

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

“ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL LAGO SAN PABLO EN FUNCIÓN DE LOS PATRONES  
DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA AVIFAUNA ACUÁTICA”

AUTORA

Zayana Carolina López Ayala

DIRECTOR

Dr. Nelson Gallo

LUGAR DE INVESTIGACIÓN

Imbabura, Otavalo, Lago San Pablo

Ibarra – Ecuador

Octubre 2012

## HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



<b>APELLIDOS</b>	López Ayala
<b>NOMBRES</b>	Zayana Carolina
<b>CÉDULA CIUDADANIA</b>	100297483-8
<b>FECHA DE NACIMIENTO</b>	16 Julio 1988
<b>DIRECCIÓN</b>	Imbabura, Ibarra, Sagrario, Remigio Romero 1-20 y Pasquel Monge
<b>TELÉFONO CONVENCIONAL</b>	062 643 288
<b>TELÉFONO CELULAR</b>	0998593 395
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	zlopez16@hotmail.com

24, Octubre 2012

## RESUMEN

San Pablo es un lago de alta montaña que se encuentra en la parte norte de los Andes ecuatorianos, cerca de Otavalo en la provincia de Imbabura a 2 660 msnm. Tiene una superficie de 6,7 Km<sup>2</sup>, presenta una forma casi circular. Los aportes de agua provienen principalmente de riachuelos de montaña, siendo su principal afluente el Río Itmabi y el principal efluente el río Peguche que da origen a la cascada de Peguche.

Las orillas del lago albergan varias comunidades en su mayoría indígenas, pertenecientes a las Parroquias de: San Pablo, Eugenio Espejo, San Rafael, González Suarez y El Jordán.

El lago se encuentra en proceso natural de eutrofización mismo que se agudiza con la emisión directa e indirecta de desechos sólidos y aguas residuales, la agricultura intensiva, agroindustria basada en el uso de pesticidas y fungicidas, al igual que la crianza de ganado; estas actividades generan un impacto de deterioro al lago, poniendo en riesgo el hábitat de las aves acuáticas tanto residente como migratorias.

La presente investigación forma parte a nivel regional del Censo Neotropical de Aves Acuáticas (Aves y Conservación – BirdLife Ecuador) y en la provincia del Plan de Monitoreo de la Avifauna Acuática en los principales humedales de (Gobierno Provincial de Imbabura).

Como resultado de la investigación del lago San Pablo se registraron 28 especies de aves acuáticas, los meses de enero, febrero, marzo, septiembre y octubre constituyen los meses con más diversidad de especies. En el 2011 en San Pablo fueron registrados 1232 individuos; los tres meses con mayor registro de individuos fueron: septiembre, julio, y junio. Las especies más abundantes en el 2011 fueron: *Fulica ardesica*, *Anas gerogica*, *Bubulcus ibis* y *Oxyura ferruginea*.

También se determinó 11 especies migratorias boreales tales como: *Egretta caerulea*, *Anas discors*, *Anas acuta*, *Aythya affinis*, *Porzana carolina*, *Calidris alba*, *Phalaropus tricolor*, *Actitis macularia*, *Tringa melanoleuca*, *Tringa flavipes*, *Larus atricilla*, que dependen del refugio y alimento que les brinda el lago San Pablo.

Al igual que dentro del Plan de Monitoreo Provincial permanente continuo en el 2012 se contó con 3 nuevos registros, de gran importancia para la provincia y el país. Los registros fueron: *Aythya affinis*, *Limnodromus scolopaceus* y *Anas acuta*.

En base a los patrones de distribución temporal y espacial de la avifauna acuática de lago San Pablo, se logró determinar las zonas y sus prioridades de conservación, por lo que:

Las zonas con prioridad alta o prioridad 1 de conservación son: Muelle Chicapan (z 1), Pucará de Desaguadero (z 2), La Compañía – Camuendo (z 5), Muelle Araque (z 8), Itambi – Guaycopungo (z 10), San Miguel Bajo – Puerto Lago (z 11) y Puerto Alegre – Pibarinci (z 12).

Las zonas consideradas de prioridad media es decir prioridad 2 son: Desaguadero – La Compañía (z 3), Intyllan (z 6), San Pablo el Quinde (z 9), Dormidero Bubulcus (z 13) y Espejo de Agua (z 14).

Mientras que las zonas de prioridad baja es decir “3” son: La Compañía (z 4) y Cabañas del Lago (z7).

En base a los datos obtenidos, se realizó el mapa de zonificación ecológica, insumo necesario para la propuesta.

La Propuesta de Zonificación Ecológica del lago San Pablo servirá como estrategia de conservación in-situ de la avifauna acuática residente y migratoria del lago. Permitiendo así proteger sitios prioritarios e importantes para el desarrollo, refugio y alimento de las aves acuáticas del lago.

## SUMMARY

San Pablo is a high mountain lake. It is located in the northern part of the Ecuadorian Andes near from Otavalo, in Imbabura province. It is 2660 meters over the sea. San Pablo's lake area is 6.7 kilometers, and its shape is nearly circular. The water contribution mainly came from mountain streams. Its main tributary is Itambi River and the main effluent is Peguche River which originates Peguche waterfall.

In the San Pablo's lake riverbank there are many indigenous communities, mostly belonging to the parishes of San Pablo, Eugenio Espejo, San Rafael, González Suárez and Jordán.

Nowadays the lake is in the natural process of eutrophication which is sharpened by the direct and indirect emissions of solid waste and wastewater. The intensive agriculture and the agribusiness based on the use of pesticides and fungicides, as well as raising livestock, are activities that generate impact and deterioration of the lake. These activities are risking the habitat of resident and migratory waterfowl.

This research is part of a regional Neotropical Waterfowl Census (Birds and Conservation - BirdLife Ecuador), as well as Imbabura (Provincial Government of Imbabura) in which monitoring is performed.

As a result of the investigation in San Pablo Lake there are 28 species of waterfowl. The months of January, February, March, September and October are the months with more diversity. In 2011, there were recorded an annual average of 1232 individuals. The three months with the highest record of individuals were August, July and June.

The most abundant species in 2001 were *Fulica ardesica*, *Anas geronca*, *Bubulcus ibis* and *Oxyura ferruginea*. There are also identified 11 migratory species such as boreal *Egretta caerulea*, *discors Anas*, *Anas acuta*, *Aythya affinis*, *Porzana carolina*, *Calidris alba*, *Phalaropus tricolor*, *Actitis macularia*, *Tringa melanoleuca*, *Tringa flavipes*, *Larus atricilla*, depending on the shelter and food given by San Pablo Lake.

In the permanent provincial monitoring plan made along 2012, there were 3 new records of great importance for the province and the country. The records were *Aythya affinis*, *Anas acuta* and *Scolopaceus Limnodromus*

Based on the patterns of temporal and spatial distribution of aquatic birds of Lake San Pablo, it was determined areas and conservation priorities, so that: The high-priority areas or conservation priority 1 are: Pier Chicapan (z 1), Pucara

Desaguadero (z 2), The Company - Camuendo (z 5), Pier Araque (z 8), Itambi - Guaycopungo (z 10) , San Miguel Bajo - Puerto Lago (z 11) and Porto Alegre - Pibarinci (z 12).

The areas considered medium priority is priority 2 are: Desaguadero - The Company (z 3), Intyllan (z 6), St. Paul the Quinde (z 9), Dormidero Bubulcus (z 13) and Water Mirror (z 14).

While low-priority areas is priority 3 are: The Company (z 4) and Cabañas del Lago (z7). Based on the data obtained, we performed the ecological zoning map, a necessary ingredient for the proposal.

The Ecological Zoning Proposal Lake San Pablo strategy will serve as in-situ conservation of migratory waterbirds and lake resident. Allowing protect important priority sites for development, shelter and food for waterfowl lake.

## FORMATO DEL REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN  
Fecha: 24 de octubre de 2012

**LÓPEZ AYALA, ZAYANA CAROLINA.** “ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DEL LAGO SAN PABLO EN FUNCIÓN DE LOS PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA AVIFAUNA ACUÁTICA”/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Recursos Naturales Renovables Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Recursos Naturales Renovables Ibarra. EC. Octubre 2012. 177 p. anex., diagr.

**DIRECTOR:** *Gallo Nelson.*

En la presente investigación se ejecutó el monitoreo mensual de la avifauna acuática del lago San Pablo, Otavalo – Imbabura, permitiendo de esta manera establecer los patrones de distribución espacial y temporal de las aves acuáticas tanto residentes como migratorias del lago. En base a los patrones y a componentes como: diversidad, abundancia, densidad relativa y registros especiales se construyó una matriz de ponderación para determinar las zonas de prioridad para la conservación y así poder contar con la propuesta de zonificación ecológica del lago San Pablo como estrategia para la conservación in-situ de la diversidad avifaunística existente en el humedal.

Fecha: 24 de octubre de 2012.

**Zayana Carolina López Ayala**

f) Autora

**Dr. Msc. Nelson Gallo**

f) Director de Tesis

## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **PROBLEMÁTICA**

En el mundo existen 17 países mega-diversos, la diversidad florística y faunística del Ecuador lo convierten en uno de ellos. En Ecuador se han registrado más de 1600 especies de aves; un total de 223 especies de aves acuáticas pertenecientes a 31 familias, lo que representa el 13,6% de la avifauna del país (Reporte Final Aves Acuáticas del Ecuador – Aves & Conservación 2006). Sin embargo a esto debemos sumarle la poca investigación sobre biodiversidad, especialmente en la rama de la ornitología y el poco presupuesto público que se destina para estos estudios e investigaciones, ya que el componente ambiental aún es considerado como el eslabón suelto o innecesario en la cadena del “desarrollo”.

La falta de conocimiento e investigación a cerca de la avifauna acuática que habita en el lago San Pablo ha hecho que las poblaciones indígenas aledañas no consideren al componente avifaunístico como una potencialidad del sector, que podría ser la base de un turismo sustentable.

Además no existe un ordenamiento territorial de la zona debido a la falta de estudios referentes al estado de conservación del Lago lo que ha provocado la generación de actividades antrópicas incluso en lugares donde se debe priorizar actividades de conservación.

### **JUSTIFICACIÓN**

Este estudio constituye un aporte a la investigación y conservación de uno de los principales sistemas lacustres de nuestra Provincia Azul, como de las aves acuáticas que dependen de este para su subsistencia.

El Censo Neotropical de Aves Acuáticas es realizado en el Ecuador por Aves y Conservación en el cual se encuentran considerados los sistemas lacustres de la provincia de Imbabura como Yahuarcocha, San Pablo y Cuicocha. El Gobierno Provincial de Imbabura a través de la Sub Dirección de Gestión Ambiental, desde el año 2007 se ha sumado al

estudio y ha considerado un rubro dedicado al monitoreo de avifauna en la laguna de Yahuarcocha, a partir del 2010 también se ha considerado al lago San Pablo y Cuicocha como ecosistemas importantes para la Provincia.

La zonificación ecológica servirá como estrategia de conservación in-situ del avifauna acuática tanto residente como migratoria que depende del lago.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Realizar la zonificación ecológica del lago San Pablo en función de los patrones de distribución espacial y temporal de la avifauna acuática.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar las especies de avifauna residente y migratoria del lago San Pablo.
- Analizar los patrones de distribución espacial y temporal de la avifauna del lago San Pablo tomando como base los datos del monitoreo realizado en el periodo enero 2011 – diciembre 2011.
- Realizar una breve caracterización biológica de la vegetación existente en el lago San Pablo.
- Diseñar una propuesta de zonificación ecológica del humedal en función del recurso avifaunístico, con la participación de los actores principales.

## **METODOLOGÍA**

### **Equipos y Materiales**

- Binoculares 10 x 45.
- Cámara fotográfica semi-profesional, misma que permitió contar con un registro fotográfico que ayudó a la identificación de las especies, al igual que contar con una base fotográfica (polluelos, juveniles, adultos, machos, hembra, plumaje reproductivo, entre otros).
- Guía de campo I y II *Aves del Ecuador* de Robert S. Ridgely y Paul J. Greenfield, como libros base para el estudio y análisis de los datos obtenidos.
- GPS, permitiendo así establecer los puntos de referencia de las zonificación ecológica. Al igual que contar con datos de ubicación y preferencia de aves migratorias y registros inusuales.
- Fichas de campo, tanto para la determinación de zonas de estudio, como para el monitoreo de avifauna acuática del lago.

### **Metodología**

La metodología utilizada para los censos de la avifauna es la establecida por Aves y Conservación como parte del Censo Neotropical de Aves Acuáticas (CNNA), la cual ha sido adaptada y complementada por el Gobierno Provincial de Imbabura como parte del Plan de Monitoreo Mensual que lleva a cabo desde el 2007 en los principales humedales de la provincia (Yahuarcocha, San Pablo y Cuicocha), cuyo fin es el establecimiento de estrategias para la conservación de la avifauna y sus hábitats que sustenten la toma de decisiones para el manejo sustentable de los humedales.

La presente tesis ha permitido la aplicación de dicha metodología en el lago San Pablo e ir validando los procesos implementados; a continuación se describen los pasos de la metodología utilizada en el estudio:

### **Reconocimiento de la Zona de Estudio**

Este fue el primer paso y fundamental para el inicio de la zonificación ecológica. Consistió en el reconocimiento del humedal tanto externa (vehículo) como interna (lancha), se realizó la

toma de varios puntos GPS los cuales sirvieron para georeferenciar la imagen satelital y territorializar las acciones como punto de partida para estructurar el mapa base de la zona de estudio.

### **Definición de las Zonas de Monitoreo – Unidades Ambientales**

Luego de conocer y familiarizarse con el ecosistema lacustre, se realizó un recorrido en lancha por el área de estudio, con el objetivo de definir las zonas de monitoreo y subdividir al lago en unidades de muestro utilizando el criterio de Unidades Ambientales propuesto por Domingo Gómez Orea para el ordenamiento territorial, es decir, se establecieron sectores del territorio relativamente homogéneos, definidos e identificados por: la existencia de algún “factor controlante clave” como el tipo de cobertura vegetal, o aspecto que condiciona su uso como las actividades antrópicas que se desarrollan en las orillas del lago (TERÁN, LÓPEZ, SANTANDER Y LARA, 2012).

### **Caracterización de la vegetación riparia del lago san pablo**

Se realizó la caracterización de la vegetación riparia del lago San Pablo, para ello se tomo en cuenta las trece zonas litorales que forman parte de las zonas de monitoreo. Considerando las dificultades para acceder directamente a cada zona por las orillas, fue necesario utilizar la lancha a fin de acercarse hasta el margen del espejo de agua, en donde, aplicando el criterio de muestreo referencial se procedió a coleccionar muestras fértiles (con flores y frutos) de plantas herbáceas hidrofílicas emergentes que forman parte de la composición florística dominada por las especies: *Schoenoplectus californicus* (totora), *Typha latifolia* (colla), *Scirpus* sp. (Itsi) (COMUNICACIÓN PERSONAL ING. DORA CUAMACÁS).

### **Inventario, Censo y Monitoreo de la Avifauna Acuática**

Para el inventario de la avifauna del humedal se realizó un recorrido alrededor de todo el perímetro interno del lago utilizando transporte lacustre (lancha) a una velocidad 5 metros por minuto, la duración de los monitoreos tuvieron un tiempo aproximado de 2 horas.

El conteo se lo realizó siguiendo el procedimiento de observación directa, para lo cual se utilizó binoculares 10x45 y anotó todas las aves que fueron avistadas en el recorrido, considerando su ubicación en las zonas establecidas previamente.

Los datos fueron registrados en la matriz de monitoreo diseñada a fin recopilar de manera ágil, ordenada y estandarizada los resultados obtenidos en cada uno de los monitoreos de los diferentes humedales de Imbabura que forman parte del Plan de Monitoreo Mensual.

### **Sistematización y Análisis de Datos**

Con la información obtenida en campo durante el año de investigación, mensualmente se fue alimentando la base de datos de la diversidad y abundancia de las especies de avifauna acuática de cada una de las zonas del lago SP, la cual forma parte de la base de datos global que se dispone del lago desde el 2004. Esto permitió contar con información consolidada, misma que fue la base tanto para el análisis estadístico, la determinación de la abundancia, diversidad patrones de distribución temporales y espaciales de las especies, así como el sustento de la propuesta preliminar de zonificación ecológica (TERÁN, LÓPEZ, SANTANDER Y LARA, 2012).

### **Zonificación Ecológica**

La propuesta metodológica utilizada para la determinación de la zonificación ecológica para la conservación de la avifauna acuática, se encuentra en proceso de validación; ésta ha sido diseñada y forma parte de las Estrategias de Conservación de la avifauna acuática en los humedales de Imbabura

La zonificación ecológica es una estrategia de conservación in situ de la avifauna acuática, que tiene como objetivo proteger sitios prioritarios que constituyen lugares de refugio, alimentación y anidación de las especies residentes y migratorias, que presentan una importante diversidad y/o abundancia; su determinación se la realiza, en función de los datos de abundancia, diversidad y densidad relativa de cada zona de monitoreo o Unidad Ambiental (patrones de distribución espacial), con los que, se estructura una matriz de ponderación para determinar la prioridad de conservación de cada una de las Unidades Ambientales que conformar el ecosistema lacustre

## Validación de la Zonificación Ecológica

La validación de la propuesta de zonificación ecológica del lago San Pablo se la realizó mediante la modalidad de “criterio de expertos”, contando con el apoyo de técnicos con amplio conocimiento de la zona de estudio y de ornitología, quienes validaron la coherencia, pertinencia y fidelidad de los resultados por parte de Aves y Conservación BirdLife en Ecuador la bióloga Dra. Tatiana Santander y por parte del Gobierno Provincial de Imbabura la Ing. Karen Terán.

## RESULTADOS

- Como parte del Plan de Monitoreo mensual, en el periodo correspondiente a agosto 2010 hasta junio del 2012 se han registrado 28 especies de aves acuáticas presentes en el lago San Pablo, pertenecientes a las familias: Phalacrocoracidae, Ardeidae, Podicipedidae, Anatidae, Rallidae, Charadriidae, Scolopacidae y Laridae; tanto residentes como migratorias.
- Las especies más abundantes en el 2001 fueron: *Fulica ardesica* con 601 individuos, *Anas geronica* con 380 registros, *Bubulcus ibis* con 53 registros y *Oxyura ferruginea* con 51 registros.
- En base a los datos obtenidos en el plan de monitoreo, se ha determinado el registro de 11 especies migratorias boreales tales como: *Egretta caerulea*, *Anas discors*, *Anas acuta*, *Aythya affinis*, *Porzana carolina*, *Calidris alba*, *Phalaropus tricolor*, *Actitis macularia*, *Tringa melanoleuca*, *Tringa flavipes*, *Larus atricilla*, que dependen del refugio y alimento que les brinda el lago San Pablo.
- Las zonas con prioridad alta o prioridad 1 de conservación son: Muelle Chicapan (z 1), Pucará de Desaguadero (z 2), La Compañía – Camuendo (z 5), Muelle Araque (z 8), Itambi – Guaycopungo (z 10), San Miguel Bajo – Puerto Lago (z 11) y Puerto Alegre – Pibarinci (z 12).
- Las zonas de prioridad media es decir prioridad 2 son: Desaguadero – La Compañía (z 3), Intyllan (z 6), San Pablo el Quinde (z 9), Dormidero Bubulcus (z13) y Espejo de Agua (z 14).

- Mientras que las zonas de prioridad baja es decir “3” son: La Compañía (z 4) y Cabañas del Lago (z 7)

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

- Con el Índice de Simpson, se concluye que el lago San Pablo presenta una diversidad alta ( $0,66 = 68,75\%$ ), misma que se corrobora con los datos obtenidos en el CNAA ubicando a San Pablo como uno de los principales sistemas lacustres del país por su riqueza avifaunística.
- La Propuesta de Zonificación Ecológica del lago San Pablo servirá como estrategia de conservación in-situ de la avifauna acuática residente y migratoria del lago. Permitiendo así proteger sitios prioritarios e importantes para el desarrollo, refugio y alimento de las aves acuáticas del lago.

### **Recomendaciones**

- Continuar con del plan de monitoreo de la avifauna acuática es de suma importancia ya que esto permitirá contar con una base de datos periódica y el análisis de los patrones de distribución espacial y temporal de la avifauna en los posteriores años; para de esta manera contar con datos permanentes que sustenten la importancia de considerar el componente biodiversidad este caso avifaunístico en la toma de decisiones en el manejo de la lago.
- Promover el aviturismo comunitario en el lago, como una forma de desarrollo sustentable que permita regular el turismo, coordinar acciones de protección y generar beneficios económicos a los pobladores.

## BIBLIOGRAFÍA

- AVES Y CONSERVACIÓN. (2006): Reporte Final Aves Acuáticas del Ecuador.
- AVES Y CONSERVACIÓN, (2007): Observación de Aves Acuáticas Identificación e Importancia de los humedales en Imbabura.
- CASALLAS, J. (2005): Limnological Investigations in Lake San Pablo, a high mountain lake in Ecuador.
- CENTRO DE ESTUDIOS PLURICULTURALES. (2001): Plan de Manejo Integral de la Cuenca del Imbakucha (Lago San Pablo). Otavalo.
- DUFFY, D. C., Y M. HURTADO. (1984): The conservation and status of seabirds of the Ecuadorian mainland.
- GALARRAGA, (1992): Proyecto de Recuperación del lago San Pablo.
- GOBIERNO PROVINCIAL DE IMBABURA (2012): Base de datos Monitoreo de la Avifauna Acuática Humedales de Imbabura. Imbabura, Ecuador.
- GUEVARA E, SANTANDER T, LARA A, SORIA A, TERÁN K, LÓPEZ Z (2012): Resultados del Censo Neotropical de Aves Acuáticas - los primeros ocho años en los Andes ecuatorianos. Aves y Conservación – BirdLife en Ecuador, Gobierno Provincial de Imbabura, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- RIDGELY, R. S. Y GREENFIELD, P. J. (2001): The Birds of Ecuador. Volume I: Status, Distribution, and Taxonomy. New York, Estados Unidos.
- SANTANDER, T.G. Y A. LARA (2008): Ecuador: informe anual. Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2007 [en línea]. En: Wetlands International, Buenos Aires, Argentina <http://lac.wetlands.org/>
- TERAN. K, LÓPEZ. Z, LARA. A Y SANTANDER, T. (2012): Estrategias de Conservación de la Avifauna Acuática en los humedales de Imbabura, Ecuador, Gobierno Provincial de Imbabura, Aves y Conservación, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador
- TERÁN K., LÓPEZ L., SANTANDER T., LARA A. (2012): Documento borrador Estrategias de Conservación de la Avifauna Acuática del Lago San Pablo. Gobierno Provincial de Imbabura, Aves y Conservación, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- THE RAMSAR CONVENTION ON WETLANDS. En: (<http://www.ramsar.org/>). Rev: 05/09/2012