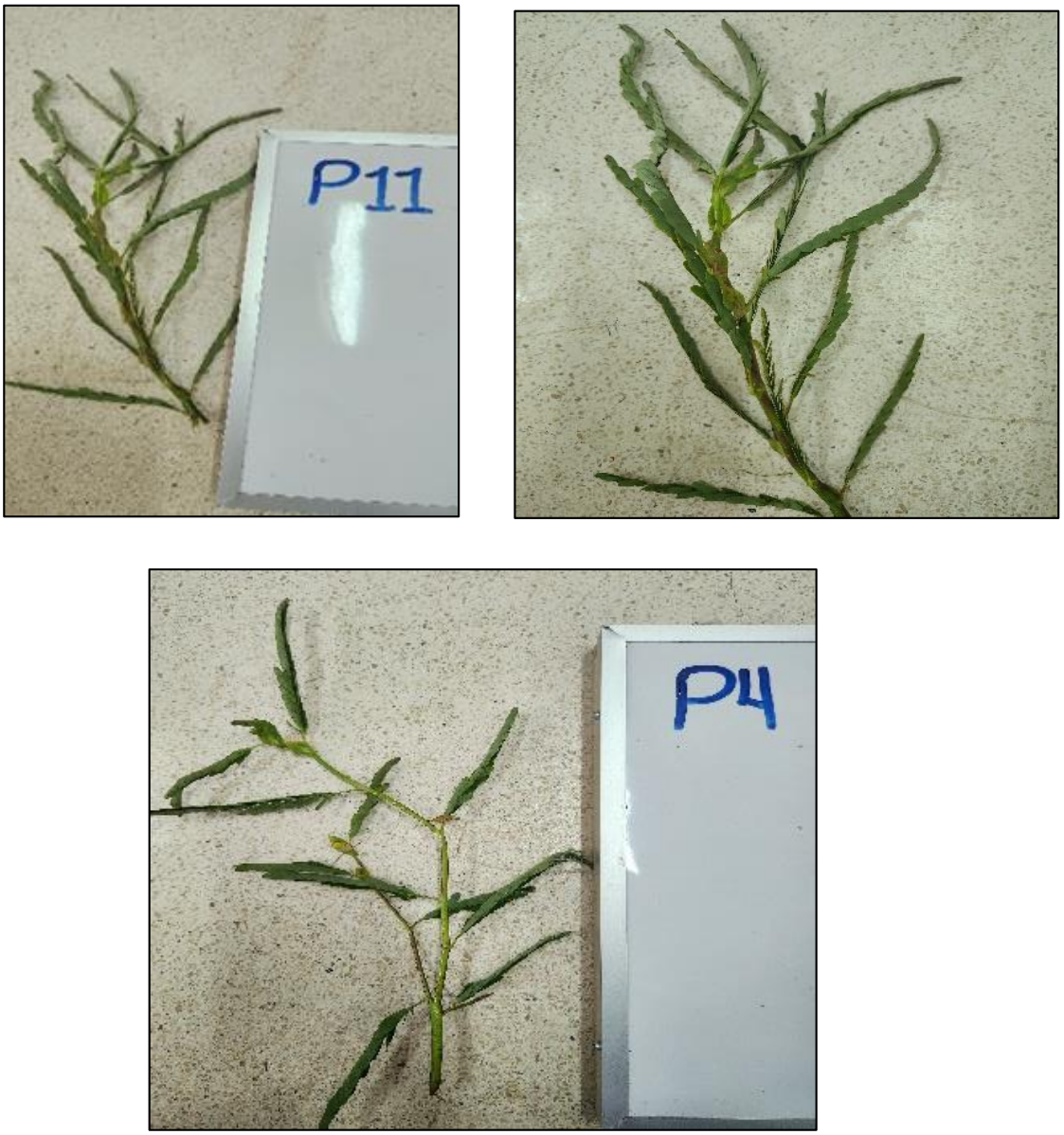


Figura 50.*Especie Chamaecrista mimosoides, Herbario Universidad de Andalas*



Figura 51. *Especie Ambrosia artemisiifolia L.*



- Publicado en: L. (1753). In: Sp. Pl. 988.
- Fuente : Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World
- **Referencia**: https://www.gbif.org/es/species/8002952
- **Taxonomia**
  - Reino Plantae
  - Filo Tracheophyta
  - Clase Magnoliopsida
  - Orden Asterales
  - Familia Asteraceae
  - Género Ambrosia L.
  - Especie Ambrosia artemisiifolia L.

Figura 52. *Distribución geográfica registrada Especie Ambrosia artemisiifolia L.*

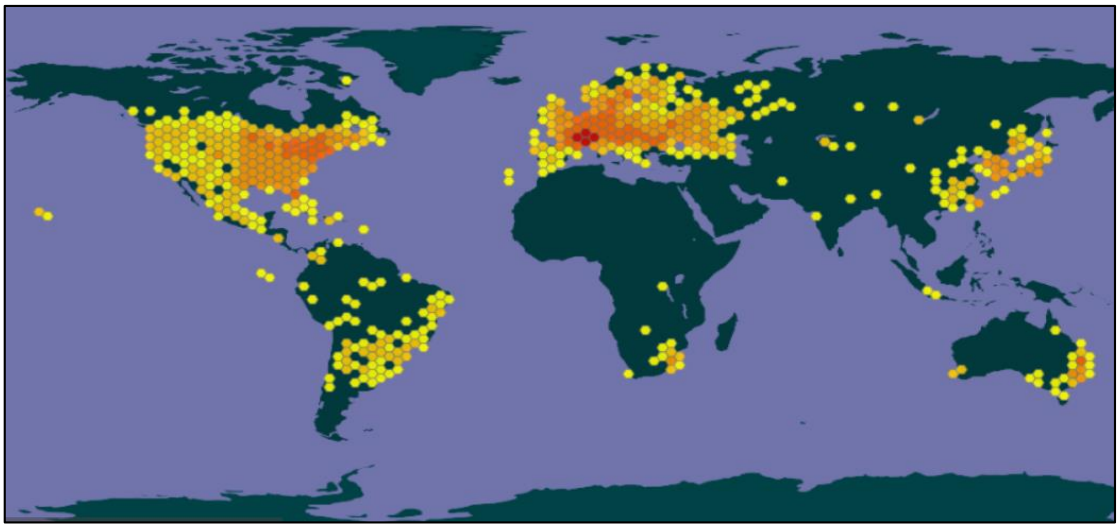


Figura 53. *Imágenes comparativas obtenidas Especie Ambrosia artemisiifolia L.*

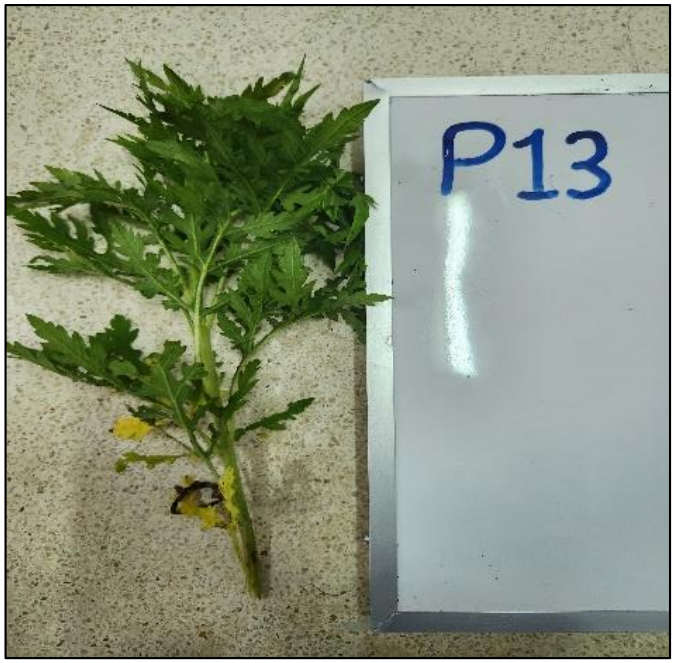
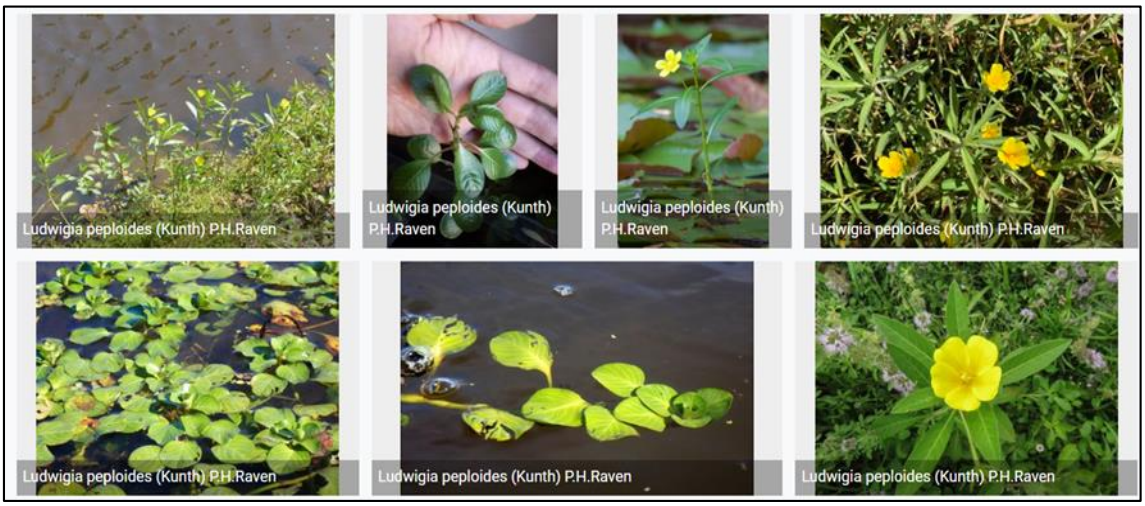




Figura 54. *Especie Ambrosia artemisiifolia L, Herbario de museo botánico de Berolonense*



Figura 55. *Especie Ludwigia peploides (Kunth)*



- Publicado en: Reinwardtia 6: 393 (1964)
- Fuente: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World
- Referencia: https://www.gbif.org/es/species/5420991
- Basónimo: Jussiaea peploides Kunth
- **Taxonomia**
  - Reino Plantae
  - Filo Tracheophyta
  - Clase Magnoliopsida
  - Orden Myrtales
  - Familia Onagraceae
  - Género Ludwigia L.
  - Especie Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven

Figura 56. *Distribución geográfica registrada*

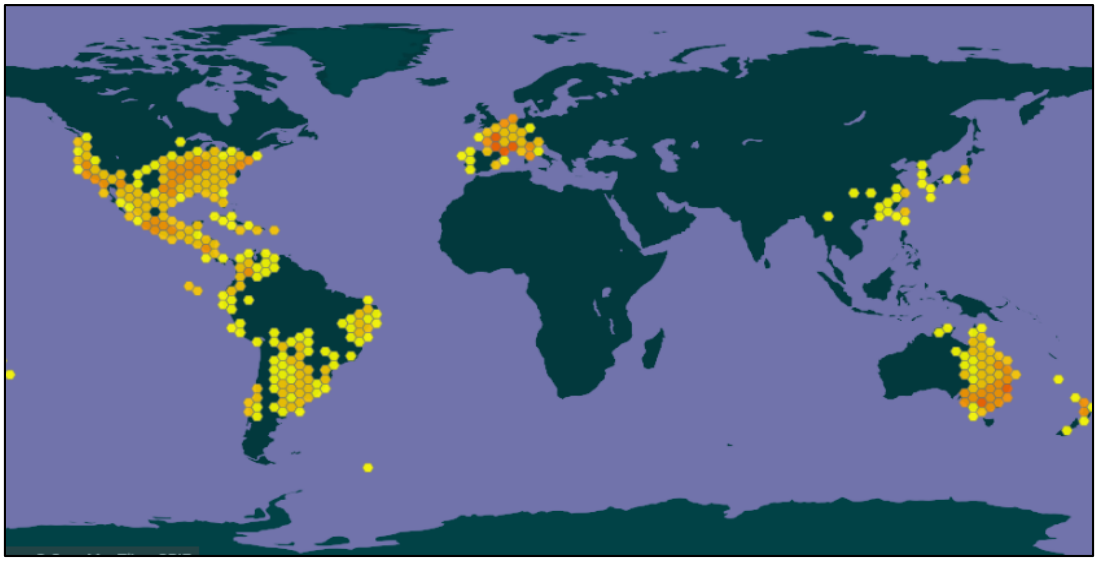


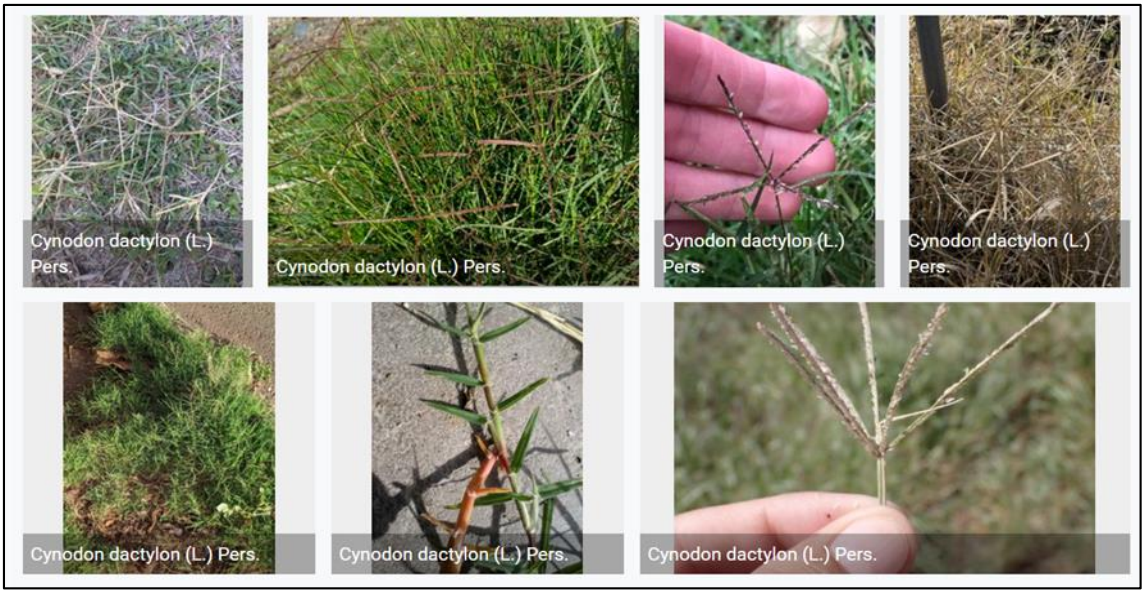
Figura 57. *Imágenes comparativas obtenidas Especie Ludwigia peploides (Kunth) P.H.Raven*



Figura 58. *Especie Ludwigia peploides (Kunth),Herbario Rio Grande do Sul*



Figura 59. *Especie Cynodon dactylon (L.)*



- Publicado en: Syn. Pl. ((1805))
- Fuente : The World Checklist of Vascular Plants (WCVP)
- **Referencia**: https://www.gbif.org/es/species/6109637
- Basónimo: Panicum dactylon L.
- Taxonomia:
  - Reino Plantae
  - Filo Tracheophyta
  - Clase Liliopsida
  - Orden Poales
  - Familia Poaceae
  - Género Cynodon Rich.
  - Especie Cynodon dactylon (L.) Pers.

Figura 60. *Distribución geográfica registrada Especie Cynodon dactylon (L.) Pers.*

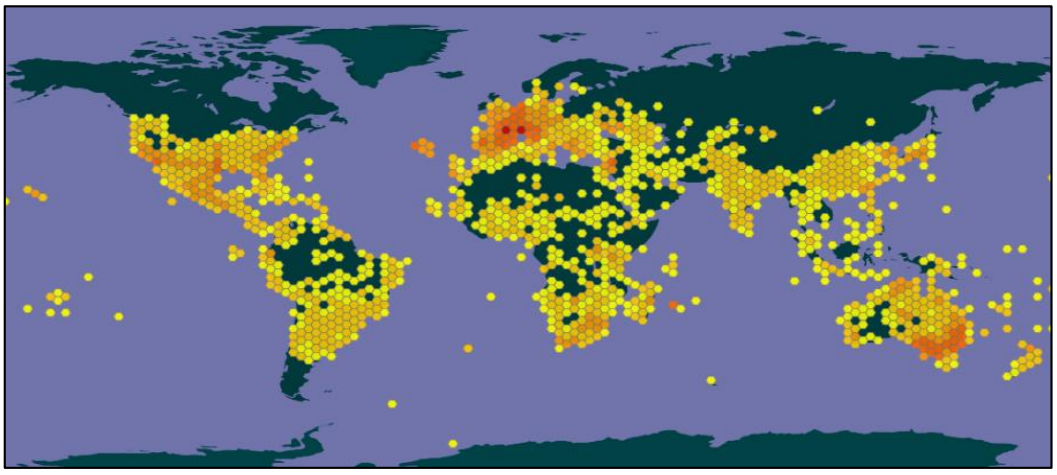


Figura 61. *Imágenes comparativas obtenidas Especie Cynodon dactylon (L.) Pers.*



Figura 62. *Especie Cynodon dactylon (L.) Pers, Herbario Instituto Nacional Pesquicias de la Amazonia*

