



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DISTRIBUCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN MACROFÍTICA EN EL LAGO DE YAHUARCOCHA, PROVINCIA DE IMBABURA

AUTORA

JOSELINE PATRICIA PABÓN GARCÍA

DIRECTOR

Ing. Elizabeth Velarde

ASESORES

Ing. Oscar Rosales

Ing. Mónica León M.Sc.

Msc. Sania Ortega

Ibarra – Ecuador

2015

Lugar de investigación: Lago de Yahuarcocha-Ecuador

HOJA DE VIDA



APELLIDOS: PABÓN GARCÍA

NOMBRES: JOSELINE PATRICIA

C. CIUDADANÍA: 1003464086

TELÉFONO CONVENCIONAL: 062604590 - 062601725

TELÉFONO CELULAR: 0993-513-786

CORREO ELECTRÓNICO: joselin_1872@hotmail.com

DIRECCIÓN: Pilanquí Pasaje=A Mz=8 Casa= 3-12

FECHA DE DEFENSA DE TRABAJO DE GRADO: 21 de Diciembre del 2015

Formato de Registro Bibliográfico

PABÓN GARCÍA JOSELINE PATRICIA “Distribución y evaluación de la vegetación macrofítica en el Lago de Yahuarcocha, provincia de Imbabura”

TRABAJO DE GRADO.

Ingenieros en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte.

Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Ibarra. EC. Julio del 2015.

DIRECTOR: Ing. Elizabeth Velarde

El estudio de la distribución de macrófitas o plantas acuáticas es esencial para la investigación limnológica, en el área de bioindicadores para el monitoreo de contaminación ambiental ya que al proliferar en un ecosistema de manera excesiva estos pueden llegar afectar a las comunidades biológicas. El fin de este estudio es generar estrategias básicas de manejo y conservación en base a la vegetación acuática.

Fecha: 21 de diciembre del 2015.



Ing. Elizabeth Velarde
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



Pabón García Joséline
AUTORA

Distribución y evaluación de la vegetación macrofítica en el Lago de Yahuarcocha, provincia de Imbabura

Joseline Pabón*¹, Elizabeth Velarde¹

¹Universidad Técnica del Norte

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales Av. 17 de
julio 5-21 y José Córdova,

Ibarra-Ecuador Teléfono: 00593-6-2997800

*Autor correspondiente: e-mail: joselin_1872@hotmail.com

RESUMEN

El Lago de Yahuarcocha perteneciente a la provincia de Imbabura es un ecosistema acuático con gran importancia ecológica, además proveen de diversos beneficios a la sociedad como su belleza escénica, importancia para el turismo, alta diversidad, provisión de hábitat acuático y litoral; y alimento para una gran diversidad de organismos asociados al ecosistema. El presente estudio se realizó en base a las plantas acuáticas del lago, para evaluar su distribución y características en dos épocas climáticas diferentes, además se determinó la distribución de la vegetación macrofítica en el lago y su relación con parámetros físicos y químicos con el fin de determinar cuál es su variación y como es el comportamiento de la vegetación ante cambios de las variables. Se registró un mayor número de especies en la época lluviosa con 1.13×10^8 organismos, distribuyéndose en 17 especies, 16 géneros y 14 familias. Las especies más abundantes pertenecen a *Schoenoplectus californicus* con $2,04 \times 10^7$ individuos/transecto correspondiente al

70.71%, *Typha latifolia* con $6,0 \times 10^6$ individuos/transecto y 45.17%. Por su parte los géneros *Myriophyllum*, *Hydrocotyle* y *Polygonum* reportaron un alto número de individuos con 15.2, 12.03 y 13.03%. En cuanto a las variables físicas, químicas, la mayor interacción con la vegetación acuática fueron la temperatura del aire, temperatura del agua, nutrientes, y en menor cantidad la turbidez y la profundidad. Se determinó como la estrategia más viable para la conservación de las plantas acuáticas la elaboración de un catálogo florístico, como medida de mitigación del problema que enfrenta actualmente el lago, causado por el avance de los procesos eutróficos en el lago de Yahuarcocha. Es importante continuar en la línea de investigación limnológica en los lagos del norte de Ecuador con el fin de incrementar acciones encaminadas a un manejo integral del área, con medidas a corto, mediano y largo plazo, especialmente tendientes a mejorar la calidad de agua y por ende a los organismos que habitan en él.

Palabras clave: Macrofítica, eutróficos, Lago

SUMMARY

Yahuarcocha Lake is in the province of Imbabura, it is an aquatic ecosystem with a great ecological importance, it also provides various benefits to society like its scenic beauty, touristic activities, high diversity, provision of water and coastal habitat; and food for a wide variety of organisms associated with the ecosystem. This study was performed about aquatic plants of the lake, to evaluate their distribution and characteristics of two different climate seasons; furthermore, the distribution of macrophytes vegetation in the lake and its relationship to physical and chemical parameters in order to determine what is their variation, and how is the behavior of vegetation to change in the variables. It was possible to register a great number of species in the rainy season with 1.13×10^8 organisms, distributed in 17 species, 16 genera and 14 families. The most abundant species belong *Schoenoplectus californicus* with 2.04×10^7 individuals/transect corresponding to 70.71%, *Typha*

latifolia with 6.0×10^6 individuals/transect corresponding to 45.17%. Meanwhile the genera *Myriophyllum*, *Hydrocotyle* y *Polygonum* reported a high number of individuals with 15.2, 12.03 and 13.03% respectively. According to physical-chemical variables, the most interaction with aquatic vegetation were the air temperature, water temperature, nutrients, and about a fewer quantity turbidity and depth. It was determined as the most viable strategy for the conservation of aquatic plants the development it was a floristic catalog as a measure of mitigation the problem that the lake faces currently today, it was caused by the advance of eutrophic processes in the Yahuarcocha lake. It is important to continue on the line of limnological research in the lakes of northern Ecuador in order to increase actions for an integral comprehensive management of the area, with short, medium and long terms, and then it will be possible improving water quality and the habitat of its organisms.

Keywords: Macrophytes, eutrophic, Yahuarcocha Lake

INTRODUCCIÓN

Ecuador cuenta con lagos de gran importancia tanto en páramos altoandinos como en los valles interandinos, estos proveen de diferentes beneficios a la sociedad. Actualmente estos cuerpos de agua presentan diversos tipos de deterioro, entre estos la extracción de la vegetación circundante, contaminación por agroquímicos y eutrofización. Otros factores de alteración son la caza, la pesca incontrolada, infraestructura turística

y urbanización. En los últimos años el incremento en contaminación de cuerpos de agua se debe al manejo inadecuado de las aguas residuales de origen industrial y urbano; como también la muerte progresiva de especies vegetales y animales. Lo antes expuesto produce la eutrofización de ecosistemas acuáticos, cambio de propiedades físico químicas del agua, alteración de los organismos vegetales y animales (León & Peralta, 2009;

Flor-Arnau, Sánchez, & Velasco i Batlle, 2013; Maridueña *et al.*, 2011).

Las macrófitas o plantas acuáticas comprenden un grupo muy variado el cual se ha adaptado parcial o totalmente a la vida de agua dulce y cumplen con un papel esencial en estos ecosistemas. A nivel mundial se han realizado diversos estudios en cuanto a plantas acuáticas tanto en sistemas lóticos como lénticos. En la actualidad se realiza investigaciones dirigidas al control de macrófitas, con el fin de mejorar la gestión de ecosistemas acuáticos, también se buscan alternativas para el manejo y conservación de macrófitas y, se enfatiza la necesidad de iniciar programas regionales de investigación en esta disciplina (Durán *et al.*, 2010; Acosta-Arce & Agüero-Alvarado, 2006).

El lago de Yahuarcocha perteneciente a la provincia de Imbabura es conocido por su belleza paisajística, el interior del lago y en sus alrededores como actividades de industria, domésticas, agricultura y recreación; ha llevado a

que este ecosistema se vea afectado ocasionando un cambio en la dinámica y en el comportamiento historia, turismo, gastronomía, entre otros. La gran demanda de las diferentes actividades que ocurren en de las formas de vida que se desarrollan ahí, convirtiéndose en un espacio vulnerable para el proceso de eutrofización el cual afecta directamente a la fauna y flora (Meerhoff & Mazzeo, 2004; Pabón *et al.*, 2012).

Dada la profunda alteración que sufren los recursos acuáticos en el lago de Yahuarcocha y debido al conocimiento fragmentado que se tiene sobre la vegetación acuática del lago Yahuarcocha, surgió este trabajo, cuyo objetivo principal es contribuir al conocimiento de la vegetación acuática existente en el Lago de Yahuarcocha; además con la información obtenida se logró tener un enfoque comunitario y ecosistémico acerca del papel que cumple esta vegetación en el funcionamiento del lago; con los resultados obtenidos se estableció estrategias básicas de manejo y conservación

MATERIALES Y MÉTODOS

La microcuenca del Lago de Yahuarcocha se localiza al Norte del país, ubicado en los flancos orientales de la Cordillera de los Andes a unos 3 kilómetros al noroeste del cantón Ibarra en la provincia de Imbabura, Figura 1

El sitio de investigación se localizó geográficamente en los 00°22'300 N y 78°06'100 O figura 3.1 y 3.2 (Pabón *et al.*, 2012; Maridueña *et al.*,

2011). En esta estación se realizaron muestreos durante el 2015, en los meses de junio hasta mediados de agosto perteneciente a la época seca y desde marzo hasta mayo perteneciente a la época lluviosa, abarcando un ciclo hidrológico anual. La evaluación partió con el inventario base actual de los componentes bióticos y abióticos del lago y la elaboración de mapas temáticos con el programa ARC GIS 10.3.

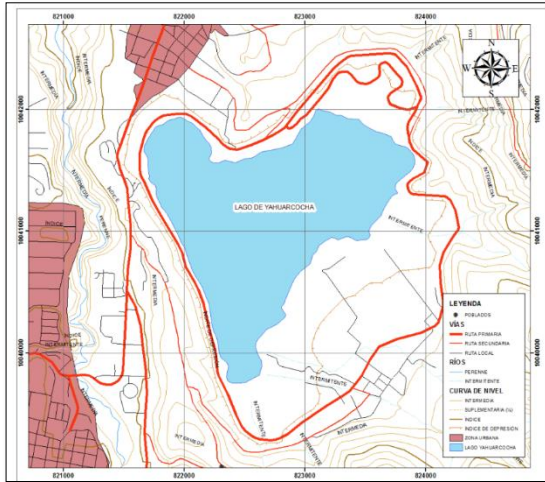


Figura 1. Lago Yahuarcocha

Las especies recolectadas fueron llevadas al laboratorio de limnología de la Universidad Técnica del Norte para su adecuado secado y análisis. Se estimó la abundancia según el método que menciona Cirujano *et al.* (2005). Para la cuantificación de las macrófitas se realizó una evaluación visual de muestreo semicuantitativo tanto en época seca como en lluviosa en cada uno de los transectos para estimar la abundancia. En cada transecto de muestreo, se tomó datos y/o muestras complementarias al muestreo de plantas acuáticas incluyendo variables físico químicas, hidromorfométricas y ambientales. Para las medidas de los nutrientes se recogieron muestras de agua, que fueron conservadas y refrigeradas para su posterior análisis en el laboratorio (Duarte *et al.*, 1990).

La estructura de la vegetación se evaluó mediante curvas de importancia usando el programa Sigma Plot 11.0 para el respectivo cálculo y elaboración de gráficos y usando los índices de dominancia (Simpson), diversidad (Shannon y Wiener), riqueza específica

(Margalef) y equidad (Pielou). Para explicar el comportamiento de las variables estudiadas en el ámbito temporal, se empleó el análisis estadístico no paramétrico de Spearman.

Finalmente se realizó la elaboración de una guía de macrófitas la cual se basó en presentaciones previas de (Díaz, Díaz, & Vargas, 2012; Mejía, 2011; García *et al.*, 2010; Ardilla, 2009; Medina, 2003; Terneus E., 2002; Van der Velde, 1999; Buczacki, 1995; Ramos & Novelo, 1993; Brunner & Beck, 1990). Se realizó la recolección del material para la realización de este trabajo; además se ha recogido referencias bibliográficas de la flora acuática para la redacción del documento y el apoyo de especialistas en el tema.

RESULTADOS

Se logró establecer 12 transectos de estudio, y se procuró que sean homogéneos en cuanto a su área; los muestreos se realizaron en época seca y en la época lluviosa, Figura 2.



Figura 2. Mapa de transectos

Los transectos de muestreo tienen un área total de 51.04 Ha, de los cuales el de mayor tamaño es el número 4 y 5 teniendo un 11.74% y 11.42% respectivamente, mientras que los que poseen la menor cantidad de espacio ocupacional son el número 6 y 3 con 4.58% y 5.29% correspondientemente. Por otra parte, mediante las salidas de campo se lograron identificar 16 entradas de agua en donde el transecto en el cual existe mayor cantidad de entradas es el 3 con cuatro entradas, mientras que los transectos que no tuvieron ninguna entrada de agua fueron los números 4, 5, 9 y 10. También se identificó una sola salida de agua en el 12.

Se determinó que el área de estudio presenta un tipo de clima que corresponde a Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo, determinado en base a la clasificación de climas del Ecuador propuesta por ORSTOM (Pourrut, 1995). Se identificaron microcuencas y drenajes menores que aportan al espejo de agua. El mayor porcentaje del área de estudio está cubierto por suelos de gran grupo Durustoll que comprende un área de 25.51%, generalmente localizados en las pendientes, sobre cenizas finas y también con un duripan por debajo, con una

textura arenosa fina o limosa de color muy negro y la mayor parte de uso de suelo que rodea la vegetación acuática son los cultivos con un 53.46%.

En cuanto a las condiciones bióticas se ha identificado que el lago de Yahuarcocha posee un área de 44 ha de vegetación acuática; dentro del componente faunístico, se consideró principalmente a las aves acuáticas, ya que estas son las que usan a la vegetación acuática como zona de anidación. De acuerdo con la clasificación de los ecosistemas se identificó en el área de estudio tres tipos de ecosistemas, el ecosistema acuático es el que ocupa el mayor espacio con 24.61 ha el agro ecosistema tiene un área de 17.31 ha, y el ecosistema terrestre ocupa un área de 1.30 Ha

En el lago de Yahuarcocha se encontró un total de 17 especies de plantas acuáticas distribuidas en 11 órdenes (Cuadro 1). El mayor porcentaje de las especies acuáticas registradas en el área de estudio se presenta para el tipo enraizado emergente correspondiente a helófitas con un 56.25%. El espectro biotopológico muestra además que las formas de crecimiento corresponden a

Cuadro 1. Lista de especies de macrófitos acuáticos, clasificación biotopológica y formas de vida en el Lago de Yahuarcocha (LF= Libre Flotante, S= Sumergida, EE= Enraizada Emergente)

	ESPECIE	BIOTIPO	FISIOTIPO	Forma de vida
1	<i>Azolla caroliniana</i>	Acropleustofita	Lemnida	LF
2	<i>Eichhornia crassipes</i>	Acropleustofita	Eichhorniida	LF
3	<i>Lemna minor L.</i>	Acropleustofita	Lemnida	LF
4	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Helophyta	Graminida	EE
5	<i>Typha latifolia</i>	Helophyta	Graminida	EE
6	<i>Egeria densa</i>	Hyphydata	Parvopotamida	S
7	<i>Arundo donax</i>	Helophyta	Graminida	EE
8	<i>Cyperus papyrus</i>	Helophyta	Graminida	EE
9	<i>Potamogeton striatus</i>	Hyphydata	-	S
10	<i>Juncus arcticus</i>	Helophyta	Juncoide	EE
11	<i>Cyperus odoratus</i>	Helophyta	Graminida	EE
12	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Hyphydata	Myriophyllida	S
13	<i>Hydrocotyle verticillata</i>	Ephydata	-	F
14	<i>Calceolaria tripartita</i>	-	-	E
15	<i>Polygonum hydro Piper</i>	Helophyta	Herbida	EE
16	<i>Bacopa monnieri</i>	Helophyta	-	EE
17	<i>Rumex conglomeratus</i>	Helophyta	Herbida	EE

Elaboración: Autora

38.46% de las especies son del tipo graminoide, típicamente herbáceo o juncoide.

En el Lago de Yahuarcocha se encontró un total de 1.13×10^8 organismos en la época lluvia y $1,0 \times 10^8$ en la época seca, se distribuyeron en 17 especies, 16 géneros y 14 familias, siendo los transectos más abundante el 1, 4, 5 y 9 en los dos periodos de muestreo. Discriminando en valores expresados en porcentaje, en los sitios estudiados se observó que los géneros con mayor número de individuos en todo el período de estudio comprendido desde Marzo a Agosto del 2015 fueron: *Schoenoplectus* en el transecto 5 con $2,04 \times 10^7$ individuos/transecto correspondiente al 70.71%, *Typha* en el transecto 7 con $6,0 \times 10^6$ individuos/transecto y 45.17%. La vegetación acuática dominante, en su mayoría es emergente con un total de 10 especies equivalente al 58.8%. Entre los géneros más conocidos en este grupo de plantas está *Schoenoplectus*, *Typha*, *Polygonum*, *Juncus*, entre otros. En cuanto a la vegetación flotante constituye el 23.5 % correspondiente a *Azolla caroliniana*, *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor* *Hydrocotyle verticilata*. Finalmente la vegetación sumergida ocupa un 17.7% con las especies *Egeria densa*, *Potamogeton striatus* y *Myriophyllum aquaticum*

La vegetación acuática del Lago de Yahuarcocha a nivel espacial posee mayor vegetación emergente en los transectos 9 y 10 con de 99.8 y 97.6% respectivamente. En cuanto a la vegetación flotante el transecto 2 representó mayor densidad de especies con 12.9 % siendo la especie más abundante *H. verticilata*. Para la vegetación sumergida el transecto 11

presentó mayor densidad de especies con 16% en donde la especie más representativa fue *M. aquaticum*. Figura 3.

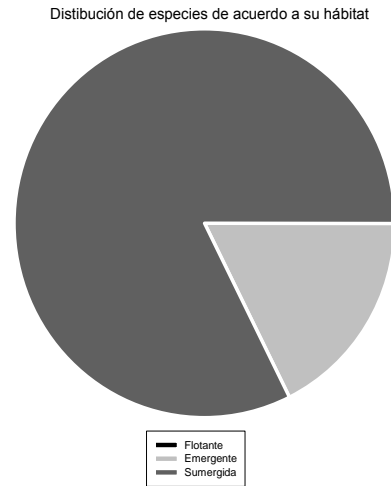


Figura 3. Distribución de especies de acuerdo a su hábitat

Evaluación fisicoquímica del agua en los transectos de muestreo ubicados en el Lago de Yahuarcocha

Los resultados muestran variación temporal y espacial para cada uno de los parámetros analizados. En general el Lago de Yahuarcocha se puede describir como aguas bien oxigenadas, mineralizadas, con pH alcalinos y temperatura media-alta.

Oxígeno Disuelto

A nivel espacio-temporal el segundo periodo donde se presentó mayor concentración con 5.58 mg/L. A nivel espacial se presentaron diferencias significativas entre el transecto 3, 4, 8 y 9 comparado con los transectos 10 y 11, Figura 4.

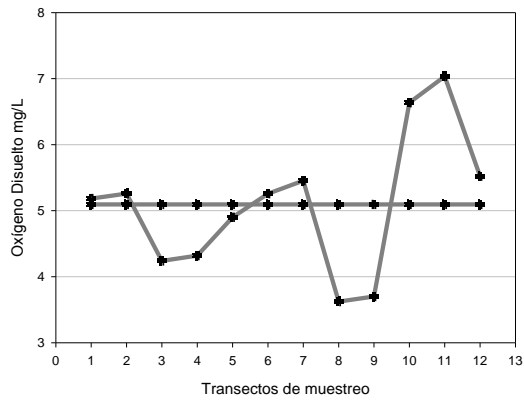


Figura 4: Variación espacial del oxígeno disuelto

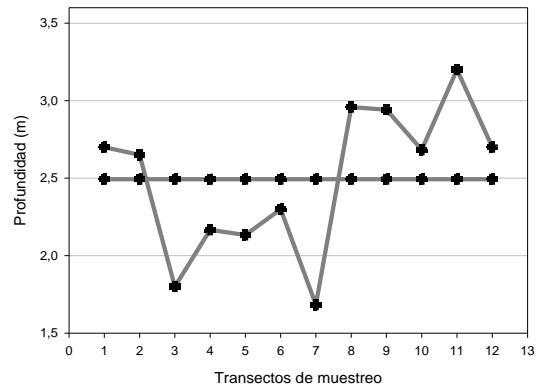


Figura 6: Variación de la profundidad

Transparencia

A nivel temporal no se presentó una variación siendo el valor promedio 0.32 m. A nivel espacial el transecto en el que observó la mayor visibilidad fue el transecto 11 con 0.35 m, mientras que los transectos que registró menor visibilidad fueron el 3 y 7 con un valor de 0.30 m, Figura 5.

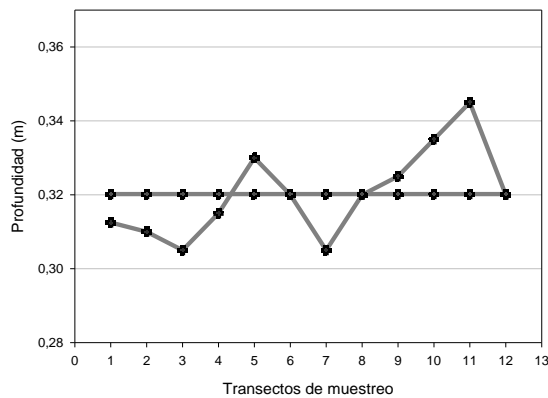


Figura 5: Variación de la transparencia

Profundidad

La profundidad a nivel temporal no varió significativamente teniendo en la época de lluvia un valor de 2.51 m. El transecto que registró mayor profundidad fue el 11 con un valor de 3.2 m, Figura 6.

Temperatura

La temperatura del agua es moderada-alta; a nivel temporal mostró una variación de 2,6° siendo a la época de lluvia la cual mostró un valor mayor con 22 °C. el transecto que presentó mayor temperatura del agua fue el 5 con una temperatura media de 21,6°C seguido de los transectos 3, 6 y 7 con valores similares, Figura 7.

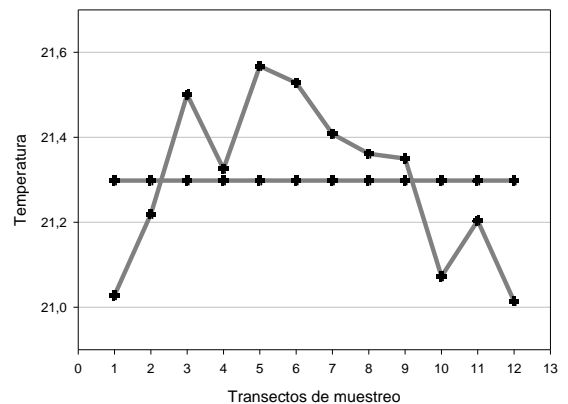


Figura 7: Variación de la temperatura

Conductividad

El lago de Yahuarcocha presentó una conductividad promedio de 559.83 $\mu\text{s}/\text{cm}$. El transecto 11 alcanzó el valor más alto con 562.00 $\mu\text{s}/\text{cm}$, mientras que

el transecto 7 registró el valor más bajo con 558.75 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Figura 8.

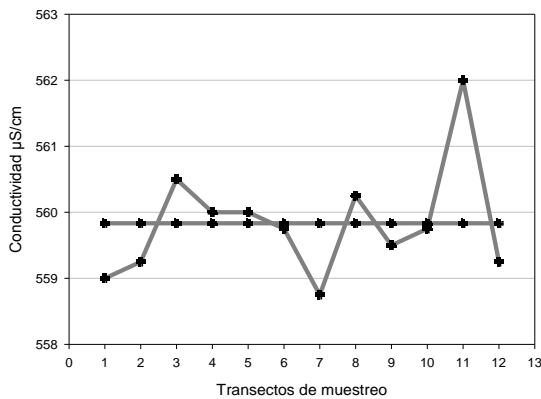


Figura 8 : Variación de la conductividad eléctrica

pH

Los valores tuvieron una media de 8.40 no variaron considerablemente durante el estudio. Los valores promedio por estación a nivel general presentaron aguas básicas o alcalinas que indica que puede tener efectos benéficos para la biota acuática así como para los cultivos, ya que el agua de los canales tiene un uso agrícola, Figura 9.

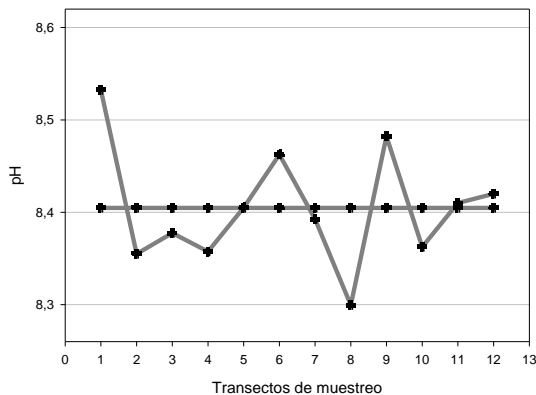


Figura 9 : Variación del pH

Nutrientes

Los valores de nitratos tuvieron una media de 0.95 mg/L de $\text{N-NO}_3\text{-N}$, lo que

indica que se encuentran en un rango normal siendo este esencial en el crecimiento de las plantas. En cuanto a los nitritos a nivel temporal se presentó una tendencia un poco dispersa con una media de 0.05 mg/L. Los fosfatos tuvieron valores más altos en la época seca con 0.43 mg $\text{PO}_4\text{-P/l}$, valores que son críticos para la eutrofización incipiente, Para los sulfatos se obtuvo una clara diferencia siendo la época de seca la que obtuvo el máximo valor con un promedio de 178.33mg/l.

Temperatura del aire, humedad relativa y luminosidad

La temperatura del aire mostró una variación de 4° siendo la época lluviosa la que registró el valor más alto con 29.87 °C. En cuanto a la humedad relativa a nivel temporal se registró el valor más alto en la época lluviosa con 46.86%. La luminosidad a nivel temporal mostró variación siendo la época lluviosa la que registró el valor más alto con 41319.76 lux, mientras que la época seca revelo un valor de 34898.83 lux.

Para proponer estrategias de manejo y conservación en el Lago de Yahuarcocha en base a la vegetación macrofítica se elaboró una guía visual y de fácil acceso para las personas con el fin de generar un valor sobre las plantas acuáticas. El objetivo de este catálogo florístico es indicar las plantas acuáticas más frecuentes, interesantes y problemáticas del Lago de Yahuarcocha y consta de nombre científico, género, familia, nombre común, texto principal, caracteres diagnósticos, habitat, distribución mundial y en Yahuarcocha, conservación e interés, caracter invasor e íconos. El catálogo se completa con un

apartado en donde se incluye un esquema sistemático de clave de géneros y un anexo donde se explica cómo debe conservarse las muestras de plantas acuáticas para un posterior estudio e identificación, tal como lo hacen los especialistas.

CONCLUSIONES

- Las condiciones abióticas analizadas indican que existe clima mesotérmico semi-húmedo, precipitación entre 500 y 700 mm, temperatura promedio de 15°C, 9 drenajes que aportan directamente al cuerpo de agua, un suelo cubierto mayoritariamente por el tipo durustoll y un uso principal de suelo correspondiente a cultivos; las condiciones bióticas muestran que el lago posee una cobertura de 44 ha de vegetación acuática, siendo el ecosistema acuático el más abundante y la fauna más representativa corresponde a aves, peces y animales domésticos.
- La vegetación acuática del Lago de Yahuarcocha consistente en 17 especies de plantas acuáticas, 16 géneros y 14 familias, representada mayoritariamente a nivel de familia en un 57.14%, por Liliopsida, en un 56,25% a nivel de género y en 61,11% a nivel de especie. La distribución geográfica del total de especies acuáticas se encuentra en América y Neotrópico.
- Las formas de vida y formas de crecimiento las especies se presentan en mayor parte para el tipo enraizado emergente correspondiente a helófito con 56.25%, seguido del tipo acropleustephyta con 18.75% y finalmente hyphydta y ephydata con 12.5%. El espectro biotipológico muestra que las formas de crecimiento se encuentra representado en mayor parte por la especies de tipo graminoide correspondiente a 35.7%,
- La vegetación acuática se caracterizó por presentar pocos taxones con altas abundancias, siendo Schoenoplectus el género dominante en la mayor parte del lago con 70.71%, seguido de Typha con 45.17%; por su parte los géneros más ampliamente distribuidos son los géneros Myriophyllum, Hydrocotyle y Polygonum. En los dos períodos de muestreo se obtuvo un total de 1.13×10^8 individuos en la época lluvia y $1,0 \times 10^8$ en la época seca, y su gradiente de abundancia se ajusta probablemente a una respuesta de las especies en términos de tolerancia a las variables ambientales.
- Dentro de los tipos de vegetación acuática están dominados, en su mayoría, por vegetación emergente con 58.8%, seguido de vegetación flotante con 23.5% y por último la vegetación sumergida con 17.6%. La presencia y proliferación de macrófitas emergentes y flotantes muestra estar relacionada con la reducción de la diversidad de las macrófitas sumergidas, a mayor desarrollo del proceso eutrófico las plantas acuáticas sumergidas tienden a desaparecer.
- De acuerdo a los análisis estadísticos para las variables físicas, químicas y biológicas aplicados es notoria la influencia de temperatura del aire, temperatura del agua, nutrientes, y en

menor cantidad la turbidez y la profundidad. Las especies acuáticas que tuvieron mayor relación con las variables mencionadas son *Polygonum hydropiper*, *Myriophyllum aquaticum*, *Egeria densa*, mientras que las especies *Azolla caroliniana*, *Typha latifolia*, *Juncus arcticus*, *Cyperus odoratus*, *Calceolaria tripartita*, *Bacopa monnier* y *Rumex conglomeratus* tuvieron correlación en menor cantidad. Los índices aplicados muestran que la vegetación acuática tiene una diversidad, dominancia y equidad media; mientras que la riqueza es riqueza baja.

- Los cambios en el nivel de agua en cada uno de los transectos no se tan drástico, lo cual mantiene una relativa estabilidad de los hábitats en las características físico-químicas del agua, favoreciendo el establecimiento de comunidades de plantas enraizadas, flotantes y sumergidas. La estabilidad de los hábitats contribuye al establecimiento de las comunidades de plantas acuáticas, además que permite que las especies puedan desarrollarse sin sufrir cambios significativos en su estructura; además las variables físico-químicas se muestran como indicadores muy certeros para la estimación del avance eutrófico del lago.
- Se determinó que la mejor estrategia para la conservación del Lago Yahuarcocha en base a la vegetación acuática es la elaboración de un catálogo de florístico, como medida de incremento de conocimiento, la cual constituirá una herramienta útil para la identificación de las especies y

será usado para gestiones de control y erradicación de especies vegetales invasoras.

RECOMENDACIONES

- Para conocer mejor como se desarrolla este componente biótico en el lago es necesario seguir monitoreando y realizando estudios mensuales a lo largo del año, ya que las comunidades biológicas varían su composición en un espacio temporal, manteniendo los mismos transectos de muestreo, y tomando como base los resultados obtenidos en el presente estudio.
- Se recomienda realizar investigaciones más específicas de cada uno de los grupos de plantas acuáticas estudiados, para evaluar el comportamiento de cada uno de estos, además la relación existente con otros organismos del ecosistema acuático como el zooplancton, macroinvertebrados y fitoplancton, para lograr un amplio conocimiento de la dinámica de las especies en el cuerpo de agua, este estudio sirve como base preliminar ya que se tiene una visión general de la vegetación acuática del lago de Yahuarcocha.
- Se sugiere evaluar la dinámica de nutrientes en el lago, cuya finalidad sea generar criterios y estrategias eficientes que permitan una optimización en las actividades encaminadas a la restauración ecológica del sistema lacustre, así como el entendimiento de sus procesos bioquímicos.

- Se recomienda aplicar estudios similares a los de este trabajo en otros cuerpos de agua para esclarecer el evento que ha modificado los patrones de diversidad en el Lago de Yahuarcocha, así como determinar si las actividades que se realizan actualmente en el lugar de estudio han influido sobre la actual composición de macrófitas en este sitio.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Arce, L., & Agüero-Alvarado, R. (2006). Malezas acuáticas como componentes del ecosistema. *Agronomía Mesoamericana*, 17(2), 213-219
- Ardilla, L. S. (2009). *Dinámica de gramalotales en las llanuras inundables del Río Amazonas - Puerto Nariño - Colombia*. Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonía, Instituto Amazónico de Investigaciones- Imani, Nariño.
- Brunner, G., & Beck, P. (1990). *Nueva guía práctica de plantas acuáticas*. Alemania: Tetra-Verlag.
- Buczacki, S. (1995). *Plantas Acuáticas*. Madrid: Tursen Hermann Blume Ediciones
- Cirujano, S., Cambra, J., & Gutiérrez, C. (2005). Protocolos de Muestreo y análisis para Macrófitos. En M. d.-C. Ebro, *Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva MARCO del Agua* (págs. 1-43). España.
- Díaz, A. M., Díaz, J. E., & Vargas, O. (2012). *Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá*. Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distal de Ambiente, Bogotá.
- Duarte, C., Montes, C., Agustí, S., Martino, P., Bernués, M., & Kalf, J. (1990). Biomasa de macrófitos acuáticos en la marisma del parque nacional de Doñana (SW España): Importancia y factores ambientales que controlan su distribución. *Limnética*, 6, 1-12.
- Durán, C. (2010). *Asistencia técnica para el control de macrófitos: Mejora de la gestión de los embalses del Bajo Ebro*. URS España. Madrid: Registro mercantil de Madrid.
- Flor-Arnau, Núria; Sánchez, Jaume; Velasco i Batlle, Eulàlia. (2013). Valoración de lagos y lagunas de la cuenca del Duero a partir de los macrófitos acuáticos. (A. I. Limnología, Ed.) *Limnética*, 32(2), 373-390.
- García, P., Fernández, R., & Cirujano, S. (2010). *Habitantes del agua-macrófitos*. Agencia Andaluza del Agua-Consejería de Medio Ambiente-Junta de Andalucía.
- León, M., & Peralta, A. (2009). *Estudio de Eichornia crassipes, Lemna gibba y azolla filiculoides en el tratamiento de aguas residuales domésticas en sistemas comunitarios y unifamiliares del cantón Cotacachi*. Ibarra.
- Maridueña, A., Chalén, N., Coello, D., Cajas, J., Elías, E., Solís-Coello,

- P., & Aguliar, F. (2011). Mortandad de peces en la laguna de Yahuarcocha, cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Febrero 2003. *Boletín especial*, 2(1) Ecuador. *Ecología*, 24(2), 379-391.
- Meerhoff, M., & Mazzeo, N. (2004). Importancia de las plantas flotantes libres de gran porte en la conservación y rehabilitación de lagos someros de Sudamérica. *Ecosistemas*, 13(2), 13-22.
- Medina, L. (2003). *Flora y Vegetación acuática de las lagunas y humedales de la provincia de Guadalajara (Castilla-La Mancha)*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias-Sección Biología, México
- Mejía, D. M. (2011). *Diatomeas perifíticas y algunas características limnológicas de un humedal urbano en la sabana de Bogotá*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá.
- Plan de Manejo. (2012). *Actualización del plan de manejo integral de la microcuenca hidrográfica de Yahuarcocha, provincia de Imbabura*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Ramos, L. J., & Novelo, A. (1993). Vegetación y flora acuática de la laguna de Yuriria, Guanajuato, México. *Acta Botánica Mexicana*, 25, 61-79.
- Terneus, E. (2002). Comunidades de plantas acuáticas en lagunas de los páramos del norte y sur del