

**TÍTULO** (*Español*): **EVALUACIÓN DE FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS Y PROPUESTA DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN EL EMBALSE DE SALVAJINA (CAUCA)**

**Autores:** Luis Fernando García Montoya, Gloria Yaneth Flórez Yepes

**RESUMEN**

El presente estudio se llevó a cabo en el Área de Influencia (AI) del embalse de Salvajina en el departamento del Cauca, Colombia. El objetivo principal del estudio fue implementar una red de conectividad ecológica que permita restaurar los ecosistemas fragmentados presentes en el AI del embalse. Los objetivos secundarios fueron, evaluar las coberturas, calcular el índice de fragmentación y caracterizar la flora y fauna del AI. Mediante un análisis multitemporal de 30 años (1986-2016) se evaluaron los cambios ocurridos en las coberturas de la tierra, gracias a imágenes LANDSAT y a una clasificación supervisada utilizando el software ENVI. El Índice de Fragmentación para los tres años evaluados, 1986, 1996 y 2016, se calculó mediante la aplicación FRAGSTATS. Las redes de conectividad se hallaron gracias al software Arc-Gis. Las coberturas alrededor del embalse han sufrido de procesos de fragmentaciones principalmente por actividades mineras, agrícolas y ganaderas. El Bosque en el periodo de operación del embalse ha incrementado su área en 6,81 %, mientras que las coberturas de pastos y suelo desnudo, disminuyeron en 1,16% y 15,29%. Los parches de Bosque en el año 2016 aumentaron en área en comparación con los encontrados en 1986. De los cuatro corredores analizados, los corredores C y D se destacan, el C por la cercanía al PNN Munchique y el D por ser el

corredor que más área abarca en zonas de conservación del CONPES, sobre estos corredores se espera que la flora y fauna presente se vea beneficiada.

**Palabras Clave:** coberturas, multitemporal, fragstats, conectividad, fragmentación.

**TITLE (Inglés): EVALUATION OF FRAGMENTATION OF ECOSYSTEMS AND PROPOSAL OF ECOLOGICAL CONNECTIVITY IN THE RESERVOIR OF SALVAJINA (CAUCA).**

**ABSTRACT**

The present study was carried out in the Influence Area (AI) of the Salvajina reservoir in the department of Cauca, Colombia. The main objective of the study was to implement a network of ecological connectivity that allows to restore the fragmented ecosystems present in the AI of the reservoir. The secondary objectives were, the evaluation of the coverage, calculate the index of fragmentation and the characterization of flora and fauna of the AI. Through a multitemporal analysis of 30 years (1986-2016) the changes occurred in land cover were evaluated, thanks to LANDSAT images and a supervised classification using the ENVI software. The Fragmentation Index for the three years evaluated, 1986, 1996 and 2016, was calculated using the FRAGSTATS application. The connectivity networks were found thanks to the Arc-Gis software. The coverage around the reservoir has suffered from fragmentation processes mainly due to mining, agricultural and livestock activities. The forest in the period of operation of the reservoir has increased its area by 6.81%, while the coverage of grasses and bare soil, decreased by 1.16% and 15.29%. Forest patches in 2016 increased in area compared to those found in 1986. Of the 4 corridors analyzed, corridors C

and D stand out, C for the proximity to PNN Munchique and D for being the corridor that cover most area in conservation areas of CONPES, and on these corridors it is expected that the flora and fauna present will benefit.

**Keywords:** landcover, multitemporal, fragstats, connectivity, fragmentation.

## INTRODUCCIÓN

La deforestación y la fragmentación de ecosistemas se han reconocido en muchos países como unas de las principales causas de pérdida de la biodiversidad y se ha alertado sobre las consecuencias que estos fenómenos pueden tener sobre el bienestar de la humanidad y la salud general del ambiente (Harris, 1984). La fragmentación como la define Sarmiento (2000), es un fenómeno espacial a escala de paisaje, que promueve la discontinuidad del hábitat, se aplica a toda escala en cualquier dominio (espacial y temporal) en donde la disrupción de la continuidad se ha hecho evidente.

La fragmentación se produce cuando enormes segmentos de vegetación se eliminan, dando como resultado numerosos parches derivados de la matriz de bosque, más pequeños y aislados unos de otros, lo que implica una disminución en el tamaño de los fragmentos remanentes de los ecosistemas boscosos (Burel y Baudry, 2002). Entre las principales causas de reducción y fragmentación de hábitats, se encuentran, la intensificación de la agricultura (Donald, 2004), la intensificación del aprovechamiento forestal (Camprodon, 2001), la urbanización y sub-urbanización del suelo (Antrop, 2004; Mckinney, 2006), las infraestructuras de transporte (Forman, Sperling y Bissonette, 2003), infraestructuras y captaciones en los cursos fluviales (Dynesius y Nilsson, 1994), degradación de zonas húmedas, actividades extractivas e incendios forestales (Gurrutxaga y Lozano, 2010).

Las consecuencias ecológicas de la fragmentación del hábitat incluyen los efectos directos de pérdida de hábitat y el aislamiento de las poblaciones que contienen. Los parches de hábitat que sobreviven al proceso de fragmentación se encuentran cada vez más aislados unos de otros y esto puede causar una disminución en la funcionalidad de las especies (Murrieta, Finegan, Delgado, Villalobos y Campos, 2006). En consecuencia, aumenta la pérdida de especies a escala local y regional y los cambios en los ensamblajes de fauna y en los procesos ecológicos (p.e. relaciones predador-presa, competencia, dispersión de propágulos) (Bennett, 1998). También se dificulta la migración y dispersión hacia hábitats más apropiados, como respuesta al cambio climático (Kappelle, van Vuuren y Bass, 1999).

Las metodologías para el diseño de corredores biológicos y redes de conectividad en paisajes fragmentados han evolucionado con el desarrollo de herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y sensores remotos, así como con la comprensión de los factores que a escala regional influyen la conectividad a nivel espacial y temporal (Céspedes, 2006), también permiten plantear y evaluar diversas variables en la identificación de las áreas con mejores oportunidades de conservación (López, 2017) y aportan a la integración del uso de la información de biodiversidad en el proceso de toma de decisiones a todos los niveles de la sociedad (Salem, 2003). Fragstats es un programa que cuantifica la estructura del paisaje, ofreciendo una amplia selección de métricas de paisaje (McGarigal y Marks, 1995), es considerado el programa más completo por lo que se refiere a la diversidad y capacidad de desarrollar cálculos métricos (Vila, Varga, Llausas y Ribas, 2006).

Los paisajes fragmentados condicionan algunas características como el movimiento, la dispersión de organismos y el flujo genético limitando su conectividad, además posibilitan la invasión de nuevas especies hasta el punto de que exista depresión endogámica; todo esto lleva a la pérdida de diversidad que en algunos casos deriva en extinciones de especies de flora y fauna (Primack, Rozzi, Feinsinger, Dirzo y Massardo, 2001; Escudero, Iriondo y Albert, 2002; Múgica *et al.*, 2002). Por lo tanto, evaluar el impacto de la rápida urbanización en la conectividad ecológica se ha convertido en una opción inevitable para la protección de la biodiversidad y el mantenimiento de seguridad ecológica, así como proporcionar apoyo para la toma de decisiones (Li, 2014).

La conectividad ecológica comprende una parte estructural, que se refiere a la conexión física del paisaje y otra funcional que está relacionada con el comportamiento de los organismos ante la estructura física (Alonso, 2014). La clave en el uso del concepto de redes ecológicas se basa en la búsqueda de conexiones entre las zonas más naturales en un sistema territorial integrado que reduzca la fragmentación del paisaje, y así aportar mejores condiciones para la dispersión, migración y supervivencia de las especies (Múgica *et al.*, 2002). Conocer el proceso y nivel de intervención que se ha originado en los ecosistemas, permite diseñar rutas de conectividad entre coberturas arboladas, las cuales pueden ser manejadas de manera óptima bajo los criterios de ecología del paisaje (Turner, 1990). Murrieta *et al.* (2006) afirma que las propuestas de redes de conectividad ecológica constituyen una herramienta estratégica para la conservación de la biodiversidad, ya que toma en cuenta la priorización de áreas para mantener o aumentar la conectividad entre los remanentes de bosques naturales.

Por tanto, el presente trabajo consiste en el diseño de redes de conectividad ecológica en los alrededores del embalse de Salvajina, previo un análisis de las coberturas de la tierra, la evaluación de la fragmentación de sus ecosistemas y la evaluación de sus poblaciones de flora y fauna, para restaurar los ecosistemas fragmentados sus hábitats y diversidad, y de esta forma contribuir con los principios del desarrollo sostenible de las comunidades que la habitan.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDIO**

El AI del embalse se ubica específicamente en los municipios de Buenos Aires, Suarez y Morales, al norte del departamento del Cauca en el sur occidente de Colombia (Figura 1). Actualmente el embalse es operado por la empresa Energía del Pacífico S.A. (EPSA) y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) .El embalse de Salvajina cuyas coordenadas son 2°56'36.0"N y 76°42'27.2"W, se encuentra a una altura de 1155 m.s.n.m. y presenta una temperatura promedio de 24 °C, el embalse se encuentra en las zonas de vida de bosque húmedo pre-montano (bh-PM) y bosque muy húmedo pre-montano (bmh-PM). Su operación comenzó en el año de 1985, en la actualidad año 2018 el embalse continúa en operación

El embalse de Salvajina es un proyecto multipropósito que represa las aguas del río Cauca, ya que puede controlar las inundaciones que puedan generar las crecientes del río y para la producción de energía eléctrica. El embalse evidencia el efecto regulador del embalse al reducir durante el invierno los caudales, la frecuencia de los desbordamientos y la extensión

de las áreas inundadas, al igual que el incremento de los caudales diarios durante el verano con lo cual se produce un alivio en la contaminación del río y una mayor disponibilidad de agua para los distintos usos (Ramírez, 2010).

## **MÉTODOS**

### **Evaluación de las coberturas de la Tierra**

Para la evaluación de las coberturas de la tierra se empleó el programa de análisis y procesamiento de imágenes geospaciales ENVI. El análisis de las coberturas se realizó mediante métodos supervisados para las imágenes LANDSAT descargadas para los años 1986 (Landsat cinco), 1996 (Landsat cinco) y 2016 (Landsat ocho) No se efectuó el análisis de la imagen del año 2006, ya que no fue posible encontrar una buena imagen para interpretar. A las tres imágenes se les realizaron los siguientes procedimientos necesarios para el estudio: calibración radiométrica, corrección atmosférica y clasificación supervisada. En la clasificación supervisada, se clasifican las coberturas a interpretar en Regiones de Interés (ROI), en cada ROI se analizan las semillas que posteriormente clasificarán las coberturas analizadas. Las coberturas tenidas en cuenta para la interpretación fueron: Agua, Bosque, Nube, Sombra de nube, Suelo desnudo y Pastos. Luego de obtener todas las semillas se consultan las estadísticas de separabilidad en la matriz de confusión, donde valores por debajo de 1,9 indican separabilidad baja, entre 1,9 y 2,0 separabilidad adecuada y 2,0 una separabilidad idónea (Parra, 2014). Una vez obtenidos los ROI's, se aplicaron los cuatro métodos de clasificación supervisada (Mahalanobis, Máxima verosimilitud, Mínima distancia y Paralelepípedo); para la imagen de cada año se escoge el método con los mejores resultados. Posteriormente, se realizó el proceso de pos-

clasificación “Majority/Minority Analysis” para luego finalizar con la estimación del coeficiente o índice de Kappa, este índice presenta valores entre 0,0 y 1,0, donde valores entre 0,81 y 1,0 presentan una concordancia “Casi perfecta” (Cerdeja y Villarroel, 2008).

Una vez realizados los procedimientos anteriores para las tres imágenes, se realizó un clip con el SHP del AI del embalse de Salvajina para luego proceder a clasificar las coberturas de la Tierra que están presentes en el AI del embalse de los tres años analizados.

### **Índice de fragmentación (F)**

Una vez creados los mapas con las coberturas interpretadas dentro del AI del embalse, se procedió a hallar el Índice de Fragmentación (F) propuesto por Gurrutxaga (2003), para las coberturas evaluadas sobre cada uno de los mapas creados de los tres años de análisis. Los valores numéricos resultantes del cálculo fueron comparados para cada año. La ecuación utilizada para calcular el índice de fragmentación fue la siguiente:

$F = \text{superficie total del hábitat} / (\text{número de manchas} \times \text{dispersión de las manchas}),$

Donde, dispersión de las manchas  $(Rc) = 2 \text{ dc} (\lambda/\pi),$

$\text{dc} = \text{distancia media desde una mancha (su centro o centroide) hasta la mancha más cercana.}$

$\lambda = \text{densidad media de manchas} = (\text{número de manchas}/\text{superficie total del área de estudio en ha.}) \times 100 = \text{número de manchas por cada 100 ha.}$

Para cada tipo de cobertura, la tendencia del índice será evaluada en función de su incremento o disminución. El índice propuesto utiliza una escala inversamente proporcional al grado de fragmentación del paisaje. Así, un aumento del valor del índice se relaciona con una disminución del grado de fragmentación, y a la inversa. Esto se debe, atendiendo a la fórmula del índice, a que el incremento de la fragmentación se relaciona con la disminución



de la superficie total de los parches, un mayor número de fragmentos (parches) y una mayor dispersión de éstos.

Las equivalencias de las métricas del FRAGSTATS para el índice de fragmentación propuesto por Gurrutxaga (2003), son las siguientes:

Área total (CA/TA) = Superficie total de hábitat

Número de parches (NP) = # de manchas

Distancia euclidiana al vecino más cercano (ENN) = Distancia media desde una mancha hasta la mancha más cercana (dc)

### **Caracterización de flora y fauna**

Los datos concernientes a la caracterización de la flora y fauna en inmediaciones del embalse fueron suministrados por la empresa EPSA, en un estudio realizado en el año 2015. La caracterización de flora se realizó para evaluar la conectividad funcional del AI del embalse, aplicando la metodología utilizada por Gentry (1982) y modificada por el convenio ISA-JAUM (2004), mediante el establecimiento de bloques de muestreo estadístico de 50 x 20 m (1000 m<sup>2</sup>), donde cada bloque está conformado por cinco parcelas de 50 x 4 m (200 m<sup>2</sup>). Al interior de cada parcela se trazó una sub-parcela de 5 x 4 m (20 m<sup>2</sup>), ubicada al inicio de cada parcela. A los datos obtenidos se les aplicaron los siguientes análisis: índice de valor de importancia (IVI) e índices de diversidad (Shannon, Simpson, Coeficiente de mezcla y Jaccard).

Para la caracterización de fauna se evaluaron los grupos de mamíferos, aves y herpetos. En el grupo de mamíferos fueron evaluados los Pequeños Mamíferos No Voladores (PMNV), Mamíferos Voladores (MV) y Mamíferos Medianos y Grandes (MMG). Para la captura de PMNV se utilizaron 20 trampas Sherman (12 medianas y ocho grandes) durante 14 días,

dispuestas de forma aleatoria, separadas entre sí aproximadamente 10 m. Para la caracterización de los MV, se realizó la búsqueda de perchas o sitios de descanso de los murciélagos (árboles huecos, cuevas y vegetación enmalezada). El grupo de MMG fue registrado mediante la instalación de dos trampas cámara, las cuales fueron ubicadas en áreas identificadas como pasos de animales dentro del AI. Además se efectuaron recorridos con el fin de realizar avistamientos directos de las diferentes especies y buscar indicios de su presencia y actividad (huellas, heces, restos alimenticios, rasguños). Los indicios se registraron siguiendo principalmente cursos de agua, sendas y caminos abandonados en recorridos diurnos. Para la identificación en campo se utilizaron las guías de Mamíferos de los Bosques Húmedos de América Tropical de Louise Emmons y el libro Mamíferos Terrestres y Voladores de Colombia de Alba Morales y colaboradores.

Para la búsqueda de los Anfibios y Reptiles se realizaron diariamente dos transectos de 1000 m, los cuales se recorrieron entre las 8:00 y 11:00 horas y de las 13:00 a las 16:00 horas, durante 14 días, revisando minuciosamente la mayoría de microhábitats disponibles. Adicional a esto, se registraron las vocalizaciones de algunas especies de anfibios, las cuales fueron usadas como complemento para su identificación. Las guías de campo utilizadas para la identificación de especies fueron, la Guía de los Anfibios y Reptiles del Bosque de Yotoco de Fernando Castro y colaboradores, y la Guía de los Anfibios y Reptiles Área en Conservación de la Microcuenca Quebrada Pericos de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca.

Para la caracterización de las Aves se implementaron dos técnicas de muestreo donde se registraron los siguientes datos: fecha, hora, sitio, cobertura vegetal de registro, especie y número de individuos. Adicionalmente, cuando las condiciones fueron óptimas se realizó

un registro fotográfico de los ejemplares. Para la primera técnica se utilizó la metodología de búsqueda intensiva propuesta por Ralph *et al.* (1996), la cual consiste en realizar transectos sobre los senderos o trochas que pasan de forma estratégica por las diferentes coberturas vegetales, utilizando binoculares 10 x 40. Los muestreos se realizaron en el horario de las 6:00 hasta las 11:00 horas y entre las 14:00 y las 17:00 horas, durante 14 días. La segunda técnica consistió en ubicar tres redes de niebla (mist-nets) a una distancia aproximada de 40 m, en un área donde sea difícil la detección visual por parte de las aves y de especial interés para su captura. Las redes de niebla se ubicaron en sitios estratégicos como bordes de los caminos, dentro del bosque, rastrojos, potreros y orillas de las quebradas, procurando el tránsito de las aves, a nivel del suelo y en el sotobosque. En total se dispusieron tres redes de niebla con longitudes de 12 x 2,5 m de altura. La guía de las aves de Colombia de Hilty y Brown fue la guía utilizada en campo para la identificación de especies en campo.

Para los grupos de fauna evaluados, se calcularon los índices de diversidad de Shannon, de dominancia de Simpson, Equidad de Pielou y Jaccard, además de las curvas de acumulación de especies (Figura 2). El análisis de información tomada en campo fue procesado con la ayuda de Software especializados como Past, Estimates, Biodiversity, SPSS, PSPP o Statgraphics.

### **Análisis de conectividad**

El análisis de conectividad se realizó sobre el mapa de coberturas realizado para la imagen del año 2016, en un polígono de 187615,29 ha cuyas coordenadas de los cuatro vértices son: 1 (2° 36' 40,868" N, 76° 54' 10,417" W), 2 (3° 2' 32,595" N, 76° 54' 12,946" W), 3 (3° 2' 34,646" N, 76° 32' 58,359" W), 4 (2° 36' 42,627" N, 76° 32' 56,300" W). Esta mayor

extensión de área se evaluó para conectar los parches de bosque más representativos con los parches de bosque encontrados en las inmediaciones del embalse.

Para el análisis de conectividad ecológica se utilizó la metodología propuesta por Hoctor, Carr y Zwick (2000). La metodología consta de tres fases, en la fase uno se analizaron cinco variables físico-ambientales: pendiente, distancia a caminos, distancia a ríos, área interior del bosque e índice de forma. Posteriormente se asignó un valor en porcentaje de prioridad e importancia para la conservación a cada variable. Luego, se creó una escala de valores para cada una de las variables que van del uno al tres, en donde uno corresponde a una vulnerabilidad alta, el valor dos a vulnerabilidad media y el valor tres a vulnerabilidad baja. En la Tabla 1 se describen los supuestos utilizados para calificar los polígonos con cobertura boscosa para cada una de las variables analizadas.

En la fase dos después de la suma de las cinco variables y a partir del uso del SIG, se definieron cinco modelos con base en los resultados de las ponderaciones y escalas de valores asignados, una vez definidos los modelos, se seleccionaron los parches con áreas superiores a dos hectáreas.

La fase tres consistió en realizar el modelaje de las rutas de conectividad ecológica. Así, se definieron las rutas más cortas que conectasen los parches de bosque seleccionados como prioritarios en la fase dos. Se utilizó el Arc View con las extensiones Cost Distance y su función Cost Path. Se asignó un valor de fricción para cada una de las coberturas de la Tierra evaluadas a partir del mapa de coberturas del AI del embalse. Los valores más altos de fricción correspondieron a las coberturas que más resistencia ofrecen a la dispersión de organismos, para nuestro caso son las coberturas de pastos, suelo desnudo y agua, y el valor

de fricción más bajo a las cobertura de bosques, que es la que ofrece menor resistencia a la dispersión de organismos.

Una vez realizadas las tres fases, se trazaron varios escenarios de redes de conectividad para así escoger la red de conectividad más apropiada para el AI del embalse.

## **RESULTADOS**

### **EVALUACIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA**

Las actividades antrópicas han sido las causantes de la fragmentación y contaminación de los ecosistemas en las zonas aledañas al embalse de Salvajina. Según el Plan de Desarrollo 2012-2015 del municipio de Suarez (Cauca), la actividad de minería de oro y carbón, han causado un impacto severo sobre la vegetación y los recursos naturales del municipio. A la minería se le suman las actividades de agricultura y ganadería. Por su parte, el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del año 2002 y el Plan de Desarrollo 2012-2015 del municipio de Morales, mencionan a la agricultura y la deforestación como las principales causantes de la pérdida de cobertura vegetal.

Las coberturas principales evaluadas son las de Agua, Bosques, Pastos y Suelos desnudos; las coberturas de Nube y Sombra Nube no fueron analizadas, ya que su porcentaje de ocupación es menor al 1 % para los tres años. En la Tabla 2 se muestran las áreas y porcentajes de cada una de las coberturas evaluadas para los tres años evaluados. Por su parte la cobertura de Cuerpos de Agua tampoco fue analizada, ya que las variaciones que presenta, se deben a las fluctuaciones que presenta el embalse gracias a la estacionalidad de lluvias y sequía.

En la cobertura de Bosques que también incluye los tipos de vegetación secundaria, vemos un incremento en su área de cobertura en el periodo de 1986 a 1996 en 43,21 ha equivalentes a un 1,17 %, para el siguiente periodo de evaluación (2016), esta cobertura aumenta en 206,64 ha (5,64 %), para un total de 6,81% de área ganada en los 30 años. El incremento en la cobertura boscosa en los periodos de evaluación, se debe posiblemente al control ejercido por parte al administrador del embalse sobre la protección y vigilancia de sus ecosistemas dentro del AI. Un aspecto que también pudo haber beneficiado al incremento de las áreas boscosas es que gracias a la posible vigilancia de los ecosistemas, las coberturas de vegetación secundaria altas y bajas, fueran ganando mayor porte gracias a su propia dinámica interna. Los Pastos presentan alteraciones variables en los periodos de evaluación, pasando del 29,69 % en el año de 1986 al 18,62 % en 1996, incrementando de nuevo su área en el año 2016 hasta un 28,53 % de ocupación. Por su parte la cobertura de Suelo desnudo si presenta una tendencia marcada a la pérdida de área con el transcurso del tiempo, pasando del 29,22 % en el año 1986 y 26,66 % en 1996, hasta llegar al 13,93 % en el 2016, perdiendo en un total de 15,29 % equivalentes a 560,74 ha en el periodo 30 años evaluados.

### **ÍNDICE DE FRAGMENTACIÓN**

Luego de calcular las métricas de Clase necesarias, se calculó el Índice de Fragmentación para cada una de las coberturas evaluadas, cuyos resultados se observan en la Tabla 3.

### **CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA**

El listado completo de especies encontradas en la caracterización de fauna y flora se pueden observar en las Tabla 4 y Tabla 5 respectivamente.

## **Caracterización de Flora**

El muestreo realizado en el AI del embalse arrojó un total de 20780 individuos, conformado por 57 familias, 146 géneros y 204 especies o morfoespecies. Las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae (22), Melastomataceae (18) y Fabaceae (17). Las especies que presentaron mayor cantidad de individuos fueron *Clidemia sericea* D. Don (3544) y *Miconia albicans* (Sw.) Steud. (2229). Para la cobertura de Bosque (incluye vegetación secundaria alta) las especies más representativas según el Índice de Valor de Importancia (IVI) fueron el Jigua Blanco *Cinnamomum triplinerve* (Ruiz & Pav.) Kosterm., la Mano de Oso *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin y el Cucharero *Myrsine pellucida* (Ruiz & Pav.) Spreng. Por su parte los Pastos presentan las especies como el Pino *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. y la Mano de Oso *S. morototoni*. El inventario realizado en el AI del embalse de Salvajina, arrojó que hay tres especies que se encuentran en la categoría de veda a nivel nacional, los helechos arbóreos *Cyathea microdonta* (Desv.) Domin y *Cnemidaria horrida* (L.) C. Presl y la bromelia terrestre *Epidendrum* cf. *melinanthum* Shltr. Especies como el Nogal *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, el Guamo de Agua *Inga densiflora* Benth., el Guamo Machete *Inga macrophylla* Willd., el Clavito *Ludwigia hyssopifolia* (G. Don) Exell, el Jigua Opaco *Ocotea puberula* (Rich.) Nees y *Tonina fluviatilis* Aubl. son especies que se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC) en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

## **Caracterización de Fauna**

La curva de acumulación presenta un incremento en el número de especies a medida que se aumenta el esfuerzo de muestreo, llegando a 14 en 14 días (S mean). Según el estimador, en la zona se pueden reportar aproximadamente 19 especies (Chao 1 Mean) (Figura 2), la representatividad del muestreo fue del 73,3% lo que indica que más de la mitad de éstas estuvieron representadas por tan sólo uno (1) o dos (2) individuos (Singletons y Doubletons) (Villarreal et al. 2006). Esta baja representatividad se le puede atribuir al no muestreo nocturno el cual proporciona el mayor número de especies por ser los murciélagos el grupo de mamíferos más abundante en el neotrópico (Solari et al., 2013). Durante la caracterización de los mamíferos se registraron 35 individuos, representados en 14 especies, 10 familias y seis (6) órdenes. Los PMNV estuvieron representados por tres especies, los ratones *Melanomys caliginosus* (Tomes, 1860) (2 individuos) y *Zygodontomys brunneus* Thomas, 1898 (1 individuo), y la chucha comadreja *Marmosa robinsoni* Bangs, 1898 (1 individuo). En los MV se encontraron dos especies, cada una con un individuo, *Carollia* sp. y *Artibeus* sp. En el grupo de los MMG se reportaron nueve (9) especies pertenecientes a diferentes órdenes. El armadillo *Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758, con ocho (8) individuos, fue la especie más abundante de este grupo, todos reportados mediante rastros. La segunda especie con mayor representatividad fue el guatín *Dasyprocta punctata* Gray, 1842, con seis (6) individuos, seguida de la ardilla *Sciurus granatensis* Humboldt, 1811 y la chucha *Didelphis marsupialis* Linnaeus, 1758, con cuatro individuos. En cuanto a las especies catalogadas en los listados CITES (2017), la nutria *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818), aparece en el Apéndice I y el zorro perro *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766) catalogado en el Apéndice II. De las 14 especies reportadas, 11 se encuentran en la lista roja de la UICN (2018) en la categoría de Preocupación Menor (LC),



junto a las especies antes mencionadas se encuentran el venado *Mazama americana* (Erxleben, 1777) y la guagua *Cuniculus paca* (Linnaeus, 1766) que también se encuentra en categoría LC.

La curva de acumulación de especies redujo su pendiente conforme avanzaron los días de muestreo, sin embargo no logró estabilizarse por completo, sugiriendo un aumento en los días de muestreo para acercarnos a la riqueza real de este sitio. La riqueza proyectada del área varía entre siete (7) y ocho (8) especies, según el método no paramétrico usado para calcularla (Figura 2), esto es una especie adicional a las registradas en el área de estudio. Considerando el valor esperado de especies más alto (8 especies) generado por los estimadores, las especies registradas representan el 87,5% de las especies esperadas. Los valores obtenidos de los estimadores utilizados y los registros obtenidos en los muestreos indican que el área de estudio presenta muy poca riqueza de especies. Sin embargo hay que considerar que estos resultados provienen de datos registrados en muestreos diurnos, por lo cual es posible que el número total de especies en el sitio de estudio sea mucho mayor si se consideraran las especies nocturnas. En el AI se registraron cuatro (4) especies de anfibios, comprendidas en tres familias, todas pertenecientes al orden Anura, mientras que en los reptiles se observaron tres (3) especies pertenecientes al orden Squamata, una (1) en la familia Colubridae y dos (2) a la familia Dactyloidae. En el AI las especie más abundantes fueron el sapo *Rhinella marina* (Linnaeus, 1758) (31 ind.) y la lagartija *Anolis antonii* Boulenger, 1908 (12 ind.). Las especies *Pristimantis achatinus* (Boulenger, 1898) y *R. marina* se encuentran en categoría de Preocupación Menor (LC).

Los estimadores de riqueza esperada (ACE, Chao 1 y Jackknife 1) indican que con el esfuerzo de muestreo realizado para el grupo de las Aves, se obtuvo el 93, 88,9 y 68,6 % respectivamente., de las especies esperadas para el área muestreada (111, 102 y 107 especies) (Figura 2). Lo anterior indica que son necesarios más estudios para aproximarse a un 95 % de la representatividad de este estudio, por lo cual es necesario realizar monitoreos posteriores. En este tipo de estudios rápidos, las especies más representativas en cuanto a su abundancia relativa (Nº de individuos x Nº especies) son aquellas con alta detectabilidad, bien sea por su comportamiento conspicuo (vocalizaciones constantes, especies sociales, diurnas, etc.) o por sus hábitos generalistas, subestimándose entonces la riqueza y abundancia de especies crípticas, silenciosas o asociadas a hábitats específicos. Por tal motivo, es de esperar que a medida que se incrementa el esfuerzo de muestreo en el área de interés, las especies llamadas únicas (17 Singletons) y dobles (18 Doubletons), es decir, aquellas que aparecen en el muestreo total con uno (1) o dos (2) individuos, empiezan a ascender en las categorías de abundancia relativa (son registradas con mayor frecuencia), dejando las categorías inferiores especies raras [(R), poco común (Pc) u especies ocasionales (O)], para aquellas que si reflejan estas condiciones debido a sus números poblacionales bajos, las cuales generalmente comparten atributos claves como el de ser especies especialistas en el uso de hábitats muy conservados ó por ser endémicas y/o amenazadas. En el grupo de las aves se registraron un total de 913 individuos de 92 especies, distribuidas en 40 familias y 19 órdenes. Las especies que presentaron el mayor número de individuos fueron el Vencejo de collar *Streptoprocne zonaris* (Shaw, 1796) con 150 individuos y la paloma morada *Patagioenas cayannensis* (Bonnaterre, 1792) con 44

individuos. De las especies encontradas en el inventario 23 se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC), ellas son: *Ardea alba* Linnaeus, 1758, *Ardea cocoi* Linnaeus, 1766, *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758), *Butorides striata* (Linnaeus, 1758), *Egretta caerulea* (Linnaeus, 1758), *Egretta thula* (Molina, 1782), *S. zonaris*, *Pandion haliaetus* (Linnaeus, 1758), *Rupornis magnirostris* (Gmelin, 1788), *Falco sparverius* (Linnaeus, 1758), *Milvago chimachima* Viellot, 1816, *Forpus conspicillatus* (Lafresnaye, 1848), *Pionus chalcopterus* (Fraser, 1841), *Pionus menstruus* (Linnaeus, 1766), *Amazilia franciae* (Bourcier & Mulsant, 1846), *Amazilia saucerrottei* (Delattre & Bourcier, 1846), *Amazilia tzacatl* (De la Llave, 1833), *Chalybura buffonii* (Lesson, 1832), *Chlorostilbon melanorhynchus* Gould, 1860, *Phaethornis guy* (Lesson, 1833), *Picumnus granadensis* Lafresnaye, 1847, *Thamnophilus multistriatus* Lafresnaye, 1844, *Tangara vitriolina* (Cabanis, 1850) y una como Casi Amenazada (NT), *Aburria aburri* (Lesson, 1828). Se reportaron dos especies de aves migratorias, también catalogadas como LC, el águila pescadora *Pandion haliaetus* (Linnaeus, 1758) y el andarrio solitario *Tringa solitaria* A.Wilson, 1813.

## **ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD**

Se propusieron cuatro corredores que pretenden conectar sitios cercanos alrededor del embalse con grandes parches de bosque distantes del embalse. El corredor A tiene una longitud de 18,08 km, el B 19,55 km, el C de 15,99 km, y el D 17,72 km, estos corredores se pueden observar en la en la Figura 3.

## **DISCUSIÓN**

### **EVALUACIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA**

En la cobertura de Bosques que también incluye los tipos de vegetación secundaria, vemos un incremento en su área de cobertura en el periodo de 1986 a 1996 en 43,21 ha equivalentes a un 1,17 %, para el siguiente periodo de evaluación (2016), esta cobertura aumenta en 206,64 ha (5,64 %). El incremento en la cobertura boscosa en los periodos de evaluación, se debe posiblemente al control ejercido por parte al administrador del embalse sobre la protección y vigilancia de sus ecosistemas dentro del AI. Un aspecto que también pudo haber beneficiado al incremento de las áreas boscosas es que gracias a la posible vigilancia de los ecosistemas, las coberturas de vegetación secundaria altas y bajas, fueran ganando mayor porte gracias a su propia dinámica interna. Los Pastos presentan alteraciones variables en los periodos de evaluación, pasando del 29,69 % en el año de 1986 al 18,62 % en 1996, incrementando de nuevo su área en el año 2016 hasta un 28,53 % de ocupación. Por su parte la cobertura de Suelo desnudo si presenta una tendencia marcada a la pérdida de área con el transcurso del tiempo, pasando del 29,22 % en el año 1986 y 26,66 % en 1996, hasta llegar al 13,93 % en el 2016, perdiendo en un total de 15,29 % equivalentes a 560,74 ha en el periodo 30 años evaluados. Gran parte de esta disminución en las áreas de Suelo desnudo se debe principalmente al aumento en los niveles del embalse.

## **ÍNDICE DE FRAGMENTACIÓN**

El Índice de Fragmentación para la cobertura de Bosque, nos muestra una tendencia de aumento en el valor del índice en el transcurso de los 30 años evaluados, lo cual nos indica una disminución en el grado de fragmentación de la cobertura en el mismo periodo. Las métricas de paisaje a nivel de clase muestran que si bien el número de parches (NP)

disminuyó, hubo un incremento en el tamaño del área de cada uno de ellos (AREA\_MN), es decir que los parches existentes en el año de 2016 aumentaron en áreas en comparación con los parches evaluados en 1986. Lo anterior se debe posiblemente al control ejercido por los operadores del embalse, en la creación de una zona de protección al rededor del embalse, lo cual pudo haber repercutido en la disminución de las actividades de deforestación de las coberturas boscosas y de vegetación secundaria.

La cobertura de pastos presenta una disminución drástica en su índice de fragmentación en los primeros 10 años de evaluación, pasando de 1,89 hasta 0,72. En los últimos 20 de años de evaluación, es decir de 1996 hasta el 2016 la cobertura presenta una recuperación en su índice, alcanzando el 1,60. En los primeros 10 años la cobertura disminuye el área total de sus parches pero aumenta el número de ellos considerablemente, de esta forma concluimos que la razón principal para la disminución del índice está dada principalmente por la disminución en el área total de los parches, independientemente de que el número de los parches haya aumentado. En los últimos 20 años, sucede lo contrario, disminuye el número de los parches pero aumenta el área total de ellos, razón por la cual el índice presenta un valor mayor, aunque por debajo del valor inicial en el año 1986.

Para la cobertura de Suelo desnudo nos muestra para los 30 años de evaluación, una tendencia marcada a la disminución en el Índice de Fragmentación, lo anterior nos explica que la cobertura presenta un aumento en el grado de fragmentación, este aumento se explica gracias al aumento del número de parches y a una disminución considerable en el área total. La disminución del área total de la cobertura tiene que ver mucho con el aumento en el área superficial del embalse, cubriendo así muchos sectores de suelo desnudo que en los años anteriores si se veían reflejados.

## CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA

En el estudio de caracterización de flora y fauna en los alrededores del embalse, radica en la importancia que tienen las especies en el desarrollo de los corredores de conectividad que se puedan aplicar y el beneficio que pueden tener estas en su desplazamiento a través de ellos. Si bien en la caracterización no se encontraron especies con estatus de conservación Vulnerable, En Peligro o En Peligro Crítico, si se reportaron especies es categoría de Menor Preocupación, en veda y en los apéndices CITES, estas serán las principales especies que podrán verse beneficiadas con el establecimiento de los corredores de conectividad.

Árboles como el jigua blanco *C. triplinerve*, la mano de oso *S. morototoni* y el cucharo *M. pellucida*, fueron las especies más importantes en las coberturas de bosque y vegetación secundaria, por tanto son las especies indicadas junto a otras especies nativas, para emplearlas en los planes de siembra y repoblamiento en las zonas que se requieran de los corredores de conectividad que en este estudio se presentan. La UICN (2015) por ejemplo, destaca a *S. morototoni* como una especie ideal con características para restaurar diferentes ecosistemas. Es importante contemplar la implementación de metodologías de rescate y reubicación de plántulas y adecuación de viveros, para garantizar unas condiciones óptimas de las plantas a la hora de la siembra en los corredores diseñados. Junto a estas tres especies, se deben considerar a especies como el nogal *C. alliodora* y los helechos arbóreos *C. microdonta* y *C. horrida*, los cuales son importantes en la dinámica y ecorestauración de ecosistemas estratégicos, actuando como pioneras en la sucesión vegetal y colonizando ambientes donde la formación de suelo es incipiente (Giraldo y Mejía, 2002).

Por su parte y en general toda la fauna presente en el área de estudio, se verá beneficiada con la conectividad de los parches de bosque, no sólo las catalogadas en amenaza o reportadas en los apéndices CITES. El beneficio no es solamente para las especies, las cuales podrán desplazarse a través de los corredores y favorecer el intercambio genético interpoblacional (Gurrutzaga y Lozano, 2008), sino también para los ecosistemas, los cuales gracias a la capacidad de dispersión de semillas por parte de las aves y mamíferos frugívoros principalmente, aumentaran su diversidad gracias a la llegada de nuevas especies. Entre las principales especies dispersoras de semillas reportadas en la caracterización, encontramos al zorro perro *C. thous* (Rodríguez y Molina, 2000) el guatín *D. punctata* (Lozano, 2010), la ardilla *S. granatensis* (Quimbay y Rojas, 2015) los murciélagos *Carollia* sp. y *Artibeus* sp., y las aves Carriquí *Cyanocorax yncas* (Boddaert, 1783) (Hilty y Brown, 2001) *Coereba flaveola* (Linnaeus, 1758) (Rodríguez, Rueda y Gutiérrez, 2008) entre otros. Además se reportaron seis (6) especies de colibríes (ver Tabla 4), los cuales son claves en el proceso de polinización de los ecosistemas.

## **ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD**

Los puntos de inicio de los cuatro corredores se escogieron en los parches más representativos en las riberas del embalse mientras que para los puntos de llegada, se escogieron los parches de bosques más distales y grandes del polígono de estudio.

El punto de inicio del corredor A se ubica en el sector nor-oriental del embalse en la vereda La Toma del municipio de Buenos Aires y finaliza en la vereda Mazamorrero del municipio de Santander de Quilichao. El corredor C inicia en el costado sur-occidental del embalse en

la vereda Buena Vista del municipio de Suarez y finaliza en la vereda Brisas del municipio de Morales. El punto final de este corredor que es el más corto de los cuatro, se encuentra en una gran extensión de parche boscoso que conecta con el Parque Nacional Natural Munchique, área natural protegida que se encuentra en el departamento del Cauca con una extensión de 44000 ha destinadas a la restauración y conservación. Al encontrarse cerca de este parque, convierte a este corredor como el principal a tener en cuenta a la hora de establecer la conectividad ecológica. El corredor B, el cual es el más largo, también inicia en la vereda Buena Vista del municipio de Suarez y finaliza en la vereda Los Quingos del municipio de Morales. El punto de llegada de este corredor también se encuentra en una gran extensión de cobertura boscosa. El punto de inicio de corredor D inicia al costado sur-oriental en la cola del embalse, específicamente en la vereda Sobrerillo del municipio de Morales y finaliza en la vereda Cajibío del municipio del mismo nombre.

Un aspecto importante para resaltar es que los cuatro corredores analizados atraviesan áreas declaradas como prioridad de conservación nacional CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social), los cuales se caracterizan por ser ecosistemas en donde se concentran funciones naturales de las cuales dependen de manera especial y significativa, bienes y servicios ecológicos vitales para el mantenimiento de la sociedad y de la naturaleza (Márquez *et al.*, 2010). Los corredores A y D, son los que mayor área transitan por estas áreas, siendo el D el que mayor área abarca, convirtiéndolo en el segundo corredor en importancia para ser implementado.

Para un mayor éxito en el establecimiento de las redes de conectividad, es indispensable realizar procesos de restauración de los ecosistemas del AI del embalse, teniendo en cuenta



que los Bosques sólo representan el 16 % del área total, mientras que los Pastos y el Suelo desnudo representan el 28,53 % y 13,93 % respectivamente (ver Tabla 2); la restauración ayudará a que las redes propuestas tengan un mayor efecto sobre la movilidad y dispersión de las especies que habitan los alrededores del embalse. EPSA con el apoyo de la Universidad del Cauca ha implementado un vivero ubicado en la vereda Unión Hatillo del municipio de Morales desde el año 2016, con el fin de producir plántulas que ayudarán a reforestar 20 ha en lugares de nacimientos de agua, zonas erosionadas, y espacios de conservación y captaciones de acueductos veredales ubicadas en el AI de la central hidroeléctrica (CELSIA, 2016).

Es importante tener en cuenta dentro del proceso de implementación de los corredores ecológicos, incluir metodologías para evaluar la efectividad del manejo de estos corredores, las cuales permitan alcanzar los objetivos de conservación y sostenibilidad, como el propuesto por Canet (2011). De igual forma, hay que incorporar a las comunidades locales cercanas a los corredores, con el objetivo de brindarles educación ambiental y que puedan ser partícipes de las actividades de restauración y preservación de los corredores, de esta forma se podría preservar los recursos naturales de manera sostenible y garantizar el éxito de la implementación en la conectividad estructural y funcional de los corredores.

## **CONCLUSIONES**

- La fragmentación de los ecosistemas presentes en el AI del embalse de Salvajina, han sido causados principalmente por la actividad del hombre gracias a las prácticas de

minería, agricultura y ganadería. A pesar de lo anterior, se evidencia un incremento en el área de la cobertura boscosa desde el inicio en entrada de operación del embalse.

- En los 30 años evaluados el número de parches de bosque disminuyó, pero el tamaño de los parches existentes en el año 2016, aumentaron en área en comparación con los parches evaluados en 1986.
- Ciertas especies de flora y fauna que presentan estatus de conservación de Preocupación Menor (LC), y algunas especies vedadas como los helechos arbóreos, los cuales se encuentran vedados para su aprovechamiento a nivel nacional, son las principales especies que se pueden ver beneficiadas con el establecimiento de los corredores ecológicos en el AI del embalse. Otras especies reportadas en las coberturas boscosas y de vegetación secundaria, pueden ser benéficas en la implementación de los corredores, gracias a su adaptabilidad y establecimiento dentro de los corredores.
- Los corredores C y D analizados, son los más indicados para realizar el establecimiento de conexión ecológica, debido a su paso y proximidad por áreas destinadas a la restauración y conservación. Para que el proceso de conectividad ecológica del embalse sea exitoso, es necesario realizar actividades de restauración y conservación en las áreas más próximas al embalse.

### **AGRADECIMIENTOS**

El autor agradece a la empresa Servicios Ambientales y Geográficos S.A por la financiación de parte de los estudios de maestría realizados, a la empresa EPSA por los datos relacionados al archivo formato shp del AI del embalse y la caracterización de flora y

fauna del lugar de estudio. De igual forma agradece al Geólogo Gustavo Adolfo Alzate por la colaboración y asesoría en las metodologías SIG.

## REFERENCIAS

Alcaldía municipal de Suarez. (2012). *Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo del Municipio de Suarez Cauca 2012 – 2015*.

Alcaldía municipal de Morales. (2002). *Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Morales Departamento del Cauca*.

Alcaldía municipal de Morales. (2012). *Plan de Desarrollo Morales Cauca “Huellas para el futuro” 2012 – 2015*.

Antrop, M. (2004). Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape Urban Planning*, 67, 9-26. doi: [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(03\)00026-4](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(03)00026-4)

Alonso, A. M. (2014). *Evaluación de la conectividad estructural y funcional, bajo la implementación de escenarios de reforestación en el corredor Podocarpus – Yacuambi, Ecuador*. (Tesis de maestría). Costa Rica: CATIE.

Bennett, A. F. (1999). *Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation*. Suiza: IUCN.

Burel, F., y Baudry, J. (2002). *Ecología del Paisaje. Conceptos, Métodos y Aplicaciones*. España: Ediciones Mundi-Prensa Libros S.A.

Camprodon, J. (2001). Tratamientos forestales y conservación de la fauna vertebrada. En Camprodon J, Plana, E., editor(s). *Conservación de la biodiversidad y gestión*

*forestal. Su aplicación en la fauna vertebrada.* Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona.

Canet, L., Finegan, B., y Herrera, B. (2011). *Metodología para la evaluación de la efectividad del manejo de corredores biológicos.* Turrialba, Costa Rica: CATIE.

CELSIA. (2016). Salvajina avanza, avanzamos juntos. Boletín Febrero 2016 / Edición 02 (11 noviembre 2018) Disponible en: <http://www.celsia.com/Portals/0/Documentos/PDF/salvajina-avanza/boletin-salvajina-002.pdf>.

Cerda, J., y Villarroel, L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: coeficiente de Kappa. *Rev chil pediatr*, 79(1), 54-58.

Céspedes, M. V. (2006). *Diseño de red ecológica de conservación entre la Reserva de Biosfera La Amistad y las áreas protegidas del Área de conservación Osa, Costa Rica.* (Tesis de maestría). Costa Rica: CATIE.

Convención sobre Comercio Internacional de Especies de Flora y Fauna Silvestres (CITES). (2017). Especies CITES. Disponible en: <https://cites.org/sites/default/files/eng/app/2017/E-Appendices-2017-10-04.pdf>

Donald, P. F. (2004). Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conserv Biol*, 18, 17–37.

Dynesius, M., y Nilsson, C. (1994). Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science*, 266, 753-762.

- Escudero, A., Iriondo, J. M., y Albert, M. J. (2002). *Biología de Conservación, nuevas estrategias bajo diferentes perspectivas. Ecosistemas*. (4 enero 2019). Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/256/252>.
- Forman, R. T., Sperling, D., y Bissonette, J. A. (2003). *Road ecology: science and solutions*. Washington: Island Press.
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plants species diversity. *Evol Biol.*, 15, 1-84.
- Giraldo, F., y Mejía, S. (2002). *Catalogo ilustrado Helechos Arbóreos de Antioquia*. Medellín: Corantioquia y Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe.
- Gurrutxaga, M. (2003). *Índices de fragmentación y conectividad para el indicador de biodiversidad y paisaje de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Bilbao: Gobierno Vasco.
- Gurrutxaga, M., y Lozano, P. J. (2010). Causas de los procesos territoriales de fragmentación de hábitats. *Invest espac.*, 33, 147-158.
- Harris, L. D. (1984). *The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation o biotic diversity*. Chicago: University of Chicago.
- Hilty, S. L., y Brown, W. L. (2001). *Guía de las Aves de Colombia*. Princeton, NJ: Princetn. Univ. Press. 1030 p.

- Hector, T. S, Carr, M. H., y Zwick, P. D. (2000). Identifying a Linked Reserve System Using a Regional Landscape Approach: the Florida Ecological Network. *Conserv Biol.*, 14, 984-1000.
- ISA-JAUM. (2004). *Propuesta metodológica de parcelas normalizadas para los inventarios de vegetación*. Medellín: Equipo de investigación Convenio ISA-JAUM.
- Kappelle, M., van Vuuren, M. M. I., y Baas, P. (1998). Effects of climate change on biodiversity: A review and identification of key research issues. *Biodiversity and Conservation*, 8, 1383-1397.
- Lozano, L. A. (2010). *Abundancia relativa y distribución de mamíferos medianos y grandes en dos coberturas vegetales en el santuario de fauna y flora Otón Quimbaya mediante el uso de cámaras trampa*. (Tesis de pregrado). Bogotá: Universidad Javeriana.
- Márquez, G., y Valenzuela, E. (2010). Estructura ecológica y ordenamiento territorial ambiental: aproximación conceptual y metodológica a partir del proceso de ordenación de cuencas. *Gestión y ambiente*, 11(2), 137-148.
- McGarigal, K., y Marks, B. J. (1995). Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *USDA Forest Service General Technical Report PNW-351*. 122 p. doi: <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>
- Mckinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biol Conserv.*, 127, 247-260.

- Música, M., de Lucio, J. V., Martínez, C., Sastre, P., Atauri-Mezquida, J. A., y Montes, C. (2002). *Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos*. Andalucía: Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.
- Murrieta, E., Finegan, B., Delgado, D., Villalobos, R., y Campos, J. J. (2006). Propuesta para una red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente*, 51-52, 69-76.
- Parra, A. (2014). *Análisis Digital de Imágenes de Teledetección. Teoría y Práctica*. Mérida: Universidad de los Andes.
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R., y Massardo, F. (2001). *Fundamentos de conservación biológica; perspectivas latinoamericanas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Quimbay, J. F., y Rojas, R. (2015). Frugivoría y dispersión de semillas de la palma *Oenocarpus batua* en dos regiones con diferente estado de conservación. *Actual Biol.*, 37(102), 33-45.
- Ralph, C. J., Geupel, P. P., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., y Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para monitoreo de aves terrestres*. Albany (CA): Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

- Ramírez, C., Santacruz, S., Bocanegra, R., y Sandoval, M. (2010). Incidencia del embalse de salvajina sobre el régimen de caudales del río cauca en su valle alto. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 9, 89-99.
- Rodríguez, J., Rueda, J. V., y Gutiérrez, T. D. (2008). *Guía ilustrada de fauna del santuario de vida silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia*. Bogotá: Editorial Panamericana.
- Rodríguez, R., y Molina, B. (2000). *El zorro de monte (Cerdocyon thous) como agente dispersor de semillas de palma. Estudios realizados en la Estación Biológica Potrerillo de Santa Teresa. Reserva de Biosfera Bañados del Este*. Rocha, Uruguay: PROBIDES.
- Salem, B. B. (2003). Application of GIS to biodiversity monitoring. *J Arid Environ.*, 54, 91-114.
- Sarmiento, F. O. (2000). *Diccionario de Ecología, paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Ecuador: Editorial Abya Yala.
- Solari, S., Muñoz-Saba, Y, Rodríguez-Mahecha, J., Defler, T., Ramírez-Chaves H. y Trujillo F. (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical.*, 20(2): 301-365.
- Turner, M. (1990). Spatial and temporal analysis of landscape patterns. *Landsc Ecol.*, 4(1), 21-30.



Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2015). Especies para restauración. (6 enero 2019]) Disponible en: [https://www.especiesrestauracion-uicn.org/data\\_especie.php?sp\\_name=Schefflera%20morototoni](https://www.especiesrestauracion-uicn.org/data_especie.php?sp_name=Schefflera%20morototoni)

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (2018). Lista Roja de especies 2018-2. 2018. (17 de febrero 2019]) Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/species/699/22197347>

Vila, J., Varga, D., Llausas, A., y Ribas, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Doc Anal Geogr.*, 48, 151-166.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., y Umaña A. (2006). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad: 185-226 (en) Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

## TABLAS Y FIGURAS

**Tabla 1. Porcentajes de prioridad y valores de vulnerabilidad para las cinco variables físico-ambientales**

Variable	Característica	Vulnerabilidad	Porcentaje de prioridad	Supuesto
Pendiente	0 – 33,3%	1 (alta)	20%	A menor pendiente, mayor vulnerabilidad (más susceptible a la deforestación).
	33,3%- 66,6%	2 (media)		
	> 66,6%	3 (baja)		
Distancia a caminos	0-100 m	1 (alta)	15%	Cuanto más cerca del camino este el bosque, más vulnerable a la intervención humana.
	100-200 m	2 (media)		
	> 200 m	3 (baja)		

Variable	Característica	Vulnerabilidad	Porcentaje de prioridad	Supuesto
Distancia a ríos	0-100 m	1 (alta)	25%	Cuanto más cerca esté el bosque del río, más alto será el valor para la protección del recurso.
	101-200 m	2 (media)		
	> 200 m	3 (baja)		
Área interior (CORE)	0-100 ha	1 (alta)	30%	Entre más grande el parche, en menos vulnerable y es más prioritario para la conservación.
	100-1000 ha	2 (media)		
	1000 - 13732,29 ha	3 (baja)		
Índice de forma (SHAPE)	24,07 - 36,11	1 (alta)	10%	Parches con tendencia a forma circulares (índice de forma $\approx 1$ ), se consideran menos vulnerables a la degradación.
	12,04 - 24,07	2 (media)		
	1 - 12,04	3 (baja)		

**Tabla 2. Áreas de las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del embalse de Salvajina para los años 1986, 1996 y 2016**

Coberturas de la tierra	1986		1996		2016	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Cuerpos de agua	1165,77	31,79	1626,84	44,36	1513,46	41,27
Bosque	336,90	9,19	380,11	10,36	586,75	16,00
Nube	4,03	0,11	0	0,00	0,00	0,00
Pastos	1088,81	29,69	682,74	18,62	1046,44	28,53
Sombra nube	0,44	0,01	0	0,00	10,03	0,27
Suelo desnudo	1071,55	29,22	977,80	26,66	510,81	13,93
Total	3667,49	100,00	3667,49	100,00	3667,49	100,00

**Tabla 3. Índices de fragmentación calculados para las coberturas analizadas en cada uno de los tres años evaluados**

Coberturas de la tierra	Índice de Fragmentación (F)		
	1986	1996	2016
Cuerpo de agua	2525,39	9903,20	428,36
Bosque	0,11	0,41	0,38
Pastos	1,89	0,72	1,60
Suelo desnudo	3,39	2,61	0,70

**Tabla 4. Listado de especies de fauna encontradas por cobertura en el área de influencia del embalse de Salvajina**

Nombre científico	Nombre común	Bosque	Pastos	Vs	Mcp	Total
<i>Cerdocyon thous</i>	Zorro perro	0	0	1	0	1
<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria	0	2	0	0	2
<i>Mazama americana</i>	Venado	0	0	1	0	1
<i>Artibeus sp.</i>	Murciélago	0	0	1	0	1
<i>Carollia sp.</i>	Murciélago	0	1	0	0	1
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Gurre	1	2	5	0	8
<i>Didelphis marsupialis</i>	Chucha	1	1	2	0	4
<i>Marmosa robinsoni</i>	Chucha comadreja	0	0	1	0	1
<i>Zygodontomys brunneus</i>	Ratón	0	0	1	0	1
<i>Melanomys caliginosus</i>	Ratón	0	0	2	0	2
<i>Cuniculus paca</i>	Guagua	0	1	0	0	1
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatin	1	0	5	0	6
<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla	1	1	2	0	4
<i>Microsciurus sp</i>	Ardilla	1	1	0	0	2
<i>Rhinella marina</i>	Sapo	30	0	1	0	31
<i>Rhinella haematiticus</i>	Sapo	1	0	0	0	1
<i>Pristimantis achatinus</i>	Rana de lluvia	1	0	1	0	2
<i>Colostethus sp</i>		1	0	0	0	1
<i>Spilotes pullatus</i>	Cazadora, coclí	2	0	1	0	3
<i>Anolis auratus</i>	Lagartija	0	1	4	2	7
<i>Anolis tonioi</i>	Lagartija	9	0	3	0	12
<i>Nothocercus bonapartei</i>	Tinamú montañero	1	1	0	0	2
<i>Aburria aburri</i>	Pava negra	0	1	0	0	1
<i>Colius cristatus</i>	Perdiz chilindra	2	0	0	0	2
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor piquipintado	0	0	4	0	4
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	0	0	25	0	25
<i>Ardea alba</i>	Garza real	0	0	6	0	6
<i>Ardea cocoi</i>	Garzón azul	0	0	3	0	3
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita bueyera	0	0	8	0	8
<i>Butorides striata</i>	Garcita rayada	0	0	4	0	4
<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	0	0	4	0	4
<i>Egretta thula</i>	Garza patiamarilla	0	0	14	0	14
<i>Phimosus infuscatus</i>	Coquito	0	0	4	0	4
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	3	21	12	3	39
<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	0	0	3	0	3
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	3	3	1	1	8
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	0	0	1	0	1

Nombre científico	Nombre común	Bosque	Pastos	Vs	Mcp	Total
<i>Milvago chimachima</i>	Pigüa	2	0	3	0	5
<i>Laterallus exiles</i>	Polluela vicolor	2	0	0	0	2
<i>Vanellus chilensis</i>	Pellar teru-teru	0	0	6	0	6
<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos solitario	0	0	4	0	4
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza	0	2	0	2	4
<i>Geotrygon montana</i>	Paloma perdiz rojiza	0	1	0	0	1
<i>Leptotila verreauxi</i>	Tórtola colipinta	3	4	2	2	11
<i>Patagioenas cayannensis</i>	Paloma morada	8	34	2	0	44
<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza naguiblanca	0	1	5	3	9
<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito de anteojos	14	10	6	9	39
<i>Pionus chalcopterus</i>	Cotorra oscura, mocho	11	8	0	2	21
<i>Pionus menstruus</i>	Cotorra cabeciazul	6	1	0	2	9
<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero común	0	10	0	0	10
<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla común	4	2	0	0	6
<i>Tapera naevia</i>	Cuco sin fin	0	0	0	1	1
<i>Megascops choliba</i>	Currucutú	1	0	0	0	1
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Bujío	0	0	1	0	1
<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de collar	0	0	0	150	150
<i>Amazilia franciae</i>	Amazilia andina	0	3	0	0	3
<i>Amazilia saucerrottei</i>	Amazilia coliazul	2	3	1	1	7
<i>Amazilia tzacatl</i>	Amazilia colirrufa	2	8	0	1	11
<i>Chalybura buffonii</i>	Colibrí de Buffon	0	0	0	2	2
<i>Chlorotilbon melanorhynchus</i>	Esmeralda occidental	1	0	0	0	1
<i>Phaethornis guy</i>	Ermitaño verde	1	0	0	0	1
<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador grande	0	0	1	0	1
<i>Momotus subrufescens</i>		3	4	0	1	8
<i>Aulacorhynchus haematopygus</i>	Tucancito culirrojo	2	0	0	0	2
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero real	3	3	0	2	8
<i>Picumnus granadensis</i>	Carpinterito punteado	0	1	0	0	1
<i>Synallaxis brachyura</i>	Chamicero pizarra	0	0	0	2	2
<i>Synallaxis albescens</i>	Chamicero pálido	0	2	0	1	3
<i>Dysithamnus mentalis</i>	Hormiguero tizado	0	2	0	0	2
<i>Thamnophilus multistriatus</i>	Batará barrado	4	2	2	2	10
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranuelo salvador	0	1	0	0	1
<i>Contopus cinereus</i>	Pibí tropical	0	1	0	0	1

Nombre científico	Nombre común	Bosque	Pastos	Vs	Mcp	Total
<i>Elaenia chiriquensis</i>	Elaenia chica	1	1	3	0	5
<i>Elaenia flavogaster</i>	Elaenia copetona	10	16	4	2	32
<i>Mionectes oleagineus</i>	Atrapamoscas ocráceo	2	2	0	0	4
<i>Myiodynastes maculatus</i>	Sirirí rayado	1	0	0	0	1
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	Suelda crestinegra	4	2	1	2	9
<i>Phaeomyias murina</i>	Tiranuelo murino	1	0	0	0	1
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bichofué	2	7	2	2	13
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirirí común	8	13	4	4	29
<i>Tyrannus savana</i>	Tijereta	1	0	2	0	3
<i>Zimmerius chrysops</i>	Tiranuelo cejiamarillo	0	0	0	1	1
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	Cabezón aliblanco	2	0	0	0	2
<i>Vireo olivaceus</i>	Verderón ojiorrojo	0	2	3	4	9
<i>Cyanocorax yncas</i>	Carriquí verdiamarillo	7	11	3	0	21
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina blanquiazul	2	0	0	0	2
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina barranquera	10	12	2	0	24
<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	0	2	3	2	7
<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzal piquianaranjado	1	0	0	0	1
<i>Myadestes ralloides</i>	Solitario Andino	0	2	0	0	2
<i>Turdus ignobilis</i>	Mirla embarradora	6	10	6	4	26
<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte común	2	5	2	2	11
<i>Coereba flaveola</i>	Mieleró común	2	2	2	2	8
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Toche pico-de-plata	4	6	0	2	12
<i>Ramphocelus flammigerus</i>	Toche enjalmado	2	8	0	2	12
<i>Saltator striatipectus</i>	Saltador pío judío	6	16	5	2	31
<i>Schistochlamys melanopsis</i>	Pizarrita sabanera	0	0	2	0	2
<i>Sporophila funereus</i>	Arrocero piquigrueso	0	2	0	0	2
<i>Sporophila nigricollis</i>	Espiguero capuchino	0	0	1	0	1
<i>Tachyphonus rufus</i>	Parlotero malcasado	2	4	0	4	10
<i>Tangara cyanicollis</i>	Tangara real	2	2	0	2	6
<i>Tangara gyrola</i>	Tangara cabecirrufa	2	0	0	0	2
<i>Tangara vitriolina</i>	Tangara rastrojera	6	15	4	4	29
<i>Tesina viridis</i>	Azulejo golondrina	0	2	0	0	2

Nombre científico	Nombre común	Bosque	Pastos	Vs	Mcp	Total
<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo común	4	7	4	2	17
<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero cariamarillo	0	2	2	0	4
<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión copetón	0	4	2	0	6
<i>Basileuterus culicivorus</i>	Arañero cejiblanco	2	4	0	0	6
<i>Leiothlypis fulvicauda</i>	Reinita verderona	2	0	0	0	2
<i>Setophaga pitaiyumi</i>	Reinita dorada	2	0	0	0	2
<i>Icterus chrysater</i>	Turpial montañero	2	5	0	0	7
<i>Psarocolius decumanus</i>	Orpéndola crestada, chilacón	13	10	6	0	29
<i>Euphonia laniirostris</i>	Eufonia gorgiamarilla	0	0	0	4	4

Vs: vegetación secundaria; Mcp: mosaico de cultivos y pastos.

**Tabla 5. Listado de especies de flora (fustales) encontradas en el área de influencia del embalse de Salvajina**

Nombre científico	Ba	Mcpe	Pa	Pe	Pf	Pl	Vsa	Vsb	Total
<i>Aciotis polystachya</i>	0	2	0	165	0	10	8	8	193
<i>Acrocomia aculeata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Adiantopsis radiata</i>	0	0	0	1	0	0	13	0	14
<i>Adiantum × variopinnatum</i>	0	0	0	7	0	0	8	22	37
<i>Aeschynomene sensitiva</i>	0	0	0	349	0	0	0	0	349
<i>Ageratina sp.</i>	0	0	0	88	0	54	6	13	161
<i>Ageratum conyzoides</i>	0	0	0	0	0	51	0	0	51
<i>Aiphanes horrida</i>	0	0	0	0	0	0	9	0	9
<i>Ananas comosus</i>	0	0	0	0	0	0	5	5	10
<i>Andropogon bicornis</i>	0	0	0	120	0	59	0	2	181
<i>Andropogon leucostachyus</i>	0	0	0	8	0	18	0	0	26
<i>Andropogon sp.1</i>	0	0	0	5	0	5	0	0	10
<i>Andropogon sp.2</i>	0	0	0	3	0	1	0	0	4
<i>Annona muricata</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	5
<i>Anthurium clavigerum</i>	0	0	0	0	0	0	12	0	12
<i>Asteraceae Indet.1</i>	0	0	5	54	0	81	1	0	141
<i>Asteraceae Indet.2</i>	1	10	0	0	0	0	23	15	49
<i>Austroeupatorium inulifolium</i>	0	18	0	15	0	0	0	1	34
<i>Axonopus sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	2
<i>Baccharis sp.</i>	0	0	0	56	0	30	9	2	97

<b>Nombre científico</b>	<b>Ba</b>	<b>Mepe</b>	<b>Pa</b>	<b>Pe</b>	<b>Pf</b>	<b>Pl</b>	<b>Vsa</b>	<b>Vsb</b>	<b>Total</b>
<i>Baccharis inamoena</i>	0	10	0	29	0	2	3	14	58
<i>Bactris cf. setulosa</i>	1	0	0	0	0	0	3	0	4
<i>Banara guianensis</i>	2	0	0	0	0	5	0	6	13
<i>Bidens pilosa</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	5
<i>Blechnum meridense</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Blechnum polypodioides</i>	0	0	0	0	0	0	51	0	51
<i>Calathea latifolia</i>	23	0	0	0	0	0	1	0	24
<i>Calea prunifolia</i>	0	11	1	332	0	236	26	108	714
<i>Calea sp.</i>	0	2	0	43	0	47	1	0	93
<i>Campyloneurum sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	7
<i>Caperonia palustris</i>	0	2	0	0	0	12	0	0	14
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	5	0	0	0	0	5
<i>Casearia aculeata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Casearia sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	6
<i>Cecropia peltata</i>	1	1	0	0	0	0	2	0	4
<i>Cecropia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Cestrum mariquitense</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Chaptalia nutans</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	4
<i>Chelonanthus alatus</i>	0	0	0	36	0	0	0	1	37
<i>Chelonanthus angustifolius</i>	0	0	0	0	0	19	0	0	19
<i>Chiococca alba</i>	4	0	0	0	0	0	1	0	5
<i>Christella dentata</i>	0	0	0	0	0	0	35	0	35
<i>Chromolaena tacotana</i>	0	7	0	3	0	0	10	0	20
<i>Chusquea lehmannii</i>	5	0	0	0	0	0	2	0	7
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	89	4	0	0	0	0	96	5	194
<i>Citrus limon</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	2
<i>Clibadium sp1</i>	0	9	3	561	0	70	44	24	711
<i>Clibadium sp2</i>	0	0	0	0	0	0	16	0	16
<i>Clidemia ciliata</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Clidemia dentata</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Clidemia sericea</i>	6	6	82	1572	9	1693	88	88	3544
<i>Clidemia strigillosa</i>	6	7	0	102	0	1	21	90	227
<i>Cnemidaria horrida</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	3
<i>Coccocypselum lanceolatum</i>	26	0	0	44	22	0	545	166	803
<i>Coffea arabica</i>	0	610	0	0	0	0	0	0	610
<i>Condylidium iresinoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Cordia alliodora</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	6
<i>Cordia cylindrostachya</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Cosmibuena grandiflora</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	2

<b>Nombre científico</b>	<b>Ba</b>	<b>Mepe</b>	<b>Pa</b>	<b>Pe</b>	<b>Pf</b>	<b>Pl</b>	<b>Vsa</b>	<b>Vsb</b>	<b>Total</b>
<i>Critonia morifolia</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Croton costatus</i>	3	1	0	0	0	0	244	0	248
<i>Croton magdalenensis</i>	3	2	0	0	0	1	52	3	61
<i>Cupania latifolia</i>	4	0	0	0	0	0	10	0	14
<i>Cuphea carthagenensis</i>	0	43	0	356	0	526	0	6	931
<i>Cyathea microdonta</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	3
<i>Cybianthus poeppigii</i>	17	0	0	0	22	0	101	2	142
<i>Cyperaceae indet.1</i>	0	1	0	2	0	0	0	0	3
<i>Cyperaceae indet.2</i>	0	0	0	2	0	26	0	0	28
<i>Cyperus sp.</i>	0	0	0	6	0	0	0	0	6
<i>Declieuxia fruticosa</i>	0	0	0	63	0	115	2	0	180
<i>Dendropanax arboreus</i>	29	1	0	0	0	0	38	0	68
<i>Desmodium adscendens</i>	0	8	0	0	0	12	0	0	20
<i>Desmodium sp.</i>	0	0	0	12	0	143	0	0	155
<i>Eleocharis elegans</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Eleocharis filiculmis</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	4
<i>Elephantopus mollis</i>	0	36	0	0	0	0	0	0	36
<i>Emilia sonchifolia</i>	0	153	0	4	0	13	25	0	195
<i>Epidendrum cf. melinanthum</i>	0	0	0	16	0	0	0	0	16
<i>Epistephium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Erigeron bonariensis</i>	0	3	0	26	0	0	0	0	29
<i>Eriosorus sp.</i>	0	0	0	205	0	0	0	26	231
<i>Erythrina poeppigiana</i>	10	0	0	0	0	0	1	0	11
<i>Erythroxylum citrifolium</i>	1	0	0	0	0	0	4	9	14
<i>Escobedia grandiflora</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Euterpe precatória</i>	88	0	0	0	0	0	8	0	96
<i>Ficus brevibracteata</i>	3	0	0	6	0	0	16	0	25
<i>Ficus insipida</i>	2	0	0	0	0	0	2	0	4
<i>Furcraea cabuya</i>	0	0	0	0	0	0	19	12	31
<i>Galactia fiebrigiana</i>	0	6	0	22	0	25	0	1	54
<i>Gliricidia sepium</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	3
<i>Gynerium sagittatum</i>	14	2	0	0	0	0	33	11	60
<i>Heliconia burleana</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	5
<i>Heliocarpus americanus</i>	11	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Heliotropium angiospermum</i>	0	0	0	18	0	14	0	0	32
<i>Henriettea goudotiana</i>	27	0	0	0	1	0	6	0	34
<i>Henriettea sylvestris</i>	1	2	0	1	2	4	68	112	190
<i>Henriettella fascicularis</i>	0	0	0	0	0	0	39	5	44
<i>Henriettella seemannii</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	3



<b>Nombre científico</b>	<b>Ba</b>	<b>Mepe</b>	<b>Pa</b>	<b>Pe</b>	<b>Pf</b>	<b>Pl</b>	<b>Vsa</b>	<b>Vsb</b>	<b>Total</b>
<i>Hygrophila costata</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Hymenaea courbaril</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Hyptis cf. pectinata</i>	0	0	0	19	0	1	0	0	20
<i>Ichnanthus nemorosus</i>	8	32	0	14	16	0	121	9	200
<i>Inga cf. densiflora</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Inga densiflora</i>	4	24	0	0	0	0	6	1	35
<i>Inga macrophylla</i>	2	1	0	0	0	0	1	0	4
<i>Inga sapindoides</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Inga sp1</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Inga ingoides</i>	2	27	0	0	0	1	9	0	39
<i>Justicia sp.</i>	0	9	0	0	0	0	0	0	9
<i>Kohleria affinis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lacistema aggregatum</i>	27	0	0	0	0	0	104	19	150
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	25	1	0	3	7	0	163	43	242
<i>Lantana camara</i>	0	7	0	0	0	3	0	0	10
<i>Lantana trifolia</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	4
<i>Lindsaea stricta</i>	0	0	0	152	6	72	2	36	268
<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Ludwigia peruviana</i>	0	0	0	7	0	0	0	0	7
<i>Lycopodium clavatum</i>	0	0	0	40	0	0	0	0	40
<i>Machaerium moritzianum</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Manihot esculenta</i>	0	24	0	0	0	0	0	0	24
<i>Melochia cf. spicata</i>	0	0	0	19	0	5	0	10	34
<i>Melochia mollis</i>	0	0	0	102	0	55	0	4	161
<i>Meriania speciosa</i>	0	3	0	0	0	0	4	0	7
<i>Miconia albicans</i>	0	40	85	1520	0	219	184	181	2229
<i>Miconia elata</i>	9	2	0	0	0	0	44	7	62
<i>Miconia ibaguensis</i>	2	0	0	0	1	0	15	9	27
<i>Miconia minutiflora</i>	7	0	0	0	0	0	16	5	28
<i>Miconia pterocaulon</i>	1	0	0	1	0	0	22	0	24
<i>Miconia rubiginosa</i>	8	6	9	586	26	50	33	134	852
<i>Miconia rufescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	6
<i>Mimosa albida</i>	0	0	0	6	0	0	0	0	6
<i>Musa paradisiaca</i>	0	129	0	0	0	0	0	0	129
<i>Myrcia splendens</i>	0	0	0	0	0	0	55	0	55
<i>Myrsine pellucida</i>	13	4	0	52	3	4	273	159	508
<i>Nectandra cissiflora</i>	2	0	0	0	0	0	4	0	6
<i>Nectandra purpurea</i>	9	0	0	0	0	0	20	4	33
<i>Nectandra sp.1</i>	4	0	0	0	0	0	3	0	7

<b>Nombre científico</b>	<b>Ba</b>	<b>Mcpe</b>	<b>Pa</b>	<b>Pe</b>	<b>Pf</b>	<b>Pl</b>	<b>Vsa</b>	<b>Vsb</b>	<b>Total</b>
<i>Nectandra sp.2</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Ocotea puberula</i>	0	0	0	0	0	0	17	0	17
<i>Olyra sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Oreopanax obtusilobus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Palicourea sp.</i>	6	0	0	0	0	0	1	5	12
<i>Panicum cf. aciculare</i>	0	2	0	0	0	0	0	1	3
<i>Paspalum lineare</i>	0	3	5	16	0	42	4	3	73
<i>Paspalum saccharoides</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pentaclethra macroloba</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	6
<i>Persea americana</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	2
<i>Persea caerulea</i>	10	2	0	1	0	0	35	21	69
<i>Petrea cf. pubescens</i>	0	0	0	0	0	0	42	0	42
<i>Pharus latifolius</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phyllanthus brasiliensis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Phyllanthus stipulatus</i>	0	0	0	0	0	19	0	0	19
<i>Pinus patula</i>	0	0	2	3	64	0	0	0	69
<i>Piper aduncum</i>	1	0	0	0	0	0	10	1	12
<i>Piper cf. terrabanum</i>	6	0	0	10	0	0	4	1	21
<i>Piper hispidum</i>	41	0	0	0	0	0	30	0	71
<i>Piper terrabanum</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Pitcairnia maidifolia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Poaceae Indet.1</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Poaceae Indet.2</i>	0	8	0	29	0	0	16	45	98
<i>Polygala asperuloides</i>	0	12	0	0	0	13	0	0	25
<i>Pseudelephantopus spiralis</i>	0	16	0	0	0	145	3	0	164
<i>Psidium guajava</i>	0	0	0	1	0	3	0	1	5
<i>Psidium guianense</i>	0	2	0	6	0	2	18	4	32
<i>Psychotria brachiata</i>	12	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Psychotria deflexa</i>	59	0	0	0	0	0	106	0	165
<i>Psychotria micrantha</i>	31	4	0	0	0	0	103	5	143
<i>Psychotria poeppigiana</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Pteridium arachnoideum</i>	0	10	8	446	5	51	44	72	636
<i>Pteris quadriaurita</i>	13	0	0	23	0	0	8	2	46
<i>Rhynchospora globosa</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	3
<i>Rhynchospora rugosa</i>	0	3	4	13	0	151	4	3	178
<i>Ruagea glabra</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Sapium laurifolium</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Saurauia brachybotrys</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Schefflera morototoni</i>	16	6	1	32	7	1	130	84	277

<b>Nombre científico</b>	<b>Ba</b>	<b>Mcpe</b>	<b>Pa</b>	<b>Pe</b>	<b>Pf</b>	<b>Pl</b>	<b>Vsa</b>	<b>Vsb</b>	<b>Total</b>
<i>Scleria sp.</i>	0	3	0	29	0	18	40	29	119
<i>Selaginella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	33	0	33
<i>Setaria geniculata</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	5
<i>Sida linifolia</i>	0	6	0	5	0	0	0	0	11
<i>Sida poeppigiana</i>	0	0	0	3	0	45	0	0	48
<i>Siparuna sp.</i>	1	0	0	4	0	0	4	3	12
<i>Siparuna thecaphora</i>	0	0	0	1	0	7	5	0	13
<i>Solanum hirtum</i>	0	23	0	22	0	2	6	0	53
<i>Spermacoce capitata</i>	0	0	11	63	0	174	1	10	259
<i>Spermacoce sp.</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	6
<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	0	8	0	3	0	4	6	0	21
<i>Sticherus pallescens</i>	0	0	0	75	1	0	7	54	137
<i>Stylosanthes guianensis</i>	0	0	0	14	0	73	0	0	87
<i>Syzygium jambos</i>	16	0	0	1	0	0	23	1	41
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	9	3	0	0	0	0	16	3	31
<i>Thelypteris falcata</i>	0	0	0	20	0	0	2	5	27
<i>Tibouchina lindeniana</i>	0	0	0	9	0	0	0	24	33
<i>Tonina fluviatilis</i>	0	0	0	11	0	0	0	0	11
<i>Tradescantia zanonina</i>	14	0	0	0	0	0	10	0	24
<i>Trichanthera gigantea</i>	7	0	0	0	0	0	3	0	10
<i>Triumfetta sp</i>	0	12	0	0	0	0	0	0	12
<i>Trophis caucana</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Urera baccifera</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Urera caracasana</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Urochloa sp.</i>	0	0	0	6	0	5	2	0	13
<i>Verbesina gigantea</i>	0	0	0	2	0	0	1	0	3
<i>Vernonanthura patens</i>	0	45	0	79	0	1	4	5	134
<i>Viola stipularis</i>	0	2	0	222	0	283	0	10	517

Ba: bosque abierto; Mcpe: mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales; Pa: pasto arbolado; Pe: pasto enmalezado; Pf: plantación forestal; Pl: pasto limpios; Vsa: vegetación secundaria alta; Vsb: vegetación secundaria baja.

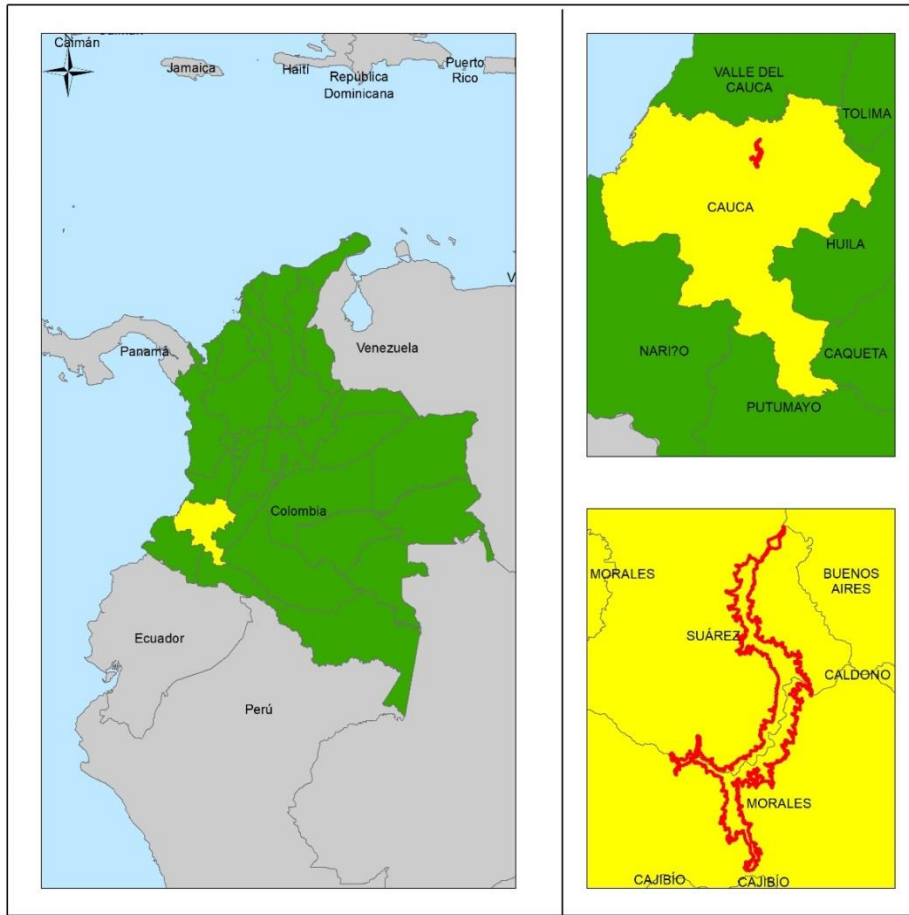
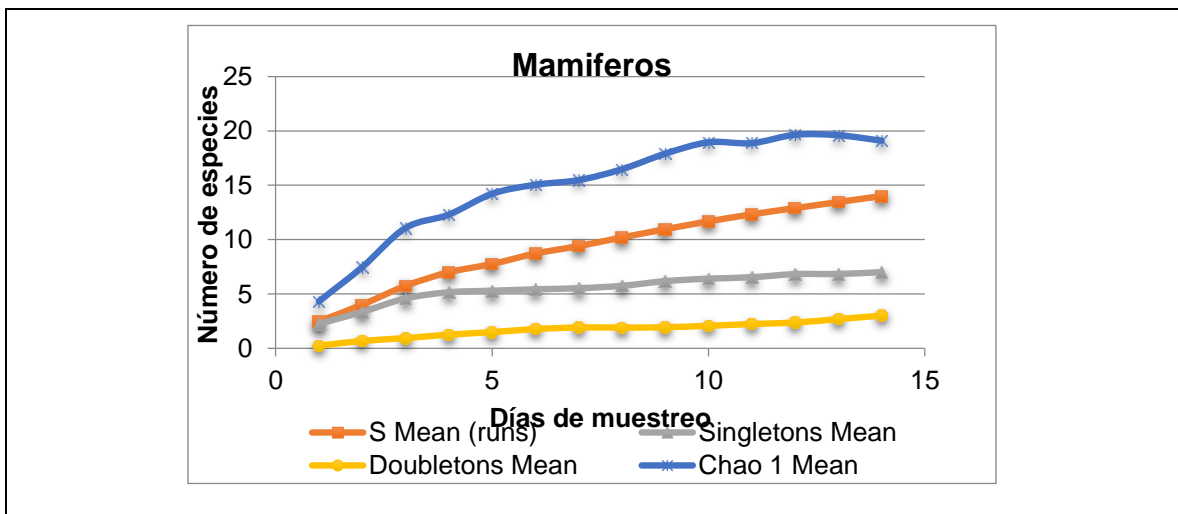


Figura 1. Ubicación del área de influencia del embalse de Salvajina en el departamento del Cauca (Colombia).



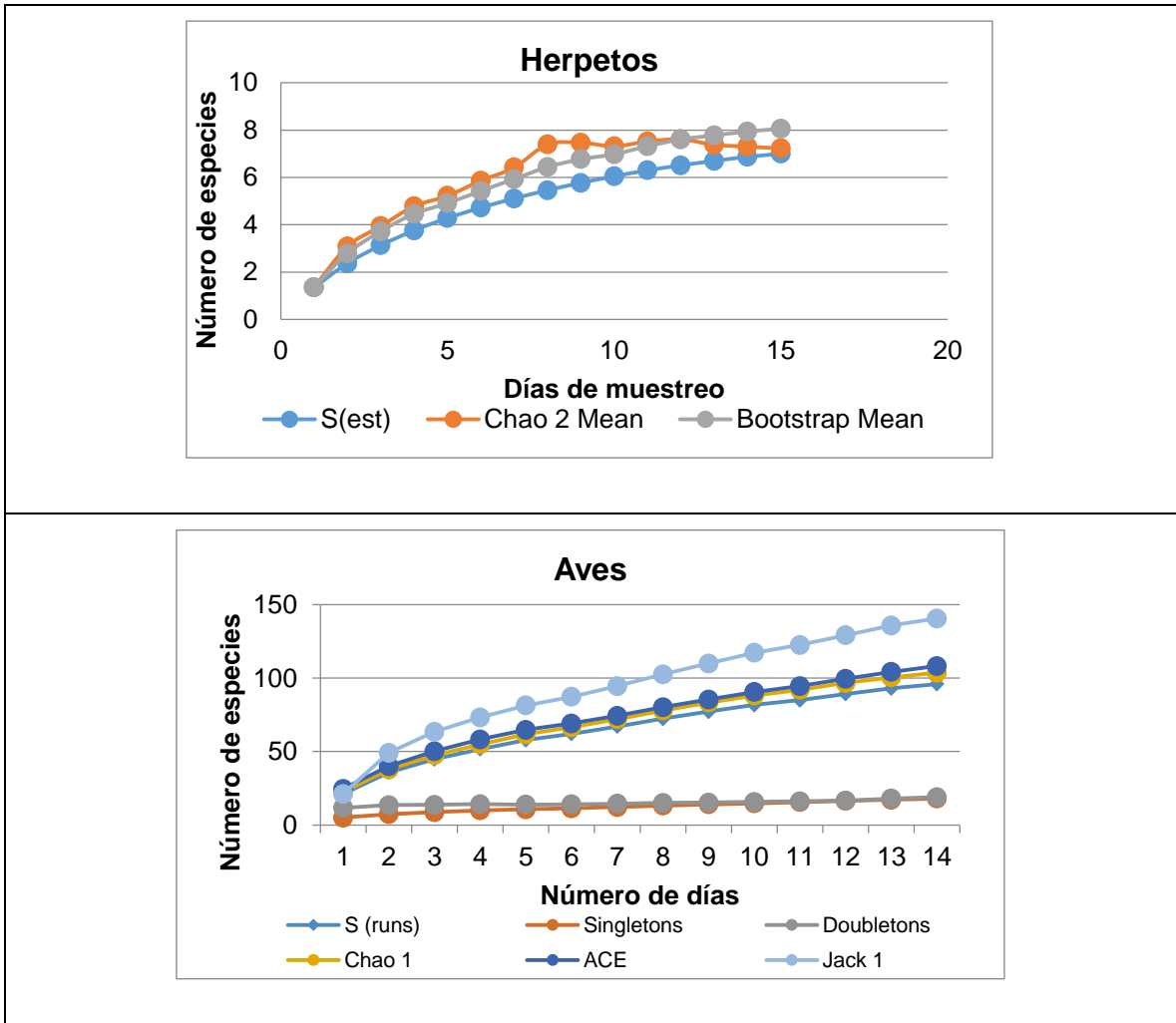


Figura 2. Curvas de acumulación de especies para los grupos de Mamíferos, Herpetos y Aves.

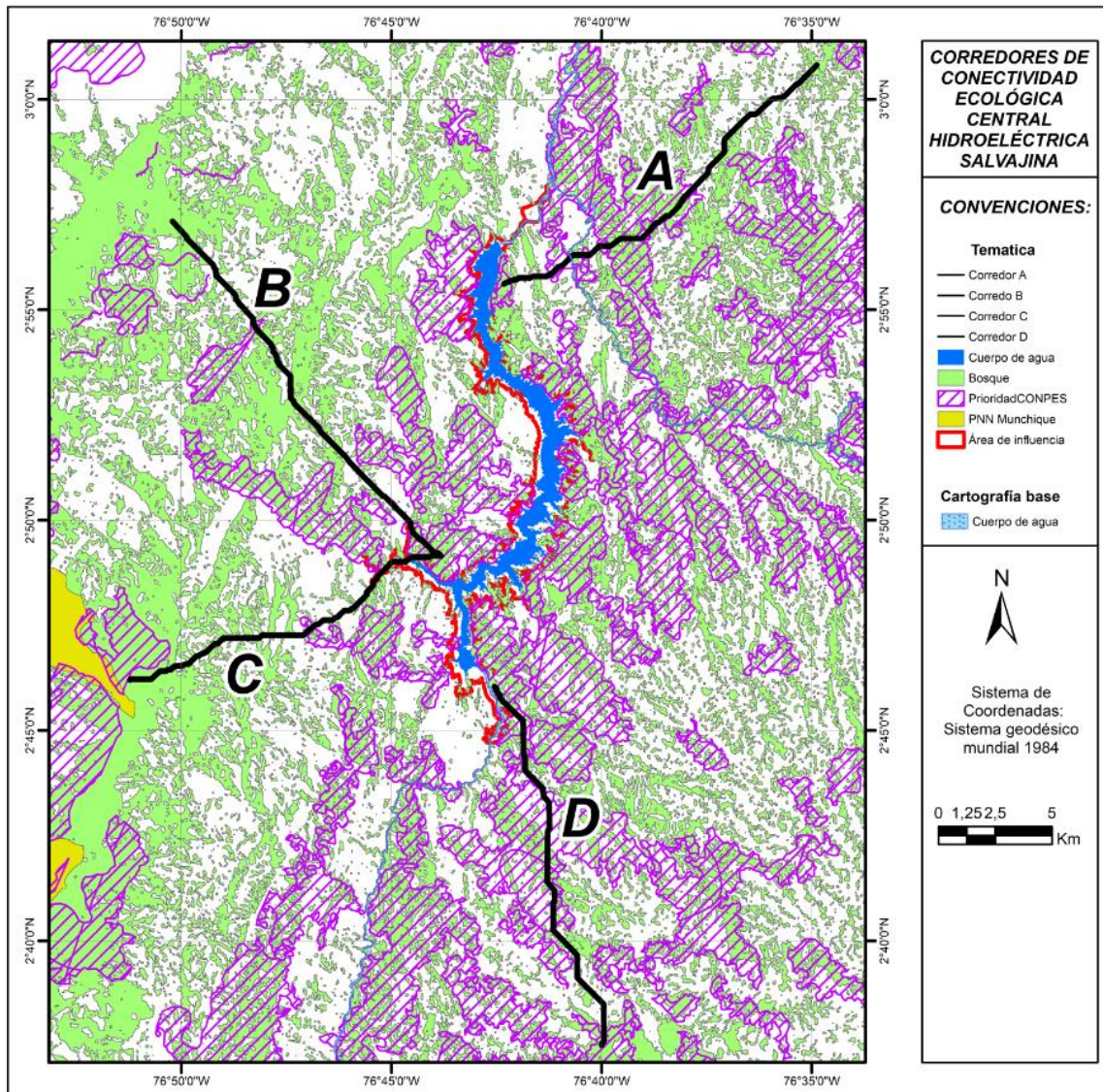


Figura 3. Ubicación de los cuatro corredores de conectividad ecológica analizadas en el embalse de Salvajina en el departamento del Cauca (Colombia).