



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ciencias de la Vida**

Evaluación de la cobertura vegetal como medio de restauración de la  
avifauna del Área Nacional de Recreación Parque Lago

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Biólogo**

George Agustín Gutiérrez Borbor

Cesar Leonardo Jara Torbay

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

## **DEDICATORIA**

### **George Agustín Gutiérrez Borbor**

Este trabajo se lo dedico a mis padres George Gutiérrez y Nora Borbor por todo su amor brindado y apoyo incondicional para obtener esta meta tan anhelada. De igual forma a mis hermanos menores Mechita, Yamilet y Ariel Gutiérrez quienes son un motor para seguir adelante.

### **Cesar Leonardo Jara Torbay**

Este trabajo se lo dedico al deseo inminente de investigación innata que un individuo puede alcanzar durante su vida, independientemente de la subjetividad humana que nos atrae. A todos los lugares en cuales me eduqué, descubrí y mejoré al individuo cual soy el día de hoy.

# AGRADECIMIENTOS

## **George Agustín Gutiérrez Borbor**

Mi más sincero agradecimiento a todos mis profesores que he tenido a lo largo de mi vida estudiantil, en especial al Dr. Paolo Piedrahita quien me brindo sus conocimientos y mucha paciencia teniendo el objetivo de formar un mejor profesional. A mi tutor de tesis el Dr. Antonio Herrera por ofrecer su ayuda durante el desarrollo del trabajo de titulación, por sus consejos y sugerencias para obtener un mejor trabajo.

## **Cesar Leonardo Jara Torbay**

Muchas gracias por ilustrar el camino del conocimiento durante esta etapa inicial en mi vida a todos los profesores que dedicaron ese tiempo adicional en explicarme cómo funciona la vida de la manera más entendible posible, a todos los que me dieron la oportunidad de ver la luz en el sendero de la oscuridad.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *George Agustín Gutiérrez Borbor y Cesar Leonardo Jara Torbay*, y damos nuestro consentimiento para que la ESPOC realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

---

George Agustín  
Gutiérrez Borbor

---

Cesar Leonardo  
Jara Torbay

# EVALUADORES

.....  
**Diego A. Gallardo Ms. C,**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**Antonio Herrera Ph. D,**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El Área Nacional de Recreación Parque Lago (ANR-PL) posee 2.283 ha. conformada por bosques secos o semi seco, y un sistema lacustre alimentado por el río Chongón donde se realizan diferentes actividades recreativas logrando registrar hasta 158 especies de aves tanto locales como migratorias. Aquí se ha observado quema de pastizales, tala de árboles, actividades agrícolas y asentamientos humanos influyendo con la cobertura vegetal, alterando la distribución de las aves presentes. Se analizó la relación entre parámetros comunitarios de la avifauna y la cobertura vegetal mediante un análisis cuantitativo temporal y espacial (anual) para identificar puntos degradados y de conservación. Estos fueron estimados mediante la sectorización de 12 transectos con 4 cuadrantes con un punto de 250 m. de radio para avistamientos de aves. En total se abarcó 3 áreas distintas según su tipo de perturbación; turística Z1, embalse Z2, y fincas Z3. Se estimó la diversidad de especies (Shannon-Wiener), riqueza, abundancia, y posterior se aplicó índice de correlación de Pearson para la relacionar ambas comunidades. Se utilizó índices normalizados de vegetación y agua (NDVI y NDWI) respectivamente para identificar vegetación degradada no accesible para así poder elaborar mapas de restauración por clasificación supervisada y conservación con mapas de calor de aves. Se encontró alta relación entre la diversidad de aves, con la riqueza, y abundancia de la vegetación debido a que las aves no dependen de un bosque denso sino de árboles específicos sugiriendo que es suficiente una restauración pasiva asistida de baja densidad (10x10 m.) para recuperar 106 ha. degradadas con 10.600 árboles y conservar la avifauna.

**Palabras Clave:** Restauración, conservación, NDVI, NDWI, ANR-PL.

## **ABSTRACT**

*The National Park Recreation Area (ANR-PL) has 2,283 ha. conformed by dry or semi-dry forests, and a lacustrine system fed by the Chongón River where different recreational activities are carried out, registering up to 158 bird species, both local and migratory. Here it has been observed the burning of pastures, tree felling, agricultural activities and human settlements influencing the vegetation cover, altering the distribution of the birds present. The relationship between avifauna community parameters and vegetation cover was analyzed through a temporal and spatial (annual) quantitative analysis to identify degraded and conservation points. These were estimated through the sectorization of 12 transects with 4 quadrants with a point of 250 m. radio for bird sightings. In total, 3 different areas were covered according to their type of disturbance; tourism Z1, reservoir Z2, and Z3 farms. The diversity of species (Shannon-Wiener), richness, abundance was estimated, and Pearson's correlation index was applied to relate both communities. Normalized vegetation and water indices (NDVI and NDWI) were used respectively to identify degraded vegetation not accessible to prepare restoration maps by supervised classification and conservation with heat maps of birds. A high relation between bird diversity, richness, and abundance of vegetation was found because birds do not depend on a dense forest but on specific trees suggesting that a low density assisted passive restoration (10x10 m) is enough to recover 106 ha. degraded with 10,600 trees and conserve the avifauna.*

**Keywords:** restauration, conservation, NDWI, NDWI, ANR-PL.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS .....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
CAPÍTULO 1 .....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema .....	2
1.2 Justificación del problema .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo General .....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Marco teórico .....	4
1.4.1 Área Nacional de Recreación Parque Lago .....	4
1.4.2 Aspecto Legal .....	4
1.4.3 Cobertura Vegetal.....	5
1.4.4 Avifauna.....	6
1.4.5 Biodiversidad Ecológica de tipo Espacial .....	7
1.4.6 Sistemas de Información Geográfica .....	8
CAPÍTULO 2 .....	9
2. Metodología.....	9
2.1 Área de estudio .....	9
2.2 Planificación del Estudio.....	10
2.3 Fase de campo .....	10
2.4 Caracterización de puntos de muestreo 1, 2, y 3.....	12
2.5 Diseño del Muestreo Espacial: Censo de aves y arboles nov-dic 2018 .....	14
2.5.1 Estudio de la avifauna.....	14
2.5.2 Estudio de la vegetación (árboles) .....	15
2.5.3 Análisis Espacial: Aves-Árboles del pre-invierno 2019.....	15

2.6	Diseño del Muestreo espacio-temporal: Avifauna y Cobertura Vegetal .....	16
2.6.1	Cobertura vegetal, Humedad y Cuerpo de agua Histórica .....	16
2.6.2	Avifauna Histórica .....	17
2.7	Criterio Espacial para Conservación 2019.....	17
2.7.1	Evaluación del estado de conservación en aves.....	18
2.8	Criterio Espacial para Restauración 2019 .....	19
2.8.1	Diseño de la Propuesta: Reforestación pasiva.....	19
2.9	Cronograma de Actividades .....	20
CAPÍTULO 3 .....		21
3.	Resultados .....	21
3.1.1	Evaluación Temporal: Avifauna de eBird .....	21
3.1.2	Evaluación Espacial: Censo de aves 2018 .....	22
3.1.3	Evaluación Espacial: Censo de Arboles 2018.....	24
3.2	Análisis Estadístico .....	26
3.2.1	Biodiversidad entre puntos 1, 2, 3.....	26
3.2.2	Biodiversidad entre cuadrantes para aves .....	27
3.2.3	Biodiversidad entre cuadrantes para vegetación.....	27
3.2.4	Análisis entre aves y arboles .....	29
3.3	Análisis Espacial: Mapas Conservación y Restauración.....	30
CAPÍTULO 4 .....		31
4.	Conclusiones Y Recomendaciones .....	31
4.1	Conclusiones.....	31
4.2	Recomendaciones.....	32
5.	BIBLIOGRAFÍA .....	33
6.	ANEXO 1.....	40
6.1	Evaluación Espacial de vegetación, aves y agua: Mapas 2D .....	40
7.	ANEXO 2.....	47
7.1	Listas de especies censadas noviembre a diciembre del 2018 .....	47
8.	ANEXO 3.....	56
8.1	Propuesta “rápida” de reforestación a base de semillas <i>in-situ</i> .....	56
8.2	Estimación de costes de restauración por reforestación pasiva .....	57

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ANR-PL	Área Nacional de Recreación Parque Lago
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental.
UICN	Unión internacional de conservación de la naturaleza
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre
CMS	Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres.
ESA	Agencia Espacial Europea
NASA	Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio
NDVI	Índice normalizado de vegetación
NDWI	Índice normalizado de agua
IR	Índice infrarrojo
SWIR	Índice infrarrojo de onda corta
RED	Capa de color rojo
SENAGUA	Secretaría del Agua
M.I.	Muy Ilustre
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos

## SIMBOLOGÍA

ha.	Hectárea
m.	Metro
mm.	Milímetros
m <sup>2</sup>	Metros Cuadrados
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
km.	Kilómetros
n.	Número
°C	Grados Centígrados
ind.	Individuos

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Ubicación geográfica del ANR-PL. ....	9
Figura 2. 2. Planificación de actividades del 2018. ....	10
Figura 2. 3. Sectorización del ANR-PL. ....	11
Figura 2. 4. Imagen panorámica del punto 1 vista Este ....	12
Figura 2. 5. Imagen panorámica del punto 2 vista Sur.....	13
Figura 2. 6. Imagen panorámica del punto 3 vista Oeste.....	13
Figura 2. 7. Diseño Espacial de muestreo por cuadrantes. ....	14
Figura 2. 8. Ejemplo de reforestación pasiva por cuadrantes.. ....	20
Figura 3. 9. Especies de aves por año de eBird 1992 al censo 2018. ....	21
Figura 3. 10. Porcentaje de especies por órdenes de aves censo 2018. ....	22
Figura 3. 11. Familias registradas de aves censo 2018.....	23
Figura 3. 12. Especies de arboles censo 2018. ....	24
Figura 3. 13. Variación anual de árboles 2006 al censo 2018. ....	25
Figura 3. 14. Tipos de bosques reconocidos durante censo 2018.....	25
Figura 3. 15. Clúster entre las áreas para aves y arboles.....	26
Figura 6. 16. Clasificación supervisada NDVI del ANR-PL 2018. ....	40
Figura 6. 17. Clasificación supervisada NDWI del ANR-PL 2018 ....	41
Figura 6. 18. Áreas degradadas de poca o nula vegetación 2018. ....	42
Figura 6. 19. Áreas de reforestación Z1 del ANR-PL 2018.....	43
Figura 6. 20. Áreas de reforestación Z2 del ANR-PL 2018.....	44
Figura 6. 21. Áreas de reforestación Z3 del ANR-PL 2018.....	45
Figura 6. 22. Mapa de Calor: Zona de conservación para aves 2018.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. Localización de los puntos (P), cuadrantes (C) y Transectos (T) .....	11
Tabla 2. 2. Esquema de actividades desarrolladas durante el 2018.....	20
Tabla 3. 3. Diversidad ( $H'$ ), riqueza (R) y abundancia (AB) .....	28
Tabla 3. 4. Similitud de la riqueza entre sitios de muestreo .....	29
Tabla 3. 5. Correlación de Pearson entre índices de diversidad.....	30
Tabla 3. 6. Reconocimiento de áreas degradadas, humedad, y accesibles.....	30
Tabla 7. 7. Lista de aves registradas durante censo 2018.....	47
Tabla 7. 8. Aves censadas y su estado de conservación. ....	50
Tabla 7. 9. Lista de árboles registrados durante censo 2018.....	55
Tabla 8. 10. Evaluación espacial de la restauración pasiva por reforestación. ....	57

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El Área Nacional de Recreación Parque Lago (ANR-PL), está ubicado en el km. 26 vía Guayaquil-Salinas. Esta área protegida tiene una extensión de 2.283 ha. que rodea la mayor superficie de este sistema lacustre: el embalse Chongón con una superficie total de 27.244 ha. (MAE, 2014). Este fue construido para trasvasar agua cruda para sistemas de riego y el consumo humano hacia la península de Santa Elena. El ANR-PL fue creado por SENAGUA en el marco del proyecto Hidrológico de Santa Elena, en 1999. Actualmente posee de un área de recreación, bosque protector, y un lago artificial alimentado por los ríos Chongón y Bedén (SENAGUA, 2014).

El Ministerio de Ambiente MAE, determinó que este lugar debe ser contemplado dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador en el año de 2002 por sus propiedades ecosistémicas, actividades pesqueras y avistamiento de aves (Visita Ecuador, 2015). Este embalse posee una zona de influencia en sus alrededores de 40.600 ha. conformado por las zonas recreativas, el matorral, y bosque seco tropical (M.I. Municipalidad de Guayaquil, 2015). Aquí se han documentado más de 160 especies de aves que se alimentan de las semillas o frutos de los árboles dentro del área forestal del embalse (Rivera, 2007).

Las aves por su facilidad de observación, la capacidad de volar que favorece a la migración y su aporte a la estructuración de los ecosistemas las convierten en sujetos a estudiar dentro de las ciencias biológicas. Algunas aves se encuentran muy asociadas a su lugar de vida, es decir, la mínima perturbación o alteraciones en el hábitat, resultarían en cambios de su comportamiento por lo que sirven de indicadores ecológicos ante ecosistemas degradados (Arizmendi, 2001). Esta dependencia entre la cobertura y diversidad vegetal, y la avifauna presente en hábitat permite estudiar la conservación del ecosistema dentro del ANR-PL ya que es importante estudiar los procesos de degradación de la cobertura vegetal para futuros planes de restauración de bosques nativos y conservación de especies dentro de área protegidas.

En la costa ecuatoriana, los bosques secos y semi secos son importantes para la mayoría de los ecosistemas pertenecientes a la región seca subtropical. Estos lugares por su proximidad a la Cordillera Chongón y Colonche heredan las características florísticas de la región limitada a un rango de 0-300 m.s.n.m. en donde se reconocen 2 principales tipos de bosques para el ANR-PL: bosque semideciduo de tierras bajas con árboles de copas anchas de aproximadamente 20 m. de altura, y bosque deciduo de tierras bajas o seco tropical de gran biodiversidad con alta intervención humana reconocido como uno de gran prioridad de conservación (Aguirre et al., 2006)

Los trabajos a gran escala a través de herramientas satelitales han facilitado el estudio de las dinámicas territoriales como vegetación, agua y suelo. Estas imágenes satelitales de alta resolución son documentadas con los satélites Landsat 1-3-5-7 y Sentinel-2 desde 1979 y 2014 respectivamente (Picone, 2017). Contienen capas espectrales que permiten reconocimiento y caracterización de la cobertura vegetal con índices normalizados de alta precisión para la zonificación, delimitación, y elaboración de sistemas de información geográficas (Soria et al., 2006).

### **1.1 Descripción del problema**

Mediante imágenes satelitales durante el mes de octubre 2018 permitió reconocer la existencia de actividades agrícolas, quema de matorral, tala de árboles y construcción de asentamientos humanos en los alrededores del embalse Chongón. (López & Stefania, 2015). Estas actividades antropogénicas perturban a las comunidades de aves locales y migratorias que dependen de este bosque seco, perjudicando el estado de conservación de los ecosistemas, y destruyendo el paisaje ecológico del ANR-PL.

### **1.2 Justificación del problema**

El objetivo principal de las áreas protegidas del sistema nacional son la conservación de la diversidad biológica, y como específicos proteger estos recursos biológicos, restaurar espacios naturales y facilitar la investigación científica. Este proyecto estudia el valor de estos recursos naturales por medio de la aplicación de censos con parámetros comunitarios, e investiga su relación entre aves y árboles (SNAP, 2010).

Las investigaciones sobre restauración de ecosistemas se han enfocado a la Región Sur del Ecuador los cuales aumentaron desde el año 2007 (Aguirre, 2011), aun es necesario realizar estudios que validen metodologías de proyectos que sean exitosos y demostrables. Suárez en (1992) toma en cuenta lo importante de aumentar los esfuerzos para estudiar ecosistemas que presentan alguna categoría de degradación, por ejemplo: los pocos estudios referentes a la restauración de ecosistemas en la Región Costa del Ecuador que relaciones dos componentes bióticos: flora y fauna.

Dada la poca información referente a la restauración de los ecosistemas de la costa ecuatoriana, ha surgido la necesidad de realizar una evaluación de la cobertura vegetal y avifauna en áreas degradadas de bosque que aportaran a la futura elaboración del plan de manejo del Área Nacional de Recreación Parque Lago, en donde se observa pérdida de la cobertura vegetal debido a la quema y tala de bosques por actividades agrícolas y el mal manejo del suelo que ha provocado que la vegetación menor (pastizal y matorral) predomine en las cercanías del área protegida.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Analizar la variación espacio temporal de la cobertura vegetal y su relación con la diversidad de las aves para la identificación de áreas para conservación de la biodiversidad, y su restauración mediante la reforestación de especies nativas.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Estimar la cobertura vegetal actual e histórica anual con índices normalizados de vegetación y agua (NDVI y NDWI respectivamente), para la delimitación espacial del área protegida contrastando registros anuales de aves.
2. Estimar índices de diversidad y riqueza mediante censos en campo de aves y árboles en 12 transeptos durante noviembre y diciembre del 2018.
3. Identificar lugares de conservación de la avifauna, y de restauración por reforestación de la cobertura vegetal.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Área Nacional de Recreación Parque Lago**

#### ***1.4.1.1 Antecedentes ecológicos***

El área del embalse Chongón fue construida en base de roca plana sobre una superficie degradada producto de la intensa actividad agrícola a finales del siglo. Tiene una profundidad máxima de 40 m. donde se registran una gran cantidad de peces y rotíferos, lechuginos, y aves pescadoras e migratorias que conforman el ecosistema formado por este embalse artificial (Pacheco, 2013; Valencia, 2015)

#### ***1.4.1.2 Área viable de estudio***

La cobertura vegetal remanente producto de la construcción del embalse generó una zona intangible constituida por una pendiente de 1-3 m. de relleno de piedras masivas que separa el cuerpo de agua de la cobertura vegetal (SENAGUA, 2014). Sin embargo, la acción legal de esta área protegida se encuentra limitado a la zona variable de 50 a 250 m. alrededor del embalse debido a la construcción del área de recreación, área para agricultores, y área lacustre del embalse.

### **1.4.2 Aspecto Legal**

#### ***1.4.2.1 Estudios Ambientales***

Los estudios deben identificar e interpretar impactos ambientales realizados de manera técnica aplicable para controlar, mitigar y compensar impactos ambientales negativos en función de la normativa ambiental vigente y su evaluación debe contar con aspectos físicos, bióticos y socioculturales (MAE, 2015).

#### ***1.4.2.2 Calidad de Componentes Bióticos: Evaluación Ambiental***

Esta evaluación debe garantizar la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento y regeneración de ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos de la naturaleza. La identificación del componente biótico está garantizada por la autoridad ambiental competente que establecerá metodologías estandarizadas para la caracterización de estudios ambientales (MAE, 2015).

### **1.4.2.3 Inventario para Recursos Forestales**

El área de estudio debe tener una población superior a  $n=1$  con un censo forestal inicial. La metodología debe ser cuantitativa y cualitativa resaltando dimensión, indicadores, ecuaciones. Los análisis de resultados de muestreos en diversidad de especies son presentados con índices de Shannon Wiener, Simpson, Sorensen. En ello se debe remarcar las especies endémicas, raras, de importancia ecológica, económica, y dominantes a través de registros fotográficos, mapas de muestreo y mapas de uso de suelo y cobertura vegetal (MAE, 2015).

## **1.4.3 Cobertura Vegetal**

### **1.4.3.1 Estado actual de los bosques en el mundo.**

Entre el 2000 al 2010 se ha registrado que cada año se pierden 7 millones de hectáreas de bosque, esta cifra contrasta con los 6 millones de hectáreas de suelos destinados a actividades agrícolas que van en aumento cada año. En el periodo de 2010-2015 se presentó una compensación de la pérdida de bosques. La expansión natural reestableció 2,2 millones de hectáreas al año de terrenos abandonados donde se instituyeron 3,1 millones de hectáreas de bosques que fueron plantados cada año. En los últimos 5 años combinando métodos de restauración ecológica y la expansión natural de los ecosistemas se ha generado un incremento de las áreas restauradas de bosques degradados (FAO, 2016).

### **1.4.3.2 Bosques secos y semi secos del ANR-PL**

Los bosques secos están caracterizados por tener climas con bajos niveles de precipitación con épocas secas prolongadas, se encuentran en latitudes tropicales y subtropicales. En Ecuador, estos bosques pertenecen a la región Tumbesina que llega hasta Perú y que está caracterizado por su alto nivel de endemismo. Se registran una totalidad de 106 especies de árboles, arbustos y leñosas. Estos ecosistemas son frágiles se desarrollan en una temperatura de 24,9 °C con precipitaciones de 3 meses al año de 400-600 mm. (Aguirre, 2012). Existen similitudes entre bosques del litoral a los bosques de tierras bajas del sur por la proximidad geográfica en rangos de 0-300 m.s.n.m. (Zhofre et al., 2006).

### **1.4.3.3 Restauración ecológica**

Los estudios sobre restauración ecológica en Ecuador han aumentado desde el año 2007 (Aguirre, 2011). Los primeros estudios referentes a los esfuerzos para la restauración de ecosistemas sobre la degradación dada por la introducción de especies introducidas se dieron en las Islas Galápagos (Murcia et al., 2017). Los estudios más relevantes referente a la recuperación y restauración de ecosistemas se han enfocado mayormente a la región sur del Ecuador (Zhofre, 2011). La realización de esfuerzos en recuperación de ecosistemas donde el factor de degradación fue causado por deforestación o erosión, ha sido documentada extensamente en las costas del continente americano a través de reforestación (Suárez, 1992).

Existen dos tipos de restauración:

- 1) la restauración ecológica pasiva que tiene en cuenta la capacidad de resiliencia del ecosistema, la cual se da deteniendo disturbios antrópicos; y
- 2) la restauración asistida, la participación del hombre ayuda a acelerar el proceso de recuperación (Jackson et al., 2006).

Aunque la restauración pasiva es una forma más económica de restauración, puede estar limitada por el estado del suelo, como procesos de erosión provocando falta de fertilidad, la presencia de especies invasoras con gran capacidad de depredación de semillas y la falta de dispersores naturales (Slocum et al., 2006; Lozada et al., 2007).

## **1.4.4 Avifauna**

### **1.4.4.1 Diversidad de aves en el Ecuador.**

Ecuador es uno de los países que posee una gran diversidad de aves con respecto a la superficie terrestre (Ridgely & Greenfield, 2001), en donde habitan más de la mitad de las especies de aves del continente americano y aproximadamente el 18% de las especies de aves del planeta (Askins, 2002). Se han registrado aproximadamente 1630 especies de aves (Freile y Rodas, 2007) de las cuales 84% son residentes y el restante son aves migratorias. Según el endemismo se registran en Ecuador occidental 14 y 38 especies en las Islas Galápagos (Ridgely y Greenfield, 2001).

#### **1.4.4.2 Recursos ecosistémicos de la avifauna**

Las aves cumplen papeles fundamentales dentro de la recuperación de los ecosistemas, son dispersores de semillas que ayudan a recuperar bosques templados (Figuroa y Castro, 2002; Amico y Aizen, 2005; Salvande et al., 2011) y selvas tropicales (Barrantes & Pereira. 2002). Al alimentarse de frutos, excretan o regurgitan las semillas en zonas desprovistas de vegetación arbórea (Fink et al., 2009), suelen ser plantas pioneras que conllevan a la colonización y proliferación de vegetación de etapas tardías (Vandermeer et al., 1990), aumentando de forma consecutiva el flujo génico de una población a otra (Figuroa-Esquivel et al., 2010) entre áreas en procesos de restauración y áreas no degradadas. En el caso de las endozoocorias que utilizan propágulos, los jugos gástricos de las aves degradan esta capa inhibidora de germinación mejorando la tasa de germinación (Buckley et al., 2006).

#### **1.4.4.3 Conservación: Registros anuales de avifauna**

No existen actividades de conservación *in situ* en la zona terrestre del ANR-PL. Se han registrado por observadores independientes 158 especies de aves residentes y migratorias de las cuales se desconoce el estado de conservación (eBird, 2018).

### **1.4.5 Biodiversidad Ecológica de tipo Espacial**

#### **1.4.5.1 Análisis Clúster: Diversidad y Abundancia**

Este permite la jerarquización de las variables resultantes de un censo en un tiempo especificado donde se genera un gráfico tipo árbol que indica la relación que poseen las variables como abundancia o diversidad. A través de un censo de una población como aves, arboles, permite el registro y sectorización por cada muestreo.

Los análisis espaciales están limitados en una escala temporal selectiva, donde el índice Jaccard es más usado en aves por la confiabilidad entre cada punto de observación considerando varios muestreos cercanos. Para la estructura del bosque el índice de Shannon-Wiener permite discriminar los parches de cobertura vegetal entre zonas de muestreo con cuadrantes mediante el conteo de árboles muy cercanos (Cárdenas et al., 2003). Este permitirá ver diferencias espaciales entre ambos.

#### **1.4.5.2 Índice de correlación de Pearson para evaluación árbol-ave.**

Los estudios de la asociación entre aves y estructura de la vegetación utilizan los índices de diversidad, abundancia y riqueza entre ambas poblaciones en un momento exacto de tiempo y lugar (Bojorges & López, 2006). Este estudio facilita el diagnóstico de la cobertura vegetal con su relación con la avifauna (Solano et al., 2008).

### **1.4.6 Sistemas de Información Geográfica**

#### **1.4.6.1 Imágenes satelitales de alta resolución**

Los programas espaciales lanzaron satélites artificiales a la atmósfera para captar imágenes de alta resolución diferenciado por una escala de absorción lumínica que permite discriminar en bandas el tipo de objetivo fotografiado, permitiendo clasificar lugares de vegetación, agua, suelo, nubes, etc. (Soria et al., 2006). La FAO determinó que para el Neotrópico su caracterización va desde vegetación menor como matorral, pastizal, y desértico hasta bosques húmedos de las amazonas (Chaverri, 2009).

El satélite Sentinel-2 perteneciente a la Agencia Espacial Europea captura imágenes con una resolución espacial de 10 m<sup>2</sup> (ESA, 2014). Asimismo, el satélite Landsat 7+ perteneciente a la NASA recolecta imágenes satelitales desde 1970/1980 cuya resolución espacial inicial de 60 m<sup>2</sup> para satélites Landsat 1-5 y de 30 m<sup>2</sup> para Landsat 4-5-7-8 (USGS, 2015). Estas imágenes son de libre acceso mediante el Servicio Geológico de los Estados Unidos USGS.

#### **1.4.6.2 Evaluación anual: Localización de Árboles, cobertura vegetal y agua.**

Las imágenes satelitales poseen bandas que capturan el espectro infrarrojo permitiendo clasificar áreas de árboles, arbustos y vegetación menor como pastizal, matorral o desértico, debido a la clorofila a facilitando el reconocimiento de la cobertura vegetal, permitiendo localizar y reconocer las diferentes coberturas según su rango de actividad fotosintética (Soria et. al, 2006). La diferencia entre espectro infrarrojo corto y completo permite reconocer cuerpos de agua y humedad relativa, está contemplado en el índice normalizado de agua con valores positivos para sistemas ríos y cuerpos lacustres (García & Willems, 2015). Esto permite documentar retrospectivamente los árboles como una variación espacio temporal de vegetación, agua y humedad.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Área de estudio

El ANR-PL está ubicado (Figura 2.1) al oeste de la Cordillera occidental de los Andes, paralela a la Cordillera costera. Nace de la Cordillera Chongón Colonche por el río Chongón y está influenciado por vientos del Golfo Guayaquil (Reck, 2007).

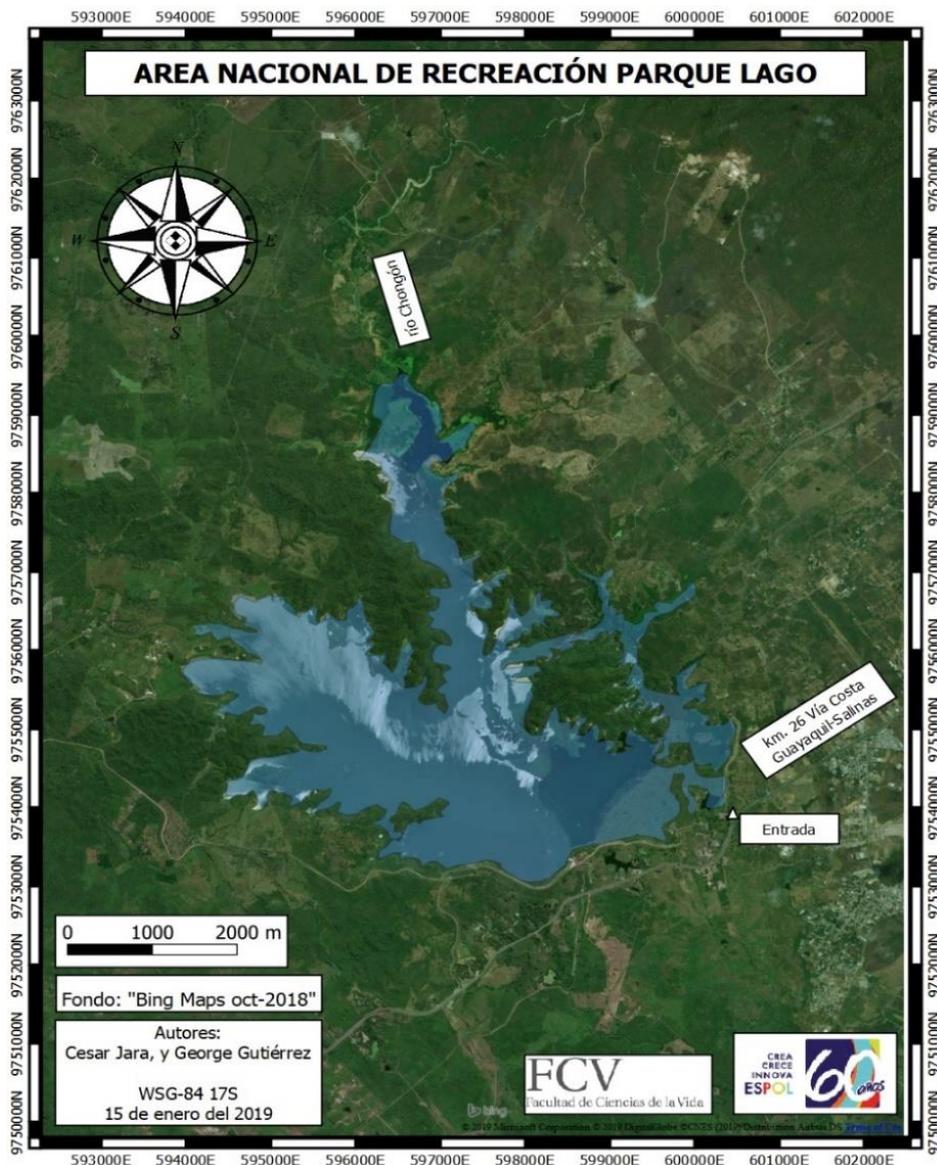


Figura 2. 1. Ubicación geográfica del ANR-PL. Fuente: Bing Aerial (2018).

## 2.2 Planificación del Estudio

Las actividades realizadas dentro de este proyecto comprendieron; (1) evaluación prioritaria del área de estudio con la finalidad de delimitar puntos de observación, (2) revisión bibliográfica tanto de fuente de revistas indexadas, lista de especies y mapas satelitales, (3) obtención de información in situ de especies de aves y vegetación para su respectivo análisis estadístico con la finalidad de reconocer puntos degradados y conservados (Figura 2. 2).

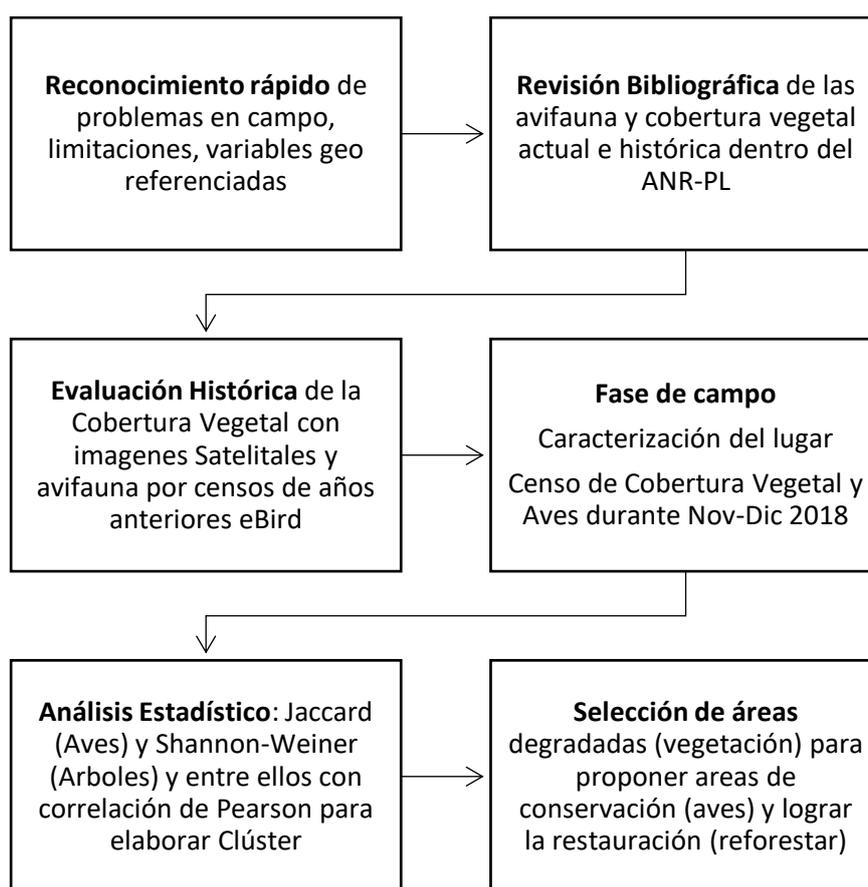


Figura 2. 2. Planificación de actividades durante la evaluación ambiental del 2018.

## 2.3 Fase de campo

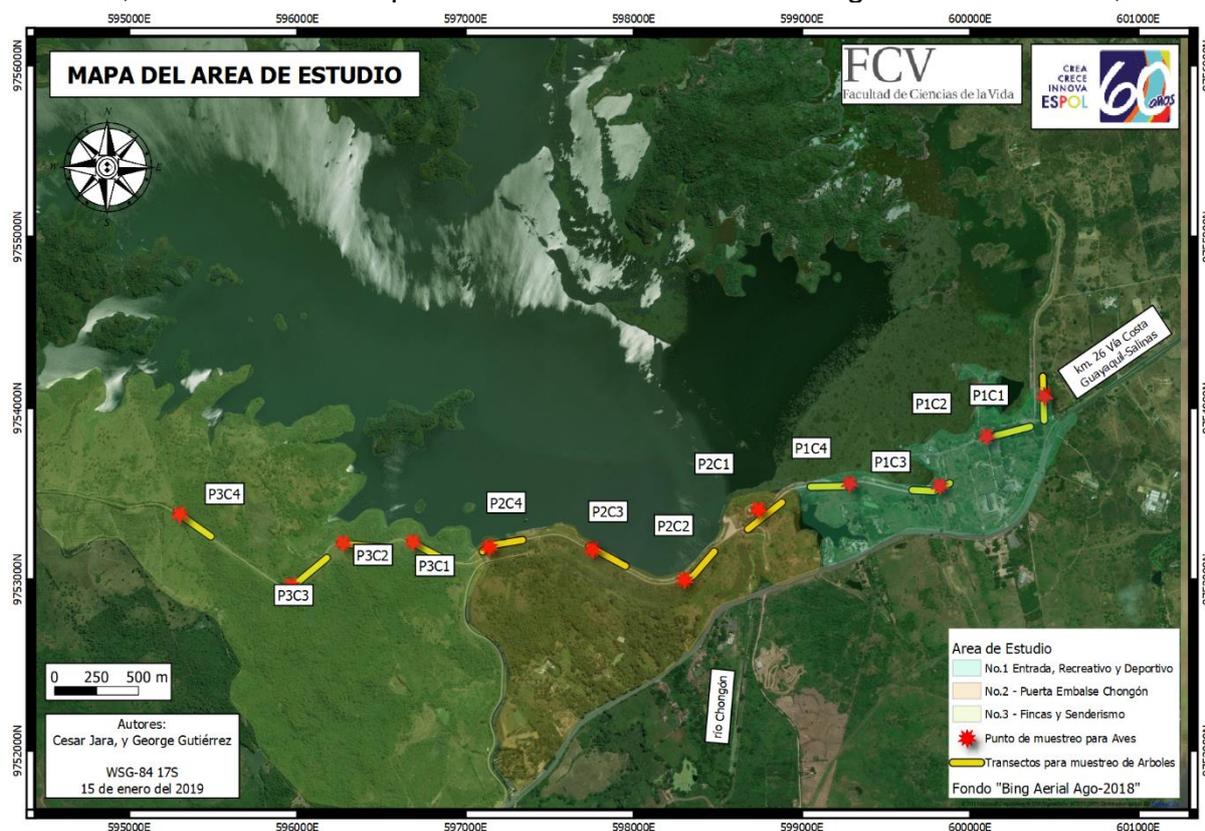
El trabajo comprendió 6 días de muestreo de noviembre a diciembre del año 2018. Se muestreó un día por semana cada mes. La fase previa a los muestreos se realizó una revisión en una base de datos avifauna y flora presente en esta área: Base online eBird para aves, y especies de árboles en bosque seco del Ecuador.

Se seleccionó 4 punto de observación de 250 m. (estrella color rojo) para cada transepto (línea amarilla) de 1 km. c/u (Figura 2. 3.), en total 12 zonas de muestreo (tabla 2. 1.) que incluyen zonas afuera del área protegida del ANR-PL.

**Tabla 2. 1. Localización de los puntos (P), cuadrantes (C) y Transectos (T) en ANR-PL**

Zonas de Muestreo	X, Y (WSG84 17S)	Descripción
P1 C1 T1	-80.09681,-2.22454	Entrada del ANR-PL
P1 C2 T2	-80.09975,-2.22684	Área Recreativa
P1 C3 T3	-80.10232,-2.22953	Área Deportiva
P1 C4 T4	-80.10717,-2.22939	Entrada hídrica con Lechuguino
P2 C1 T5	-80.11197,-2.23080	Zona Abierta de pocos arboles
P2 C2 T6	-80.11602,-2.23461	Zona rocosa de matorral
P2 C3 T7	-80.12096,-2.23277	Puerta de Transvase Chongón
P2 C4 T8	-80.12638,-2.23277	Zona rocosa de matorral
P3 C1 T9	-80.13047,-2.23249	Zona semi abierta de herbazal
P3 C2 T10	-80.13424,-2.23244	Zona cerrada de bosque seco
P3 C3 T11	-80.13697,-2.23470	Zona cerrada de bosque seco
P3 C4 T12	-80.14299,-2.23103	Fincas con matorral

Y, se definió en campo los alcances del estudio con georreferenciación;



**Figura 2. 3. Sectorización del ANR-PL: 3 grandes zonas de 4 cuadros con 12 líneas**

## 2.4 Caracterización de puntos de muestreo 1, 2, y 3.

1. **Área de recreación (p1):** Se observó instalaciones para SENAGUA y un parque recreativo para actividades turísticas (picnic, campings, ciclismo). Tiene arboles de 10 m. de altura, lugar desprovisto de matorral. La vegetación arbórea presente está dominada por samán (*Samanea saman*) y caña guadua (*Guadua angustifolia*) y neem (*Azadirachta indica*). Se encontró en minoría arboles de bosque seco como cascol (*Caesalpinea glabrata*), algarrobo (*Prosopis pallida*) y jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*). El borde del lago contiene gran cantidad de lechuguines (*Eichornia sp.*) (Figura 2.4).



**Figura 2. 4. Imagen panorámica del punto 1 vista Este desde la entrada del ANR-PL. Autoría de Drone Ecuador. Año 2016. Fuente <https://youtu.be/VGtoVUxPMGE>.**

2. **Área puerta del embalse (P2):** esta área tiene un estrato de vegetación que alberga un 70% de especies con alturas aprox. de 10 m. en ciertos puntos donde la visibilidad se dificulta a 20 metros de distancia. Los arboles más observados fueron niguito (*Muntingia calabura*), samán (*Samanea saman*), guachapelí (*Albizia guachapele*), muyuyo de montaña (*Cordia lutea*), guasmo (*Guazuma ulmifolia*). Se observó poca actividad recreativa: la carretera que inicia desde la entrada al ANR-PL se mantiene por toda esta ruta la cual sirve para realizar ciclismo ó senderismo. Existen instalaciones del embalse que separa la cobertura vegetal de bosque de matorral con el seco donde se pueden observar arboles de hasta 12 m. de alto. Los lechuguines ocupan una pequeña parte del borde del lago (Figura 2.5)



**Figura 2. 5. Imagen panorámica del punto 2 vista Sur desde el centro del embalse.**  
**Autoría de *Drone Ecuador*. Año 2016. Fuente <https://youtu.be/VGtoVUxPMGE>**

- 3. Área de fincas (P3):** La vegetación es abundante al inicio; existen árboles de 10 m. de altura y pueden encontrarse arbustos de hasta 5 metros. Son comunes las especies de arbóreas piguio (*Cavanillesia platanifolia*), niguito (*Muntingia calabura*), samán (*Samanea saman*), guachapelí (*Albizia guachapele*), muyuyo de montaña (*Cordia lutea*), guasmo (*Guazuma ulmifolia*). Existe deforestación en ciertas parcelas, además área de cultivos y fincas siendo la zona con más cobertura vegetal entre las 2 anteriores (Figura 2.6).



**Figura 2. 6. Imagen panorámica del punto 3 vista Oeste desde el centro del embalse.**  
**Autoría de *Drone Ecuador*. Año 2016. Fuente <https://youtu.be/VGtoVUxPMGE>**

## 2.5 Diseño del Muestreo Espacial: Censo de aves y arboles nov-dic 2018

En los 12 transectos de 1 km. fueron fragmentados en cuatro cuadrantes de 250 m. continuos c/u. Estos puntos de observación eran de 250 m. de diámetro con una separación mínima de 500 m. entre transectos (Fig. 2.7). Los monitoreos se realizaron en la mañana (7-11 am). Cada punto tuvo un intervalo de 10 a 15 minutos para la observación.

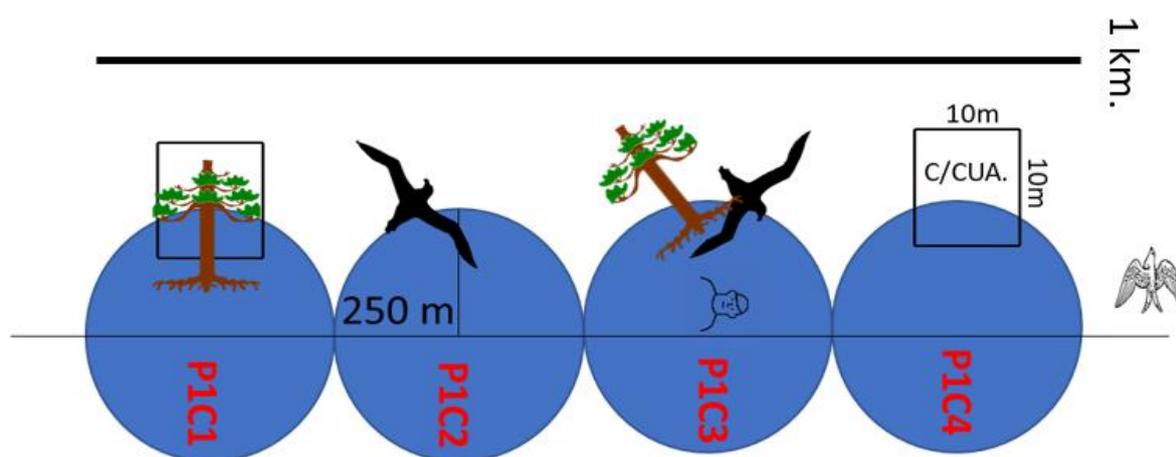


Fig. 2.7. Diseño Espacial de muestreo por cuadrantes: 1 transecto de 1 km. con 250 m. área influencia radial para observación de aves durante nov-dic 2018.

### 2.5.1 Estudio de la avifauna

Las especies de aves fueron identificadas de forma visual por medio de las guías de campo de Ridgely (2001) y McMullan & Navarrete (2017). La riqueza de especies fue obtenida por medio de especies observadas en cada cuadrante. La nomenclatura empleada fue la de la Unión de Ornitólogos Americanos (AOU, 2002).

Para obtener la abundancia relativa se utilizaron los recuentos de las especies registradas agrupándolas en tres categorías: especies más abundantes, aquellas que se registraron más de 15 veces, escasas, aquellas que se registraron entre 5 y 14 veces, y raras, cuando se registraba 4 o menos individuos (Bojorges & López, 2006). Las observaciones en campo fueron tomadas mediante el uso de binoculares VORTEX *diamon* 12x45. Con cada registro se tomó un punto GPS para comprobación.

## 2.5.2 Estudio de la vegetación (árboles)

Se utilizó la guía de árboles de bosque seco del MAE (2012) para el reconocimiento en campo de las especies forestales utilizando observaciones puntuales en hojas, tallo, flores y frutos si estaban presentes. Se respetó la metodología de 12 transectos dentro de los cuadrantes de 250 m. estudio contando todas las especies de árboles discriminando arbustos o menores. Las especies de árboles fueron registradas con material fotográfico, geo posicionando la mayoría sobre los cuadrantes de muestreo.

## 2.5.3 Análisis Espacial: Aves-Árboles del pre-invierno 2019

Para los 48 cuadrantes (12 Transectos con 4 Cuadrantes en cada uno) se determinó la riqueza de especies y abundancia mediante el programa estadístico *PAleontological STatistics* Versión 3.22 mediante el uso de un análisis de Clúster con el coeficiente de similitud de Jaccard (Ecuación 2.1) por la confiabilidad del análisis de datos de presencia y ausencia (Cárdenas et al., 2004).

$$J = \frac{M_{11}}{M_{01}+M_{10}+M_{11}} \quad (2.1)$$

Ecuación. 2. 1.- índice de Jaccard entre individuos para similitud de comunidades.

Al igual que para las especies de aves, para árboles se determinó la riqueza, abundancia y diversidad de especies Shannon-Wiener. Pero, para la similitud entre cuadrantes y comparación entre reinos fue mediante el uso de un análisis de clúster con el coeficiente de similitud de Jaccard para la riqueza (Soria et al., 2006). Se estimó el índice de Shannon-Wiener (H') mediante la riqueza y abundancia de las especies registradas: aves y árboles. Los valores de diversidad (H') se los relacionó mediante un análisis de correlación de Pearson entre ambos censos mediante el software de análisis estadístico *Infostat* versión estudiantil 2007.

La diferencia entre ambos reinos para estas 3 variables confirma la afinidad de que tan relacionada están los 48 cuadrante entre sí y entre los 3 puntos, donde por ordenación de mínimos y máximos se puede conocer cual tiene menor presencia de especies para definir zonas de conservación y restauración ecológica de especies.

## **2.6 Diseño del Muestreo espacio-temporal: Avifauna y Cobertura Vegetal**

La evaluación histórica fue definida a una escala anual por la normalidad de datos en las bases presentes de eBird y precisión en imágenes satelitales de años anteriores del 2000. Para la comparación anual las variables utilizadas dentro del área de muestreo 1, 2, 3 son; la variación anual en época pre invernal (nov-dic) de cobertura vegetal, cuerpos de agua, y humedad considerando la metodología de georreferencia por cuadrantes centrados en puntos previamente aplicado en la metodología espacial del 2018. Debido a la escala espacial, la evaluación anual considera los puntos p1, p2, y p3 de muestreo por ser principalmente lugares accesibles del ANR-PL.

### **2.6.1 Cobertura vegetal, Humedad y Cuerpo de agua Histórica**

A partir del censo con el reconocimiento de cobertura vegetal del 2018, se realizó una evaluación de años anteriores utilizando imágenes satelitales que revelen que tipo de vegetación, agua y humedad existía, conjunto con el rastreo de los arboles identificados con geoposicionamiento de campo donde se observó los cambios de la cobertura relativa en cada cuadrante en una escala anual. Para esto se utiliza índices normalizados de vegetación NDVI por sus siglas en inglés, e índice normalizado de agua NDWI por sus siglas en inglés (Soria et. al., 2006).

#### **2.6.1.1 Índice Normalizado de Vegetación**

Se calcula con la diferencia entre el espectro infrarrojo y el espectro verde (Ecuación 2.2) utilizando las imágenes satelitales, para LandSat se utiliza la Banda 4 y la Banda 3 (Soria et al., 2006). El resultado es un píxel de estimación que indica que tanta vegetación hay en un cuadrante de 30x30 metros de resolución. Esto facilitará el reconocimiento de nula, poca, y abundante vegetación (Meneses, 2009)

$$NDVI = \frac{IR-RED}{IR+RED} \quad (2.2)$$

Ecuación 2. 2. Índice normalizado de vegetación. Donde IR es la capa infrarroja completa y RED es la capa de color rojo en una imagen satelital.

### **2.6.1.2 Índice Normalizado de Agua.**

El método de Gao consiste en la diferencia entre el espectro infrarrojo completo y el espectro infrarrojo de onda corta SWIR (Ecuación 2.3), este da valores de -1 a +1. Valores positivos indican cuerpos de agua (García & Willems, 2015). El resultado es un píxel de estimación que indica que tanta agua y humedad hay en un cuadrante de 30x30 metros de resolución. Esto facilitará el reconocimiento de las áreas con nula, poco, baja hasta alta humedad, permitiendo el estudio del cuerpo de agua y viabilidad de la reforestación en zonas de alta humedad (Vázquez et al., 1999)

$$NDWI = \frac{NIR-SWIR}{NIR+SWIR} \quad (2.3)$$

Ecuación 2.3. Índice normalizado de agua. Donde NIR es la capa infrarroja cercana y SWIR es la capa de infrarrojo corto en una imagen satelital.

### **2.6.2 Avifauna Histórica**

Los registros de la plataforma eBird están clasificados por día de observación, estos datos fueron reordenados en la escala anual de trabajo para la compatibilidad de las comparaciones tiempo espaciales. Esta base de datos proporciona cantidad y número de especie identificada. Sin embargo, debido a que es una plataforma de acceso por registro la información ingresada es sensible al criterio del observador.

## **2.7 Criterio Espacial para Conservación 2019**

La preservación de parches con NDVI > 0,4 y > 70% de cobertura vegetal por superficie relativa pertenecen a zonas de conservación en bosque nativo (Vázquez et al., 2005). Retomando la dependencia entre árboles y aves para el desarrollo normal del ecosistema en temas de hábitat, alimentación, dispersión y migración (Agreda, 2017) consideramos que; las zonas de alta diversidad de aves que converjan con zonas de alta abundancia de árboles son las ideales para conservación del ecosistema. En este diagnóstico se consideró la arista de especies amenazadas en bosques secos.

### **2.7.1 Evaluación del estado de conservación en aves**

La base de datos en línea de la Unión internacional de conservación de la naturaleza (UICN) almacena información referente al estatus de conservación de cada especie. Estas categorías son: Extinto (EX), Extinto en estado silvestre (EW), En peligro crítico (CR), Vulnerable (VU), Casi amenazado (NT), preocupación menos (LC), Datos insuficientes (DD) (UICN 2018), permitiendo la clasificación actualizada del mismo.

Se especificó los procedimientos establecidos por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre:

- (UNEP 2017). Apéndices I: especies que se prohíben su comercio internacional dado que son especies en peligro de extinción;
- (UNEP 2017). Apéndice II, especies que no están en peligro, pero podrían estarlo si no se cuenta con un control estricto de su comercio y
- (UNEP 2017). Apéndice III, especies que está reglamentado su comercio o necesita cooperación de otros países para evitar su insostenible explotación

Para la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) se identificaron las especies de aves que se encontraban en;

- (PNUMA 2002). Apéndice I, especies migratorias en peligro de prioridad a conservar mediante acuerdos internacionales
- (PNUMA 2002). Apéndice II, especies que con estado de conservación desfavorable y, pero se encuentran en procesos de acuerdos internacionales para su conservación

Para la determinación de su estacionalidad o migración se utilizó el programa en línea de almacenamiento de lista de observaciones de aves (eBird), y se obtuvieron datos de la de ausencia y presencia del ANR-PL entre 1992 a 2018 con la finalidad de observar cómo ha evolucionado la riqueza de especies tanto migratoria como locales dentro del ANR-PL (eBird 2018). Contar de poder definir cuales especies deben estudiarse para futuros programas de control de la biodiversidad, respetando lo establecido en la normativa del TUSLMA para preservación de especies amenazadas.

## **2.8 Criterio Espacial para Restauración 2019**

El criterio de degradación para la avifauna están considerados por la dependencia del ave-árbol para lugares de baja cobertura vegetal (<30%) por superficie (Agreda, 2017), esto permitió comparar los cuadrantes que tuvieron bajo conteo de aves y arboles durante el 2018 y años previos para poder definir las zonas de restauración.

Los bosques secos están caracterizados por poseer una baja actividad fotosintética debido al estrés hídrico sometido la mayor parte del año, por lo que ciertas áreas degradadas para reforestación pasiva estarán interpoladas con áreas de bosque seco permanente ( $NDVI < 0,3-0,4$ ) en proceso de senescencia (Vázquez et al., 1999). Por lo que es necesario la identificación y sectorización de estos cuadrantes de bosque seco de alto estrés hídrico durante los censos en campo.

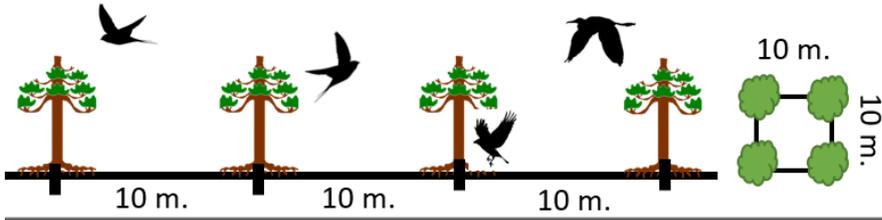
El estrés hídrico debe considerarse por la gradiente registrada de 0-100 m.s.n.m. debido a las construcciones y moldeado del terreno para sostener el embalse. La evaluación de cuerpos de agua ( $NDWI > 1$ ) y zonas húmedas ( $NDWI > 0,5$ ) permiten seleccionar zonas viables para reforestar con bajo o nulo estrés hídrico.

Esta evaluación espacio temporal revela cuales cuadrantes siempre han poseído baja abundancia de especies, pobre cobertura vegetal y nula humedad. En donde la selección de especies a reforestar está decidida por la dependencia ave-árbol como un equilibrio ecológico según el análisis de correlación de Pearson entre cuadrantes: lugares donde se necesite introducir más árboles o solo ciertas especies de estas.

### **2.8.1 Diseño de la Propuesta: Reforestación pasiva**

La reforestación pasiva tipo semi asistida es la adecuada por ser amigable con esta área protegida, debido a que contiene parches con especies endémicas en coberturas como herbazal, matorral o desértico. Una reforestación de especies con baja abundancia considerando la distribución por cuadrantes de su población permitirá una rápida recuperación del ecosistema hacia bosques secos frondosos (Vázquez et al., 2005) permitiendo alojar una mayor cantidad de aves estacionales y migratorias.

La gestión forestal para una instalación de plántulas debe ser la ideal según el tipo de terreno, lugar geográfico (bio-región costa) y condiciones de humedad (nula-baja) para su supervivencia y efectividad en la forestación (Vázquez et al., 1999). Considerando cobertura vegetal, diversidad, abundancia y humedad del lago permite tener un mejor criterio para una reforestación de baja densidad arbórea con una configuración espacial de 10x10 m. tipo cuadrante para lograr sembrar cada árbol en cada esquina (Fig. 2.8). La pendiente divide geográficamente los esfuerzos de recuperación en; zonas bajas (punto 2) de alto éxito de reforestación por moderada humedad (<100 m.s.n.m) y zonas altas con bajo éxito de reforestación con estrés hídrico (el borde del embalse >100 m.s.n.m) dentro del ANR-PL (Mora, 2007).



**Figura 2. 8. Ejemplo de reforestación pasiva con la instalación de plántulas cada 10x10 m. en 1 km. de transecto por los 12 transectos.**

**2.9 Cronograma de Actividades**

El proyecto tuvo una duración de 4 meses comprendidos en 11 diferentes etapas (Tabla 2.2) con un beneficiario directo del MAE: Blgo. Fernando Villamar; Administrador De Áreas Protegidas Y Vida Silvestre (ANR-PL), periodo lectivo 2018.

**Tabla 2. 2. Esquema de actividades desarrolladas durante el 2018.**

Actividad	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S
1 Presentación del Proyecto	█						█			█					█	
2 Inspeccion Inicial del Sitio		█	█	█												
3 Delimitacion del area estudio			█	█	█									█	█	
4 Selección de Metodologías				█	█	█	█		█				█			
5 Revisión Bibliográfica		█	█	█	█	█										
6 Muestreos de Aves						█	█	█	█	█						
7 Muestreos de cobertura veg.		█			█			█	█	█	█					
8 Indices biodiversidad											█	█				
9 Evaluación Tempo-Espacial												█	█	█		
10 Elaboración de Mapas													█	█	█	
11 Entrega Resultados y Finalización																█

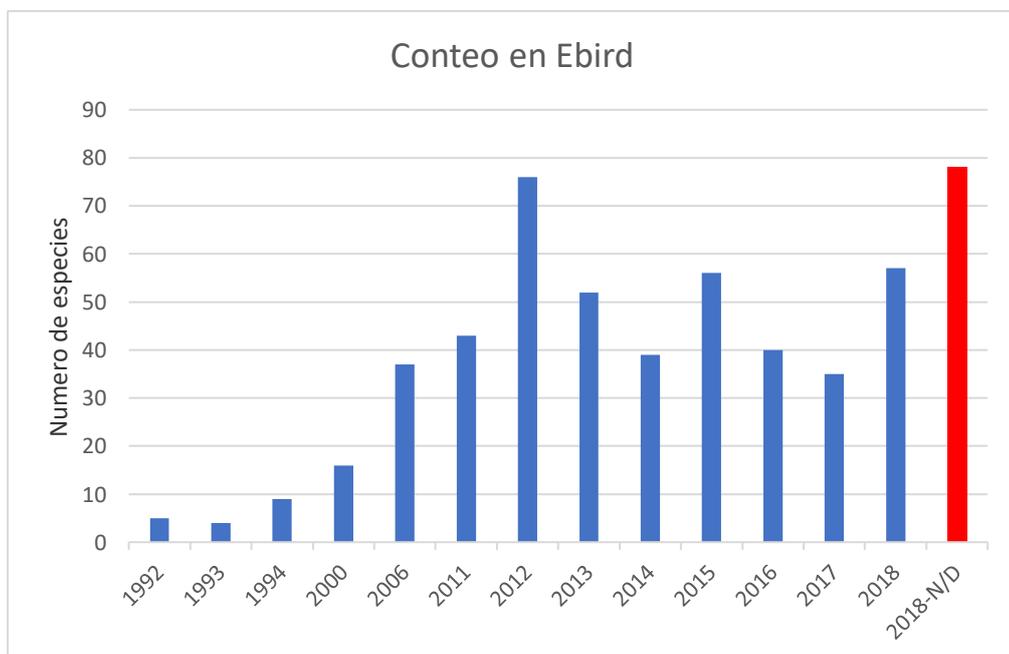
# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

### 3.1.1 Evaluación Temporal: Avifauna de eBird

Se registraron 158 especies, 11 migratorias, pero solo una ha sido constante por año (Águila pescadora, *Pandion haliaetus*). Según las categorías propuestas por CITES, se registraron 18 en Apéndice II y 1 especie en Apéndice III. De acuerdo con al CMS, 22 especies encuentran en Apéndice II y una en Apéndice III (*Brotogeris pyrrhoptera*). Se encuentran 19 especies de aves endémicas de la Región de Endemismo Tumbesino (Tabla 7- Anexos 2).

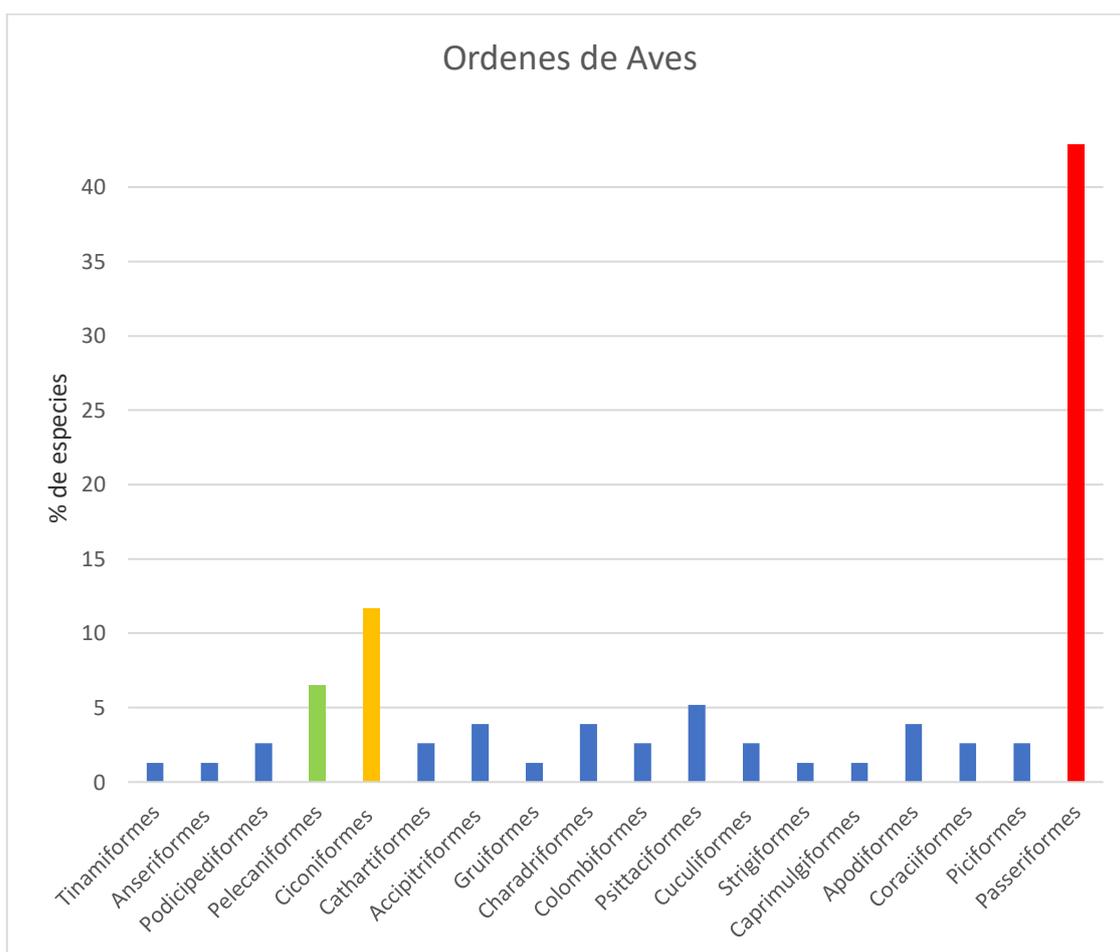
Entre los años 1992-2000 se promedió 9 especies, no se usaron para especificar relación con la cobertura vegetal presente en mapas satelitales (número de especies registradas es muy bajo  $\bar{x} = 10$ ). Entre los años 2006 - 2018 se promedió 48 especies, el pico más alto fue de 76 especies registradas en el año 2012 y la menor fue de 35 en el año 2017 los cuales son aceptables para el análisis (Figura 3.9).



**Figura 3.9. Especies de aves por año de eBird más el registro de noviembre-diciembre 2018.**

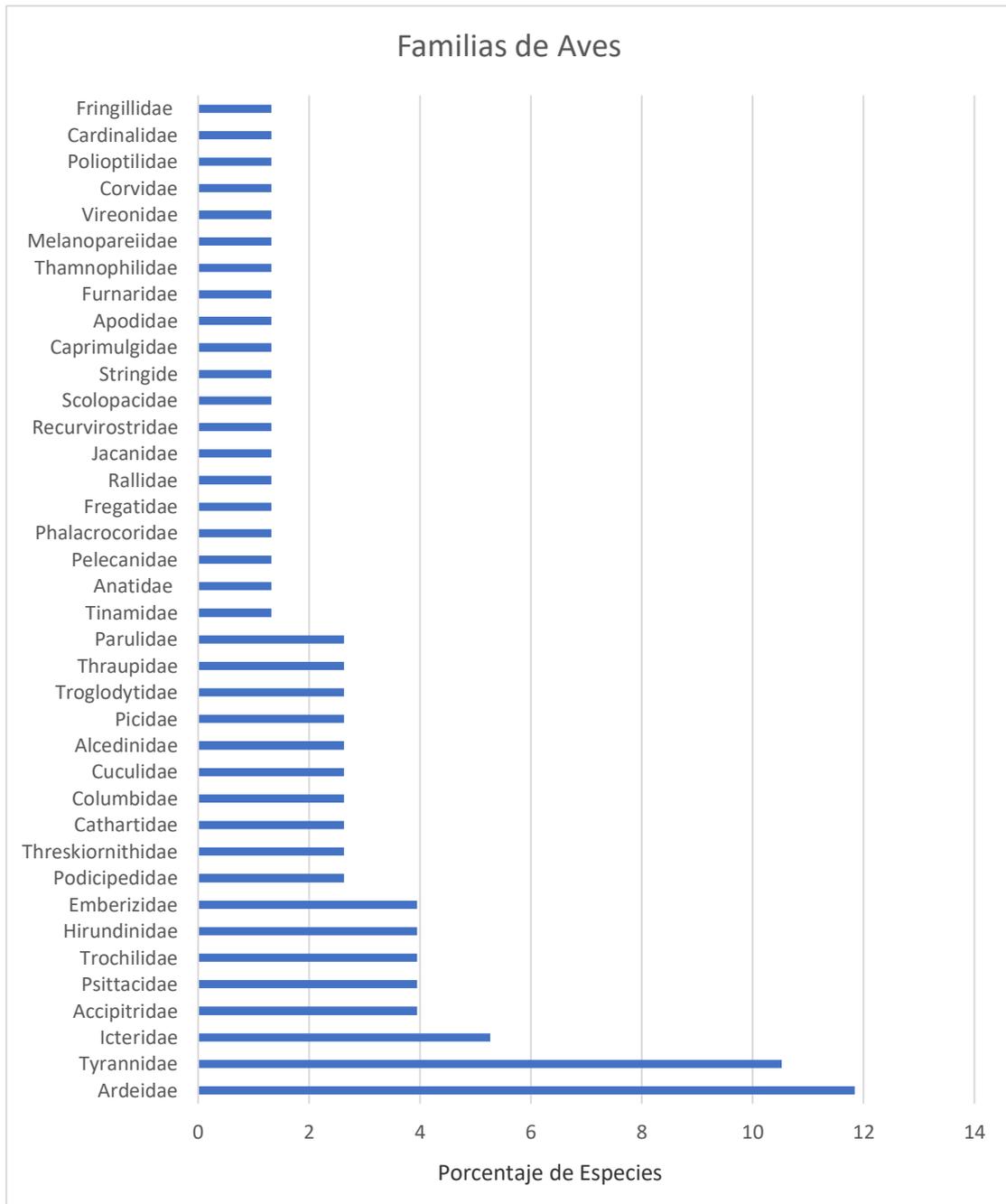
### 3.1.2 Evaluación Espacial: Censo de aves 2018

En los censos realizados entre noviembre-diciembre se registró un total de 20 órdenes, 38 familia, 78 especies y un total de 2292 individuos de aves en el ANR-PL. Se registró 20 especies abundantes (26%), 28 (36%) escasas y 30 (38%) fueron raras. Se registraron 11 especies endémicas de la región tumbesina (ERT) y dos especies migratorias. (ver Anexo 2).



**Figura 3. 10. Porcentaje de especies según los órdenes registrados en el ANR-PL**

El orden mejor representado fue Paseriformes con 33 (43%), Ciconiformes con 9 (12%) especies, Pelecaniformes con 5 (6%) especies, Psittaciformes 5 (6%) especies (Figura 3. 10). Las familias más representativas fueron Ardeidae con 9 (12%) especies; Tyrannidae con 8 (11%) (Figura 3. 11).



**Figura 3. 11. Número de familias registradas en conteo Nov-Dic 2018 en ANR-PL.**

Se registran 4 especies vulnerables (VU), una especie en peligro de extinción (EN) (*Perico cachetigris*, *Brotogerys pyrrhopterus*) y una casi amenazada (NT) (*Crypturellus transfaciatus*). Según la CITES, 9 especies se encuentran en Apéndice II. Para la CMS se registraron 7 especies en APÉNDICE II y una sola especie en APÉNDICE I (Tabla 6 – Anexo 2).

### 3.1.3 Evaluación Espacial: Censo de Árboles 2018

Se registraron 18 especies y 212 individuos con un 30-50% de cobertura vegetal absoluta. El Área 1 obtuvo 131 árboles donde predominó la Caña Guadua, Guachapelí, Guayacán, Amarillo y Cabo de Hacha, y una especie introducida; la Palma Real Cubana. Esta área alcanza el 19% de área degradada.

El área 2 obtuvo 32 árboles donde predominó el Cabo de Hacha y el Niguito. El 22% de superficie tiene cobertura vegetal de 0-10% en la zona cercana al embalse diferenciado por las actividades de la construcción.

En el área 3 se encontró 49 árboles donde predominó el Guachapelí y Samán. La cobertura vegetal es del 10% en el 47% de la superficie; zonas de herbazal y pastizal, bosque muerto y ciertas especies senescentes (Figura 3. 12).

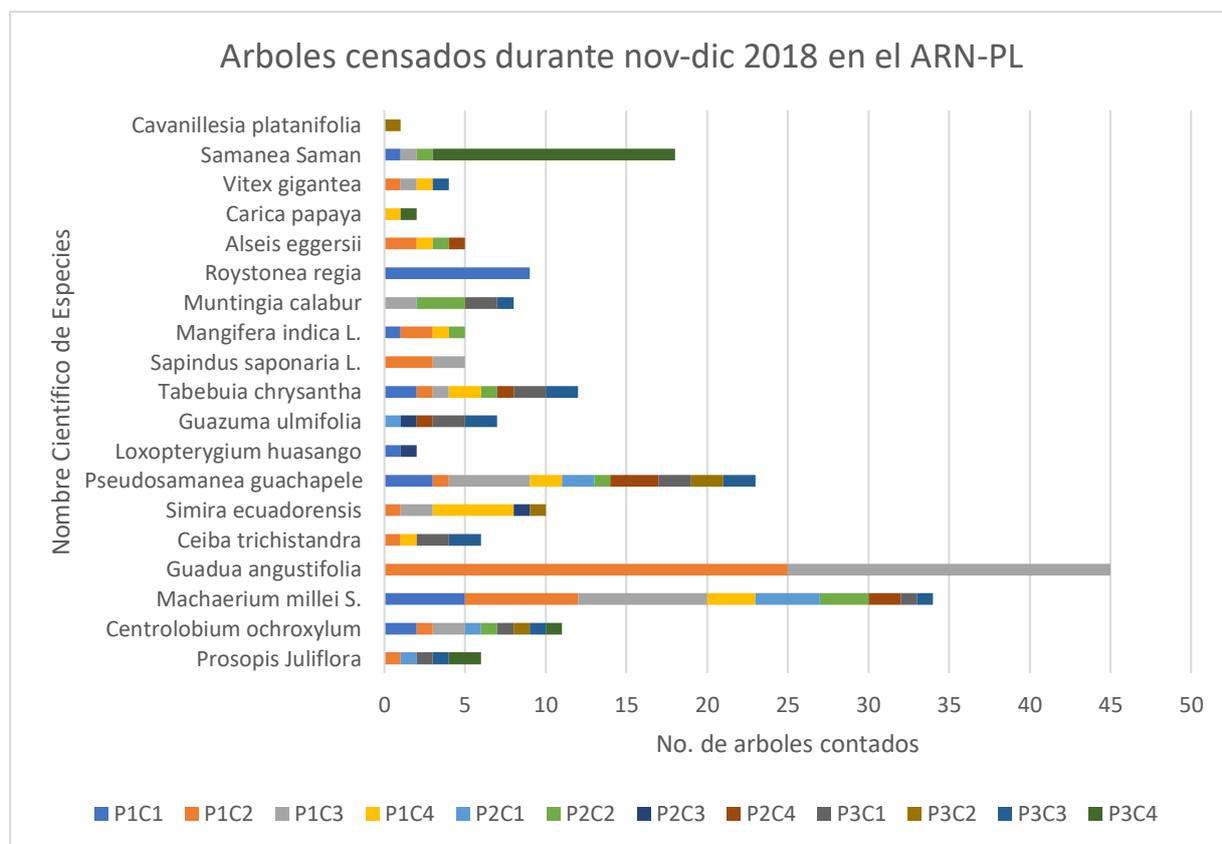
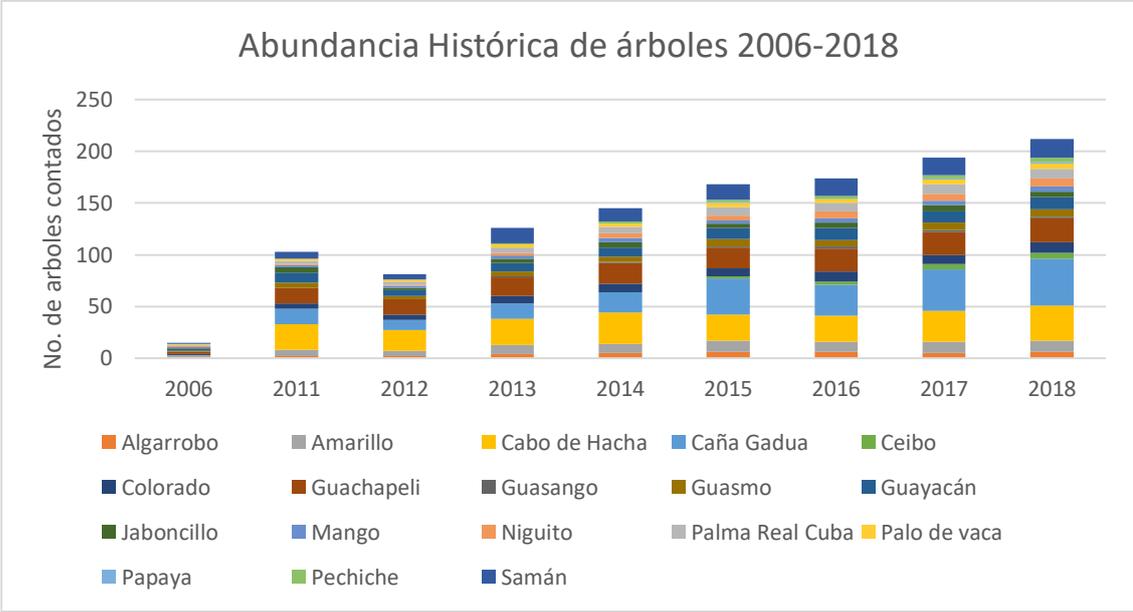
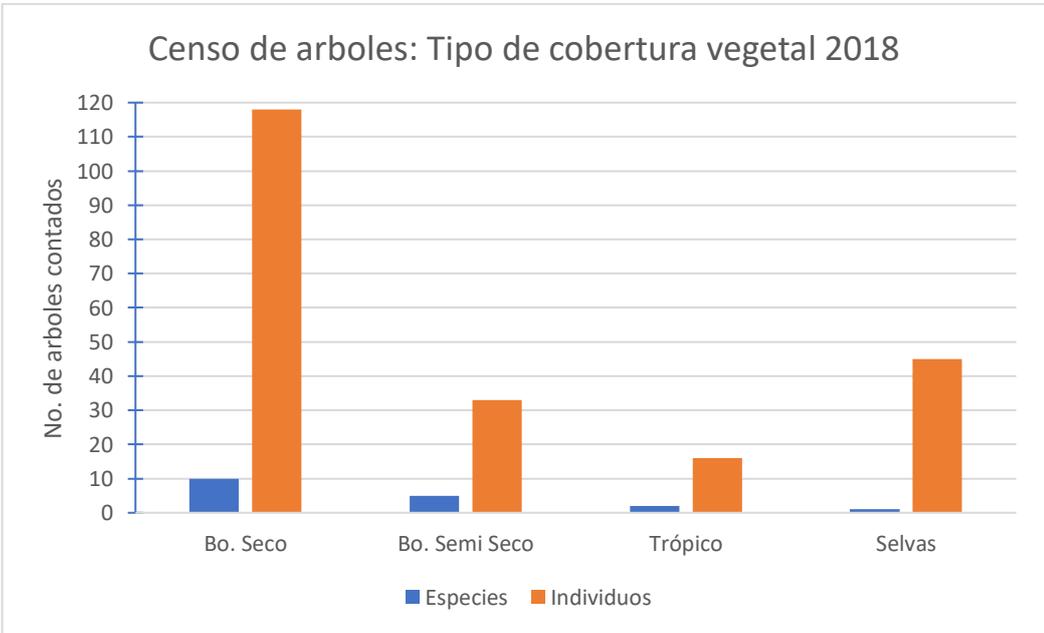


Figura 3. 12. Conteo de los arboles por cada cuadrante en el invierno del 2018.

La variación de la cobertura vegetal del ANR-PL pudo ser foto interpretada hasta el año 2006 (Figura 3. 13) donde se observa una recuperación de las especies forestales en bosques secos. La cobertura vegetal no es natural debido a la alta presencia de especies no pertenecientes bosque seco y semi seco (Figura 3. 14).



**Figura 3. 13. Variación anual de árboles por foto interpretación anual con imágenes espectrales del Sentinel-2 y Landsat 5 y 7 a una resolución espacial de 10 a 60 m2.**



**Figura 3.14. Tipos de bosques relativo según las especies censadas, nov-dic del 2018.**

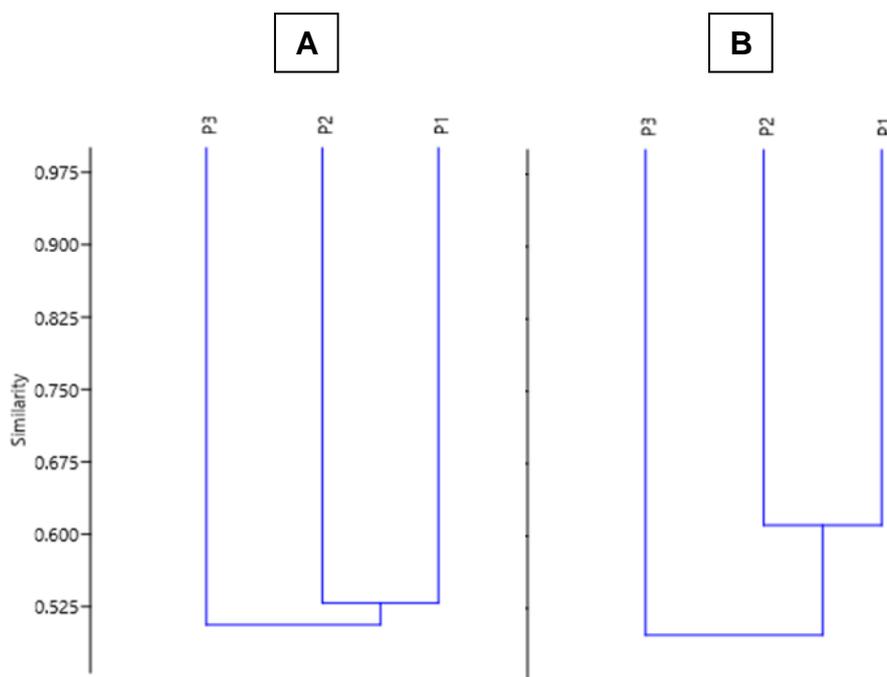
## 3.2 Análisis Estadístico

### 3.2.1 Biodiversidad entre puntos 1, 2, 3

**Aves.** - En el Punto 2 se registró el mayor número de especies ( $n= 61$ ) entre áreas al igual que el número de individuos registrado. La diversidad fue significativa ( $t'$ - $p<0.05$ ) entre las áreas entre áreas sin disturbios (P2) vs. los sitios con quemas, cultivos y de recreación (P1 y P3) (tabla 2).

**Vegetación.** - En el Punto 1 se encontró el mayor número de especies ( $n=17$ ) de los tres puntos. Los valores de diversidad y riqueza no varían significativamente ( $t'$ - $p<0.05$ ) (tabla 2).

El análisis de similitud (Jaccard) por áreas de estudio (P1, P2, P3) diferenció dos grupos heterogéneos para avifauna y vegetación que responden un patrón similar. El Área de fincas presenta un porcentaje bajo de similitud (Figura 3. 15).



**Figura 3. 15. Análisis de clúster de heterogeneidad entre las áreas de estudio para las comunidades aves (A) y vegetación (B).**

### 3.2.2 Biodiversidad entre cuadrantes para aves

- En el Área de recreación (P1), la más alta riqueza de especies ( $n= 26$ ) y diversidad de aves (2,696) pertenece al cuadrante 3. En el cuadrante 4 se dio la menor riqueza (17) y diversidad (1,48) la misma que presentó diferencias significativas entre cuadrantes ( $t'$ -  $p<0.05$ ) (Tabla 2). Las especies más abundantes fueron *Rhodospingus cruentus*, *Psittacara erythrogenys* entre otras. La similitud entre los cuadrantes 2 y 3 fue la más alta (0,35) y compartieron 7 especies (tabla 3. 3).
- En el Área puerta del embalse (P2), el cuadrante 2 registró la mayor riqueza y diversidad (26 especies y 2,48), pero en el cuadrante 1 se dio la mayor abundancia (241 ind.). La menor diversidad (1,881) se dio en el cuadrante 3 (Tabla 2). Las especies más abundantes fueron *Stelgidopteyx ruficollis*, *Pygochelidon cyanoleuca* entre otras. La mayor similitud fue entre los cuadrantes 1 y 3 con 7 especies comunes con 23 especies y 95 individuos. (tabla 3).
- En el Área de fincas (P3), la más alta abundancia y diversidad de especies se dio en el cuadrante 1 (167 y 2,68). El cuadrante 3 tuvo la riqueza, abundancia y diversidad más baja (10, 33 y 1,497) que fue significativamente diferente entre cuadrantes ( $t'$ -  $p<0.05$ ) (Tabla 3. 2). Las especies más abundantes fueron *Dendrocygna autumnalis*, *Columbina buckleyi* entre otras. La similitud más alta se dio entre los cuadrantes 1 y 4 con 8 especies comunes (Tabla 3. 3).

### 3.2.3 Biodiversidad entre cuadrantes para vegetación

- Área de recreación. – la más alta riqueza y abundancia se registraron en el cuadrante 1 (12, 46) (Tabla 3). La diversidad más baja se registró en el mismo cuadrante la cual difirió entre los demás ( $t'$ -  $p<0.05$ ). La mayor similitud se dio entre los cuadrantes 2 y 4 con 8 especies en común.
- En el área puerta del embalse se registró la más alta riqueza, abundancia y diversidad en el cuadrante 2 con 8, 12 y 1,936 respectivamente (Tabla 3). La diversidad del cuadrante 3 fue el más bajo y difirió con los demás ( $t'$ -  $p<0.05$ ). Los cuadrantes 1 y 2 tuvieron la mayor similaridad con 7 especies comunes (tabla 3. 4).

- En el área de fincas se registró la riqueza, abundancia y diversidad más bajas en el cuadrante 2 con 3, 4 y 1,04 respectivamente. Esta diversidad no difirió entre los cuadrantes ( $t' - P > 0.05$ ) (Tabla 3. 3).

**Tabla 3. 3. Valores de diversidad ( $H'$ ), riqueza (R) y abundancia (AB). Número de individuos y especies de árboles del ANR/PL. Áreas: P1= área de recreación, P2= Área con regeneración intermedia, 3= Área de fincas.**

		AVES			ARBOLES		
		R	AB	$H'$	R	AB	$H'$
<b>P1</b>	<b>C1</b>	25	131	2.307	8	24	1.766
	<b>C2</b>	22	109	1.941	12	46	1.651
	<b>C3</b>	26	63	2.696	10	44	1.735
	<b>C4</b>	17	93	1.481	9	17	2.003
<b>P2</b>	<b>C1</b>	23	241	2.099	5	9	1.427
	<b>C2</b>	26	93	2.48	8	12	1.936
	<b>C3</b>	23	95	1.881	3	3	1.099
	<b>C4</b>	22	134	1.985	5	8	1.494
<b>P3</b>	<b>C1</b>	23	167	2.68	8	13	2.032
	<b>C2</b>	17	41	2.487	3	4	1.04
	<b>C3</b>	10	33	1.497	9	13	2.138
	<b>C4</b>	24	144	2.174	4	19	0.7335

**Tabla 3. 4. Similitud de la riqueza de especies entre sitios de muestreo. Áreas: P1= área de recreación, P2= Área con regeneración intermedia, P3= Área de fincas.**

	Cuadrantes	P1		P2		P3	
		Especies comune s	Similitud	Especies comune s	Similitud	Especies comune s	Similitud
<b>AVIFAUNA</b>	C1 Y C2	7	0.28	2	0.15	4	0.24
	C1 Y C3	9	0.28	7	0.4*	2	0.15
	C1 Y C4	8	0.22	2	0.15	8	0.25
	C2 Y C3	7	0.35*	4	0.15	3	0.15
	C2 Y C4	1	0.22	4	0.2	5	0.24
	C3 Y C4	6	0.22	4	0.15	2	0.15
<b>VEGETACIÓN</b>	C1 Y C2	4	0.35	3	0.35	2	0.22
	C1 Y C3	5	0.46	1	0.1	8	0.9
	C1 Y C4	3	0.35	2	0.35	2	0.18
	C2 Y C3	6	0.46	0	0.1	2	0.22*
	C2 Y C4	8	0.62*	4	0.45*	1	0.18
	C3 Y C4	3	0.46	0	0.35	2	0.18

\* Existe más similitud entre estos cuadrantes

### 3.2.4 Análisis entre aves y arboles

El análisis de correlación de Pearson reveló que existen relaciones significativas entre las variables obtenidas de los índices de diversidad de avifauna y de vegetación. Se obtuvo que la riqueza, abundancia y diversidad de especies de aves tienen una alta correlación positiva con la riqueza y diversidad de la vegetación. La abundancia de árboles muestra una alta correlación negativa frente a la diversidad de aves, esto puede darse que las aves están relacionadas mayormente a número de especies específicas del área a las cuales están muy afianzadas. La presencia de pocos árboles característicos de una zona pueden ofrecer un ambiente adecuado para varias especies de aves (Tabla 3. 5).

**Tabla 3. 5. Correlación de Pearson para analizar dependencia entre índices de diversidad: Riqueza (R), Abundancia (ABUN) y Diversidad (H') para Avifauna (AV) y vegetación (AR).**

	R-AV	ABUN-AV	H'-AV	R-AR	ABUN-AR	H'-AR
RAV	1	0.15	0.85	0.89*	0.89*	0.4*
ABUN-AV	0.46	1	0.66	0.62*	0.62*	0.7*
H'-AV	-0.06	-0.15	1	0.61*	0.12	0.42*
R-AR	0.02	-0.14	-0.18	1	0.01	<0.0001
ABUN-AR	0.05	0.17	-0.5*	0.72	1	0.29
H'-AR	0.28	-0.13	0.2	0.83	0.35	1

\*Existe una alta correlación entre diversidades

### 3.3 Análisis Espacial: Mapas Conservación y Restauración

Se seleccionó los índices de biodiversidad altos y bajos en cada cuadrante para la elaboración mapas en formato A4 con ayuda los sistemas de información geográficos (Ver anexo 1). Estos permitieron el reconocimiento de 683 ha. de 268 degradadas para finales del 2018, de las cuales solo 106 ha. se pueden reforestar. La humedad relativa varía del 5-30% utilizando el índice normalizado de agua (NDWI) en cada área obteniendo los niveles altos de ambos el Área 1, 2, y bajos en 3 (tabla 3.6).

**Tabla 3. 6. Reconocimiento satelital de áreas degradadas, humedad y terreno accesible dentro de los 12 transectos de muestreo.**

Zonas	Superficie Total (Has.)	Humedad % Superficie (NDWI>0,5)	Has. Degradadas (NDVI<0,3)	Has. Degradadas accesibles (recuperables)
Z. 1	84	5-10%	16 (19,05%)	5
Z. 2	158	20-30%	35 (22,15%)	31
Z. 3	441	10-20%	<b>211 (47,84%) *</b>	70
<b>Total</b>	<b>683</b>	<b>5-30%</b>	<b>268 (39,24%)</b>	<b>106</b>

\* Incluye área boscosa fuera del área protegida y administración de SENAGUA.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Aun cuando la conservación de las aves está vinculada a los requerimientos del hábitat y los procesos químico-biológico que los mantienen (Askins, 2002) se determinó que las especies de aves están asociados a la diversidad del paisaje por lo que el un manejo adecuado de este punto asegurará la conservación de la diversidad de especies. Dado el caso general del estado de las comunidades de aves y árboles que presentan una diversidad promedio y debajo del promedio para cada cuadrante se corrobora esta información.

Al adicionar mayor riqueza y diversidad de especies de árboles se origina el aumento de la riqueza de especies de aves. Tal es el caso del área 1 y 2 donde se encontraron iguales niveles de riqueza de especies y abundancia para ambas comunidades (Figura 6.22 – Anexo 1).

Se determinó que la diversidad, abundancia y riqueza de especies aves tiene una relación positiva con la diversidad y riqueza de especies arbóreas y que la abundancia de especies de árboles tiene una relación negativa para la diversidad de aves.

El área 1 posee las condiciones más viables para el asentamiento comunidades de aves. Los valores viables más altos se obtuvieron en esta zona. Este caso se concluye dado al contraste de la diversidad de aves y la más alta riqueza de especies de vegetación de este punto. Los valores menos viables para avifauna se dieron en el área 3 siguiendo un patrón entre las correlaciones en el mapa (Figura 6.19 - Anexo1).

Los puntos P1C1, P2C2, P3C1 pueden ser determinados como puntos de conservación de aves. Mediante el análisis de correlación positiva entre la diversidad de aves y la riqueza de la vegetación se determinaron puntos específicos entre áreas que son viables para comunidades de aves (Figura 6.19, 6.20, 6.21 - Anexos 1).

Los puntos P1C4, P2C4 son considerados como menos viable para las comunidades de aves y vegetación. Estos puntos contienen las más baja abundancia de árboles, riqueza y abundancia de aves (Figura 20, 21 – Anexo 1).

Las bajas similitudes entre los cuadrantes de cada punto sugieren que cada uno de ellos posee una composición específica de aves por punto, pero la variación de la riqueza y abundancia controlan el intercambio de especie dentro de las comunidades que influyen en la heterogeneidad del hábitat, es decir, la distribución de las aves puede variar según la composición vegetal del área.

## **4.2 Recomendaciones**

- Para mejorar los censos es necesario realizar un mayor número de salidas de observaciones para tener datos más normalizados a nivel estadístico.
- Se debe extender los monitoreos a un año con la finalidad de estudiar las estacionalidades características de la región costa seleccionando un mayor número de cuadrantes que representen la totalidad del ANR-PL.
- Es necesario escoger como sujetos de estudio varios gremios de vegetación además de especies de árboles dar como resultado una mejor composición de la cobertura vegetal considerando los distintos tipos de bosques del litoral.
- Para realizar estudios similares es factible escoger un solo gremio de aves dependiendo de las características del ecosistema como fragmentación.
- Debido a la presencia de caña en el área protegida se propuso (anexo 8.1) un vivero de bajo costo construido con esta caña para la germinación de semillas. Estas pueden ser recolectadas en el ANR-PL o en El Bosque Protector Cerro Blanco a 10 km. de distancia. Ambos están ubicados en la misma ecorregión.
- En una restauración por reforestación pasiva de tipo asistida considerando una baja densidad y moderado estrés hídrico: se necesitan 10.600 plantas para restaurar la superficie terrestre dentro del área protegida (incluyendo ciertos parches de bosque seco que se extienden fuera del mismo). Ver anexo 8.2.
- El presupuesto estimado para comprar las semillas en las instalaciones del Bosque Protector Cerro Blanco a precio de mayorista (200 individuos) es de \$3600 dólares para inicios del 2018. Ver Anexo 3, Tabla 8.10.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Agreda, A. E. (2017). Plan de Conservación para Aves Playeras en Ecuador. Resumen Ejecutivo. Aves y Conservación / BirdLife en Ecuador. Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras.
- Aguirre N. (2011). Restauración Ecológica. Educación para un mundo sostenible. Accedido el 30 de octubre, 2018, desde <https://nikolayaguirre.com/2012/01/27/restauracion-ecologica/>
- Aguirre Z., Peter L., Sánchez, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. Herbario LOJA, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Pág. 162-187. Accedido el 15 de enero, 2019, desde <http://beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2011.pdf>.
- Aguirre, Z. (2012). Especies Forestales de los Bosques Secos Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. MAE/FAO – Finlandia. Quito, Ecuador. 140 p. Accedido el 5 de enero, 2019, desde <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>.
- Amico, Guillermo C, & Aizen, Marcelo A. (2005). Dispersión de semillas por aves en un bosque templado de Sudamérica austral: ¿quién dispersa a quién?. *Ecología austral*, 15(1), 89-100. Recuperado en 20 de febrero de 2019, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1667-782X2005000100009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2005000100009&lng=es&tlng=es).
- AOU (American Ornithologists' Union). 2002 Check-list of North American birds. Accedido el 12 de diciembre, 2018, desde <http://www.aou.org/aou/birdlist.htm>.
- Arizmendi, M. C. (2001). Multiple ecological interactions: nectar robbers and hummingbirds in a highland forest in Mexico. *Canadian Journal of Zoology* 79:997-1006.
- Askins, R. A. 2002. Restoring North America's birds. Yale University Press. 336 p. 352 pages. ISBN: 9780300093162
- Barrantes, Gilbert, & Pereira, Ana. (2002). Seed dissemination by frugivorous birds from forest fragments to adjacent pastures on the western slope of Volcán Barva, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 50(2), 569-575. Retrieved

February 20, 2019, from  
[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442002000200016&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442002000200016&lng=en&tlng=en).

- Bojorges, J. C., & López, L. (2006). Asociación de la riqueza y diversidad de especies de aves y estructura de la vegetación en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. *Revista Mexicana De Biodiversidad*, 77, 235–249.
- Buckley, Yvonne & Anderson, Sandra & P. Catterall, Carla & Corlett, R & Engel, Thomas & Gosper, Carl & Nathan, Ran & Richardson, David & Setter, Melissa & Spiegel, Orr & Vivian-Smith, Gabrielle & A. Voigt, Friederike & E. S. Weir, Jacqueline & A. Westcott, David. (2006). Management of plant invasions mediated by frugivore interactions. *Journal of Applied Ecology*. 43. 10.1111/j.1365-2664.2006.01210.x.
- Cárdenas, G., Harvey, C. A., Ibrahim, M., & Finega, B. (2003). Diversidad y Riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica, (January), 13–16. <http://hdl.handle.net/11554/6080>
- Cárdenas, G., Harvey, C. et al. (2004). Diversidad y Riqueza de Aves en Diferentes Hábitats en un Paisaje Fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Semana Científica 2004*.
- Chaverri, P. (2009). *Las montañas, la diversidad biológica y su conservación*. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Costa Rica. FAO. Accedido el 14 de diciembre, 2018, desde <http://www.fao.org/docrep/w9300s/w9300s09.htm>.
- eBird. (2018). Base de datos del Parque Lago Chongón. Registro de aves avistadas temporalmente. Accedido el 10 de enero, 2019, desde <https://ebird.org/hotspot/L1775936>.
- ESA. (2014). SENTINEL-2. Program Landscape. Espacial European Agency. Programa Copérnico. Accedido el 10 de noviembre, 2018, desde <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>.
- FAO. (2016). El estado de los bosques del mundo RESUMEN. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades de la tierra. I5850ES/2/01.17. Accedido el 23 de enero, 2019, desde <http://www.fao.org/3/a-i5850s.pdf>.

- Figueroa, Javier & A. Castro, Sergio. (2002). Effects of bird ingestion on seed germination of four woody species of the temperate rainforest of Chiloé Island, Chile. *Plant Ecology*. 160. 17-23. 10.1023/A:1015889017812.
- Figueroa-Esquivel, Elsa M., Puebla-Olivares, Fernando, Eguiarte, Luis E., & Núñez-Farfán, Juan. (2010). Genetic structure of a bird-dispersed tropical tree (*Dendropanax arboreus*) in a fragmented landscape in Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81(3), 789-800. Recuperado en 20 de febrero de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532010000300019&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532010000300019&lng=es&tlng=en).
- Fink, R. D., Lindell, C. A., Morrison, E. B., Zahawi, R. A. and Holl, K. D. (2009), Patch Size and Tree Species Influence the Number and Duration of Bird Visits in Forest Restoration Plots in Southern Costa Rica. *Restoration Ecology*, 17: 479-486. doi:10.1111/j.1526-100X.2008.00383.x
- Freile, J. et Rodas, F. (2007). Conservación de aves en Ecuador: ¿Cómo estamos y que necesitamos hacer? *Continga* 29. Neotropical Bird Club. P.48-55. Accedido el 14 de enero, 2019, desde <http://www.neotropicalbirdclub.org/wp-content/uploads/2017/08/C29-Freile-Rodas.pdf>
- García, J., Willems, B. (2015). Metodología para el Estudio de Bofedales en Cabeceras de Cuenca Usando Datos Imágenes de los Sensores TM, OLI a bordo de los Satélites Landsat - Caso Estudio: Bofedal Chunal, Cuenca Alta del río Chillón: Avances. *Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR*. Pag. 5562-5569. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Jackson, Laura & Lopoukhine, Nikita & Hillyard, Deborah. (2006). Ecological Restoration: A Definition and Comments. *Restoration Ecology*. 3. 71 - 75. 10.1111/j.1526-100X.1995.tb00079.x. Accedido el 23 de diciembre, 2018, desde [https://www.researchgate.net/publication/228016205\\_Ecological\\_Restoration\\_A\\_Definition\\_and\\_Comments](https://www.researchgate.net/publication/228016205_Ecological_Restoration_A_Definition_and_Comments).
- López, S., & Stefania, A. (2015). ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL ACTUAL DEL EMBALSE CHONGÓN. *Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería Civil*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Accedido el 20 de enero, 2019, desde <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/3568>.

- Lozada, Tannya & de Koning, G.H.J. & Marché, Raphael & Klein, Alexandra & Tschardtke, Teja. (2007). Tree recovery and seed dispersal by birds: Comparing forest, agroforestry and abandoned agroforestry in coastal Ecuador. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 8. 131-140. 10.1016/j.ppees.2006.10.001.
- M.I. Municipalidad de Guayaquil. (2015). Área Nacional de Recreación Parque Lago | Bienvenidos a Guayaquil. Sitio web oficial turístico de la ciudad. Accedido el 28 de enero, 2019, desde <http://www.guayaquilesmidestino.com/es/naturaleza/del-norte-de-la-ciudad/area-recreacional-parque-lago>.
- MAE. (2014). Humedales del Ecuador. Embalse Chongón. Ministerio del Ambiente. SUIA. Obtenido el 12 de noviembre 2018. de <http://suia.ambiente.gob.ec/web/humedales/embalse-chongon>.
- MAE. (2015). Acuerdo Ministerial No. 028. Sustituyese el libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Edición Especial N 270 del Registro Oficial. Quito, Ecuador. Accedido el 4 de enero, 2019, desde <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155123.pdf>.
- McMullan M., Navarrete L. (2017). *FieldBook of the Birds of Ecuador*. Partnership for international Birding. Ed. 2. Ecuador. ISBN: 9780982761533
- Meneses, T. C. (2009). Case studies on measuring and assessing forest Degradation. Analysis of the Normalized Differential Vegetation Index (NDVI) for the Detection of Degradation of Forest Coverage in Mexico 2008-2009. *Forest Resources Assessment FRA*. FAO. Mexico.
- Mora, A. (2007). Normas para Manejo Forestal Sustentable de Bosque Seco. Norma: Acuerdo Ministerial 244, Registro Oficial 157. MAE. Ecuador.
- Murcia C., M.R. Guariguata, M. Peralvo & V. Gálmez (2017). La restauración de bosques andinos tropicales: Avances, desafíos y perspectivas del futuro. *CIFOR Occasional Paper 170*. Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor, Indonesia. 96 pp. Accedido el 23 de enero, 2019, desde [http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/OccPapers/OP-170.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-170.pdf)
- Pacheco, J. L. (2013). Aspectos Biológicos Y Pesqueros De Las Principales Especies Capturadas En El Embalse Chongón. *Boletín Científico Técnico*, (5934), 1–57. Accedido el 23 de enero, 2019, desde

<http://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/Aspectos-Biol%C3%B3gicos-y-Pesqueros-de-las-Principales-Especies-Capturadas-en-el-Embalse-Chong%C3%B3n-Durante-2014.pdf>

Picone, Natasha. (2017). COMPARACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES SENTINEL 2 Y LANDSAT 8 EN EL ESTUDIO DE ÁREAS URBANAS. V Congreso Nacional de Geografía de Universidades Nacionales, At Resistencia, Chaco. Accedido el 15 de enero, 2019, desde [https://www.researchgate.net/publication/320705706\\_COMPARACION\\_DE\\_IMAGENES\\_SATELITALES\\_SENTINEL\\_2\\_Y\\_LANDSAT\\_8\\_EN\\_EL\\_ESTUDIO\\_DE\\_AREAS\\_URBANAS](https://www.researchgate.net/publication/320705706_COMPARACION_DE_IMAGENES_SATELITALES_SENTINEL_2_Y_LANDSAT_8_EN_EL_ESTUDIO_DE_AREAS_URBANAS)

PNUMA. (2002). Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres, Apéndices I y II. Actas de la séptima reunión de conferencias las partes. Pag. 352.

Reck, G. (2007). Áreas Protegidas del Ecuador. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador., ECOLAP y MAE, 2007. ECOFOUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador.

Ridgely, R. S. & P. J. Greenfield. 2001. The Birds of Ecuador. Cornell University Press, Ithaca, NY.

Rivera Rossi, J. (2007). Área Nacional de Recreación Parque Lago. Costa Sur VIII. Región Costa. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. Ministerio del Ambiente. Pág. 70-78.

Salvande, M., Figueroa, J., et Armesto, J. (2011). Quantity component of the effectiveness of seed dispersal by birds in the temperate rainforest of Chiloé, Chile. *Bosque* 32: 39-45. Accedido el 13 de enero, 2019, desde <https://scielo.conicyt.cl/pdf/bosque/v32n1/art05.pdf>

SENAGUA. (2014). Proyecto Trasvase Desde Canal Chongón - Sube Y Baja a La Presa San Vicente En El Cantón Santa Elena De La Provincia. Guayaquil. Accedido el 15 de enero, 2019, desde <http://www.empresaagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/Perfil-Proyecto-Chong%C3%B3n-San-Vicente.pdf>

Slocum, Matthew & Aide, T. Mitchell & Zimmerman, Jess & Navarro, Luis. (2006). A Strategy for Restoration of Montane Forest in Anthropogenic Fern Thickets in the Dominican Republic. *Restoration Ecology*. 14. 526 - 536. 10.1111/j.1526-

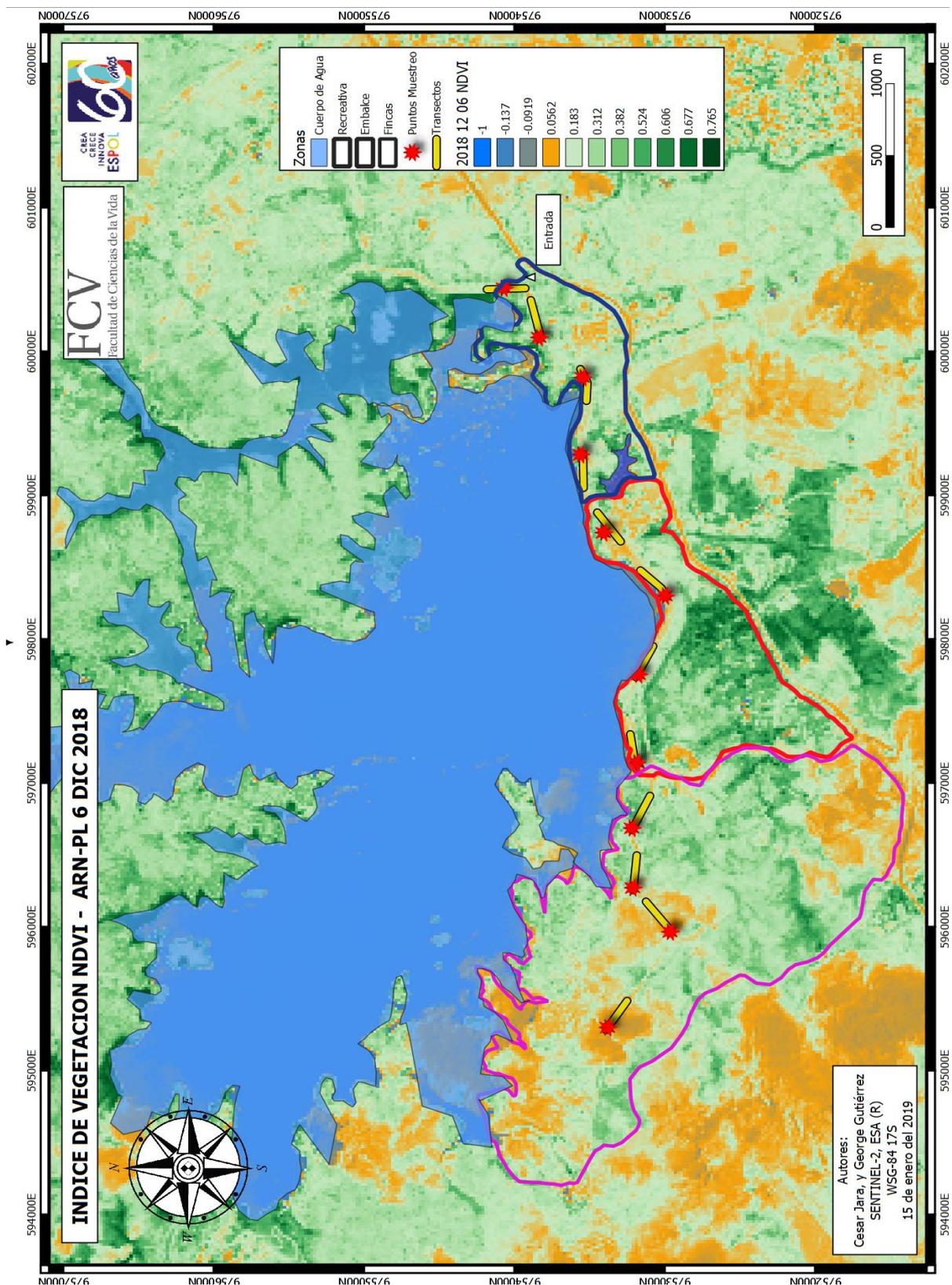
- 100X.2006.00164.x. Accedido el 13 de enero, 2019, desde [https://www.researchgate.net/publication/227658334\\_A\\_Strategy\\_for\\_Restoration\\_of\\_Montane\\_Forest\\_in\\_Anthropogenic\\_Fern\\_Thickets\\_in\\_the\\_Dominican\\_Republic](https://www.researchgate.net/publication/227658334_A_Strategy_for_Restoration_of_Montane_Forest_in_Anthropogenic_Fern_Thickets_in_the_Dominican_Republic)
- SNAP. (2010). Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Accedido el 4 de enero, 2019, desde <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/info-snap>
- Solano, C., Carlos, J., Sevilla, C., et al (2008). Interpretación de las relaciones intragrupalas de riesgos y de lesiones mediante análisis clúster jerárquico. Universidad Costa Rica. Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones. Vol. 15. Núm. 2. Pp. 175-186.
- Soria, D., Salomón, M., et al. (2006). Estimación de la cobertura vegetal en el Departamento de Lavalle, Mendoza. CONICET. Accedido el 20 de enero, 2019, desde [https://www.mendozaconicet.gob.ar/ladyot/sigdeser/publicac\\_sig\\_pdi/trabajos/vegetacion\\_Soria.pdf](https://www.mendozaconicet.gob.ar/ladyot/sigdeser/publicac_sig_pdi/trabajos/vegetacion_Soria.pdf).
- Suárez L. (1992). La investigación para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador. Ecociencia. Memorias del Simposio. 369 pp. Accedido el 12 de diciembre, 2018, desde <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/40580.pdf>
- UICN. (2018). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T103682916A119211257. Accedido el 29 de enero, 2019, desde <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T103682916A119211257.en>.
- UNEP (2017). Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III (p. 76)
- USGS. (2015). What is Landsat and when did it begin? Program LandSat. NASA. Accedido el 10 de noviembre, 2018, desde <https://landsat.usgs.gov/what-landsat-and-when-did-it-begin>
- Valencia, N. (2015). Diversidad de Rotíferos en el Área Nacional de Recreación Parque Lago, Embalse Chongón. Tesis de Grado. Biología. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil. Accedido el 23 de enero, 2019, desde <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12123/1/DIVERSIDAD%20DE%2>

0ROT%C3%8DFEROS%20EN%20EL%20%C3%81REA%20NACIONAL%20  
ODE%20%20RECREACI%C3%93N%20%E2%80%9CPARQUE%20LAGO%  
E2%80%9D.pdf

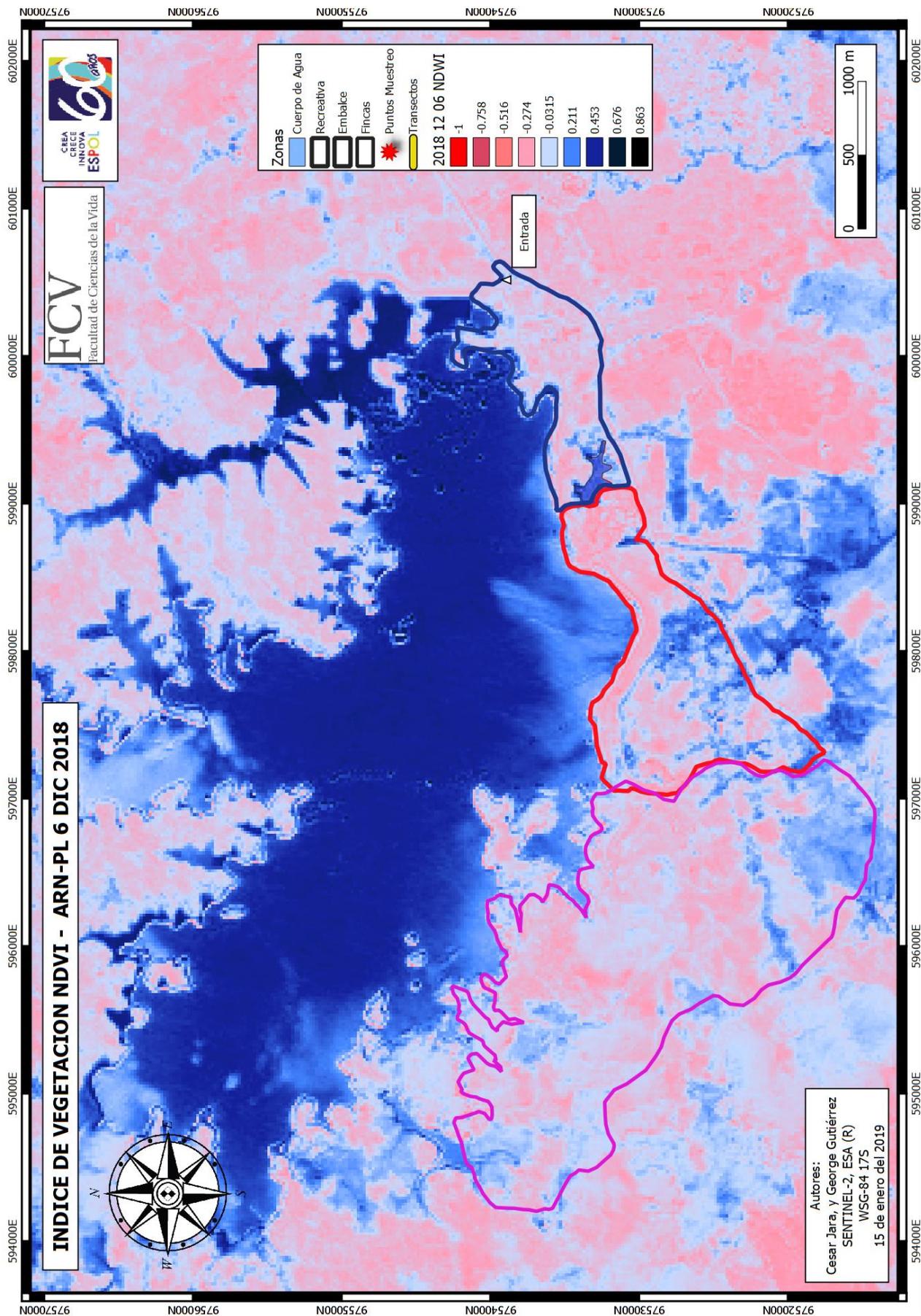
- Vandermeer, J., Zamora, N., Yih, K., Boucher, D. (1990). Regeneración inicial en una selva tropical en la costa caribeña de Nicaragua después del huracán Juana. *Revista de Biología Tropical* 38: 347-359.
- Vázquez, M.A., J.F. Freire y L. Suárez. (2005). Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas. *EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque Seco*. Quito.
- Vázquez, Y. C., Batis, M. A., Alcocer, I. M. (1999). Árboles Y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos Para La Restauración Ecológica Y La Reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. Pag. 62-65.
- Visita Ecuador. (2015). Trasvase, Embalse y Lago Artificial Chongón (Parque El Lago). Características Físicas del Atractivo. INFO ECUADOR. Accedido el 12 de noviembre, 2018, desde <https://www.visitaecuador.com/ve/mostrarRegistro.php?idRegistro=15566>.
- Zhofre A. M., Lars P. K., Orlando S. T. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 2006: 162-187. Accedido el 14 de enero, 2019, desde [https://www.researchgate.net/publication/228362343\\_Bosques\\_secos\\_en\\_Ecuador\\_y\\_su\\_diversidad](https://www.researchgate.net/publication/228362343_Bosques_secos_en_Ecuador_y_su_diversidad)

## 6. ANEXO 1

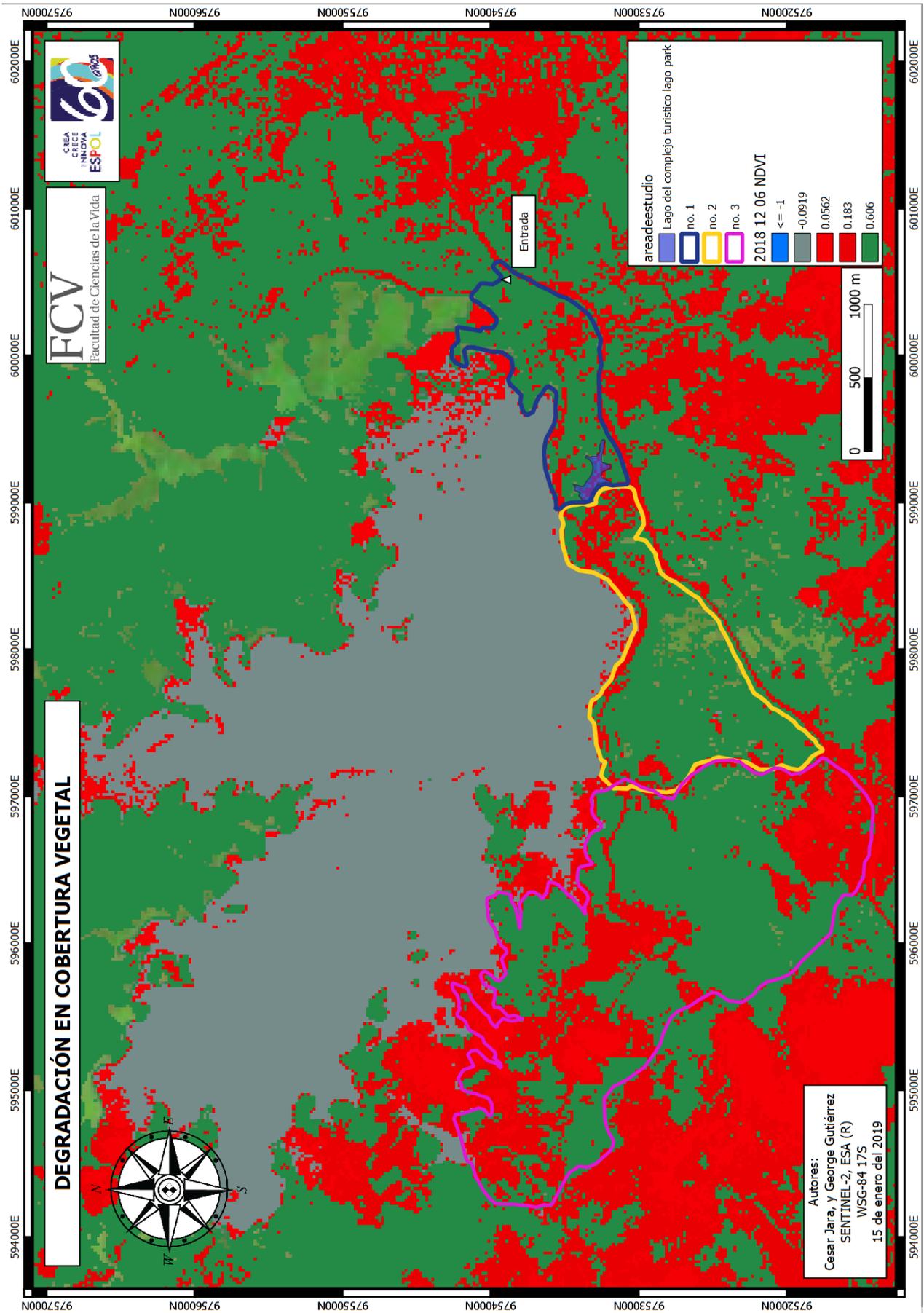
### 6.1 Evaluación Espacial de vegetación, aves y agua: Mapas 2D



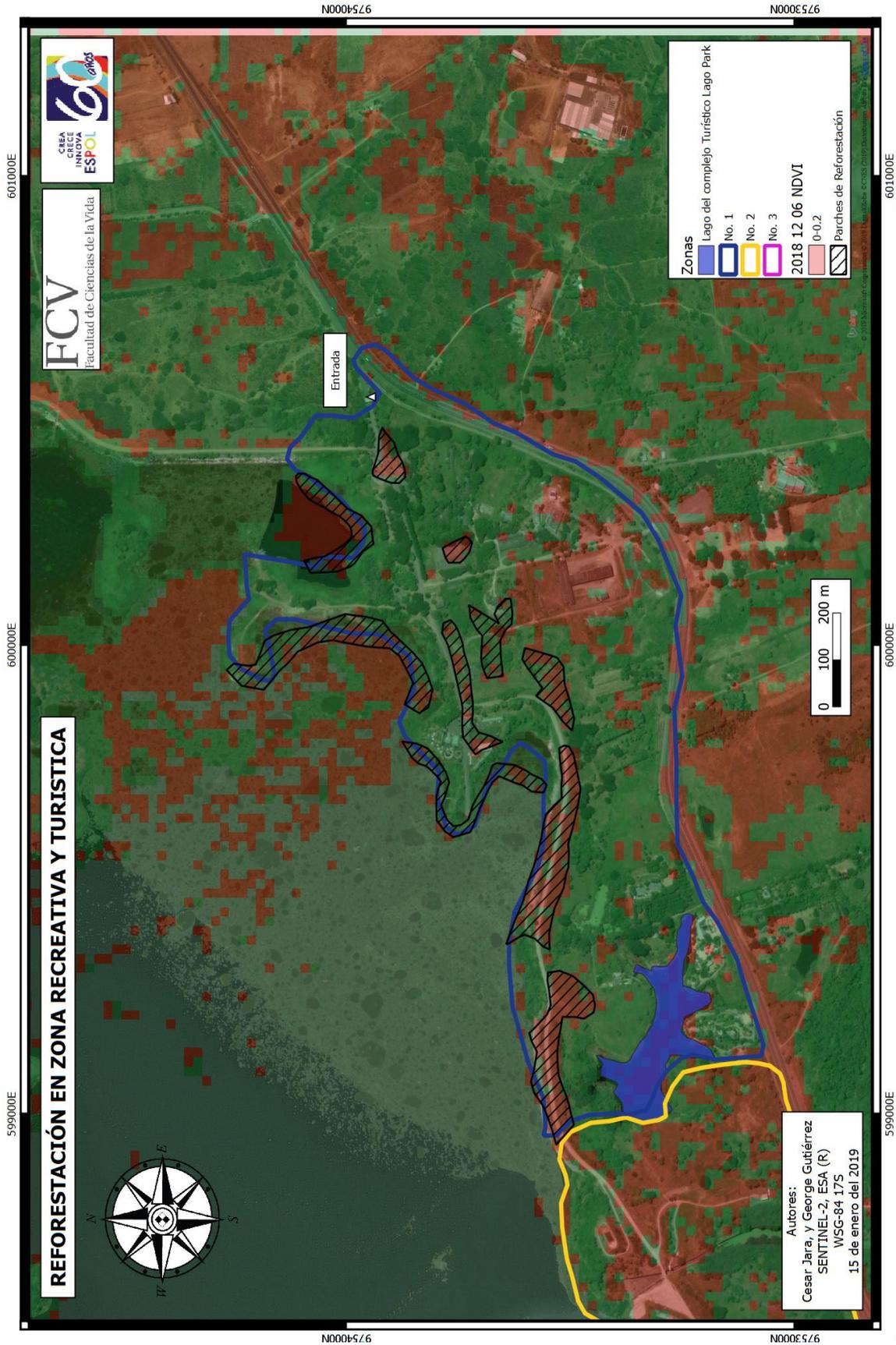
**Figura 6. 16. ANR-PL (6 diciembre 2018): Clasificación supervisada NDVI. Índice normalizado de vegetación: zonas más verdes representan bosque semi-seco, menores son matorral o bosque seco, zona marrón es suelo descubierto.**



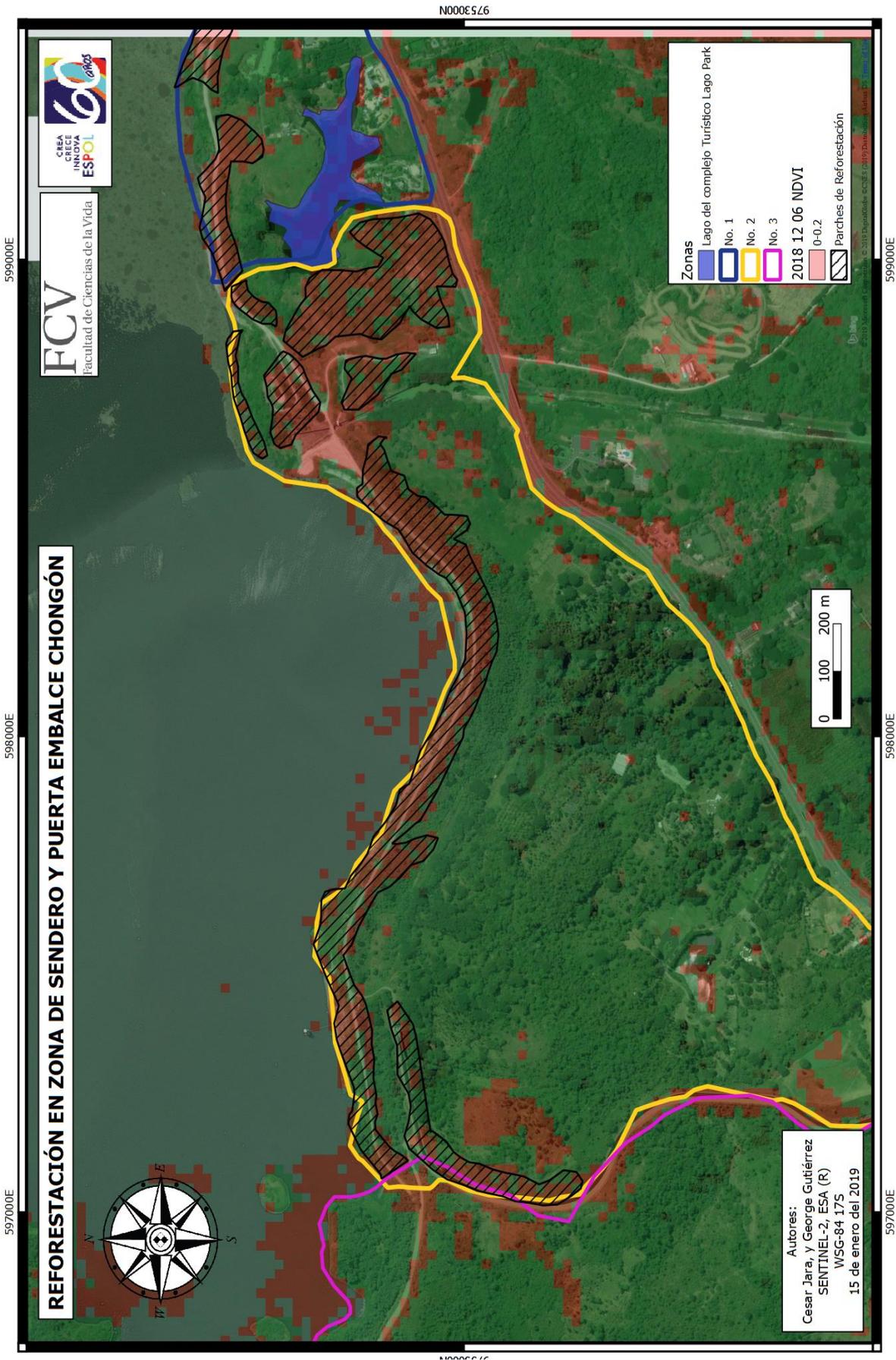
**Figura 6.17. ANR-PL (6 diciembre 2018): Clasificación supervisada NDWI. Índice normalizado de agua: zonas rojas son de nula humedad ambiental, zonas celestes son de baja humedad, y zonas azul claro son de humedad normal.**



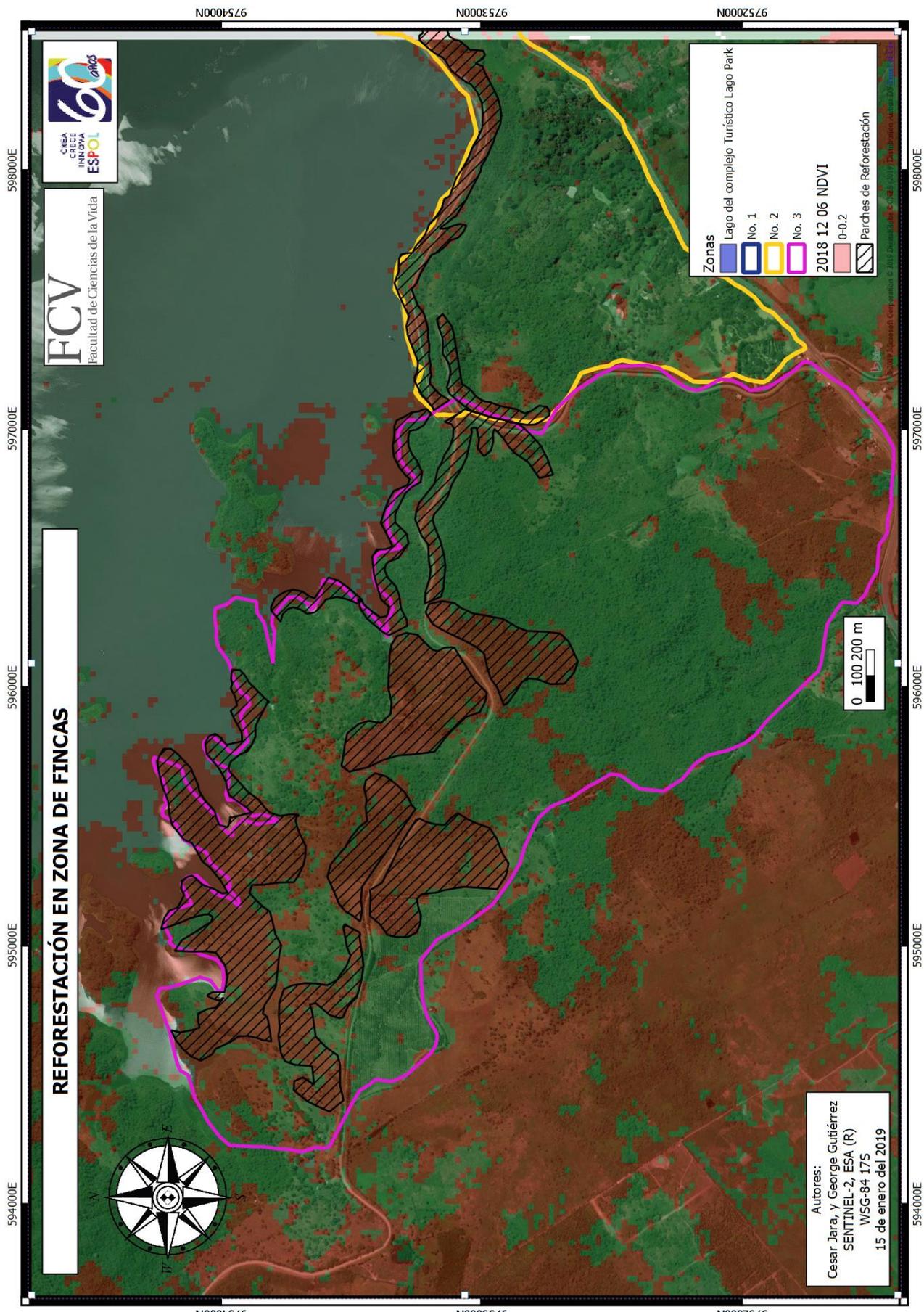
**Figura 6.18. ANR-PL (6 diciembre 2018): Extracción de Áreas degradadas (color rojo) sobre áreas de matorral, pastizal, bosque seco y semi seco (verde), y lago (gris). La degradación relativa asciende al 50% en ciertos parches de bosque seco.**



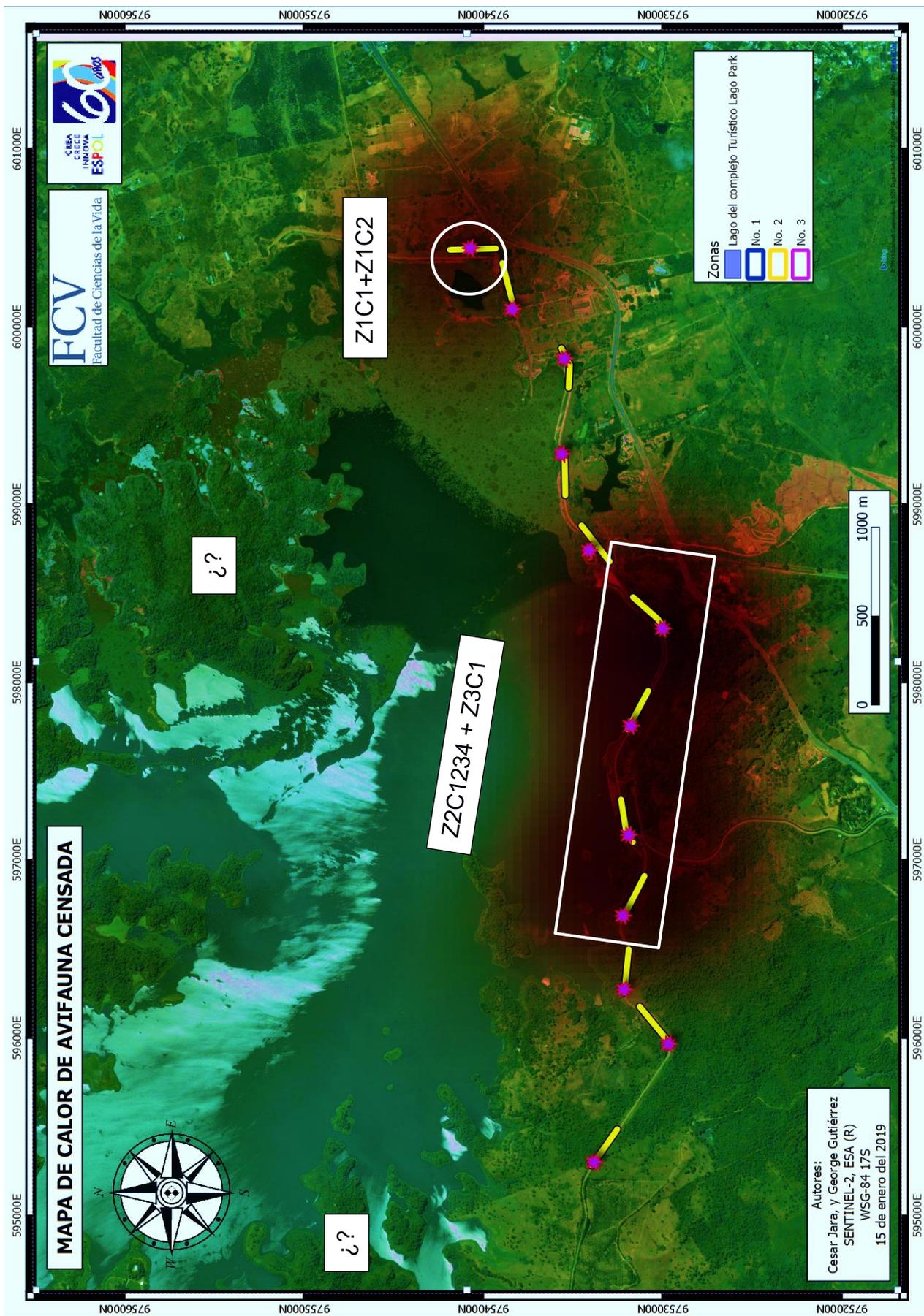
**Figura 6.19. Áreas de reforestación (Zona 1 dentro del borde azul) en la entrada del ANR-PL: Parches en línea cebra indican zonas accesibles de reforestación. Cuadrantes rojos indican áreas absolutas de reforestación.**



**Figura 6.20. Áreas de reforestación (Zona 2 dentro del borde amarillo) en la puerta del embalse del ANR-PL: Parches en línea cebra indican zonas accesibles de reforestación. Cuadrantes rojos indican áreas absolutas de reforestación.**



**Figura 6.21. Áreas de reforestación (Zona 3 dentro del borde morado) en la zona de fincas dentro y fuera del ANR-PL: Parches en línea cebra indican zonas accesibles de reforestación. Cuadrantes rojos indican áreas absolutas de**



**Figura 6. 22. Mapa de Calor procesado con índices de abundancia y diversidad de Aves en el ANR-PL: color rojo representa lugares con alta presencia de individuos en zonas de conservación (p2>p1>p3), sin color rojo son poco visibles.**

## 7. ANEXO 2

### 7.1 Listas de especies censadas noviembre a diciembre del 2018

Tabla 7. 7. Lista de aves registradas entre noviembre y diciembre 2018 en el ANR-PL.

#	ESPECIES	CATEGORIA ECUA	CATEGORIA GLOBAL	CITES	APENDICE CMS	ERT, M, INTR
1	<i>Parabuteus unicinctus</i>	-	-	II	II	-
2	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	VU	-	II	II	-
3	<i>Pandion haliaetus</i>	-	-	II	II	-
4	<i>Megaceryle torquata</i>	-	-	-	-	-
5	<i>Chloroceryle amaricana</i>	-	-	-	-	-
6	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	-	-	-	-	-
7	<i>Chaetrura brachyura</i>	-	-	-	-	-
8	<i>Aramus guarauna</i>	-	-	-	-	-
9	<i>Butorides striata</i>	-	-	-	-	-
10	<i>Egretta caerulea</i>	-	-	-	-	-
11	<i>Egretta thula</i>	-	-	-	-	-
12	<i>Ardea alba</i>	-	-	-	II	-
13	<i>Ardea cocoi</i>	-	-	-	-	-
14	<i>Bubulcus ibis</i>	-	-	-	-	-
15	<i>Nycticorax nycticorax</i>	-	-	-	-	-
16	<i>Egretta tricolor</i>	-	-	-	-	-
17	<i>Nyctidromus albicollis</i>	-	-	-	-	-
18	<i>Pheucticus chrysogaster</i>	-	-	-	-	-
19	<i>Coragyps atratus</i>	-	-	-	II	-
20	<i>Cathartes aura</i>	-	-	-	II	-
21	<i>Patagioneas cayannensis</i>	-	-	-	-	-

22	<i>Columbina buckleyi</i>	-	-	-	-	ERT
23	<i>Cyanocorax mystacalis</i>	-	-	-	-	ERT
24	<i>Crotophaga ani</i>	-	-	-	-	-
25	<i>Tapera neavia</i>	-	-	-	-	-
26	<i>Sicalis flaveola</i>	-	-	-	-	-
27	<i>Rhodospingus cruentus</i>	-	-	-	-	-
28	<i>Volatinia jacarina</i>	-	-	-	-	-
29	<i>Fregata magnificens</i>	-	-	-	-	-
30	<i>Euphonia saturata</i>	-	-	-	-	-
31	<i>Furnarius cinnamomeus</i>	-	-	-	-	ERT
32	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	-	-	-	-	-
33	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	-	-	-	-	-
34	<i>Progne chalybea</i>	-	-	-	-	-
35	<i>Dives warsewiczii</i>	-	-	-	-	-
36	<i>Casicus cela</i>	-	-	-	-	-
37	<i>Molothrus bonariensis</i>	-	-	-	-	-
38	<i>Icterus mesomelas</i>	-	-	-	-	-
39	<i>Sturnella bellicosa</i>	-	-	-	-	-
40	<i>Jacana jacana</i>	-	-	-	-	-
41	<i>Melanopareia elegans</i>	-	-	-	-	-
42	<i>Seophaga pitiayumi</i>	-	-	-	-	-
43	<i>Myiothlypis fraseri</i>	-	-	-	-	ERT
44	<i>Pelecanus occidentalis</i>	-	-	-	-	-
45	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	-	-	-	-	-
46	<i>Melanerpes pucherani</i>	-	-	-	-	-
47	<i>Verniliornis callonotus</i>	-	-	-	-	ERT
48	<i>Podylimbus podiceps</i>	-	-	-	-	-
49	<i>Polioptila plumbea</i>	-	-	-	-	-
50	<i>Thachybaptus dominicus</i>	-	-	-	-	-
51	<i>Psittacara erythrogenys</i>	VU	-	II	-	-

52	<i>Forpus coelestis</i>	-	-	II	-	ERT
53	<i>Brotogerys versicolorus</i>	-	-	-	-	INT
54	<i>Brotogerys pyrrhopterus</i>	VU	EN	II	I	ERT
55	<i>Gallinula chloropus</i>	-	-	-	-	-
56	<i>Himantopus mexicanus</i>	-	-	-	-	-
57	<i>Actitis macularius</i>	-	-	-	II	M
58	<i>Glaucidium peruanum</i>	-	-	II	-	-
59	<i>Thamnophilus bernardi</i>	-	-	-	-	ERT
60	<i>Tangara episcopus</i>	-	-	-	-	-
61	<i>Saltator striatipectus</i>	-	-	-	-	-
62	<i>Platalea ajaja</i>	-	-	-	-	-
63	<i>Eudocimus albus</i>	-	-	-	-	-
64	<i>Crypturellus transfaciatus</i>	VU	NT	-	-	-
65	<i>Amazilia amazilia</i>	-	-	II	-	-
66	<i>Anthracothorax prevostii</i>	-	-	-	-	-
67	<i>Myrmia micrura</i>	-	-	II	-	ERT
68	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	-	-	-	-	ERT
69	<i>Troglodytes aedon</i>	-	-	-	-	-
70	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	-	-	-	-	-
71	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	-	-	-	-	-
72	<i>Fluvicola nengeta</i>	-	-	-	-	-
73	<i>Myiodynastes bairdii</i>	-	-	-	-	ERT
74	<i>Megarynchus pitangua</i>	-	-	-	-	-
75	<i>Camptostoma obsoletum</i>	-	-	-	-	-
76	<i>Myiozetetes similis</i>	-	-	-	-	-
77	<i>Muscigralla brevicauda</i>	-	-	-	-	-
78	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	-	-	-	-	-

**Tabla 7. 8. Especies de aves de la plataforma online eBird y sus categorías de amenaza a nivel global, nacional y CITES.**

#	ESPECIES	CATEGORIA ECUA	CATEGORIA GLOBAL	CITES	APENDICE CMS	ERT/M/INT
1	<i>Crypturellus transfasciatus</i>	VU	NT	-	-	ERT
2	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	-	LC	-	-	-
3	<i>Dendrocygna bicolor</i>	-	LC	III	II	-
4	<i>Anas discors</i>	-	LC	-	II	-
5	<i>Anas bahamensis</i>	-	LC	-	-	-
6	<i>Tachybaptus dominicus</i>	-	LC	-	-	-
7	<i>Podilymbus podiceps</i>	-	LC	-	-	-
8	<i>Columba livia</i>	-	LC	-	-	INT
9	<i>Patagioenas cayennensis</i>	-	LC	-	-	-
10	<i>Columbina minuta</i>	-	LC	-	-	-
11	<i>Columbina buckleyi</i>	-	LC	-	-	ERT
12	<i>Columbina cruziana</i>	-	LC	-	-	-
13	<i>Claravis pretiosa</i>	-	LC	-	-	-
14	<i>Leptotila verreauxi</i>	-	LC	-	-	-
15	<i>Leptotila pallida</i>	-	LC	-	-	ERT
16	<i>Zenaida meloda</i>	-	LC	-	-	-
17	<i>Zenaida auriculata</i>	-	LC	-	-	-
18	<i>Crotophaga ani</i>	-	LC	-	-	-
19	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	-	LC	-	-	-
20	<i>Tapera naevia</i>	-	LC	-	-	-
21	<i>Coccyzus lansbergi</i>	-	LC	-	-	-
22	<i>Chordeiles acutipennis</i>	-	LC	-	-	-
23	<i>Nyctibius griseus</i>	-	LC	-	-	-
24	<i>Chaetura brachyura</i>	-	LC	-	-	-
25	<i>Anthracothorax prevostii</i>	-	LC	-	-	-
26	<i>Heliomaster longirostris</i>	-	LC	-	-	-
27	<i>Myrmia micrura</i>	-	LC	II	-	ERT
28	<i>Amazilia amazilia</i>	-	LC	II	-	-
29	<i>Amazilia tzacatl</i>	-	LC	II	-	-

30	<i>Porzana carolina</i>	-	LC	-	-	-
31	<i>Gallinula galeata</i>	-	LC	-	-	-
32	<i>Porphyrio martinica</i>	-	LC	-	-	-
33	<i>Laterallus albigularis</i>	-	LC	-	-	-
34	<i>Aramus guarauna</i>	-	LC	-	-	-
35	<i>Himantopus mexicanus</i>	-	LC	-	II	-
36	<i>Charadrius collaris</i>	-	LC	-	-	-
37	<i>Charadrius nivosus</i>	-	LC	-	II	-
38	<i>Charadrius vociferus</i>	-	LC	-	II	-
39	<i>Jacana jacana</i>	-	LC	-	-	-
40	<i>Calidris himantopus</i>	-	LC	-	-	-
41	<i>Calidris minutilla</i>	-	LC	-	II	-
42	<i>Actitis macularius</i>	-	LC	-	II	M
43	<i>Tringa solitaria</i>	-	LC	-	II	-
44	<i>Tringa melanoleuca</i>	-	LC	-	II	-
45	<i>Tringa melanoleuca</i>	-	LC	-	II	-
46	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	-	LC	-	-	-
47	<i>Leucophaeus atricilla</i>	-	LC	-	-	-
48	<i>Fregata magnificens</i>	-	LC	-	-	-
49	<i>Sula neboxii</i>	-	LC	-	-	-
50	<i>Anhinga anhinga</i>	-	LC	-	-	-
51	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	-	LC	-	-	-
52	<i>Pelecanus occidentalis</i>	-	LC	-	-	-
53	<i>Pelecanus thagus</i>	-	LC	-	-	-
54	<i>Botaurus pinnatus</i>	VU	LC	-	-	-
55	<i>Tigrisoma lineatum</i>	-	LC	-	-	-
56	<i>Ardea cocoi</i>	-	LC	-	-	-
57	<i>Ardea alba</i>	-	LC	-	II	-
58	<i>Egretta thula</i>	-	LC	-	-	-
59	<i>Egretta caerulea</i>	-	LC	-	-	-
60	<i>Egretta tricolor</i>	-	LC	-	-	-
61	<i>Bubulcus ibis</i>	-	LC	-	-	-
62	<i>Butorides striata</i>	-	LC	-	-	-

63	<i>Nycticorax nycticorax</i>	-	LC	-	-	-
64	<i>Nyctanassa violacea</i>	-	LC	-	-	-
65	<i>Eudocimus albus</i>	-	LC	-	-	-
66	<i>Plegadis falcinellus</i>	-	LC	II	-	-
67	<i>Platalea ajaja</i>	-	LC	-	-	-
68	<i>Coragyps atratus</i>	-	LC	-	II	-
69	<i>Cathartes aura</i>	-	LC	-	II	-
70	<i>Pandion haliaetus</i>	-	LC	II	II	-
71	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	-	LC	II	II	-
72	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	VU	LC	II	II	-
73	<i>Accipiter bicolor</i>	-	LC	II	II	-
74	<i>Buteogallus meridionalis</i>	-	LC	II	II	-
75	<i>Buteogallus urubitinga</i>	-	LC	II	II	-
76	<i>Parabuteo unicinctus</i>	-	LC	II	II	-
77	<i>Buteo albonotatus</i>	-	LC	II	II	-
78	<i>Glaucidium peruanum</i>	-	LC	II	-	-
79	<i>Trogon mesurus</i>	-	LC	-	-	-
80	<i>Momotus subrufescens</i>	-	LC	-	-	-
81	<i>Megaceryle torquata</i>	-	LC	-	-	-
82	<i>Chloroceryle aenea</i>	-	LC	-	-	-
83	<i>Chloroceryle americana</i>	-	LC	-	-	-
84	<i>Picumnus sclateri</i>	-	LC	-	-	-
85	<i>Melanerpes pucherani</i>	-	LC	-	-	-
86	<i>Dryobates callonotus</i>	-	LC	-	-	ERT
87	<i>Colaptes rubiginosus</i>	-	LC	-	-	-
88	<i>Caracara cheriway</i>	-	LC	II	-	-
89	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	-	LC	II	II	-
90	<i>Brotogeris pyrrhoptera</i>	VU	EN	II	I	ERT
91	<i>Forpus coelestis</i>	-	LC	II	-	ERT
92	<i>Psittacara erythrogenys</i>	VU	NT	II	-	ERT
93	<i>Thamnophilus bernardi</i>	-	LC	-	-	ERT
94	<i>Melanopareia elegans</i>	-	LC	-	-	-
95	<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	-	LC	-	-	-
96	<i>Furnarius leucopus</i>	-	LC	-	-	ERT

97	<i>Camptostoma obsoletum</i>	-	LC	-	-	-
98	<i>Phaeomyias murina</i>	-	LC	-	-	-
99	<i>Myiopagis subplacens</i>	-	LC	-	-	-
100	<i>Elaenia flavogaster</i>	-	LC	-	-	-
101	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	-	LC	-	-	-
102	<i>Lophotriccus pileatus</i>	-	LC	-	-	-
103	<i>Todirostrum cinereum</i>	-	LC	-	-	-
104	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	-	LC	-	-	-
105	<i>Myiophobus fasciatus</i>	-	LC	-	-	-
106	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	-	LC	-	-	-
107	<i>Fluvicola nengeta</i>	-	LC	-	-	-
108	<i>Muscigralla brevicauda</i>	-	LC	-	-	-
109	<i>Myiarchus phaeocephalus</i>	-	LC	-	-	-
110	<i>Megarynchus pitangua</i>	-	LC	-	-	-
111	<i>Myiozetetes cayanensis</i>	-	LC	-	-	-
112	<i>Myiozetetes similis</i>	-	LC	-	-	-
113	<i>Myiodynastes bairdii</i>	-	LC	-	-	ERT
114	<i>Myiodynastes maculatus</i>	-	LC	-	-	-
115	<i>Tyrannus niveigularis</i>	-	LC	-	-	ERT
116	<i>Tyrannus melancholicus</i>	-	LC	-	-	-
117	<i>Tyrannus tyrannus</i>	-	LC	-	-	M
118	<i>Pachyramphus homochrous</i>	-	LC	-	-	-
119	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	-	LC	-	-	-
120	<i>Vireo olivaceus</i>	-	LC	-	-	-
121	<i>Cyanocorax mystacalis</i>	-	LC	-	-	ERT
122	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	-	LC	-	-	-
123	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	-	LC	-	-	-
124	<i>Progne chalybea</i>	-	LC	-	-	-
125	<i>Progne tapera</i>	-	LC	-	-	-
126	<i>Riparia riparia</i>	-	LC	-	-	-
127	<i>Hirundo rustica</i>	-	LC	-	-	-
128	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	-	LC	-	-	-
129	<i>Petrochelidon rufocollaris</i>	-	LC	-	-	-
130	<i>Troglodytes aedon</i>	-	LC	-	-	-

131	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	-	LC	-	-	ERT
132	<i>Pheugopedius mystacalis</i>	-	LC	-	-	-
133	<i>Polioptila plumbea</i>	-	LC	-	-	-
134	<i>Turdus maculirostris</i>	-	LC	-	-	ERT
135	<i>Mimus longicaudatus</i>	-	LC	-	-	-
136	<i>Euphonia saturata</i>	-	LC	-	-	-
137	<i>Euphonia laniirostris</i>	-	LC	-	-	-
138	<i>Euphonia xanthogaster</i>	-	LC	-	-	-
139	<i>Spinus siemiradzkii</i>	VU	VU	-	-	ERT
140	<i>Arremon aurantiirostris</i>	-	LC	-	-	-
141	<i>Leistes bellicosus</i>	-	LC	-	-	-
142	<i>Cacicus cela</i>	-	LC	-	-	-
143	<i>Icterus graceannae</i>	-	LC	-	-	ERT
144	<i>Icterus mesomelas</i>	-	LC	-	-	-
145	<i>Molothrus bonariensis</i>	-	LC	-	-	-
146	<i>Molothrus oryzivorus</i>	-	LC	-	-	-
147	<i>Dives warczewiczi</i>	-	LC	-	-	-
148	<i>Setophaga pitayumi</i>	-	LC	-	-	-
149	<i>Myiothlypis fraseri</i>	-	LC	-	-	ERT
150	<i>Pheucticus chrysogaster</i>	-	LC	-	-	-
151	<i>(Thraupis episcopus)</i>	-	LC	-	-	-
152	<i>Thraupis palmarum</i>	-	LC	-	-	-
153	<i>Sicalis flaveola</i>	-	LC	-	-	-
154	<i>Volatinia jacarina</i>	-	LC	-	-	-
155	<i>Sporophila peruviana</i>	-	LC	-	-	-
156	<i>Sporophila telasco</i>	-	LC	-	-	-
157	<i>Sporophila corvina</i>	-	LC	-	-	-
158	<i>Sporophila luctuosa</i>	-	LC	-	-	-
159	<i>Rhodospingus cruentus</i>	-	LC	-	-	ERT
160	<i>Saltator striatipectus</i>	-	LC	-	-	-

**Tabla 7. 9. Especies de árboles censados en el ANR-PL.**

	<b>ESPECIES</b>	<b>N. CIENTIFICO</b>	<b>2018</b>
1	Algarrobo	<i>Prosopis Juliflora</i>	6
2	Amarillo	<i>Centrolobium ochroxylum</i>	11
3	Cabo de Hacha	<i>Machaerium millei</i> S.	34
4	Caña Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	45
5	Ceibo	<i>Ceiba trichistandra</i>	6
6	Colorado	<i>Simira ecuadorensis</i>	10
7	Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	23
8	Guasango	<i>Loxopterygium huasango</i>	2
9	Guasmo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	7
10	Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>	12
11	Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i> L.	5
12	Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	5
13	Niguito	<i>Muntingia calabur</i>	8
14	Palma Real Cuba	<i>Roystonea regia</i>	9
15	Palo de vaca	<i>Alseis eggessii</i>	5
16	Papaya	<i>Carica papaya</i>	2
17	Pechiche	<i>Vitex gigantea</i>	4
18	Samán	<i>Samanea Saman</i>	18
19	Pigío	<i>Cavanillesia platanifolia</i>	1
<b>Especies no contadas (fuera de los transectos)</b>			
20	Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i>	-
21	Grosella	<i>Phyllanthus acidus</i>	-
22	Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	-
23	Coco	<i>Coco nucifera</i> L.	-
24	Cocobolo	<i>Cynometra bauhiniifolia</i>	-
25	Fernán Sánchez	<i>Triplaris guayaquilensis</i>	-
26	Palo de Ajo	<i>Gallesia integrifolia</i>	-
27	Caimito	<i>Pouteria caimito</i>	-
28	Sapán	<i>Trema micrantha</i>	-
29	Piñon	<i>Jatropha curcas</i>	-
30	Guayacán Madera Negra	<i>Tabebuia bilbergii</i>	-
31	Moyuyo de montaña	<i>Tecoma stans</i>	-
32	Beldaco	<i>Pseudobombax millei</i>	-
33	Cardón	<i>Echinopsis atacamensis</i>	-
34	Pitahaya	<i>Hylocereus</i>	-
35	Bototillo	<i>Cochlospermum vitifolia</i>	-
36	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	-
37	Teca	<i>Tectona grandis</i>	-
38	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	-
39	Cascol	<i>Caesalpinia glabatra</i>	-
40	Acacia	<i>Senegalia tenuifolia</i>	-

## 8. ANEXO 3

### 8.1 Propuesta “rápida” de reforestación a base de semillas *in-situ*

#### **Diseño de vivero temporal a base de caña de bajo coste**

*Debido a la gran cantidad de caña guadúa presente en el embalse, proponemos lo siguiente para recuperar semillas dentro del parque y germinarlas;*

1. Seleccionar un área de trabajo húmeda (ver fig. 6. 17.) preferiblemente en la zona 2 de la puerta del embalse.
2. Inventariar las semillas disponibles de preferencia en época seca (julio-noviembre) y en época húmeda si es posible (diciembre-mayo), considerando reintroducir árboles cuya abundancia sea menor que la del promedio para recuperar la diversidad criterio basado en la correlación ave-árbol.
3. Sembrar en el borde del embalse en 0-10 m con caña guadúa (*Guadua angustifolia*) y recolectar el producto después de 2 meses en su etapa adulta de crecimiento (actualmente la z1 tiene muchos especímenes). La temperatura recomendada es de 17-26 Celsius con lluvias de 1200-2500 mm/año y humedad relativa del 80-90% en suelos pocos fértiles y gran capacidad de descarga hídrica.
4. Diseño estructural del vivero
  - a. El diseño por seguir es de bajo coste, tendrá forma de refugio o túnel.
  - b. Esta debe estar recubierta de plástico para que aisle patógenos del aire exterior. Este debe recubrir el túnel de caña guadua (hueso estructural).
  - c. El suelo debe estar aislado con otro plástico que impida el intercambio del suelo y de las plántulas a reforestar.
  - d. Su proceso es obtención semillas, aclimatación en sustrato filtrado arenoso, y replicación en sustrato específico para cada especie.
5. Recolecta de semillas y germinación: revisar referencias de trabajos de germinación previos de semillas para restauración en bosques secos como tasa de supervivencia temprana, tasa de germinación bajo estrés hídrico, ect.
6. Reforestar en orden de prioridad (ver fig. 19, 20, 21) los parches degradados más cercanos al embalse ( $p_2 > p_3 > p_1$ ), parches de bosque seco quemado/talado ( $p_3 > p_2 > p_1$ ), y líneas/canales anchos de zonas descubiertas como suelo desnudo ( $p_3 > p_2 > p_1$ ). Se debe considerar el criterio de humedad en época de reforestación, el  $p_2$  en zonas baja posee la mayor área/superficie.

## 8.2 Estimación de costes de restauración por reforestación pasiva

Considerando la instalación de un vivero in situ que pueda germinar las plántulas (o que sean proporcionadas externamente), se procede a calcular de plantas necesarias para reforestación pasiva-asistida dentro del ANR-PL para el 2018 considerando criterios de reforestación a una baja densidad de inserción forestal (100 árboles/ha.) para evitar un impacto en los índices de diversidad y abundancia de aves.

**Tabla 8. 10. Evaluación espacial de la restauración pasiva por reforestación de especies nativas de la región (bosque seco) para el ANR-PL.**

N.	Evaluación	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3 <sup>1</sup>
1	<b>Superficie total en hectáreas</b> <i>Considerando la zona de estudio y zonificaciones</i>	84	158	441
2	<b>Humedad de la superficie en % (NDWI&gt;0,5)</b> <i>Variación de época seca a húmeda 2017-2018</i>	5-10%	20-30% <sup>2</sup>	10-20%
3	<b>Degradación Bosque en hectáreas (% superficie)<sup>3</sup></b> <i>Criterio espectral de imagen satelital (NDVI&lt;0,3)</i>	16 (19,05%)	35 (22,15%)	211 (47,84%)
4	<b>Hectáreas posibles de reforestar (en campo)<sup>4</sup></b> <i>Lugares accesibles/disponibles legalmente MAE</i>	5	31	70
5	<b>Plantas necesarias por reintroducir<sup>5</sup></b> <i>Reforestación por cuadrantes de 10x10 metros<sup>6</sup></i>	500	3 100	7 000
6	<b>Cotización del semillero más cercano (10 km.)<sup>7</sup></b> <i>Cerro Blanco km. 16 vía Costa (Bosque Seco<sup>8</sup>)</i>	\$300	\$ 1 860	\$ 4 200

<sup>1</sup> La mayor parte (aprox. 70%) se encuentra fuera de la jurisdicción del ANR-PL, SENAGUA y MAE.

<sup>2</sup> La mayor humedad se encontraba a una altura del río Chongón saliente en la puerta tipo exclusiva.

<sup>3</sup> Algunas áreas dentro del NDVI pueden mezclarse con bosque seco senescente para no reforestarle.

<sup>4</sup> Este criterio fue decidido por los límites de campo para SENAGUA: Mapa oficial del ANR-PL del MAE.

<sup>5</sup> Reintroducción de especies menos abundantes como el colorado y ceibo (Ver tabla 7.9)

<sup>6</sup> Ecuación de Baja Densidad Forestal; número de ha. total, por cada m. por m. a sembrar:  $\frac{n \cdot 10\,000}{x \cdot y} \frac{ha}{m^2}$

<sup>7</sup> Costo de plántulas al mes de diciembre 2017; \$0,60 c/u n >200 unidades. Es necesario verificar el precio: [fundacionprobosque@gmail.com](mailto:fundacionprobosque@gmail.com) o <http://bosquecerroblanco.org>.

<sup>8</sup> Ubicado a en la misma región, facilita la adquisición de especies forestales similares de bosque seco.