

UNIVERSIDAD NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR

ESCUELA CIENCIAS GEOGRÁFICAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS CON ÉNFASIS EN ORDENAMIENTO DEL
TERRITORIO

CONECTIVIDAD DEL CORREDOR BIOLÓGICO LAGO ARENAL TENORIO DE ACUERDO
CON LA ESTRUCTURA DEL PAISAJE (2005 Y 2022) Y LA PRESENCIA DE MAMÍFEROS
DURANTE EL AÑO 2020

Trabajo Final de Graduación, en modalidad tesis, sometido a consideración del Tribunal
Examinador de la Escuela de Ciencias Geográficas de la Universidad Nacional para optar al grado
de Licenciatura en Ciencias Geográficas con Énfasis en Ordenamiento del Territorio.

FABIOLA MADRIGAL MONTERO

Heredia, Costa Rica

Agosto, 2024

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Trabajo de Graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Geográficas de la Universidad Nacional, para optar al grado de Licenciatura en Ciencias Geográficas con énfasis en Ordenamiento del Territorio

M.Sc. Daniel Avendaño Leadem

Representante de la Decana de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

Dra. Marilyn Romero Vargas

Representante del Director de la Escuela de Ciencias Geográficas

Dr. Carlos Morera Beita

Tutor

M.Sc. Luis Fernando Sandoval Murillo

Asesor

Dr. Luis Diego Alfaro Alvarado

Asesor

Resumen

En la presente investigación se abordó la temática de la conectividad ecológica del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, la cual abarca la conectividad estructural y funcional. Con respecto a la estructura física del paisaje, se caracteriza por medio de la cobertura de la tierra para los años 2005 y 2022. Esto se realiza a través de edición de entidades espaciales en ArcGis, así como trabajo de campo. Lo anterior da como resultado una predominancia de la categoría de bosque para ambos años, un escaso dinamismo sobre la cobertura de la tierra y una alta conectividad estructural que tiene tendencia al aumento.

En relación con la conectividad funcional, se evalúa la presencia de mamíferos por medio de cámaras trampa durante el año 2020 a nivel de sotobosque y dosel. Entre los resultados obtenidos destacan más de 341 avistamientos en los diferentes sitios de muestreo, así como 23 especies diferentes de mamíferos pequeños y medianos, destacando el armadillo y la zarigüeya con mayor cantidad de registros. También se evidencia la presencia de felinos como puma y manigordo. A su vez, se evidencia que en el área de estudio predominan los mamíferos no carnívoros con patrones nocturnos

Asimismo, la investigación es pionera en el tema de monitoreo de Corredores Biológicos. Aportando no solo al Plan de Gestión elaborado por el SINAC para esta área, sino que contribuye a la planificación y ordenamiento territorial, el cual se enfoca en la conservación y protección de recursos naturales en pro de un desarrollo justamente equilibrado entre la sociedad y la naturaleza.

Índice

I. Introducción	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	5
II. Marco Teórico.....	6
2.1. Geografía y conservación.....	6
2.2. Biogeografía.....	7
2.3. Ecología del Paisaje	8
2.4. Fragmentación en la conectividad estructural del paisaje.....	9
2.5. Corredores biológicos en Costa Rica.....	11
2.6. Conectividad Funcional.....	14
III. Diseño Metodológico.....	16
3.1. Tipo de investigación y enfoque	16
3.2. Descripción del área de estudio.....	16
3.3. Cobertura de la tierra.....	27
3.4. Índice utilizado para evaluar la conectividad estructural del paisaje	33
3.5. Monitoreo de mamíferos	34
IV. Caracterización de la estructura del paisaje del CBLAT para la evaluación de la conectividad estructural de los años 2005 y 2022	38
4.1. Cobertura de la tierra del año 2005	38
4.2. Cobertura de la tierra del año 2022	46
4.3. Comparación de resultados 2005-2022	53
4.4. Índice de conectividad y fragmentación.....	63
V. Evaluación de la presencia de mamíferos durante el año 2020 para el análisis de la conectividad funcional.....	67
5.1. Análisis mensual y anual de especies por sitio de muestreo	67
5.2. Análisis de sitios de muestreo según patrón de horario y zona de vida	87
5.3. Análisis de detección de mamíferos según época seca/lluviosa y carnívoros/no carnívoros.....	90
5.4. Mamíferos y el nivel de amenaza.....	94
VI. Conclusiones y recomendaciones	98
VII. Anexos	100
VIII. Referencias Bibliográficas	101

Índice de figuras

Figura 1.	Ganadería en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio.....	20
Figura 2.	Comercio en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio.....	20
Figura 3.	Cámara trampa a nivel de sotobosque.....	34
Figura 4.	Equipo de escalada utilizado para instalar cámara trampa en dosel.....	35
Figura 5.	Categorías de cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, año 2005.....	39
Figura 6.	Porcentaje de fragmentos según cobertura de la tierra en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005.....	44
Figura 7.	Fragmentos por categoría de cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio para el año 2005.....	45
Figura 8.	Categorías de cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, año 2022.....	47
Figura 9.	Porcentaje de fragmentos según cobertura de la tierra en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022.....	51
Figura 10.	Fragmentos por categoría de cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio para el año 2022.....	52
Figura 11.	Porcentaje de cobertura de fragmentos del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005-2022.....	55
Figura 12.	Número de fragmentos por categoría de cobertura de la tierra 2005-2022.....	56
Figura 13.	Porcentaje de cobertura del tamaño medio del fragmento en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005-2022.....	58
Figura 14.	Tamaño medio del fragmento en Ha y PSSD por categoría de cobertura de la tierra en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio 2005-2022.....	59
Figura 15.	Porcentaje de Ha por categoría de cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005-2022.....	61
Figura 16.	Ha total por categoría de cobertura de la tierra 2005-2022.....	62
Figura 17.	Avistamiento mensual de especies, Sky sotobosque, 2020.....	68
Figura 18.	Avistamiento anual de especies, Sky sotobosque, 2020.....	69
Figura 19.	<i>Dasyprocta punctata</i>	69
Figura 20.	<i>Leopardus pardalis</i>	70
Figura 21.	Cantidad de avistamientos según horario, Sky sotobosque, 2020.....	70
Figura 22.	Avistamiento mensual de especies, Sky dosel, 2020.....	71
Figura 23.	Avistamiento anual de especies, Sky dosel, 2020.....	71
Figura 24.	Avistamiento mensual de especies, Tilawa sotobosque, 2020.....	73
Figura 25.	Avistamiento anual de especies, Tilawa sotobosque, 2020.....	74

Figura 26.	<i>Dasypus novemcinctus</i>	74
Figura 27.	Cantidad de avistamientos según horario, Tilawa sotobosque, 2020.....	75
Figura 28.	Avistamiento mensual de especies, Tilawa dosel, 2020	76
Figura 29.	Avistamiento anual de especies, Tilawa dosel, 2020	76
Figura 30.	Cantidad de avistamientos según horario, Tilawa dosel, 2020	77
Figura 31.	Avistamiento mensual de especies, La Guaria sotobosque, 2020.....	78
Figura 32.	Avistamiento anual de especies, La Guaria sotobosque, 2020	79
Figura 33.	<i>Puma concolor</i>	79
Figura 34.	Cantidad de avistamientos según horario, La Guaria sotobosque, 2020.....	80
Figura 35.	Avistamiento mensual de especies, La Guaria dosel, 2020	81
Figura 36.	<i>Didelphis marsupialis</i>	81
Figura 37.	Avistamiento anual de especies, La Guaria dosel, 2020	82
Figura 38.	Cantidad de avistamientos según horario, La Guaria dosel, 2020	82
Figura 39.	Avistamiento mensual de especies, Mystica sotobosque, 2020	83
Figura 40.	Avistamiento anual de especies, Mystica sotobosque, 2020.....	84
Figura 41.	Cantidad de avistamientos según horario, Mystica sotobosque, 2020	84
Figura 42.	Avistamiento mensual de especies, Mystica dosel, 2020.....	85
Figura 43.	Avistamiento anual de especies, Mystica dosel, 2020	86
Figura 44.	Cantidad de avistamientos según horario, Mystica sotobosque, 2020.....	86
Figura 45.	Avistamientos según patrón de horario por sitio de muestreo, 2020	88
Figura 46.	Avistamientos según patrón de horario por especie, 2020.....	89
Figura 47.	Avistamientos durante la época seca y lluviosa	92
Figura 48.	Total, de avistamientos de especies carnívoras/no carnívoras	94
Figura 49.	Nivel de amenaza según UICN	96
Figura 50.	Nivel de amenaza según MINAE	97

Índice de mapas

Mapa 1.	Corredores Biológicos y Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica, 2024.....	13
Mapa 2.	Ubicación y división político-administrativa del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022	18
Mapa 3.	Áreas Silvestres Protegidas y Corredores Biológicos adyacentes al Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022	22
Mapa 4.	Zonas de vida del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022.....	26
Mapa 5.	Puntos de muestreo para corroborar la cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022	29
Mapa 6.	Ubicación sitios de muestreo del monitoreo de mamíferos del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2020	36
Mapa 7.	Cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio para el año 2005 .	43
Mapa 8.	Cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio para el año 2022 .	50
Mapa 9.	Cambios en la cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005-2022.....	54
Mapa 10.	Conectividad y fragmentación del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, año 2005.....	64
Mapa 11.	Conectividad y fragmentación del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, año 2022.....	66

Índice de tablas

Tabla 1.	Población de los distritos con mayor extensión del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio	19
Tabla 2.	IDS de los principales distritos del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio.....	19
Tabla 3.	Zonas de vida del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio.....	25
Tabla 4.	Cambio cobertura 2020-2022.....	30
Tabla 5.	Cobertura de la tierra del 2005 y 2022.....	30
Tabla 6.	Matriz de cambios 2005-2022.....	32
Tabla 7.	Cobertura identificada en el año 2005, número de fragmentos, tamaño medio del fragmento y área total.....	38
Tabla 8.	Cobertura identificada en el año 2022, número de fragmentos, tamaño medio del fragmento y área total.....	46
Tabla 9.	Resumen de avistamientos por sitio de muestreo.....	87
Tabla 10.	Avistamientos por mes y clasificación en carnívoros/no carnívoros.....	91
Tabla 11.	Nivel de amenaza de especies según UICN y MINAE	95

Agradecimientos

Gracias a mi familia, por apoyarme desde el día uno.

A mi madre y padre, por no soltarme nunca.

A María Celeste, Natalia y José Pablo, por todo el apoyo brindado.

Gracias, Amanda, por ser esa luz de esperanza que necesitaba.

A Luna, Harry, Andy, Milly y Bruno, por también ser parte del soporte emocional durante este proceso.

Muchas gracias a mis amigos, colegas, académicos y demás personas, quienes se involucraron en el desarrollo de esta investigación.

Acrónimos

ACAT: Área de Conservación Arenal Tempisque.

CB: Corredores biológicos.

CBLAT: Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio.

CORAC: Consejo Regional del Área de Conservación.

ICOMVIS: Instituto Internacional de Conservación y Manejo de Vida Silvestre.

IDS: Índice de Desarrollo Social.

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía.

PNCB: Programa Nacional de Corredores Biológicos.

SIG: Sistemas de Información Geográfica.

SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación.

SNIT: Sistema Nacional de Información Territorial.

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

I. Introducción

La investigación aborda el análisis de la conectividad estructural (estructura del paisaje) y funcional (presencia de mamíferos) en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio (CBLAT) ubicado en los cantones de Tilarán y San Carlos. El presente apartado comprende los aspectos introductorios de la investigación. A continuación, se desarrolla el planteamiento del problema, la justificación y objetivos.

1.1. Planteamiento del problema

La geografía es una ciencia que tiene como objeto de estudio la relación sociedad-naturaleza que se desarrolla en un determinado espacio. Dicha relación integra elementos naturales y sociales que son estudiados en conjunto. Para Morera, Romero y Sandoval (2013) la geografía aborda interacciones de características físicas, biológicas y socioculturales de la superficie de la Tierra. La ciencia geográfica se caracteriza por ser interdisciplinar, ya que al estudiar aspectos sociales y naturales en conjunto permite analizar de manera holística los espacios, los cuales son alterados y configurados constantemente por diversas actividades antrópicas.

Lo anterior acarrea repercusiones ambientales como fragmentación de ecosistemas, pérdida de biodiversidad, cambios drásticos en la estructura del paisaje, entre otras. En relación con ello, se ha evidenciado que la fragmentación de ecosistemas amenaza la conectividad ecológica de los espacios naturales, lo cual según Cambroner, Marín y Reyes (2019) genera un deterioro en la trama verde y hace que las especies migren.

En concordancia, la conectividad ecológica engloba a su vez, la conectividad estructural y funcional. Donde el primer término se refiere a la estructura física del paisaje que, según Ortega (2009), debe ser adecuada para que la fauna se movilice para obtener los recursos que necesitan y con esto propiciar los efectos ecológicos como la dispersión de semillas, aumento de variabilidad genética, entre otros. Con respecto a la conectividad funcional el mismo autor menciona que es la respuesta de comportamiento que tienen las especies con respecto a la estructura física del paisaje que les rodea. La conectividad tanto estructural como funcional resulta de gran valor en espacios cercanos a grandes áreas protegidas, refugios de vidas silvestres, corredores biológicos y demás.

Asimismo, Costa Rica cuenta con un sistema de Corredores Biológicos (CB) que son espacios que tienen como fin conectar áreas silvestres protegidas entre sí y que funcionan como estrategia de conservación. Acorde con Morera, Sandoval y Alfaro (2021) para el 2018 existían 44 CB que cubren el 38% de la superficie del país. Además, los CB funcionan como estructuras de conexión espacial entre

grandes fragmentos de ecosistemas naturales que albergan diversidad de recursos biogenéticos (Morera, Romero y Sandoval, 2013).

Por tal motivo, el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio (CBLAT) es de gran interés para el desarrollo de la presente investigación, ya que cuenta con ecosistemas que albergan abundantes recursos naturales y diversidad de flora y fauna en un área aproximada de 34 000 Ha o 340 Km², la cual ha sido escasamente estudiada. Además, este corredor tiene como finalidad mejorar la conectividad ecológica entre el Parque Nacional Volcán Tenorio y el Parque Nacional Volcán Arenal (SINAC, 2020).

Desde su juramentación en el Consejo Regional del Área de Conservación (CORAC) en 2010 el CBLAT ha sido sujeto de diversos estudios e investigaciones donde destacan la tesis de maestría de Bermúdez (2018), la cual evalúa el cambio de uso de la tierra y la fragmentación de la cobertura forestal de los años 2000 y 2017 mediante técnicas de teledetección. También se elaboró un informe de investigación a cargo de Carrión et al. (2011), enfocado en una estrategia de conservación y calidad de vida dentro del CBLAT. Además, por parte del SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación) se han elaborado documentos como una caracterización y diagnóstico del CBLAT, así como un Plan de Gestión del CBLAT 2020- 2025.

En relación con lo anterior, el Plan de Gestión es uno de los requisitos a cumplir en la formulación de CB. Dicho Plan funciona como herramienta de planificación y ordenamiento territorial que hace énfasis en la conservación y protección de recursos naturales, propiciando un desarrollo más equilibrado entre la sociedad y el ambiente.

Asimismo, el estudio complementa parte de este Plan de Gestión, el cuál colabora a la planificación y ordenamiento territorial del área. Además, se evidencia que no se ha estudiado previamente la conectividad funcional dentro del CBLAT mediante el uso de cámaras trampa, siendo esta investigación pionera en el tema de monitoreo de CB. Además, no se ha realizado un análisis de la estructura del paisaje de los años propuestos en esta tesis, es así como surge el problema de la presente investigación, la cual tiene como fin conocer la salud ecológica del corredor.

1.2. Justificación

En las últimas décadas el acelerado crecimiento poblacional, la globalización, el desarrollo urbanístico, el crecimiento de la industria y la expansión de la frontera agrícola, entre otras actividades han transformado los territorios, donde la conformación de la cobertura de la tierra ha sido profundamente

alterada. Ello condiciona el nivel de conectividad ecológica que se determina por la distribución espacial de diferentes hábitats en el paisaje, los cuales influyen en factores como la continuidad de hábitats adecuados, dimensión, la distancia que se debe atravesar y la presencia de senderos alternativos (Bennet, 1999).

La conectividad ecológica al estar condicionada por la fragmentación genera el aumento de problemas asociados como: Alteración del ciclo biogeoquímico, degradación de suelos, pérdida de cobertura forestal y biodiversidad, entre otros. Lo anterior surge como resultado del constante cambio de la cobertura de la tierra que ocasiona que los parches de bosque se aislen y se rodeen de condiciones poco aptas para sostener una alta biodiversidad (Morera, Pintó y Romero, 2007). De igual forma, se modifican los ecosistemas naturales alterando las funciones ecológicas del suelo, los flujos de materia y energía. (García, Pérez y García, 2020).

Simultáneo a ello, la conectividad ecológica engloba dos aspectos, la estructura y funcionalidad. Para el caso de la conectividad estructural, Rojas (2019) menciona que se asocia con las relaciones físicas del paisaje como corredores o distancias entre fragmentos de bosque. Mientras que la conectividad funcional, Gurrutxaga (2004) afirma que incorpora aspectos de comportamiento de los organismos en el paisaje. En resumen, la conectividad estructural y funcional se encuentran muy relacionadas e interdependientes entre sí, ya que la estructura del paisaje no solo incide en el desplazamiento de las especies, sino también en su comportamiento y modo de vida.

En relación con lo supra indicado, las particularidades encontradas en la cobertura de la tierra permiten estudiar el grado de conectividad ecológica asociada con la estructura física del paisaje, así como el desplazamiento de especies, salud de los ecosistemas, entre otras. Es así como con base en los resultados obtenidos, se pueden formular nuevas estrategias de gestión que aporten a la planificación, ordenamiento territorial y conservación de espacios protegidos que, Cushman, McRae, Adriaensen, Beier, Shirley & Zeller (2013) aducen que es fundamental para que las especies se desplacen a través de paisajes y se mantengan las poblaciones regionales.

Igualmente, la conectividad se ha propiciado por medio de diferentes estrategias de conservación, donde destacan los Corredores Biológicos (CB), los cuales se han implementado en diversos países desde principios de los años setenta con resultados positivos en la conservación de diferentes grupos de animales como anfibios y reptiles (López, León, Guevara y Vargas, 2016). En Costa Rica existían 44 CB para el año 2018 (Morera, Sandoval y Alfaro, 2021), que entrelazan áreas silvestres protegidas con el fin de incrementar la conectividad ecológica y el desplazamiento de especies. Sumado a ello, Acuña, Molina

y Rodríguez (2017) señalan que mitigan los problemas que surgen a partir del proceso de fragmentación, lo que permite considerar las conexiones espaciales entre manchas para el desplazamiento, intercambio y complementariedad genética, asegurando la conservación de la diversidad biológica.

A pesar de la relevancia y la frecuencia en el establecimiento de los CB que, según Morera, Sandoval y Alfaro (2021), destacan cubren cerca del 38% del territorio continental del país, son escasas las investigaciones que evalúan el monitoreo y nivel de conectividad, tanto estructural como funcional de estas iniciativas. Por lo cual se ha planteado la presente investigación con dos fines, el primero de ellos consiste en brindar información de la estructura física del paisaje del CBLAT para los años propuestos; además, conocer el estado de la conectividad funcional del área, la cual según literatura consultada ha sido estudiada escasamente, siendo esta investigación pionera en el tema. Lo anterior contribuye con el objetivo planteado por el SINAC (2020) en su Plan de Gestión, el cual es restablecer la conectividad ecológica del CBLAT y además aporta a la planificación y ordenamiento territorial del área de estudio.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar la cobertura de la tierra durante los años 2005 y 2022, así como la dinámica y presencia de mamíferos durante el año 2020 para la evaluación de la conectividad estructural y funcional del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la estructura del paisaje por medio de la cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio para la evaluación de la conectividad estructural durante los años 2005 y 2022.
- Evaluar la presencia de mamíferos por medio de cámaras trampa durante el año 2020 para el análisis de la conectividad funcional.

II. Marco Teórico

A continuación, se definen los términos que se utilizaron en la investigación, así como su respectiva explicación con el fin de comprender los diferentes aspectos que abarca el presente trabajo. Los conceptos utilizados son los siguientes: Geografía y conservación, Biogeografía, Ecología del Paisaje, fragmentación en la conectividad estructural del paisaje, corredores biológicos en Costa Rica y conectividad funcional.

2.1. Geografía y conservación

La investigación se desarrolla desde la ciencia geográfica, la cual realiza estudios enfocados en el análisis de aspectos biofísicos y sociales. Paoletti (1993) define a la geografía como, “la ciencia que estudia la distribución espacial de todos los fenómenos naturales o humanos en la superficie terrestre” (p.16). Además, analiza la interdependencia entre las áreas geográficas, los procesos naturales, las actividades sociales y culturales y se interesa en las interacciones espaciales entre la sociedad y el ambiente que les rodea.

La geografía es aquella que permite conocer el mundo actual y todo lo que sucede dentro de él, incluyendo todo tipo de interacciones que se generan en el espacio. Muñoz (1992) indica que de la geografía se espera información acerca de la configuración de la superficie terrestre, de climas y accidentes orográficos, de recursos minerales y vegetales, así como de la distribución y la densidad de las poblaciones y de los sistemas socioeconómicos. Además, la geografía es comprendida como la ciencia del territorio, lo cual, según López (2015), se entiende desde una construcción social y es resultado de las interacciones entre naturaleza y sociedad, que analiza, explica y representa los diversos paisajes y espacios de la Tierra.

Por otra parte, la ciencia geográfica se divide en dos grandes ramas, la geografía física y la geografía humana o social. La geografía física es aquella que estudia procesos naturales que se generan dentro de un espacio, incluye campos tan diversos como lo son la geoecología, geomorfología, Biogeografía, climatología, entre otros. En el caso de la geografía humana o social, estudia las dinámicas y procesos antrópicos que se desarrollan en un espacio. Como se mencionó anteriormente, la geografía sea física o social se desarrolla sobre un espacio, el cual se denomina espacio geográfico y que además es el objeto de estudio dentro de cualquier investigación de índole geográfica.

De acuerdo con Luna (2010), el espacio geográfico, “se caracteriza por la existencia de una combinación dinámica de elementos geográficos diferenciados que actuando dialécticamente unos sobre

otros hacen del mismo un conjunto indisociable que evoluciona en bloque” (pp.2-3). Por otra parte, para el autor López (2015) es entendido como un espacio (superficie de la tierra) que contiene objetos que funcionan como soporte o base para desarrollar actividades y relaciones; así, se traduce en un espacio ocupado y modificado por la humanidad a través del tiempo.

En relación con lo anterior, es dentro del espacio geográfico que se encuentran elementos naturales tales como relieve, suelos, vegetación, biodiversidad, geología, geomorfología, hidrología, entre otros. También se encuentran localizados espacialmente una serie de elementos de índole social o humana, como por ejemplo asentamientos, comercios, industria, entre otros.

Por otra parte, la conservación de la naturaleza consiste en proteger y resguardar los recursos naturales y biogénicos que se encuentran en un determinado espacio geográfico, dicha conservación ha definido una preocupación acerca de cómo evitar o mitigar que la incidencia humana degrade el medio natural (López, 2002). Es la influencia de la sociedad la que determina el nivel de conservación en un espacio y a su vez la geografía como ciencia resulta ideal para estudiar dicha dinámica.

De acuerdo con Morera, Romero y Sandoval (2013) desde la geografía se potencia la oportunidad de estudiar la conservación ecológica desde una óptica más pertinente, especialmente porque la conservación emerge del seno de la relación sociedad-naturaleza.

Aunado a lo anterior, la geografía funciona como herramienta que contribuye al incremento de la conservación, ya que a través de ella se realizan propuestas como la creación de áreas de protección, zonas de amortiguamiento, diseño de planes, estrategias, metodologías, etcétera, que en conjunto contribuyan a la protección de los recursos naturales del ambiente.

2.2. Biogeografía

La Biogeografía es el estudio de la biosfera, de los organismos vegetales y animales que se encuentran ubicados en ella. Para Contreras *et al.*, (2001) la Biogeografía estudia la distribución de los seres vivos en tiempo y espacio, asimismo, considera todos los procesos que influyeron en dicha distribución. Además, se considera que la Biogeografía constituye un puente de saberes entre diversas ciencias como por ejemplo la Biología, la Geología, Ecología, Historia, entre otras. Para Clark (1985) es la geografía de los organismos, el estudio de la distribución espacial de la naturaleza, de las plantas, animales y de los procesos que dan lugar a los modelos de distribución. Sumado a lo anterior, Lucero (2018) asegura que la vida varía de acuerdo con el lugar, lo que hace que la variabilidad y los patrones biogeográficos moldeados por diversos procesos evolutivos sean el punto de interés de dicha ciencia.

A su vez, la Biogeografía se clasifica en dos campos, la Biogeografía ecológica y la histórica. La ecológica estudia procesos a corto plazo que influyen en la distribución de organismos de acuerdo con su adaptabilidad a condiciones ambientales y a escala local. Por su parte, la histórica estudia procesos que a largo plazo influyen en el patrón de distribución de los organismos, esto se hace a escala global y toma en cuenta factores históricos (IBID). Seguidamente, la Biogeografía tiene distintos objetivos, para el autor Alcaraz (2013) destacan el analizar la distribución de los seres vivos en un momento dado, estudiar las variaciones de las áreas con el tiempo, conocer las causas que determinan la distribución y sus variaciones temporales y realizar una tipología (clasificación en tipos) de áreas. Por otra parte, Morrone (2000) habla de que el principal objetivo de la Biogeografía es comprender los patrones de distribución geográfica de las especies y taxones.

2.3. Ecología del Paisaje

Para comprender el término de Ecología del Paisaje, es importante definir en primera instancia el concepto de paisaje. Este es entendido de varias maneras, inicialmente surge cuando se heredan visiones artísticas del romanticismo en la geografía del siglo XIX con Humboldt, Reclus y Vidal de la Blache y se documentan recursos naturales a partir de paisajes (López, 2015). A la vez, la escuela alemana de geografía introduce el concepto de paisaje como categoría de análisis espacial y entiende el paisaje como aquellas formas de la superficie terrestre observadas desde un punto alto y que se clasifican según un sentido de homogeneidad, señalando paisajes geomorfológicos, rurales, urbanos, agrarios, de vegetación, entre otros (Bolòs, 1981).

Por su parte, Barrera (2013) define el paisaje como la materialización en el espacio físico de las relaciones que los habitantes tejen con el espacio que habitan y transitan. Asimismo, Gerez (2019) destaca que el paisaje se conforma por componentes geológicos, geomorfológicos, climáticos, biológicos, flujos de materia/energía y por relaciones sociales que lo modifican. Bollo *et al.*, (2013) destacan que el paisaje es una unidad de común denominador, donde se puede analizar, evaluar, entre otras cosas, el potencial de los recursos naturales de un territorio.

Así pues, desde el paisaje se pueden estudiar potencialidades físicas de un territorio y, como menciona Romero (2005), el modelo paisajístico contiene elementos que caracterizan el territorio de una forma integrada aportando a la planificación territorial, además se pueden distinguir y delimitar diferentes tipos de paisajes. El paisaje también se entiende espacialmente dinámico, estructural y funcional, resultado de la interrelación de elementos físicos y antropogénicos, donde el ser humano es el responsable de los mayores cambios paisajísticos y ecológicos (Romero y Pintó, 2005).

Es así como, a partir de la definición del concepto de paisaje, se aborda la Ecología del Paisaje. Uno de los precursores y conceptualizadores de esta corriente del pensamiento ecológico fue el geógrafo alemán Carl Troll, quién introdujo el concepto en los años treinta a partir de una interpretación científica de una fotografía aérea (Troll, 2003). Este geógrafo identificó la necesidad de llegar a una visión integral de los ecosistemas, para poder realizar estudios apropiados que permitieran entender mejor el funcionamiento del paisaje como un todo (Etter, 1991).

La Ecología del Paisaje es el estudio de elementos interactuantes entre la asociación de seres vivos y sus condiciones ambientales que actúan en una parte espacialmente específica y delimitada (Troll, 2003). Es un nuevo enfoque interdisciplinar que abarca conceptos de la biología, ecología, geografía, botánica, zoología, entre otros. Dicho enfoque mantiene como elemento de análisis la estructura paisajística de los usos y cobertura de la tierra (Romero, 2005). Para Kent (2007), la Ecología del Paisaje se define como una subdisciplina de la Ecología, que busca entender la forma en la que la estructura del paisaje afecta la abundancia y distribución de los organismos y se preocupa por los efectos de los patrones espaciales sobre los procesos ecológicos.

Además, para Vila & Ribas (2006) la Ecología del Paisaje se considera transdisciplinaria y con un aporte trascendental de la Geografía y la Ecología, donde se adoptan principios de la ecología para estudiar el paisaje a partir de un análisis geográfico que destaca la variabilidad espacial, escalar y temporal. A su vez, se analizan características estructurales y morfológicas de un territorio y en un tiempo determinado, haciendo especial énfasis en la funcionalidad ecológica. Por lo tanto, la Ecología del Paisaje se centra en estudiar la estructura, funcionalidad y cambio de los paisajes.

Es así como se puede estudiar el estado ambiental de un paisaje a partir de sus características estructurales, funcionales y emplear el análisis paisajístico como un modelo ecosistémico para estudiar el territorio (Romero, 2005). Además, la Ecología del Paisaje, según Arroyo *et al.*, (2017), es el estudio de la variación espacial del paisaje a través de escalas y se preocupa por entender las causas y consecuencias biofísicas y sociales de su heterogeneidad.

2.4. Fragmentación en la conectividad estructural del paisaje

Diversos estudios han evidenciado que los paisajes se fragmentan consecuencia de diferentes actividades antrópicas. La fragmentación se produce cuando grandes fragmentos se eliminan y queda como resultado numerosos segmentos más pequeños y separados entre sí (Bennet, 1999). La fragmentación según Saunders *et al.*, (1991); Meffe y Carroll (1997) es el rompimiento de la continuidad

de un hábitat, dando como resultado unidades más pequeñas, fragmentos o parches aislados entre sí y con un área resultante mucho menor que el conjunto original.

Para Bustamante & Grez (1995) y Fahrig (2007) la fragmentación se ocasiona producto de las actividades humanas y trae como consecuencia cambios en las condiciones ambientales de los remanentes de bosque, alteraciones en las interacciones biológicas, pérdida en el número y composición de genotipos, especies, tipos funcionales y unidades de paisaje. Bennet (1999) menciona que la fragmentación cuenta con tres principales componentes, los cuales son la pérdida de hábitat en el paisaje, reducción del tamaño de hábitat y aislamiento de hábitat.

Además, producto de lo anterior, se derivan otros problemas asociados como poblaciones fraccionadas en unidades pequeñas y aisladas, lo cual puede llevar a una posible extinción de especies que se puede reflejar en el incremento de la mortalidad, reducción en el éxito reproductivo, reducción en la tasa de crecimiento poblacional, baja diversidad genética, depresión endogámica y deriva genética (Montenegro, 2009). De este modo, la fragmentación afecta directamente a las especies que habitan en los bosques y a la vez incide en el grado de conectividad estructural del paisaje.

En relación con lo anterior, la conectividad estructural se asocia con la estructura física del paisaje, para Rojas (2019) consiste en las relaciones físicas del paisaje, como distancias entre fragmentos de bosques o hábitats. En el caso de Correa *et al.*, (2014) definen el concepto de una forma similar, pero menciona que la conectividad estructural hace mayor referencia a las relaciones de continuidad y adyacencia entre los fragmentos de un tipo de cobertura. Además, según Ortega (2009), esta conectividad dentro de la estructura paisajística debe ser suficiente para que las especies se desplacen de forma efectiva para obtener recursos para su supervivencia.

Asimismo, se debe entender que la conectividad estructural se asocia de manera directa con el tipo de cobertura presente sobre el paisaje. La cobertura de la tierra según CENIGA (2018) se refiere a la cubierta biofísica presente en un área con sus elementos naturales y antrópicos. Para Lamprea (2017), la cobertura no solo incluye la descripción de la vegetación y actividades asociadas al uso de la tierra, sino que incluye superficies cubiertas por cuerpos de agua, afloramientos rocosos y suelos desnudos.

Es así como la aproximación entre fragmentos de una misma cobertura incrementa la cercanía en la estructura del paisaje y esto se puede estudiar a través de índices y métricas del paisaje calculadas por medio de un sistema de información geográfica (Gustafson, 1998).

Lo anterior cobra especial relevancia, tanto a nivel nacional como internacional, ya que para CENIGA (2018), la generación de información sobre cobertura y uso de la tierra permite la participación de la sociedad en la toma de decisiones e implementarlo en normativas nacionales y políticas públicas. Además, estudiar y analizar el tipo de cobertura colabora a la gestión de un espacio, área o territorio determinado, donde además de conocer la estructura paisajística, se conocen las dinámicas territoriales presentes, lo cual da material de estudio para desarrollar productos como informes, normativas, estrategias, políticas, entre otros, que contribuyan al bienestar socioambiental del área y al ordenamiento territorial.

Por otra parte, Colorado *et al.*, (2017) mencionan que la fragmentación de la estructura del bosque y la pérdida de calidad de hábitat es una de las causas de pérdida de biodiversidad. Donde una de las estrategias para fomentar el mantenimiento de la estructura del bosque y paisaje es por medio del establecimiento de corredores biológicos que incrementan la conectividad estructural y funcional de especies.

2.5. Corredores biológicos en Costa Rica

Los corredores biológicos son espacios geográficos que conectan ecosistemas y áreas con un alto grado de biodiversidad, lo cual permite el intercambio genético de flora y fauna entre ambos espacios y logran que la diversidad biológica y servicios ecosistémicos se mantengan (Proyecto Corredores Biológicos, 2022). Tienen como fin conectar áreas silvestres protegidas entre sí y funcionan como estrategia de conservación. Según el Reglamento de la Ley de Biodiversidad N.º 34433, artículo 3 y MINAE (2007) mencionan que un corredor biológico:

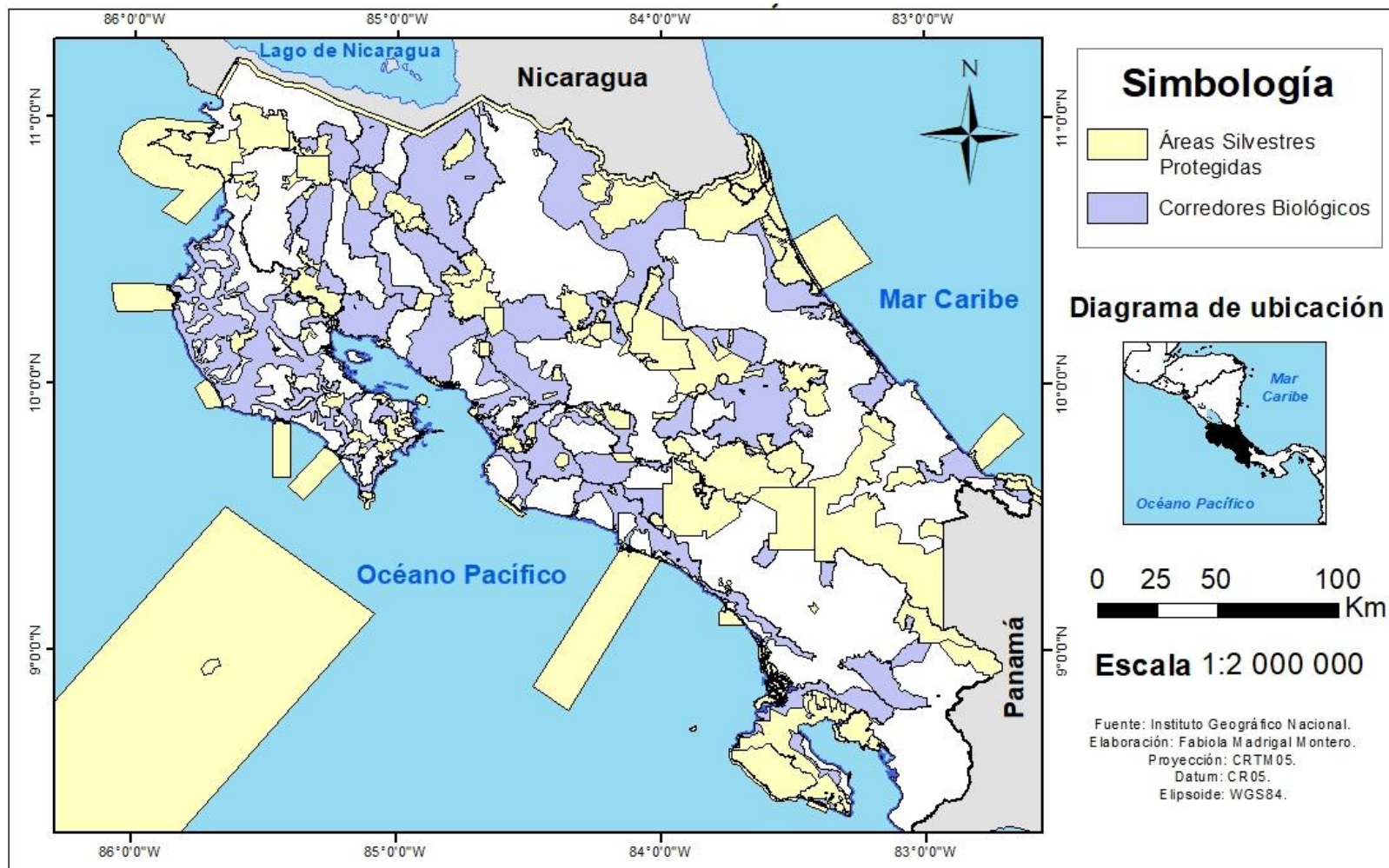
(...) proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos ecológicos y evolutivos. Está integrado por áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas núcleo, de amortiguamiento, o de usos múltiples; proporcionando espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en esos territorios.

A su vez, los CB incluyen reservas privadas, paisajes productivos y ciudades, en donde la tenencia de la tierra está casi en su totalidad en manos privadas y en donde la gestión de estos contribuye a la conservación y desarrollo mientras se buscan soluciones a problemas ambientales de manera integral y desde las comunidades; además, son una solución basada en la naturaleza para la gestión integral del

territorio, uniendo las voluntades de las personas (Sancho, 2021). Para Canet *et al.*, (2012) los CB integran el desarrollo sostenible con la conservación, fortalecen áreas clave con acciones que contribuyen a mitigar las amenazas y procuran mejorar las condiciones de las zonas cercanas mediante prácticas ambientalmente sostenibles.

En Costa Rica existe el Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB) el cual se establece mediante el Decreto Ejecutivo 33106-MINAE de mayo del 2006, además, se forman Programas Regionales de Corredores Biológicos, donde existen aproximadamente 44 CB oficializados (Mapa 1), abarcan un territorio de 16.927 km² y significan un 33.1% del territorio nacional aproximadamente (Proyecto Corredores Biológicos, 2022). En la actualidad, existe el Plan Estratégico 2018-2025 del Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica el cual se plantea diversas metas a nivel nacional, una de las principales, según SINAC (2018) es que para el 2025 se mejore la resiliencia de la biodiversidad a partir de la conectividad de ecosistemas y refugios climáticos. Finalmente, la creación e implementación de CB significa una de las estrategias de gestión de la biodiversidad a escala de paisaje, a la que Costa Rica le ha invertido significativos esfuerzos (Canet *et al.*, 2012).

Mapa 1. Corredores biológicos y áreas silvestres protegidas de Costa Rica, 2024



Nota: Elaboración propia, a partir de datos del Instituto Geográfico Nacional.

2.6. Conectividad Funcional

La conectividad funcional es definida, según With *et al.*, (1999); Goodwin y Farrig (2002) como: “La capacidad que tienen las especies para desplazarse en un paisaje y se determina por la interacción entre su comportamiento de movimiento y la estructura física del paisaje” (p.9). Para Sanfiorenzo *et al.*, (2011) el concepto se utiliza para describir cómo el arreglo espacial y la calidad de los elementos del paisaje influyen en el movimiento de organismos entre parches de hábitats, además indican que el comportamiento de las especies está influenciado por la escala de percepción y movimiento dentro de un área, requerimientos y grado de especialización de hábitat y la tolerancia a disturbios en el entorno.

Asimismo, la conectividad funcional no solo necesita información relacionada a la estructura del paisaje, sino que necesita información de características propias de una especie, como su capacidad de movilidad, territorialidad y sociabilidad (Ruiz, 2010). A la vez, se puede determinar que el grado de conectividad funcional es mayor conforme incrementa el flujo de organismos en el paisaje, sin embargo, no se puede asumir que lo anterior se encuentre relacionado únicamente a cambios en la estructura del paisaje (Rojas, 2019).

De acuerdo con Hilthy *et al.*, (2021), sin la conectividad los ecosistemas no funcionan de manera óptima y sin ecosistemas funcionales la biodiversidad y otros elementos bióticos corren peligro. Es por esta razón que destaca la importancia de la determinación de la conectividad funcional y propiamente en áreas de gran importancia biológica como lo son áreas protegidas y CB. Para Alonso *et al.*, (2017) la efectividad de un CB se puede evaluar a través de la conectividad funcional, pero es necesario establecer para cual organismo o grupo de organismos resulta prioritario determinarla. Para el caso del presente estudio, el grupo de interés se concentra en los mamíferos.

En relación con lo anterior, los mamíferos son uno de los grupos más prestigiosos de las comunidades de vertebrados, ya que muestran una serie de características que los han llevado a ser exitosos en casi todos los ecosistemas del mundo (Sánchez *et al.*, 2014). De manera simultánea, por las funciones ecológicas que presentan son esenciales para los ecosistemas, donde se encuentran en varios niveles de la red trófica, desde consumidores primarios (herbívoros) hasta carnívoros y se cuenta con 5400 especies de mamíferos en el mundo aproximadamente (Mancina & Borroto, 2016).

Los mamíferos al ser esenciales dentro de los ecosistemas cumplen con roles ecológicos que según Rumiz (2010) son la descomposición de materia, reciclaje de nutrientes, la herbivoría y destrucción de plántulas, polinización, dispersión de semillas, la carnivoría y control de los herbívoros. En un bosque

saludable los animales barbechan, siembran, riegan, quitan las malas hierbas, plagas y cosechan, es decir, funcionan como agricultores, es así como puede entenderse que los ecosistemas trabajan en una estructura conformada por la vegetación y los animales, lo cual da como resultado un ecosistema funcional y sano (Rojas y Moreno, 2014).

III. Diseño Metodológico

La investigación se desarrolló en dos diferentes procesos; en primer lugar, el análisis de la cobertura de la tierra para la evaluación de la conectividad estructural. En segundo término, el análisis de la conectividad funcional enfocado en la presencia de mamíferos en el CBLAT.

3.1. Tipo de investigación y enfoque

Este tipo de investigación es exploratoria, que, según Hernández *et al.*, (2014) se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. En relación con lo anterior, es debido a que no existen trabajos que aborden la temática de conectividad funcional y estructural durante los años propuestos en el CBLAT que se propone la presente investigación.

Por otra parte, el enfoque utilizado es cuantitativo porque utiliza la recolección de datos para analizar o establecer pautas de comportamiento, lo anterior se hace con ayuda de análisis estadístico y medición matemática (Hernández *et al.*, 2014). En el presente trabajo se recolectan datos mediante la interpretación y aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG), a partir de ello, se analiza la información y se cuantifica en métricas y variables numéricas.

Lo anterior produce información asociada a la cobertura de la tierra de los años propuestos. Además, para esta investigación se calcula el índice de fragmentación/conectividad el cual utiliza diferentes variables estadísticas como lo son área total, número de parches, tamaño medio del parche, índice de forma medio, desviación estándar del tamaño del parche, ventaja total, densidad de borde, borde medio del parche y área total. Esto permite clasificar y analizar la conectividad estructural del corredor.

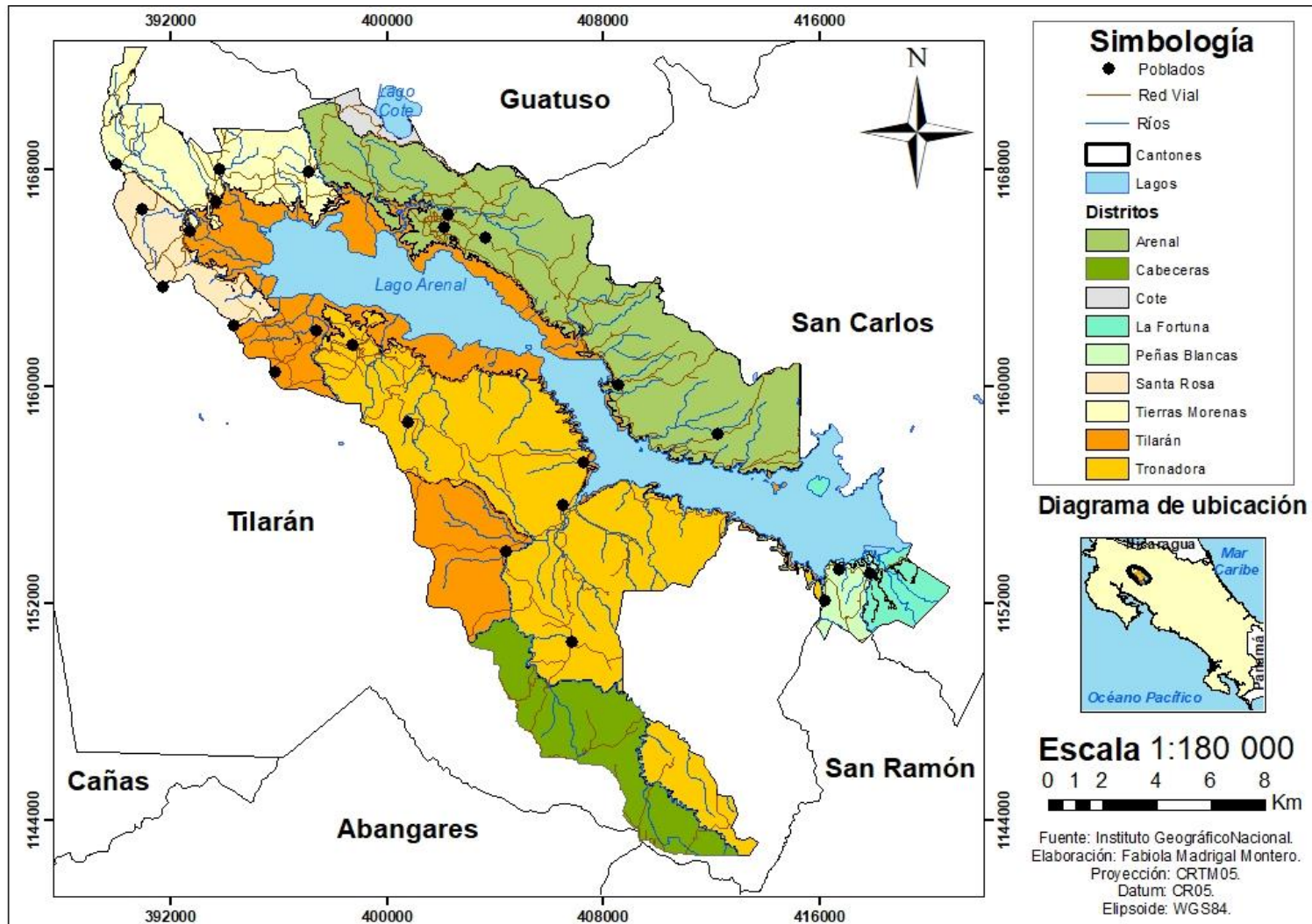
Sumado a esto, se procede con el análisis de la conectividad funcional, el cual se realiza utilizando el programa Excel en primera instancia para crear y sistematizar una base de datos. En segunda instancia, para obtener los gráficos de la cantidad de avistamientos registrados con las cámaras trampa, cantidad de carnívoros/ no carnívoros, cantidad de especies por sitio de muestreo, entre otros.

3.2. Descripción del área de estudio

El CBLAT cuenta con una superficie de 34 000 Ha o 340 Km² y se encuentra localizado en el Área de Conservación Arenal Tempisque (ACAT), en las coordenadas geográficas -84.5759 W, 10.3432 N; -84.5520 W, 10.2842 N; -84.4853 W, 10.20554 N y -84.4627 W, 10.2849 N. Con respecto a la división político-administrativa, el CBLAT se ubica dentro de los distritos Cabeceras, Tronadora, Tilarán, Santa

Rosa, Arenal y Tierras Morenas del cantón de Tilarán, provincia de Guanacaste. En el distrito de La Fortuna, cantón de San Carlos, en el distrito de Peñas Blancas del cantón de San Ramón y en el distrito de Cote en el cantón de Guatuso, todos los anteriores ubicados en la provincia de Alajuela (Mapa 2). El CBLAT representa el 0,66% del territorio costarricense y en él se encuentran los poblados de Tierras Morenas, Viejo Arenal, San Luis, Aguacate, Tronadora, Río Piedras, Río Chiquito, Silencio, Castillo, La Unión, Mata Caña y Arenal.

Mapa 2. Ubicación y división político-administrativa del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022



Nota: Elaboración propia, a partir de datos del Instituto Geográfico Nacional.

De acuerdo con el INEC (2011), los tres distritos con mayor población del CBLAT son Tilarán, Arenal y Tronadora pertenecientes al cantón de Tilarán (Tabla 1). Además, el Índice de Desarrollo Social (IDS) más alto lo posee el distrito de Tilarán, seguido por Tronadora y Arenal (Tabla 2). Es importante recordar que el IDS cuanto más se acerque a 100, significa mejores condiciones de desarrollo social.

Tabla 1. *Población de los distritos con mayor extensión del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio*

Distrito			
	Tilarán	Arenal	Tronadora
Hombres	4121	1156	927
Mujeres	4556	1144	868
Total	8677	2300	1795

Nota: Elaboración propia, a partir de datos del INEC (2011).

Tabla 2. *IDS de los principales distritos del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio*

Distrito	IDS
Tilarán	77,27
Tronadora	66,11
Arenal	59,91

Nota: Elaboración propia, a partir de datos del INEC (2011).

Con respecto a las principales actividades económicas desarrolladas en el CBLAT el SINAC (2020), se logró identificar que destacan la ganadería de carne y leche (Figura 1), comercio de servicios estéticos y alimenticios, agricultura a pequeña escala y turismo (Figura 2). Este último, es la actividad que predomina en el CBLAT ya que, se ha promocionado un turismo de aventura que atrae a muchas personas y ofrece gran cantidad de servicios como canopy, kayak en el Lago Arenal, bungee, canyoning, etcétera. Además, se promociona un turismo de naturaleza, donde se aprovechan los recursos naturales como bosques, cataratas, aguas termales, el volcán Arenal, el lago, entre otros, para ofrecer actividades de recreación y ocio.

Figura 1. *Ganadería en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio*



Nota: Trabajo de campo.

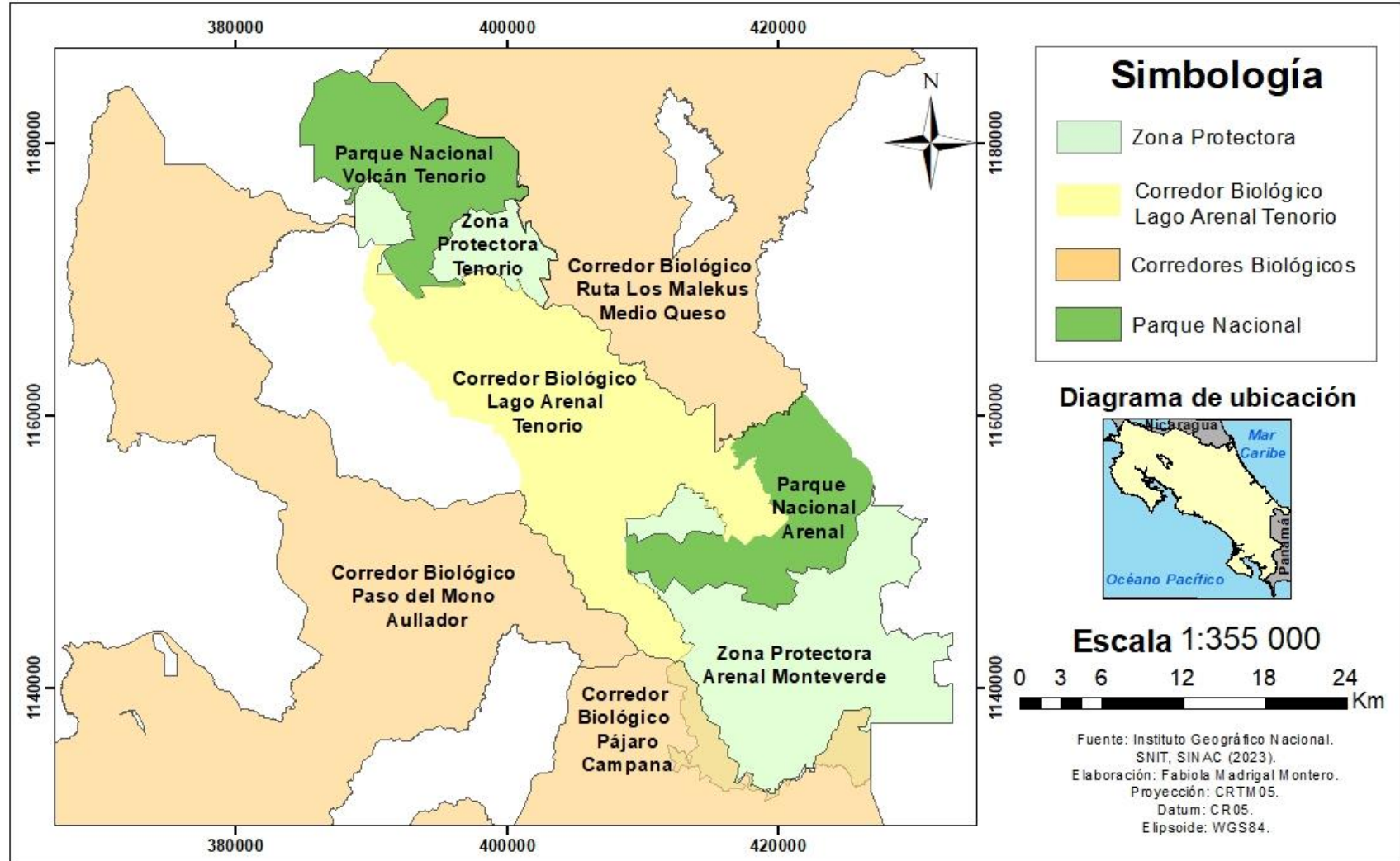
Figura 2. *Comercio en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio*



Nota: Trabajo de campo.

Por otra parte, el CBLAT tiene como objetivo mejorar la conectividad ecológica entre el Parque Nacional Volcán Arenal y el Parque Nacional Volcán Tenorio, velar por la protección del ambiente y mejorar la calidad de vida de las personas que en el habitan. (Bermúdez, 2018). Además, tal y como se puede apreciar en el mapa 3, el CBLAT colinda y conecta con la Zona Protectora Tenorio, la Zona Protectora Arenal-Monteverde, con el Corredor Biológico Ruta Los Malekus Medio Queso, Corredor Biológico Paso del Mono Aullador y Corredor Biológico Pájaro Campana.

Mapa 3. Áreas silvestres protegidas y corredores biológicos adyacentes al Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022



Nota: Elaboración propia, a partir de datos del Instituto Geográfico Nacional.

Simultáneamente, para conformar el CBLAT se creó un Consejo Local integrado por la Reserva Forest Foundation (LRFF), Asada de San Luis, Área de Conservación Arenal Tempisque (ACAT), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Fundación para el Desarrollo del Área de Conservación Arenal (FUNDACA) y actores locales. En mayo del 2010 fueron juramentados por el Consejo Regional del Área de Conservación (SINAC, 2020).

En relación con lo anterior, el Consejo Local del CBLAT se plantea como objetivo priorizar mecanismos que restablezcan la conectividad entre el Parque Nacional Volcán Arenal y Tenorio. También cuentan con una visión de unidad territorial, que no solo se preocupa por mejorar la conectividad de los parques nacionales mencionados, sino por la protección del ambiente y una mejoría en la calidad de vida de las comunidades que conforman el CBLAT. Asimismo, su misión es ser un grupo multidisciplinario que promueva acciones enfocadas a la conservación y desarrollo del CBLAT sujetas al objetivo principal (SINAC, 2020).

Por otra parte, el CBLAT cuenta con ocho zonas de vida de acuerdo con la clasificación de Holdridge (Tabla 3). En mayor proporción se encuentra el bosque muy húmedo premontano con un 61% de área el cual INA (2009), lo describe como un bosque con condiciones no óptimas para el desarrollo de actividades debido a la abundancia de precipitaciones, son bosques con abundancia moderada de plantas epífitas, a su vez destaca que su precipitación oscila entre los 2000 y 4000 mm al año y su temperatura va desde los 17 a 24°C.

En seguida, se encuentra el bosque pluvial montano bajo que representa un 14% del CBLAT y es la segunda zona de vida con mayor extensión. De acuerdo con el CCT (2005), esta cuenta con características como vegetación densa y un dosel dividido de 15 y 30 m de altura donde las epífitas se aglomeran para cubrir los troncos y ramas. Además, el rango de precipitación varía entre los 4000-8000 mm anuales y la temperatura va desde los 12-18°C (Holdridge, 1978).

La tercera zona de vida más extensa es el bosque pluvial premontano que abarca un 12% del CBLAT y se caracteriza por tener un relieve escarpado, los bosques son siempreverdes y con abundancia de epífitas, son bosques densos con alturas que superan los 30 m, cuentan con una excesiva precipitación y humedad, hay ocurrencia de neblinas, su precipitación es de 4000-8000 mm anuales, la temperatura oscila entre 17 y 24°C y no presenta un período seco definido (INA, 2009). Como cuarta zona de vida más extensa se encuentra el bosque húmedo premontano con un 8% de territorio en el CBLAT, al cual Holdridge (1978) lo caracteriza con una temperatura entre 18 y 24°C y con una precipitación anual de 1000-2000 mm.

Asimismo, el bosque muy húmedo premontano transición a pluvial ocupa la quinta posición en cuanto a extensión con un 2%, este se caracteriza por una temperatura que oscila entre 18 y 24°C y una precipitación anual de 4000-8000 mm (Holdridge, 1978). Finalmente, se encuentran el bosque muy húmedo tropical transición a premontano, bosque muy húmedo montano bajo y bosque húmedo tropical transición a premontano, cada uno de ellos abarca un 1% de área dentro del CBLAT.

En el caso del bosque muy húmedo tropical transición a premontano, se caracteriza por tener una temperatura de 24-30°C y una precipitación anual de 4000-8000 mm, el período seco es de 0 a 3 meses y son bosque con abundancia de lianas y epífitas, con alturas de 40 y 50 m (INA, 2009). Con respecto al bosque muy húmedo montano bajo, según Holdridge (1978), tiene una temperatura de 12-18°C y una precipitación anual de 2000-4000 mm y para INA (2009) se conocen como bosque nuboso por la presencia de neblina, además su topografía es accidentada y el bosque cuenta con un dosel medio denso de 25 m de altura y un sotobosque denso. Por último, el bosque húmedo tropical transición a premontano presenta una temperatura que oscila entre 24-30°C y una precipitación anual de 2000-4000 mm (Holdridge, 1978).

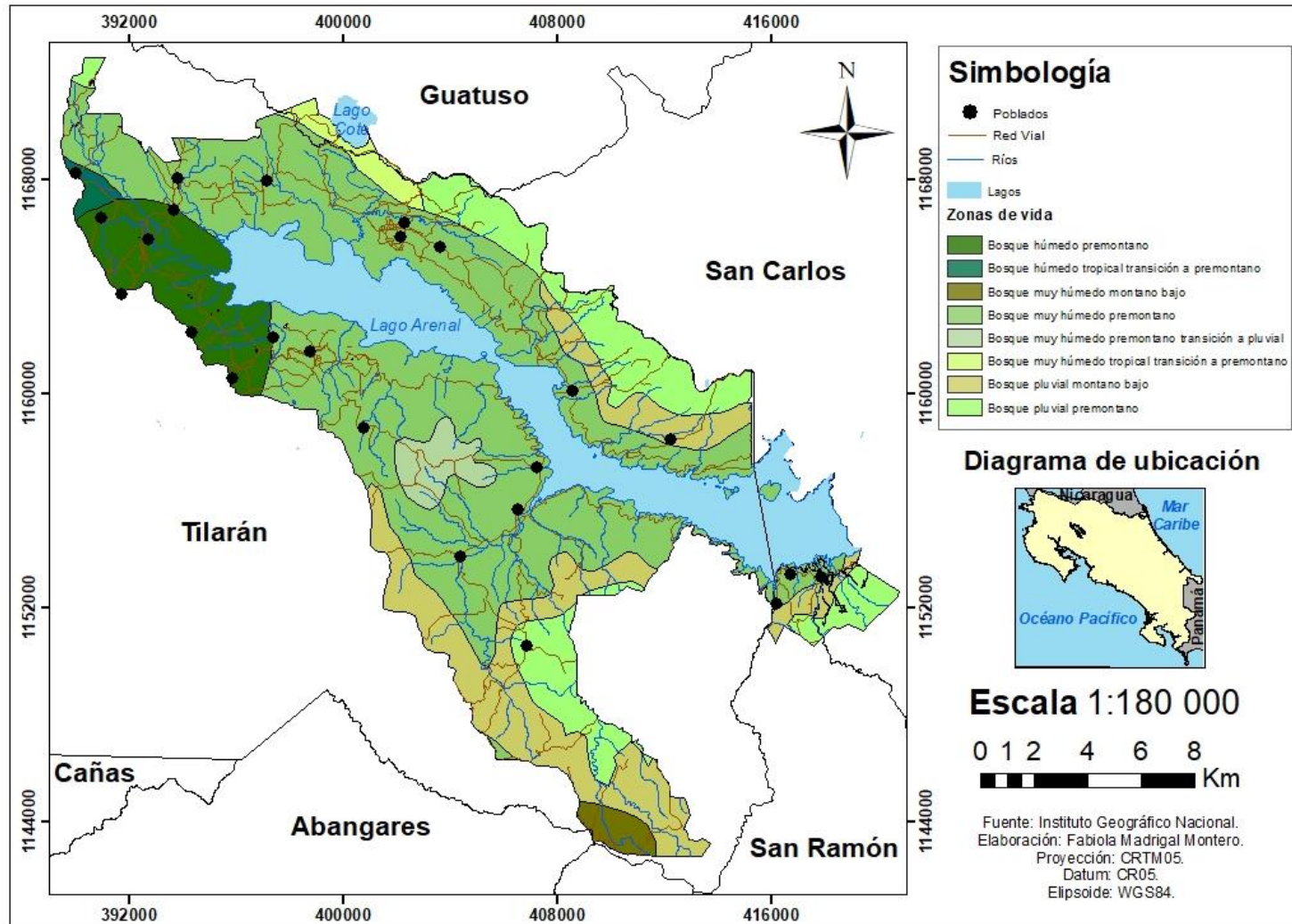
Tabla 3. Zonas de vida del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio

Zona de vida	Piso	Temperatura °C	Precipitación	Ha	% en CBLAT
Bosque húmedo tropical transición a premontano	Basal	24-30	2000-4000	198	1
Bosque muy húmedo montano bajo	Montano	12-18	2000-4000	369	1
Bosque muy húmedo tropical transición a premontano	Basal	24-30	4000-8000	478	1
Bosque muy húmedo premontano transición a pluvial	Premontano	18-24	4000-8000	699	2
Bosque húmedo premontano	Premontano	18-24	1000-2000	2645	8
Bosque pluvial premontano	Premontano	18-24	4000-8000	3967	12
Bosque pluvial montano bajo	Montano	12-18	4000-8000	4783	14
Bosque muy húmedo premontano	Premontano	18-24	2000-4000	20231	61

Nota: Elaboración propia, a partir de datos obtenidos de la capa de información Zonas de Vida del Atlas 2014 del Instituto Geográfico Nacional.

En el siguiente mapa 4, se puede visualizar la distribución espacial de cada zona de vida dentro del CBLAT. Es el bosque muy húmedo premontano el que abarca la mayoría de extensión del corredor, con un total de 20231 Ha que representan el 61% del área de estudio.

Mapa 4. Zonas de vida del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022



Nota: Elaboración propia, a partir de datos del Instituto Geográfico Nacional.

3.3. Cobertura de la tierra

En la presente investigación se realizó un análisis de la cobertura de la tierra de los años 2005 y 2022 en el CBLAT. A continuación, se describe como se procedió para cada uno de los años antes mencionados.

Para la cobertura del año 2005 se usó de base el ortomosaico del año 2005 propiedad del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT). Seguidamente, a través del software ArcGis y mediante el uso del vector del año 2017, también propiedad del SNIT, se realizó fotointerpretación y edición de las entidades espaciales acorde con la ortoimagen del 2005.

En el caso de la cobertura del año 2022 se realizó utilizando como referencia el vector de cobertura de la tierra del año 2020 (El cual fue elaborado utilizando el shapefile de cobertura de la tierra del año 2017 propiedad del SNIT y utilizó la misma metodología descrita para el año 2005). Es importante mencionar que los vectores del año 2005 y 2020 se logran a través del apoyo del proyecto “Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica” de la Escuela de Ciencias Geográficas, el Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (ICOMVIS) y la División de Educación Rural de la Universidad Nacional de Costa Rica, del cual formé parte.

Además, para generar la capa de información correspondiente a la cobertura del año 2022 se realizó un muestreo aleatorio simple a través del software ArcGis. Este tipo de muestreo, según Otzen & Manterola (2017), garantiza que todos los individuos de una población tengan la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra. Adicional a lo anterior, Salinas (2004) aduce que se debe preparar un marco muestral, el cual consiste en una lista con las unidades de observación sin un orden específico, para la aplicación se requiere el uso de números aleatorios generados por algún programa o calculadora y, de forma automática se seleccionan aquellas unidades de observación que tienen el número sorteado. Para este caso, el tamaño de la muestra se obtuvo a través de la siguiente fórmula.

Fórmula 1.

$$n = \frac{Z_{\alpha/2} \cdot CV^2}{r} / 1 \pm \frac{n}{N}$$

En donde:

n: Cantidad de parcelas.

Z: Nivel de confianza (en este caso del 95%).

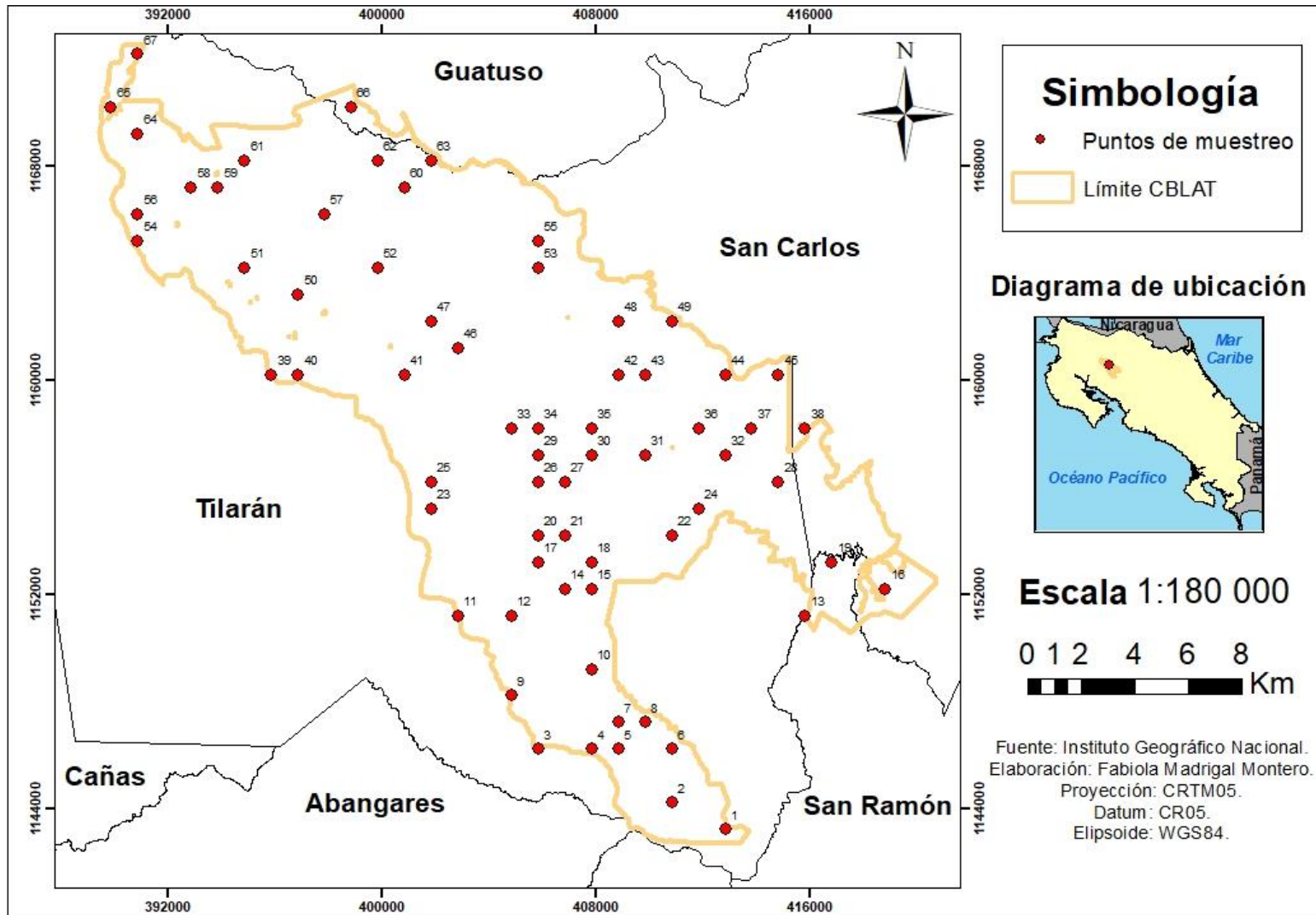
r: Límite aceptable del error muestral (0,1).

CV: División entre la media (Dentro del 10% del verdadero valor $\text{Alpha} = 0.05$) y la desviación estándar. Se sugiere un coeficiente de variación de 0.25.

N: Total de hectáreas del área de estudio.

A partir del resultado obtenido de la fórmula anterior se realiza el muestreo en el software ArcGis, donde se utiliza la herramienta Random selection. El resultado final genera 67 puntos de muestreo ubicados por toda el área de estudio, tal y como se visualiza en el siguiente mapa.

Mapa 5. Puntos de muestreo para corroborar la cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Instituto Geográfico Nacional.

Dichos puntos fueron verificados por medio de trabajo de campo en el CBLAT, con el fin de corroborar la concordancia entre la realidad y la identificación hecha mediante fotointerpretación. Es importante mencionar que los puntos 4,12,18,25,29,34,54,56 y 67 tenían difícil visibilidad y acceso, por lo que se tomó de referencia un punto más cercano y de fácil accesibilidad.

Con respecto a la cantidad de puntos que no cambiaron cobertura del año 2020 al 2022 se encuentra el 94% (63 de los 67 puntos). Para el caso de los puntos que cambiaron cobertura representa el 6% (4 de los 67 puntos) según la tabla 4.

Tabla 4. *Cambio cobertura 2020-2022*

	Cantidad de puntos
Mantienen cobertura	63
Cambio de cobertura	4

Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo.

A continuación, una vez identificada la cobertura de la tierra se procedió a categorizarla en la tabla 5. Tanto para el año 2005 como para el 2022 se reconoce la misma cobertura de la tierra, a excepción de plantación que desaparece para el año 2022.

Tabla 5. *Cobertura de la tierra del 2005 y 2022*

Categoría	Definición
Bosque	Ecosistema formado por árboles de diferentes especies.
Pasto con árboles	Vegetación de gramíneas con diferentes tipos de árboles.
Pastos	Eliminación parcial de árboles, reemplazado por vegetación de gramíneas debido a razones antrópicas.
Charral	Terreno con matorrales y malezas.
Cuerpos de agua	Masas de agua en la superficie terrestre
Plantación y/o cultivos	Producción del suelo con fines de lucro o subsistencia.
Terreno descubierto	Terreno sin presencia de cobertura.
Acuicultura	Actividades de crianza de especies acuáticas.
Carreteras	Vía de transporte, comunicación y circulación.
Infraestructura humana	Representado por la ocupación urbano-residencial, acompañado de servicios públicos y comerciales.

Nota: Adaptado de Morera y Sandoval (2018).

Asimismo, con la cobertura de la tierra del año 2005 y 2022 se realizó una matriz de cambios (Tabla 6), en donde se asignó un peso a cada cobertura. Para el caso del 2005 el peso asignado fue de 100 en 100 hasta llegar a 1100 (11 categorías de cobertura de la tierra) y para el 2022 el peso asignado fue de 1 en 1 hasta llegar a 10 (10 categorías de cobertura de la tierra).

Tabla 6. Matriz de cambios 2005-2022

		Cobertura 2022									
		Acuicultura	Bosque	Carreteras	Charral	Cuerpos de agua	Cultivos	Pastos con árboles	Pastos	Terreno descubierto	Infraestructura humana
Cobertura 2005	Peso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Acuicultura	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
Bosque	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
Carreteras	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310
Charral	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410
Cuerpo de agua	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510
Cultivos	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610
Pastos con árboles	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710
Pastos	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810
Terreno descubierto	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910
Infraestructura humana	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010
Plantación	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110

Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo.

Una vez asignados estos pesos se realizó una sumatoria en donde la categoría que tiene el peso de 100 y de 1 da como resultado 101 y corresponde a la misma cobertura de la tierra para ambos años. En caso contrario, si la sumatoria de la categoría da un resultado diferente, por ejemplo 102, se debe entender que es una cobertura diferente. Finalizada la sumatoria con todos los pesos, se exportó la matriz de cambios 2005-2022 a ArcGis, en donde se realizó una intersección que contiene la información referente a la cobertura de la tierra de cada año, el peso de cada cobertura, la sumatoria y se agrega una casilla nueva llamada “Clasificación”, con el fin de visualizar cambios durante el período de tiempo mencionado anteriormente. Cuando la intersección se procesa, se obtiene como resultado un shapefile que contiene los sitios en donde hubo cambio de cobertura y este se utiliza para generar un mapa.

3.4. Índice utilizado para evaluar la conectividad estructural del paisaje

La conectividad estructural se determinó a través del índice de conectividad/fragmentación, el cual es una métrica del paisaje que permite conocer el grado de fragmentación y conectividad. El índice se calcula por medio del software ArGis y la extensión Patch Analyst, donde se tomó en cuenta el tipo de cobertura, número de fragmentos por cobertura, la media, la cual es el tamaño promedio del fragmento y se calculó dividiendo el área total entre el número de fragmentos por cada cobertura. También se utilizó la desviación estándar que, según Acuña et al., (2017), se refiere a la heterogeneidad del tamaño de los fragmentos, donde se alcanza un valor 0 cuando todos los fragmentos tienen un mismo tamaño o cuando solo se encuentra un solo fragmento. Por último, se utilizó el valor del vecino más cercano que es la distancia más corta de un fragmento a otro similar, se mide en metros. La estimación del índice se realiza mediante la siguiente fórmula.

Fórmula 2. Índice de conectividad y fragmentación

$$IFC = \frac{SPTA \times 100}{Sm \times \left(\sum \frac{Nm}{Dm} \right)}$$

Nota: Morera y Sandoval (2018).

Donde:

IFC: Índice de fragmentación – conectividad.

SPTA: Superficie (Ha) del corredor biológico.

SM: Superficie de fragmentos de cobertura natural.

$\sum Nm$: Número de fragmentos de cobertura natural.

$\sum Dm$: Distancia promedio de la cobertura natural calculada desde el centro de cada una.

3.5. Monitoreo de mamíferos

Desde la década de 1990, la comunidad científica ha utilizado cámaras trampa para inventariar comunidades de vertebrados, confirmar la presencia de especies, determinar la distribución de una especie, examinar la estructura de la comunidad de mamíferos, entre otros (Palminteri, 2017). El uso de estos dispositivos además de no ser invasivo recolecta datos que favorece la visualización de especies.

Es así como, la información relacionada al monitoreo de mamíferos se logra a través del proyecto “Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica” del cual formé parte. En relación con lo anterior, el proyecto a través del uso de Sistemas de Información Geográfica identifica cuatro sitios de muestreo en el CBLAT, los cuales son Sky Adventure, Tilawa, La Guaria y Mystica (Mapa 6). Estos sitios se encuentran en las zonas de vida con mayor representatividad del corredor, las cuales son bosque muy húmedo premontano, bosque húmedo premontano y bosque pluvial premontano. En estos sitios de muestreo se instalaron ocho cámaras trampa (dos por sitio), una a nivel de sotobosque (Figura 3) y la otra a nivel de dosel utilizando equipo de escalada adecuado (Figura 4).

Figura 3. Cámara trampa a nivel de sotobosque



Nota: Trabajo de campo.

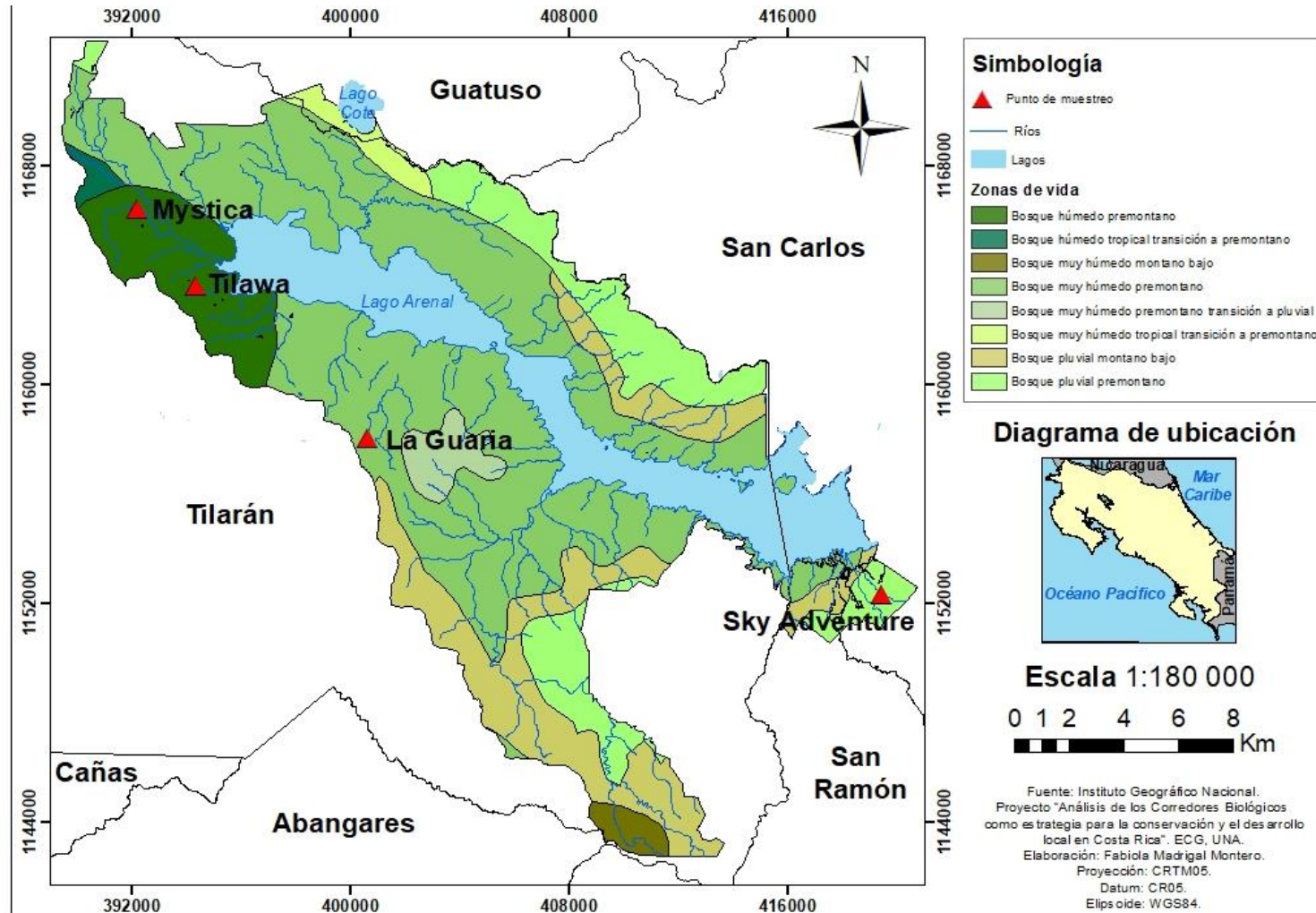
Figura 4. *Equipo de escalada utilizado para instalar cámara trampa en dosel*



Nota: Trabajo de campo.

Con respecto al equipo tecnológico, fue colocado estratégicamente a nivel de sotobosque sobre pasos naturales que evidenciaban la presencia de animales por medio de huellas, vegetación pisada y excrementos. Las cámaras trampa se colocaron a una altura de 1 m aproximadamente y cerca de cuerpos de agua. A nivel de dosel la cámara trampa fue instalada a una altura superior a los 10 m y en árboles cercanos a cuerpos de agua que funcionaban como puentes para especies que se desplazan a través de las ramas. Además, Palminteri (2017) afirma que una gran proporción de los mamíferos viven en el dosel del bosque, dichos animales también son vulnerables a la pérdida y degradación de los bosques, pero son difíciles de estudiar y monitorear.

Mapa 6. Ubicación sitios de muestreo del monitoreo de mamíferos del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Instituto Geográfico Nacional y el Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Por otra parte, los datos utilizados fueron tomados durante todo el año 2020, donde inicialmente se hicieron visitas a campo mensualmente durante enero y febrero para corroborar el estado del equipo, así como para extraer los datos tomados. Sin embargo, por un tema de pandemia se debió pausar el trabajo de campo y se retomó en el mes de agosto.

Asimismo, los datos se organizaron en una base de datos elaborada con Excel (Anexo 1) donde se coloca el ID, el sitio, el tipo de cámara (terrestre o dosel), la especie, familia, fecha y hora; a partir de ello, se elaboran tablas resumen mensuales y anuales para cada sitio y tipo de cámara (terrestre o dosel). Además, con los datos resultantes del proceso anterior, se cuantifica y analiza información a través de tablas y gráficos sobre la cantidad de avistamientos según patrón de horario y zona de vida.

Sumado a lo anterior, se contabiliza la detección de mamíferos según época seca/lluviosa y carnívoros/no carnívoros. A su vez, se clasifican las especies de mamíferos vistas según el nivel de amenaza, para esto se utiliza la lista roja o Red List de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el decreto 40548-MINAE (Artículo 6) y artículo 14 de la Ley de Conservación de Vida Silvestre que oficializa la lista de especies a nivel nacional que se encuentran en peligro de extinción, preocupación menor, etcétera. Todo lo anterior, funciona para analizar y estudiar la salud ecológica del corredor y facilita el análisis de la conectividad funcional.

IV. Caracterización de la estructura del paisaje del CBLAT para la evaluación de la conectividad estructural de los años 2005 y 2022

4.1. Cobertura de la tierra del año 2005

Durante el año 2005 se identifican 10 categorías de cobertura de la tierra presentes en el CBLAT (Tabla 7) tales como: Acuicultura, terreno descubierto, infraestructura humana, charral, plantación, cultivos, pasto con árboles, cuerpos de agua, pastos y bosques.

Tabla 7. Cobertura identificada en el año 2005, número de fragmentos, tamaño medio del fragmento y área total

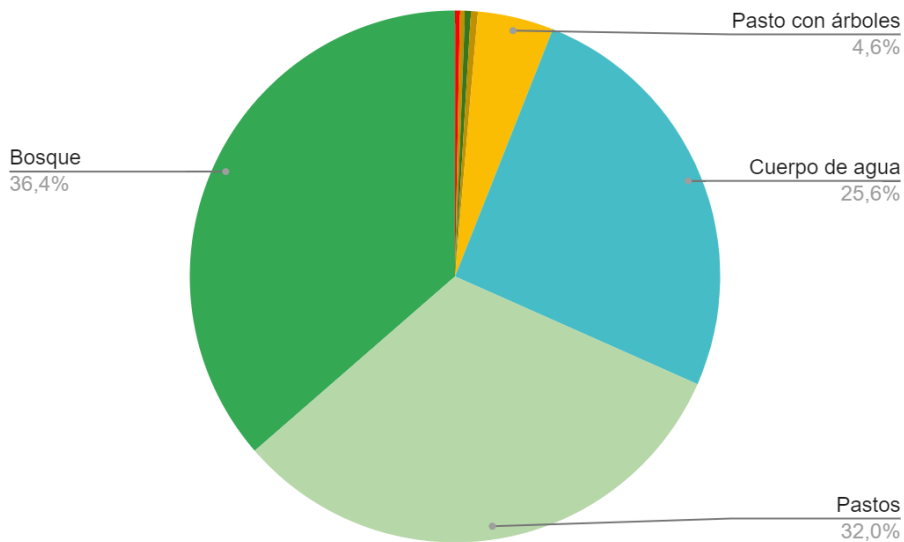
Categoría de cobertura	Número de fragmentos	Tamaño medio del fragmento (Ha)	Área total en (Ha)
Bosque	823	14,8	12240
Pasto con árboles	204	7,6	1560
Pastos	1353	7,9	10761
Charral	39	2,6	103
Cuerpo de agua	113	76,9	8623
Terreno descubierto	17	0,2	3,5
Plantación	8	15	119
Cultivos	92	1,5	140
Acuicultura	20	0,03	1
Infraestructura humana	4557	0,02	96

Nota: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos del mapa de cobertura del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005.

De acuerdo con lo anterior, el bosque destaca como la categoría con mayor extensión con un total de 12240 Ha y representando el 36,4% del área de estudio (Figura 5). Es importante mencionar que la conservación del bosque ha representado un esfuerzo de diferentes iniciativas, tal como zonas protectoras y áreas protegidas. Dentro del CBLAT convergen diferentes zonas protectoras, corredores biológicos y

parques nacionales. Por ejemplo, al norte limita con el Parque Nacional Volcán Tenorio y Zona Protectora Tenorio. Al oeste con el Corredor Biológico Paso del Mono Aullador. Al sur con el Corredor Biológico Pájaro Campana, Zona Protectora Arenal Monteverde y Parque Nacional Arenal y al este con el Corredor Biológico Ruta Los Malekus Medio Queso.

Figura 5. *Categorías de cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, año 2005*



Nota: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos del mapa de cobertura del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005.

Para el 2005, dentro de la categoría de cobertura boscosa, se identifican dos tipos de bosques: Inicialmente el bosque intervenido que se caracteriza por contar con vegetación en proceso de regeneración en un terreno donde existió un cambio de uso de suelo y/o intervención humana y el bosque maduro que cuenta con poca o nula intervención humana, caracterizado por la presencia de árboles de estrategias con una alta biodiversidad. (Bermúdez, 2018).

En relación con lo anterior, la cobertura boscosa del año 2005 se encuentra ubicada de manera uniforme por todo el corredor (Mapa 7) pero en mayor abundancia en las áreas colindantes con las diferentes zonas protectoras, corredores biológicos y parques nacionales. El bosque cuenta con 823 fragmentos (Figura 7), los cuales tienen un tamaño medio de 14,8 Ha y un 11,4% de representatividad del total de fragmentos.

La segunda categoría con mayor extensión son los pastos con una superficie total de 10761 Ha, lo que representa el 32% del área de estudio y se asocia a actividades relacionadas con ganadería de leche y carne, las cuales, según SINAC (2020), representan uno de los principales medios de vida del CBLAT. Los pastos se distribuyen de manera homogénea por todo el CBLAT, cuentan con 1353 fragmentos que representan un 18,7% del total de fragmentos y que constan de un tamaño medio de 7,9 Ha.

Por su parte, los cuerpos de agua son la tercera categoría de cobertura con mayor extensión, con un total de 8622 Ha, donde 8574 Ha corresponden al Lago Arenal que se encuentra ubicado en el centro del área de estudio y ocupa el 25,6% del CBLAT. Según SINAC (2020) en el CBLAT confluyen las vertientes Pacífico y Caribe, las grandes cuencas son las del Lago de Nicaragua, Río San Juan y Río Tempisque, las cuales a su vez se subdividen en 11 subcuencas (Lago Cote, Río Cote, Isla Aguacate, Isla Arenal, Isla Tronadora, Río Cañas-Río Higuierón, Lago Arenal, Río Arenal, Laguna, Río Corobicí-Río Magdalena y Río Cucaracho). Además, esta categoría de cobertura de la tierra tiene 113 fragmentos que representan un 1,6% del total de fragmentos y cuentan con un tamaño medio de 76,3 Ha.

Posteriormente, se encuentran los pastos con árboles que abarcan 1560 Ha y representan el 4,6% del área de estudio los cuales se ubican en mayor cantidad al noreste del corredor, específicamente en los poblados de Nuevo Arenal y Mata de Caña, al norte en los poblados de Aguacate y Guadalajara y en menor proporción al noroeste en los poblados de San Luis y Tronadora. Los pastos arbolados cuentan con 204 fragmentos para el año 2005 lo que significa una representatividad del 2,8% del total de fragmentos y un tamaño medio de 7,6 Ha. Esta cobertura se puede asociar con el desarrollo de actividades ganaderas, que como se indicó anteriormente, es una de las principales actividades productivas del CBLAT.

Continuando en orden de extensión, se presentan categorías de cobertura de la tierra menos significativas como los cultivos con un área de 140 Ha y que representa un 0,4% del CBLAT, los cuales se ubican en varios poblados, entre ellos destaca Sabalito, Guadalajara, Piedras, Mata de Caña, Arenal Viejo, Tronadora y Cairo.

De acuerdo con Hilje y Torres (1997), el cultivo de granos básicos como caña de azúcar y café han sido los cultivos iniciales de la región. Para el caso de Tronadora se cultivaba café, pero diferentes ingenieros agrónomos que trabajaban en el Proyecto Hidroeléctrico de Arenal experimentaron con cultivos de maíz, papa y otros, obteniendo buenos resultados. Es así como para el año 2005 la categoría de cultivos cuenta con 92 fragmentos que representan un 1,3% del total de estos y tienen un tamaño medio de 1,5 Ha.

Con respecto a la categoría de cobertura de plantación, cuenta con 119 Ha que representa un 0,4% del CBLAT. Se ubican en el poblado de Mata de Caña y en Naranjos Agrios, cuenta con 8 fragmentos que representan un 0,1% del total de estos y tienen un tamaño medio de 15 Ha. Dichas plantaciones se asocian a zonas colindantes con cultivos, esto sucede en Mata de Caña, por ejemplo.

Asimismo, el charral cuenta con 102 Ha que representan un 0,3% del CBLAT. Estos se ubican homogéneamente por toda el área de estudio y cuenta con 39 fragmentos de un tamaño medio de 2,6 Ha y una representatividad del 0,5% del total de fragmentos. El charral, por lo general, es un área que se encuentra en descanso de la siembra y se está regenerando, se caracteriza por contar con plantas arvenses y/o malezas y tiene escasez de árboles. Para Zúñiga (2013), son terrenos que fueron cultivados o áreas de pastos que se dejan sin laborar y con el transcurso del tiempo se convierte en matorrales.

Adicionalmente, la infraestructura humana cuenta con 96 Ha aproximadamente y representa el 0,3% del área de estudio, la cual se localiza en mayor proporción en los poblados de Tronadora, San Luis, Cuatro Esquinas y Nuevo Arenal. Para la categoría de cobertura de infraestructura humana se contabilizan un total de 4557 fragmentos con una representatividad del 63,1% del total de estos y un tamaño medio de 0,02 Ha.

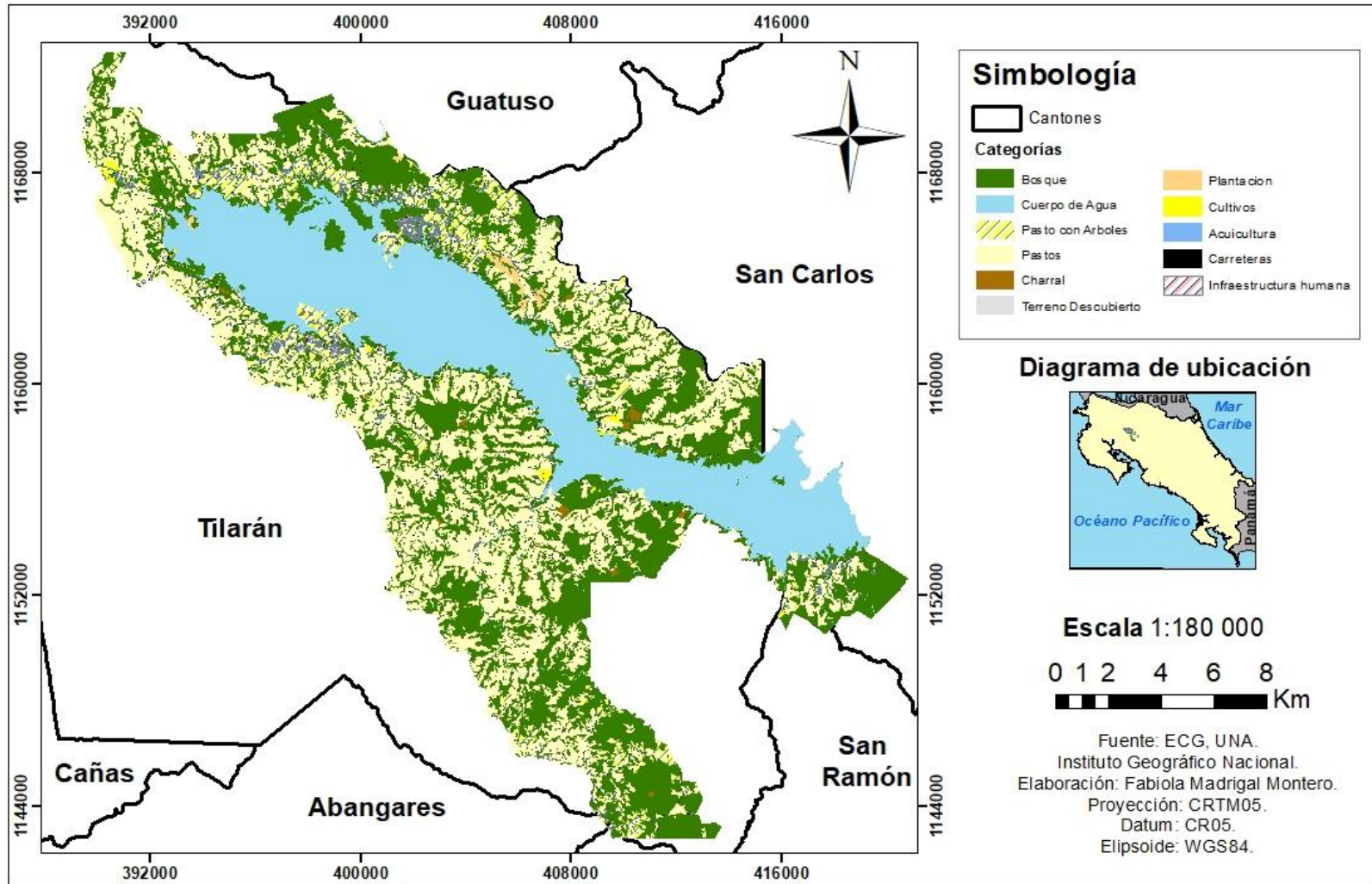
La infraestructura humana desarrollada para ese entonces se asocia a la actividad turística y económica que trae consigo la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Arenal. En concordancia con Ávila (2022), la dinámica económica surge gracias a la coyuntura de la incursión de Costa Rica como destino turístico a partir del año 1990 y a la existencia de la carretera asfaltada donde se obtuvieron empleos y generaron emprendimientos vinculados con el turismo. Lo anterior hace posible el desarrollo de infraestructura humana, tanto para el turismo, como para la mano de obra que laboraba para este sector.

Por otra parte, se encuentra la categoría de cobertura de terreno descubierto, que abarca 3,5 Ha aproximadamente, lo que significa un 0,1% del área del CBLAT. Cuenta con 17 fragmentos que tienen una representatividad del 0,2% del total de fragmentos y un tamaño medio de 0,2 Ha. El terreno descubierto se asocia a suelo desnudo, afloramiento rocoso, arena, zonas quemadas y ceniza volcánica (CENIGA, 2020).

Finalmente, la acuicultura entendida como cultivar cualquier organismo acuático, incluyendo a los peces, crustáceos, moluscos, algas y muchos otros organismos de agua dulce y salada (Meyer, 2004), es la categoría que menor área posee con un total de 1 Ha, lo cual representa un 0,1% del CBLAT. Esta

cuenta con 20 fragmentos de un tamaño medio de 0,03 Ha y una representatividad del 0,3% del total de fragmentos, se ubica principalmente cerca de Río Chiquito.

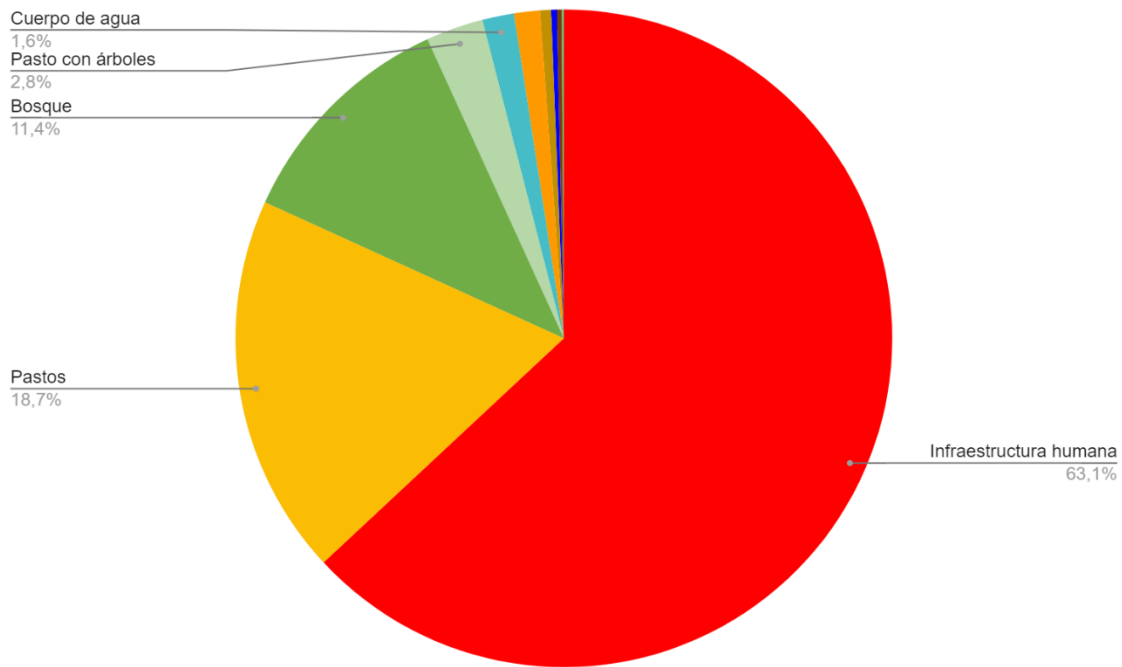
Mapa 7. Cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio para el año 2005



Nota: Elaboración propia, a partir de datos del Instituto Geográfico Nacional y ECG, UNA.

En cuanto al número, porcentaje y tamaño medio de los fragmentos. Se identifica al bosque como la categoría de mayor área dentro del CBLAT, con un total de 12240 Ha y representando el 36,4% del área de estudio. A su vez, el bosque cuenta con 823 fragmentos con un tamaño medio de 14,8 Ha, lo que representa un 11,4% del total de fragmentos, lo cual ocupa el tercer puesto en cuanto a porcentaje de fragmentos. (Figura 6).

Figura 6. *Porcentaje de fragmentos según cobertura de la tierra en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005*

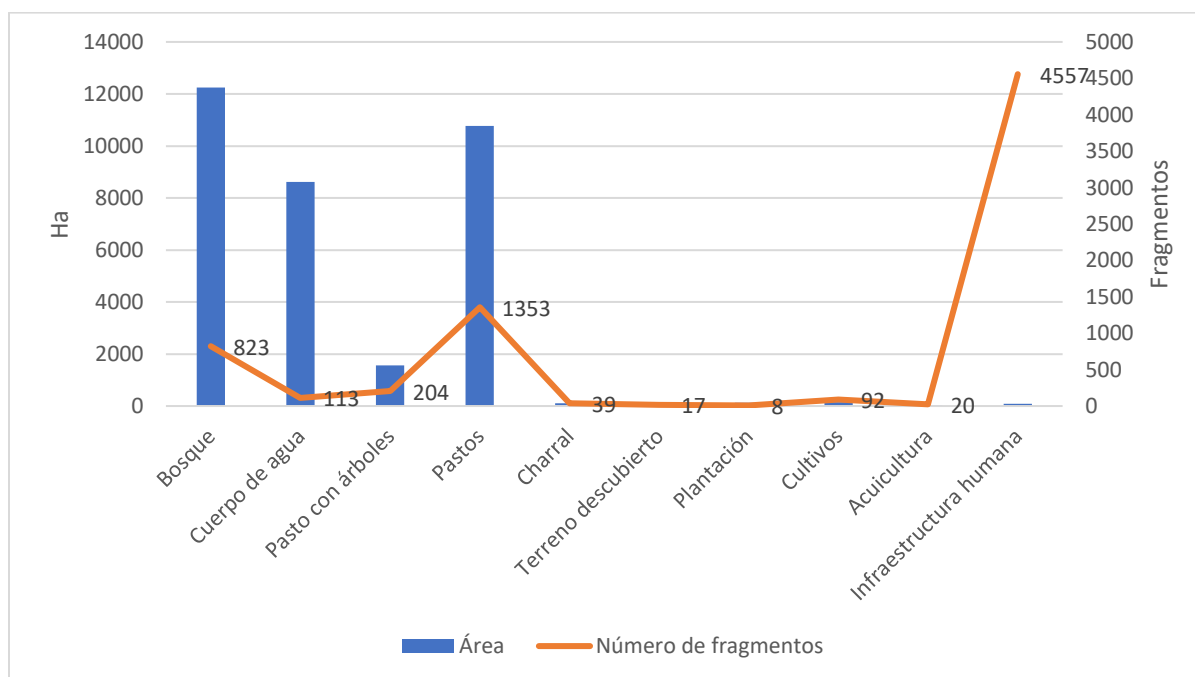


Nota: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos del mapa de cobertura del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005.

Continuando en orden de extensión los pastos, es la segunda categoría de cobertura con mayor área y cantidad de fragmentos. En sus 10761 Ha se ubican 1353 fragmentos que representan un 18,7% del total de estos y cuentan con un tamaño medio de 7,9 Ha. Es la segunda categoría con mayor porcentaje de fragmentos.

Por el contrario, la infraestructura humana a pesar de que cuenta con menor área, tan solo 96 Ha, posee la mayor cantidad de fragmentos (4557). Estos cuentan con un tamaño medio de 0,02 Ha y una representatividad del 63,1% del total de fragmentos. La infraestructura humana es la categoría que ocupa el mayor porcentaje de fragmentos.

Figura 7. Fragmentos por categoría de cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio para el año 2005



Nota: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos del mapa de cobertura del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005.

En relación con lo anterior, se puede analizar que la infraestructura humana, los pastos y el bosque son las tres categorías con mayor significancia en cuanto a número y porcentaje de cobertura de fragmentos. La infraestructura humana a pesar de no ser la categoría con mayor cantidad de Ha resulta ser la que cuenta con el porcentaje más alto en cuanto a fragmentos, más de un 63% del CBLAT se encuentra bajo dicha categoría. Esto se podría relacionar como se explicó anteriormente, que el desarrollo turístico en el área ha traído consigo la apertura de nuevos lugares que requieren de una infraestructura para ofrecer al turista y a la población local que allí labora.

Por su parte los pastos, cuentan con 18,7% del total de fragmentos, lo que representa que para el año 2005 se dedicaba una buena área del territorio al desarrollo de actividades por ejemplo ganaderas, las cuales ocupan áreas pastosas para poder tener éxito. La ganadería de carne y leche junto con el turismo es una de las actividades económicas predominantes en el CBLAT. A la vez, el bosque que cuenta con 11,4% del total de cobertura de fragmentos indica que en el área de estudio se conserva, lo cual es fundamental, ya que aquí convergen distintas zonas protectoras, corredores biológicos y parques

nacionales. Además, es vital contar con cobertura boscosa en un área que recibe tanto turismo, el cual se ve atraído por los paisajes y ecosistemas naturales que el CBLAT ofrece.

4.2. Cobertura de la tierra del año 2022

En el año 2022 se identifican nueve categorías de cobertura de la tierra presentes en el CBLAT (Tabla 8), al ser: bosque, cuerpo de agua, pastos con árboles, pastos, charral, terreno descubierto, cultivos, acuicultura e infraestructura humana.

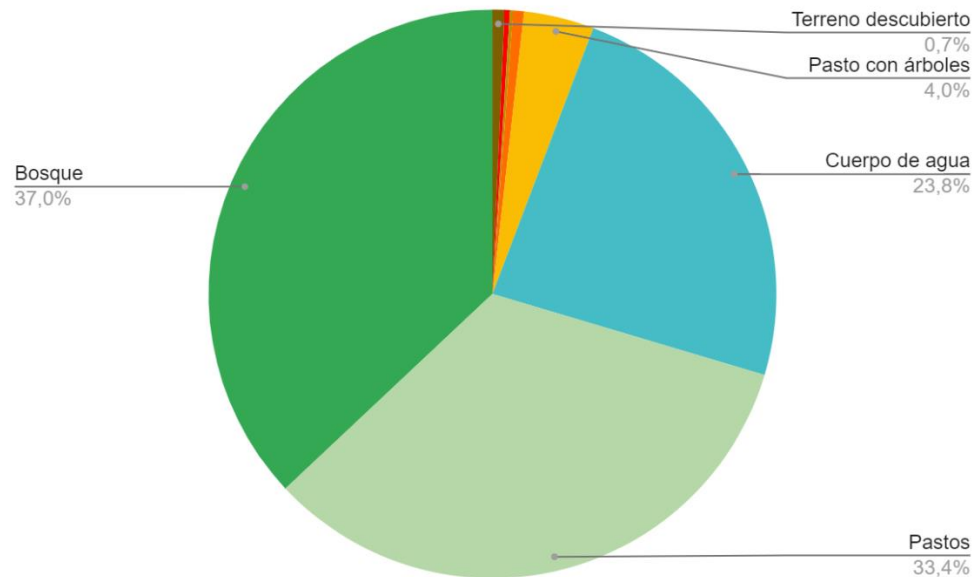
Tabla 8. Cobertura identificada en el año 2022, número de fragmentos, tamaño medio del fragmento y área total

Categoría de cobertura	Número de fragmentos	Tamaño medio del fragmento (Ha)	Área total (Ha)
Bosque	803	15,5	12449
Pasto con árboles	181	7,4	1345
Pastos	1330	8,4	11239
Charral	12	5,1	62
Cuerpo de agua	119	67,4	8014
Terreno descubierto	98	2,3	230
Cultivos	108	1,9	210
Acuicultura	20	0,05	1
Infraestructura humana	4647	0,02	98

Nota: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos del mapa de cobertura del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022.

En relación con lo anterior, para el año 2022 el bosque sigue destacando con mayor extensión con un total de 12449 Ha, lo que representa el 37% del área de estudio (Figura 8). Además, prevalece como punto de convergencia entre diferentes zonas protectoras, corredores biológicos y parques nacionales.

Figura 8. Categorías de cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, año 2022



Nota: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos del mapa de cobertura del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022.

Para el año 2022 sigue predominando la cobertura boscosa. Esta cuenta con 803 fragmentos distribuidos por todo el Corredor (Figura 10), pero en mayor abundancia en las áreas colindantes con las diferentes zonas protectoras, corredores biológicos y parques nacionales (Mapa 8). Estos cuentan con un tamaño medio de 15,5 Ha y representan el 10,7% del total de fragmentos.

En seguida, se ubican los pastos como segunda categoría de cobertura con mayor extensión con 11239 Ha que representan un 33,4% del área del CBLAT. Los pastos cuentan con 1330 fragmentos que constan de un tamaño medio de 8,4 Ha y representan el 17,7% del total de fragmentos. Estos se ubican por todo el Corredor. Como se mencionó anteriormente para el año 2005, los pastos se asocian con el desarrollo de ganadería de leche y carne que aún en la actualidad, sigue siendo una de las actividades económicas con mayor auge en el área de estudio.

Como tercera categoría con mayor extensión, se encuentran los cuerpos de agua con 8014 Ha donde 7966 Ha son del Lago Arenal; ello representa el 23,8% del área del CBLAT. Además, los cuerpos de agua cuentan con 119 fragmentos de un tamaño medio de 67,4 Ha y representan el 1,6% del total de fragmentos. Estos se relacionan al Lago Arenal principalmente, así como a diferentes espejos de aguas y ríos que se localizan en el CBLAT, como: Chiquito, Piedras, Aguacate, Dos Bocas, Sábalo, San Luis,

Negro, entre otros. Además, es importante recordar que el área de estudio funciona como punto donde confluyen las vertientes Pacífico y Caribe.

Continuando en orden de extensión, se encuentra la categoría correspondiente a pastos con árboles que suman 1345 Ha, esto representa al menos el 4% del área del CBLAT. Además, existen 181 fragmentos que constan de un tamaño medio de 7,4 Ha y representan un 2,4% del total de fragmentos. Estos se ubican en mayor proporción al norte del CBLAT, en los poblados de Aguacate y Guadalajara.

Los pastos arbolados colindan con otros pastos y bosques. En caso de mantener su cobertura a futuro se pueden aprovechar para el desarrollo de sistemas agroforestales, actividades turísticas, de ocio, producción ganadera, conservación de ecosistemas, pago de servicios ambientales y demás.

A su vez continúan categorías de poca significancia como el terreno descubierto, la cual abarca 230 Ha que significa un 0,7% de área del CBLAT. Existen 98 fragmentos de terreno descubierto que cuentan con un tamaño medio de 2,3 Ha y un 1,3% del total de fragmentos, los cuales se localizan en áreas de suelo desnudo, afloramientos rocosos, cenizas volcánicas, etcétera.

Además, se encuentran los cultivos con 210 Ha, esto representa el 0,6% del área de estudio. Se cuantifican 108 fragmentos de cultivos con un tamaño medio de 1,9 Ha y un 1,4% del total de fragmentos. Se ubican principalmente en los poblados de Sabalito, Guadalajara, Mata de Caña, Tronadora, Arenal Viejo, Río Chiquito y Unión, donde tradicionalmente se cultivan granos básicos, café, caña de azúcar, entre otros.

Con respecto a la categoría de infraestructura humana cuenta con 98 Ha que representa el 0,3% del área del CBLAT. Para esta categoría se contabilizan 4647 fragmentos de un tamaño medio 0,02 Ha y con un 62% del total de fragmentos. La infraestructura humana se ubica espacialmente y en gran proporción en los poblados de Nuevo Arenal y Tronadora, lo cual se relaciona con el desarrollo turístico que se ha dado en los años recientes.

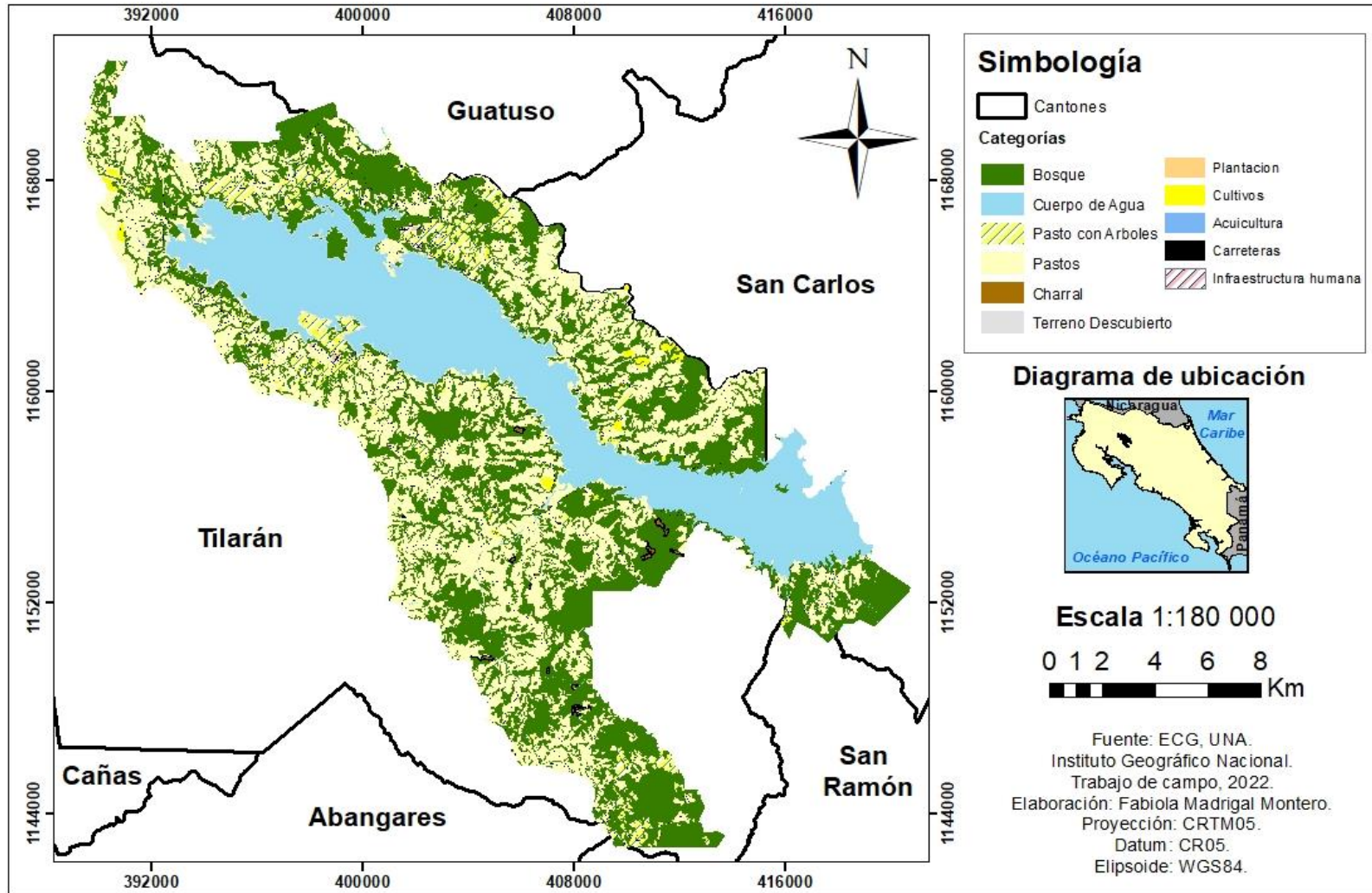
En relación con lo anterior, el Lago y volcán Arenal, así como sus poblados colindantes ofrecen deslumbrantes paisajes que los convierten en uno de los destinos turísticos favoritos de nacionales e internacionales. A raíz de lo anterior, se ha incrementado la construcción de obras turísticas. De acuerdo con Barquero (s.f), las fincas dedicadas a agricultura y ganadería iniciaron con la construcción de cabinas, hoteles y otros servicios para la atención de los visitantes, lo cual ocasionó un cambio sustancial en la economía y la cultura de sus habitantes. Los servicios de atención al turista aumentaron, se construyeron oficinas de información y venta de tours. Al aumentar el turismo, se originaron más fuentes de trabajo y

llegaron trabajadores de otros lugares del país, lo que produjo una agresiva construcción de habitaciones y apartamentos para ese tipo de población.

Por otra parte, el charral, que por lo general son matorrales o áreas que anteriormente se dedicaban al cultivo y que se encuentran en regeneración, tiene una extensión de 62 Ha que representa un 0,2% del área de estudio, además cuenta con 12 fragmentos de un tamaño medio de 5,1 Ha y una representatividad inferior al 1% del total de fragmentos, localizándose en todo el Corredor.

Finalmente, la acuicultura es la categoría que menor área posee con un total de 1 Ha, lo que representa un 0,1% del CBLAT. Esta actividad cuenta con 20 fragmentos de un tamaño medio de 0,05 Ha y una representatividad del 2,7% del total de fragmentos, se ubican principalmente en Río Chiquito. La acuicultura ha sido una actividad económica alternativa para las personas locales del CBLAT; incluso, se les incentiva con créditos para que expandan sus operaciones, tal y como lo comunica Presidencia de La República Gobierno de Costa Rica (2021), de tal modo, con los recursos otorgados, los productores pudieron comprar el alimento especial que requieren las tilapias, alevines para aumentar la producción, se apoyaron con gastos de mano de obra y pago de servicios, entre otros, lo cual ha permitido ampliar la oferta y el mercado.

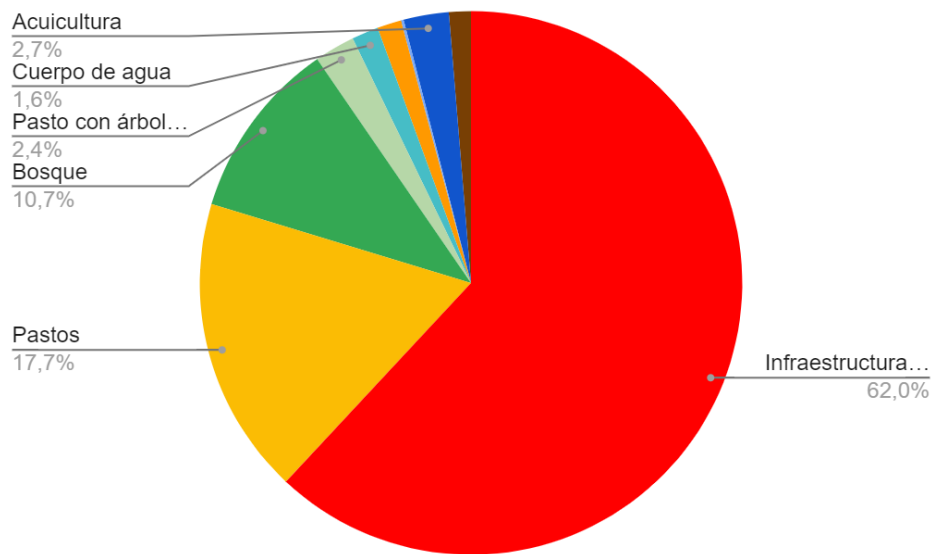
Mapa 8. Cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio para el año 2022



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo.

Con los resultados anteriores, se identifica la cantidad de fragmentos, su porcentaje y tamaño medio. Para el caso del bosque, mantiene la mayor área dentro del CBLAT (12449 Ha) y representa el 36,7% del área de estudio. Este cuenta con 803 fragmentos de un tamaño medio de 15,5 Ha y que significan el 10,7% del total de fragmentos, cifra que ocupa el tercer puesto en el gráfico de porcentaje de fragmentos. (Figura 9).

Figura 9. *Porcentaje de fragmentos según cobertura de la tierra en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022*

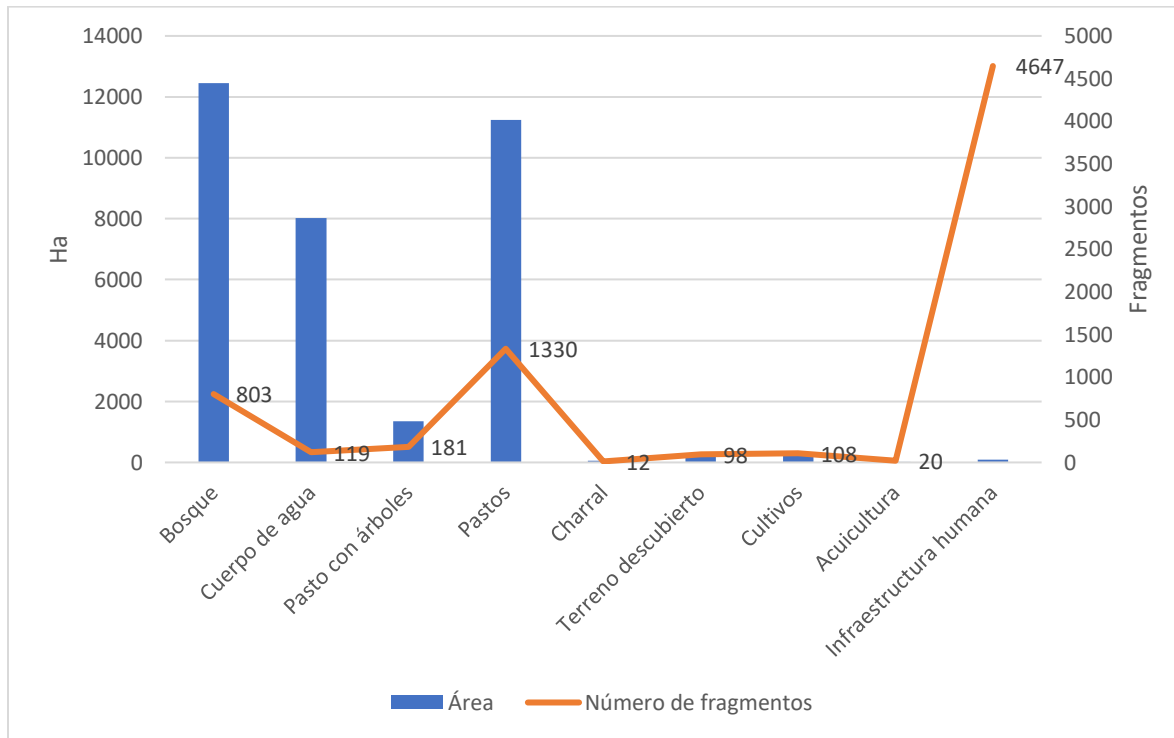


Nota: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos del mapa de cobertura del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022.

Como segunda categoría con mayor extensión en el CBLAT se encuentran los pastos que contienen 11239 Ha. Estos cuentan con 1330 fragmentos de un tamaño medio 8,4 Ha y representan el 17,7% del total de porcentaje de fragmentos.

Con respecto a la infraestructura humana a pesar de que cuenta con 98 Ha dentro del CBLAT, posee la mayor cantidad de fragmentos con un total de 4647. Estos tienen un tamaño medio de 0,02 Ha y representan el 62% del total de fragmentos, cifra que ocupa el mayor porcentaje de fragmentos.

Figura 10. Fragmentos por categoría de cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio para el año 2022



Nota: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos del mapa de cobertura del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022.

De acuerdo con los datos anteriores, las categorías correspondientes a infraestructura humana, pastos y bosque son las tres con mayor significancia en cuanto a número y porcentaje de cobertura de fragmentos. Para el caso de la infraestructura humana a pesar de que cuenta con tan solo 98 Ha, resulta ser la categoría con mayor número y porcentaje de fragmentos, alrededor del 62% del área de estudio tiene fragmentos asociados a la infraestructura humana. Ello concuerda con el crecimiento turístico y habitacional que ha tenido el CBLAT en los últimos años, el cual ha ido construyendo obras para la atención de visitantes.

Con respecto a los pastos, es la segunda categoría con mayor porcentaje de fragmentos, alrededor del 17,7% para el año 2022. Esto significa que todavía gran parte del CBLAT conserva dicha categoría para diferentes actividades económicas y turísticas, por ejemplo, la ganadería de carne y leche, siembra de granos básicos, para recreación y ocio, etc.

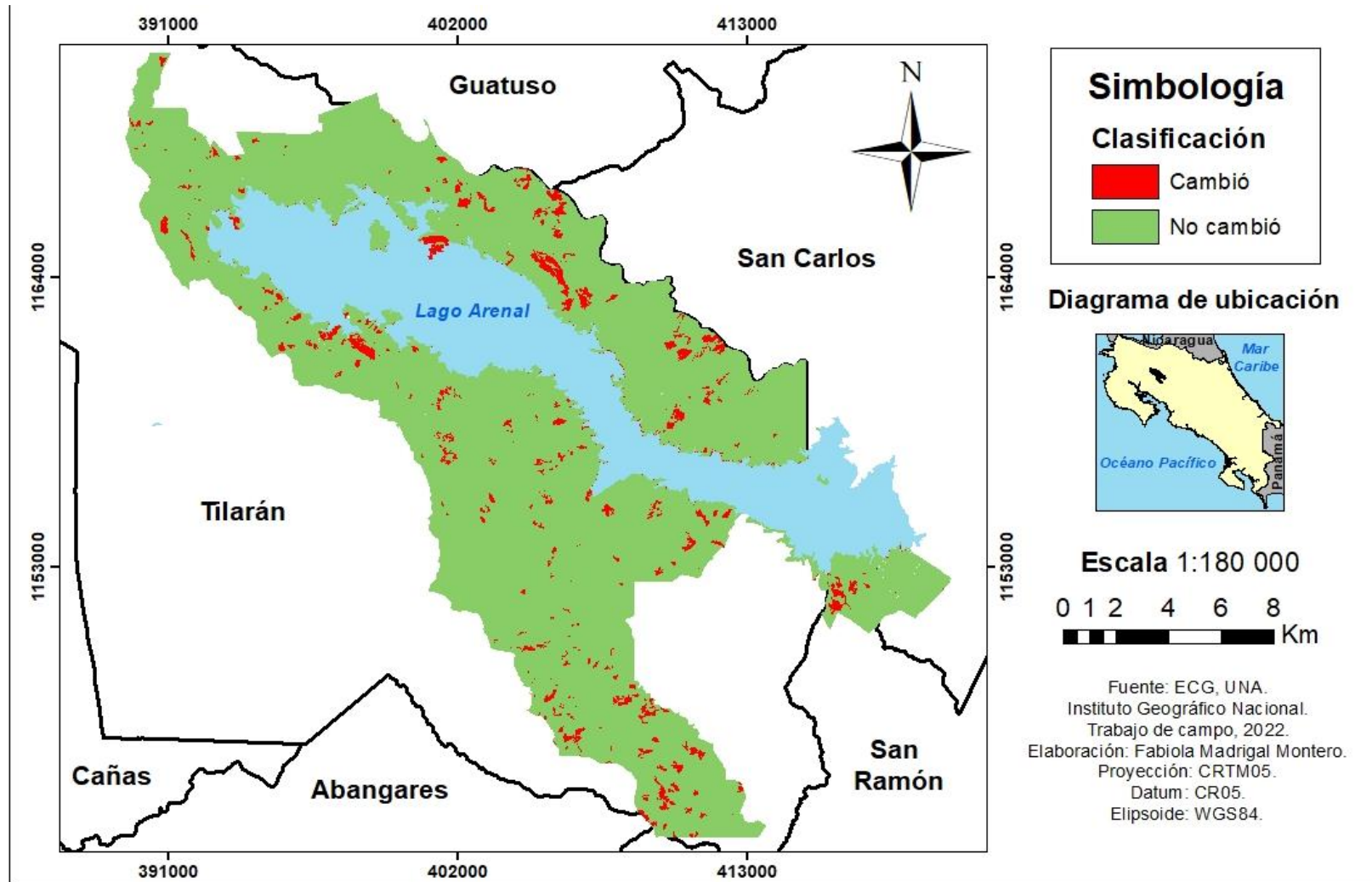
En cuanto al bosque, cuenta con 10,7% del total de cobertura de fragmentos para el año 2022. Lo anterior refleja que dentro del CBLAT es de interés la conservación del bosque, la cual atrae turistas

nacionales e internacionales; de tal modo, se generan ganancias económicas a los diferentes parques de aventura, encadenamientos productivos locales, fincas privadas, Parque Nacional Arenal, entre otras propiedades. Es importante destacar que el CBLAT además de ofrecer hermosos paisajes, es refugio de miles de especies, ya que se encuentra en un punto de convergencia entre diferentes parques nacionales, corredores biológicos y zonas protectoras.

4.3. Comparación de resultados 2005-2022

Se realizó una comparación de los datos obtenidos en los años 2005 y 2022 referentes a las categorías de cobertura de la tierra con el fin de identificar los cambios que inciden en la conectividad estructural del paisaje del CBLAT (Mapa 9). A través de los diecisiete años de diferencia, 1729 Ha cambiaron su cobertura de la tierra y 32194 Ha se mantienen con la misma categoría de cobertura, de tal forma que únicamente el 5% del área de estudio tuvo un cambio, mientras que el 95% se mantuvo con la categoría de cobertura que tenía en el año 2005, lo cual evidencia el escaso dinamismo de transformación de la cobertura de la tierra en el área de estudio.

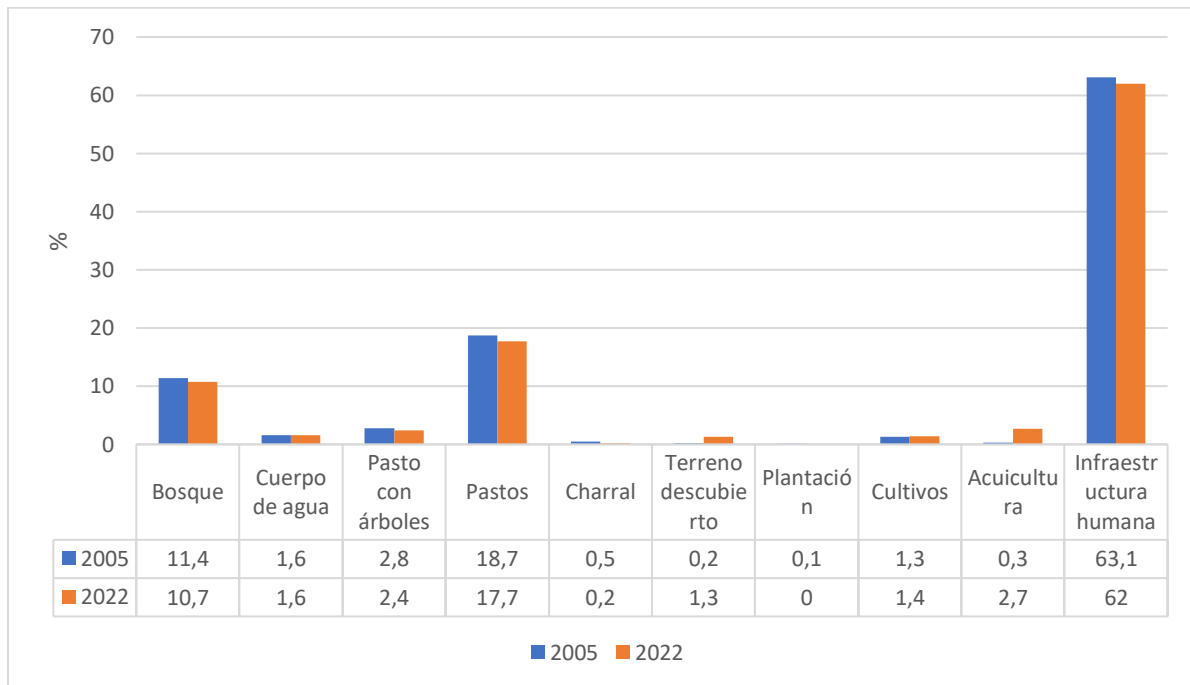
Mapa 9. Cambios en la cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005-2022



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo.

Con respecto al porcentaje de cobertura de fragmentos, inicialmente se identifica una disminución en el porcentaje de cobertura de fragmentos de infraestructura humana. Para el año 2005 se cuenta con un 63,1% del total de cobertura de fragmentos y para el año 2022 con 62%; o sea, una disminución de un 1% (Figura 11).

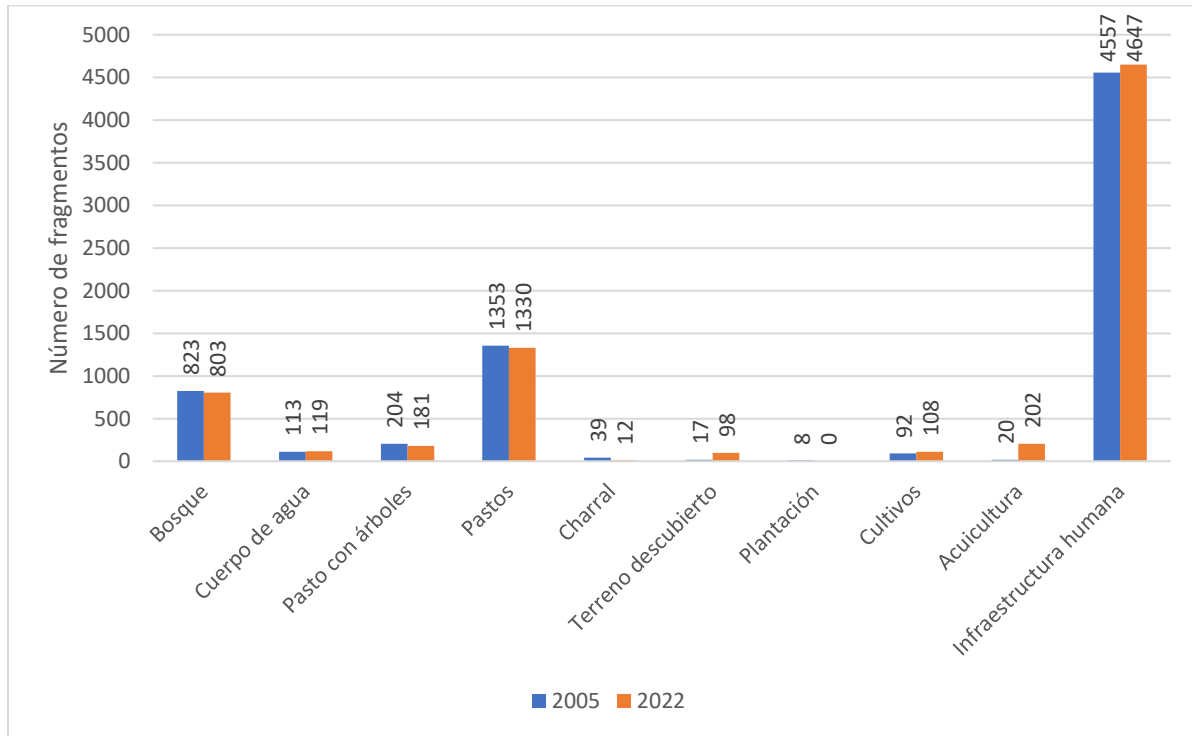
Figura 11. *Porcentaje de cobertura de fragmentos del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005-2022*



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Sin embargo, se evidencia un incremento de 90 fragmentos para el año 2022 (Figura 12), lo cual significa que a pesar de que aumentó en cantidad el número de fragmentos de infraestructura humana, estos son de pequeña escala o tamaño, lo que se refleja en la disminución del porcentaje de cobertura de fragmentos. Además, el crecimiento de estos 90 fragmentos se relaciona al incremento de la actividad turística en el área

Figura 12. Número de fragmentos por categoría de cobertura de la tierra 2005-2022



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Seguidamente, los pastos para el año 2022 presentan una leve disminución en cuanto a porcentaje de cobertura de fragmentos, pasan de 18,7% (2005) a 17,7% (2022), alrededor de un 1% menos. A su vez se observa que para el 2022 se cuenta con 23 fragmentos de pastos menos, lo cual se puede asociar al crecimiento de fragmentos de otras categorías.

Por su parte, el bosque el cual es la categoría que mayor peso tiene sobre este trabajo, evidencia una disminución en cuanto a porcentaje de cobertura de fragmentos, en 2005 contaba con 11,4% del total de la cobertura de fragmentos y en 2022 desciende a 10,7%. A pesar de que no es una pérdida tan significativa, se debe reflexionar la situación a futuro; puesto que, si la tendencia es la disminución, se deben replantear acciones para que el bosque no disminuya su porcentaje de fragmentos. A pesar de lo anterior, también se identifica como la cantidad de fragmentos del 2005 al 2022 aumentan, aproximadamente en 20 fragmentos de más. Esto representa un lento crecimiento en la cantidad de parches boscosos y su área, por esta razón disminuyó el porcentaje de cobertura de estos.

Para el caso de los pastos con árboles, se muestra una disminución en cuanto al porcentaje de cobertura de fragmentos. En 2005 es 2,8% y en 2022 de un 2,4% y se relaciona también con la cantidad

de fragmentos, ya que para el 2022 se registran 23 fragmentos menos que el 2005. Esta situación sería importante verificar en campo e investigar a mayor detalle, porque esta disminución se pudo relacionar con el aumento de fragmentos de otras categorías como infraestructura humana. Además, si estos fragmentos de pastos arbolados se hubiesen conservado, tenían el potencial de transformarse en bosques secundarios, los cuales ofrecen muchos bienes y servicios a la población.

Los cuerpos de agua muestran que tanto para el año 2005 como 2022 mantienen su porcentaje de cobertura de fragmentos en 1,6%. Pero en cuanto a cantidad incrementaron de manera leve con seis fragmentos de más para el año 2022. Lo anterior solo significa que los diferentes cuerpos de agua inundaron estos fragmentos o espacios debido a crecidas de ríos, avalanchas, incremento en las lluvias, incremento en el nivel del Lago Arenal, entre otros factores.

Asimismo, los cultivos presentan un pequeño incremento en cuanto a porcentaje de cobertura de fragmentos, para el año 2005 contaban con 1,3% y aumentan a 1,4% en el 2022. A esto se le relaciona el aumento en la cantidad de fragmentos para el 2022, se reconocen 16 de más en los poblados de Sabalito, Guadalajara, Mata de Caña, Tronadora, Arenal Viejo, Río Chiquito y Unión. Dichos poblados tienen su historia con la siembra y cultivo de granos básicos, café, caña de azúcar y demás, legado que aún en la actualidad se conserva en menor escala.

Los fragmentos correspondientes a charral disminuyeron su porcentaje para 2022. En 2005 cuentan con 0,5% del total de cobertura de fragmentos y para 2022 cuentan con 0,2%. Coincide con la disminución de cantidad de fragmentos, los cuales al 2022 son 27 menos que en el 2005. Esta disminución se asocia a la expansión y crecimiento de otras categorías como infraestructura humana, la cual hace uso de este tipo de áreas para la construcción de asentamientos y obras públicas y privadas.

La categoría correspondiente a la acuicultura fue la que obtuvo el mayor aumento en cuánto a porcentaje de cobertura de fragmentos. Para el año 2005 contaba con 0,3% del total de cobertura de fragmentos y aumenta a 2,7%. Lo mismo sucede con respecto a la cantidad de fragmentos, pues se nota un incremento de 182 fragmentos de más para el año 2022. Ello se asocia a la buena respuesta del mercado hacia la acuicultura.

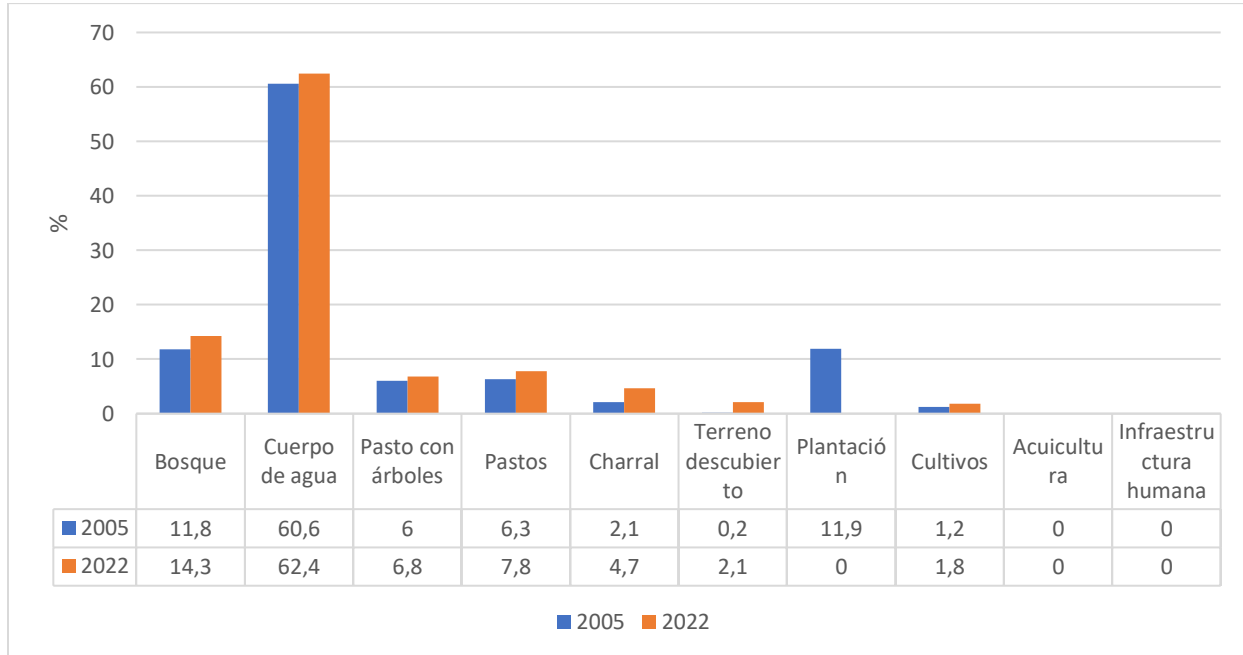
Lo que respecta a terreno descubierto, aumenta de 0,2% del total de cobertura de fragmentos a 1,3%. Además, el incremento de la cantidad de fragmentos pasa de 17 en 2005 a 98 en 2022, o sea 81 fragmentos de más. Como bien se ha señalado, el terreno descubierto se asocia a suelo desnudo, afloramientos rocosos, cenizas volcánicas, entre otros, lo cual se relaciona con el Volcán Arenal, ya que

todavía en 2010 expulsaba material incandescente, lo cual genera la afloración de nuevo suelo cubierto por rocas o cenizas.

Además, para el caso de la categoría de plantación se presenta una desaparición de esta para el año 2022. En 2005 el 0,1% del total de cobertura de fragmentos contaban con plantaciones, cifra que llega a 0 en el 2022. Los ocho fragmentos dedicados a esta actividad desaparecen. Dichos espacios probablemente evolucionaron a infraestructura humana, cultivos, pastos, pastos arbolados, entre otros.

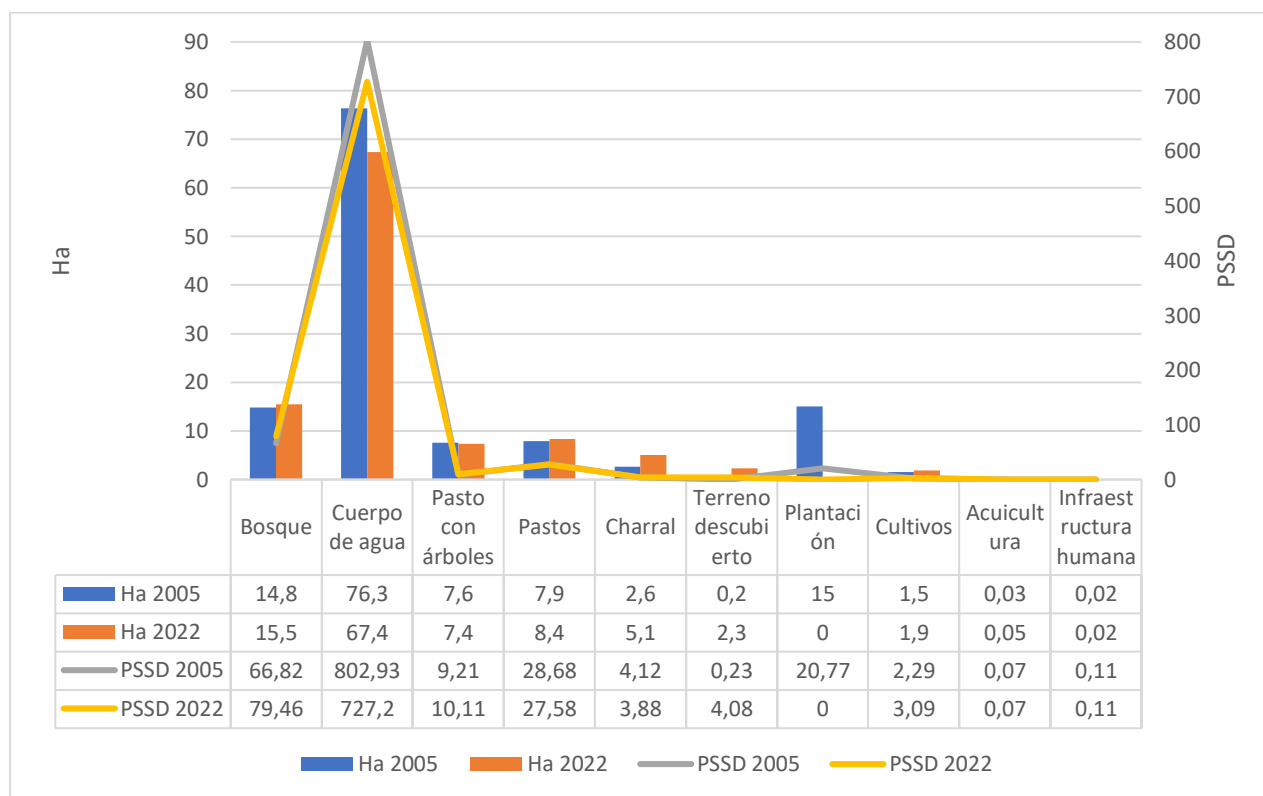
Por otra parte, con respecto al porcentaje de cobertura del tamaño medio del fragmento, en la mayoría de las categorías de cobertura aumenta entre 2005 y 2022; sin embargo, se presentan excepciones donde se mantiene. Por ejemplo, los cuerpos de agua, para el año 2022 aumentan su porcentaje en 1,8% (Figura 13). Esto significa que los cuerpos de agua incrementan en dimensión y volumen (lo cual sería importante estudiar por aparte, ya que esto podría afectar de manera positiva o negativa a otras categorías de cobertura de la tierra e incluso a la población). Empero, con respecto a la desviación estándar (PSSD), decrece en 75 lo que indica una pérdida de 9 Ha del tamaño medio del fragmento. (Figura 14).

Figura 13. *Porcentaje de cobertura del tamaño medio del fragmento en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005-2022*



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Figura 14. *Tamaño medio del fragmento en Ha y PSSD por categoría de cobertura de la tierra en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio 2005-2022*



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Las plantaciones al desaparecer para el año 2022, no muestran un aumento en su tamaño medio del fragmento y la PSSD decrece a 0, incidiendo en el aumento en Ha de otras categorías. Para el caso del bosque, en 2005 se contaba con un tamaño medio del fragmento de 14,8 Ha y para 2022 asciende a 15,5 Ha o sea un incremento del 2,5%. A su vez la PSSD aumenta en 13, lo anterior significa un leve pero importante incremento en el tamaño medio, lo cual impacta positivamente a las especies, ya que proporciona mayor área para el desarrollo de sus actividades. Además, si se mantiene esta tendencia de crecimiento del tamaño medio del parche sería vital para la conservación de especies que viven en estos espacios y a su vez, al ofrecer mayor área, se pueden atraer nuevas especies de importancia, mejorando la dinámica y funcionalidad del bosque.

Para el caso de los pastos, se presenta un incremento del tamaño medio del fragmento para el año 2022. En el 2005 su tamaño medio es de 7,9 Ha y en el 2022 aumenta a 8,4 Ha. Lo que significa un crecimiento del 0,5%. Además, la PSSD disminuye en 1, lo cual no representa mayor afectación al

tamaño medio del fragmento. Lo anterior es buen indicio para quienes dependen de esta categoría de cobertura de la tierra, por ejemplo, las personas que practican la ganadería, ya que, a mayor espacio disponible, pueden incrementar el número de cabezas de ganado y, por lo tanto, generar mayores ganancias. Los pastos arbolados, por su parte, presentan un aumento en el tamaño medio del fragmento de 0,8% para el año 2022, lo cual se relaciona al leve aumento de la PSSD.

Con respecto a charral, el tamaño medio de fragmento pasa de 2,6 Ha (2005) a 5,1 Ha (2022), un considerable aumento de 2,5 Ha o bien, un incremento del 2,6% para el año 2022. A pesar de que la PSSD disminuyó en 0,24 no representó un decrecimiento en el tamaño medio del fragmento. Los charrales por lo general son espacios desalojados o bien, antiguos terrenos donde se cultivaba. El crecimiento del tamaño medio del fragmento de charral propicia a pensar en aquellos terrenos donde se cultivaban granos básicos, ya que al encontrarse regenerados y con una mayor disponibilidad de espacio, pueden incentivar nuevamente la agricultura.

La infraestructura humana mantiene su tamaño medio de fragmento para ambos años (0,02 Ha), así como su PSSD. Esto indica que a pesar de diecisiete años transcurridos entre 2005-2022 y al aumento en cuanto a la cantidad de infraestructura humana, esta no ha crecido en densidad. Lo cual es positivo para el crecimiento del tamaño medio del fragmento de otras categorías de cobertura de la tierra como el bosque, pastos arbolados, etc.

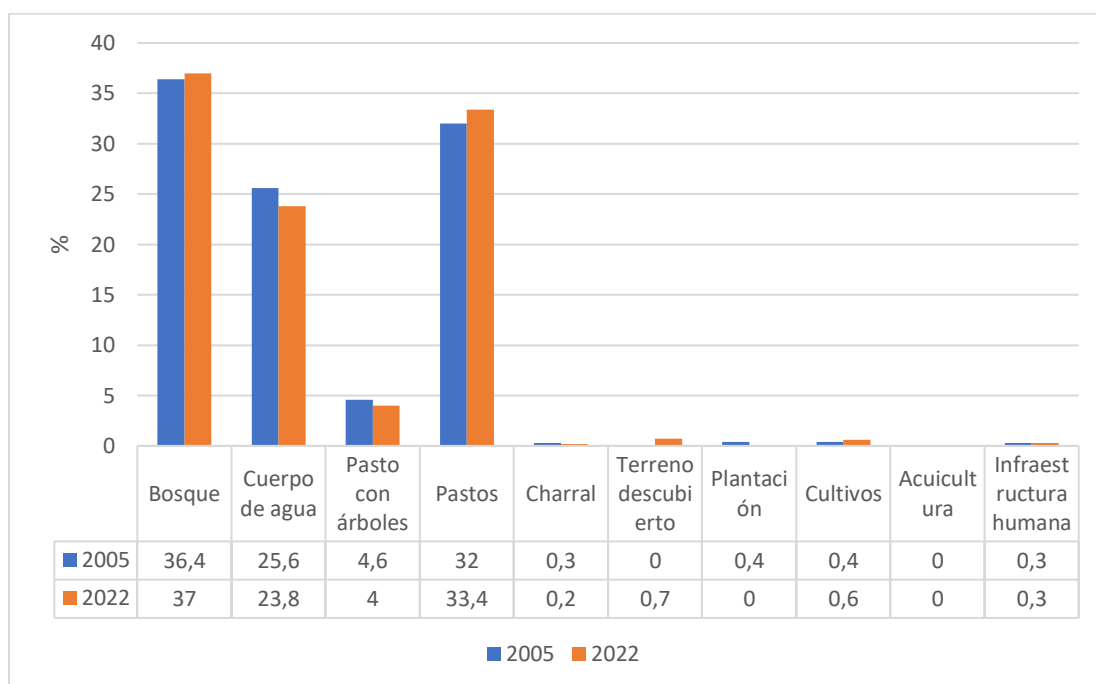
Asimismo, los cultivos incrementan su tamaño medio del fragmento. En 2005 cuentan con 1,5 Ha y en 2022 con 1,9 Ha, un aumento del 0,6%, lo cual se asocia a la PSSD que incrementa en 5. Lo anterior indica que en el área de estudio persiste la actividad agrícola y crece de manera muy somera. Si estos fragmentos dedicados a cultivos tuvieran mayores incentivos de parte de diferentes instituciones estatales, se podrían convertir en grandes sembradíos, produciendo empleos para más personas locales y generando aportes económicos a las comunidades.

Lo que es el terreno descubierto también incrementa el tamaño medio del fragmento en un 1,9%. Para el 2022 se ve un crecimiento de 2,1 Ha lo cual se asocia a la PSSD que pasa de 0,23 en 2005 a 4,08 en 2022. Esto se da por dos razones, la primera de ellas por la producción de nuevo suelo en respuesta a la pasada actividad volcánica del Arenal que todavía en 2010 era vigente y, en segundo lugar, por eventos extremos asociados a variables climáticas, como por ejemplo avalanchas, sismos, tornados, entre otros, que incrementaron el tamaño de los fragmentos de terreno descubierto. Y la acuicultura no presenta un crecimiento en el tamaño medio del fragmento en cuanto a porcentaje, se mantiene igual tanto para el

año 2005 como para el 2022, lo cual también se asocia a su PSSD que se mantiene en 0,07 en ambos años.

Por otra parte, con respecto a las superficies y su porcentaje, se identifica que el bosque es la categoría con mayor área dentro del CBLAT. En 2005 contaba con 12240 Ha y para el 2022 con 12449 Ha, lo que refleja un crecimiento de 209 Ha o bien, del 0,6% (Figuras 15 y 16). Lo cual es señal de recuperación boscosa a través de los años, que incide positivamente sobre las especies que lo habitan y sobre la población en general, ya que se incrementa la producción de servicios ecosistémicos.

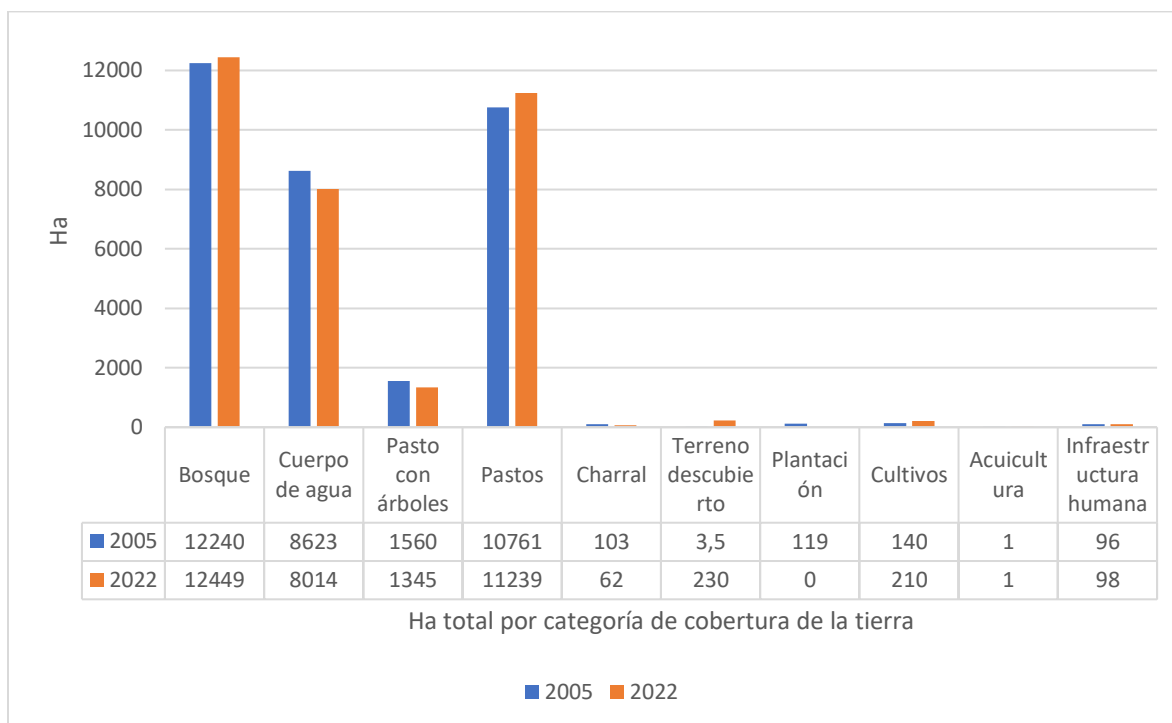
Figura 15. Porcentaje de Ha por categoría de cobertura de la tierra del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005-2022



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Para los pastos, en 2005 contaban con 10761 Ha, mientras que en el 2022 se contabilizan 11239 Ha (478 Ha más); o bien, un crecimiento del 1,4%, lo que significa mayor espacio disponible para ejercer actividades como la ganadería de carne y leche y/o agricultura. Con respecto a los cuerpos de agua disminuyen su área en aproximadamente 609 Ha para el año 2022, o sea un 1,8%. Lo anterior significa una pérdida sustancial del recurso, lo cual puede afectar a futuro el consumo de agua en el área.

Figura 16. Ha total por categoría de cobertura de la tierra 2005-2022



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

El caso de los pastos con árboles presenta un descenso en cuanto a su área, para el 2005 se cuenta con 1560 Ha, pero al 2022 solo se encuentran 1345 Ha, lo cual refleja una disminución del 0,6%. Estas Ha de pastos arbolados pudieron transformarse en otras categorías como por ejemplo bosque, infraestructura humana, terreno descubierto, entre otros.

Además, la categoría de cultivos tuvo un leve aumento, pasó de 140 Ha (2005) a 210 Ha (2022), aproximadamente 70 Ha de más, que representa un crecimiento del 0,2% en los últimos diecisiete años transcurridos; ello significa que los cultivos persisten en el área.

En cuanto a las plantaciones, se nota que las 119 Ha que existían en 2005 desaparecen de manera total para el 2022, esto representa una pérdida del 0,4%. Los espacios dedicados a plantaciones probablemente se transformaron en cultivos, pastos con árboles, bosques secundarios o incluso infraestructura humana. Asimismo, los charrales también presentan una tendencia a la disminución, ya que para el año 2005 se cuenta con 103 Ha y para el 2022 con tan solo 62 Ha, una disminución del 0,1%. Lo supra indicado también se relaciona con la transformación de charrales a otro tipo de categoría de cobertura de la tierra.

Con respecto a la infraestructura humana, se nota un crecimiento de tan solo 2 Ha para el 2022, lo cual refleja que el 0,3% del CBLAT mantiene su porcentaje desde el año 2005. Lo anterior refleja un crecimiento de esta categoría muy bajo si se compara con otras zonas; esto beneficia la conservación del bosque y ecosistemas. Por su parte el terreno descubierto si muestra un aumento del 0,7%, para el 2005 pasa de 3,5 Ha a 230 Ha en el 2022, un incremento de 226,5 Ha. Esto se traduce en el crecimiento de espacios con suelos desnudos, afloramientos rocosos, arenas y lodos, entre otros. Finalmente, la acuicultura mantiene su área con tan solo una Ha a lo largo de diecisiete años.

4.4. Índice de conectividad y fragmentación

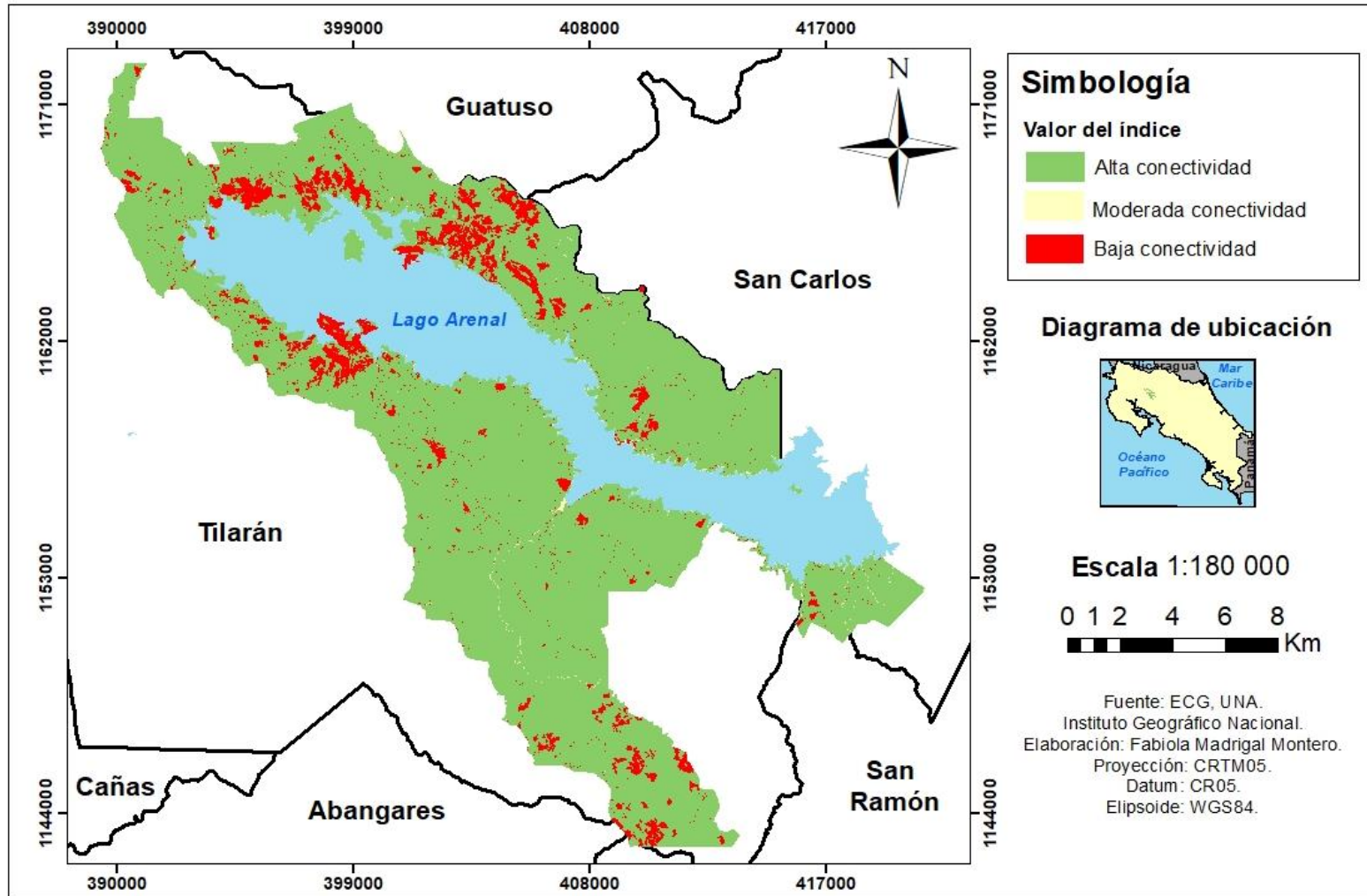
En la actualidad la cobertura de la tierra es afectada por diversos factores, entre ellos destaca la fragmentación, esto se da particularmente en los bosques. La fragmentación se debe a la intervención humana, lo cual genera la pérdida del hábitat, aislamiento o concentración de parches boscosos, pérdida de especies, reducción en el éxito reproductivo y problemas en la funcionalidad del ecosistema (Montenegro, 2009).

Además, se encuentra la conectividad estructural, la cual tiene como fin mejorar y aumentar la estructura del paisaje en función de las especies. Esto se logra a través de esfuerzos e iniciativas de conservación y restauración ecológica. Con base en Rojas (2019) y Ortega (2009), la conectividad estructural muestra las relaciones físicas del paisaje y es capaz de brindar facilidad a las especies para que se desplacen de un parche boscoso a otro, lo cual incide en la supervivencia de estas.

En relación con lo anterior, en el área de estudio se aplicó el índice de fragmentación y conectividad. Para este caso, se concentra la atención en los resultados obtenidos en el bosque por ser la cobertura de la tierra más relevante, con el fin de conocer cuál es el grado de fragmentación y conectividad para el año 2005 y 2022.

A modo de comparación, para el año 2005, la categoría de bosque obtuvo un resultado positivo. Aproximadamente, 12240 Ha o bien el 36,4% del CBLAT tiene conectividad (Mapa 10). Lo anterior, indica que existe una buena salud ecológica en el CBLAT para el año 2005 y que, a pesar de que existen otras categorías de cobertura con mayor número de fragmentos e intervención humana, ello no alteró los niveles fragmentación y conectividad de las zonas boscosas, las cuales son el principal hogar de diversas especies.

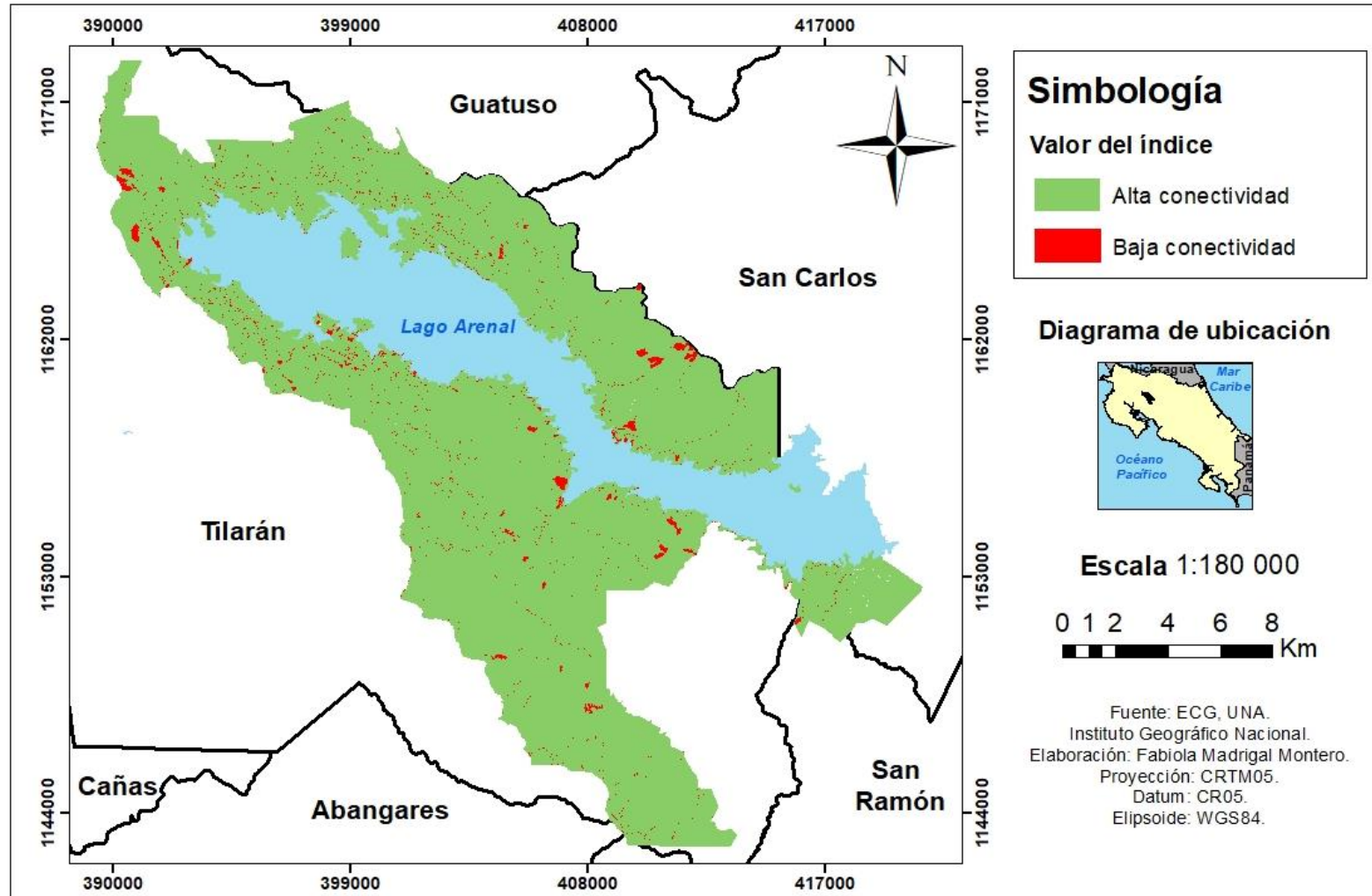
Mapa 10. Conectividad y fragmentación del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, año 2005



Nota: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos del mapa de cobertura del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2005.

Por otra parte, para el año 2022, el bosque cuenta con conectividad, alrededor del 37% del CBLAT o bien, 12449 Ha (Mapa 11), que si se compara con el año 2005 (36,4% del CBLAT o 12240 Ha), se identifica un aumento de 209 Ha en la conectividad estructural en los últimos diecisiete años. Ello indica que la estructura del paisaje conectada prevalece en el área de estudio y tiene tendencia al aumento.

Mapa 11. Conectividad y fragmentación del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, año 2022



Nota: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos del mapa de cobertura del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2022.

V. Evaluación de la presencia de mamíferos durante el año 2020 para el análisis de la conectividad funcional

En el año 2020 se realizó el monitoreo de mamíferos por medio de cámaras trampa a nivel de sotobosque y dosel durante los 365 días del año. Los resultados confirman un total de 341 avistamientos en el CBLAT.

5.1. Análisis mensual y anual de especies por sitio de muestreo

5.1.1. Sitio de muestreo Sky

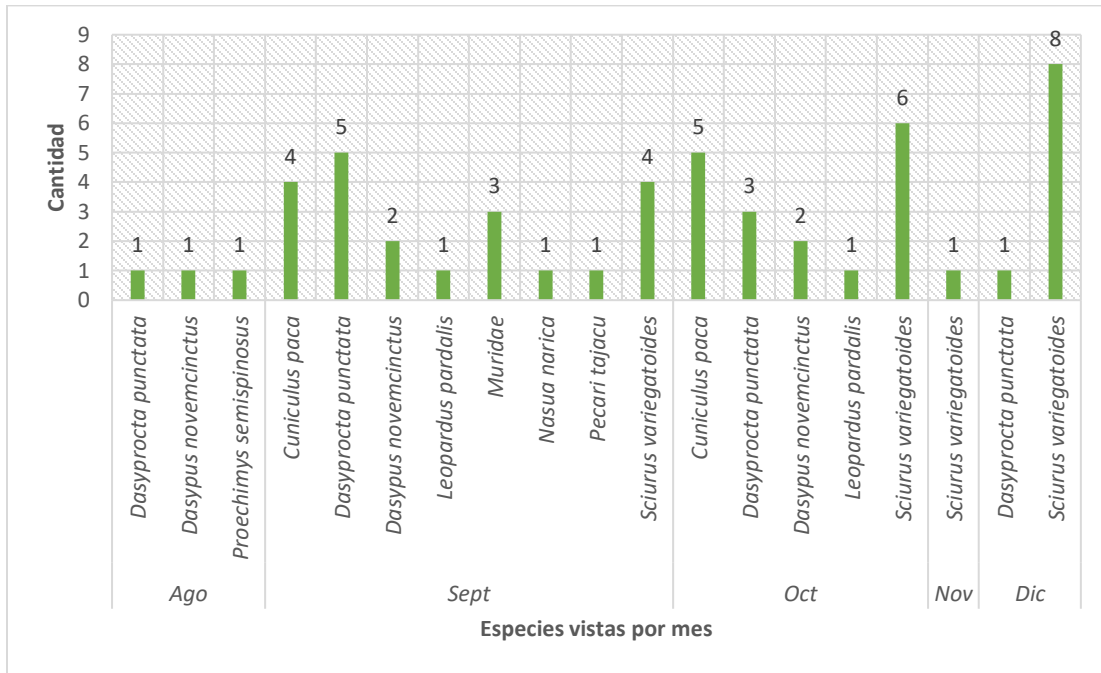
El sitio de muestreo Sky se ubica en el distrito de La Fortuna, cantón de San Carlos, provincia de Alajuela, específicamente en las coordenadas -84,735363 y 10,420116 (Mapa 6 Ubicación sitios de muestreo del monitoreo de mamíferos del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, 2020), se localiza específicamente dentro de las instalaciones del parque de aventura Sky Adventures. A la vez, el sitio de muestreo se encuentra dentro de la zona de vida bosque pluvial premontano, la cual es la tercera zona de vida más extensa del CBLAT, al abarcar un 12% de este.

5.1.1.1. Sky sotobosque

Con la recolección de datos se evidencia un total de 53 avistamientos a nivel de sotobosque en el sitio de muestreo Sky durante el año 2020. Se avistan mamíferos en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

En tan solo cinco meses se pudo evidenciar el avistamiento de diversas especies de mamíferos. Para el mes de agosto se capturaron tres videos con las especies *Dasyprocta punctata* (Guatusa, cheringa), *Dasyopus novemcinctus* (Armadillo) y *Proechimys semispinosus* (Rata) (Figura 17). En el mes de septiembre, se capturaron veintidós videos con las especies *Cuniculus paca* (Tepezcuintle), *Dasyprocta punctata*, *Dasyopus novemcinctus*, *Leopardus pardalis* (Ocelote, manigordo), *Muridae* (Ratón), *Nasua narica* (Pizote), *Pecari tajacu* (Pecarí de collar) y *Sciurus variegatoides* (Ardilla). En el mes de octubre se capturaron diecisiete videos con las especies *Cuniculus paca*, *Dasyprocta punctata*, *Dasyopus novemcinctus*, *Leopardus pardalis*, *Sciurus variegatoides*. Para noviembre se cuenta con un único video de la especie *Sciurus variegatoides* y para diciembre se contabilizan nueve videos con las especies *Dasyprocta punctata* y *Sciurus variegatoides*.

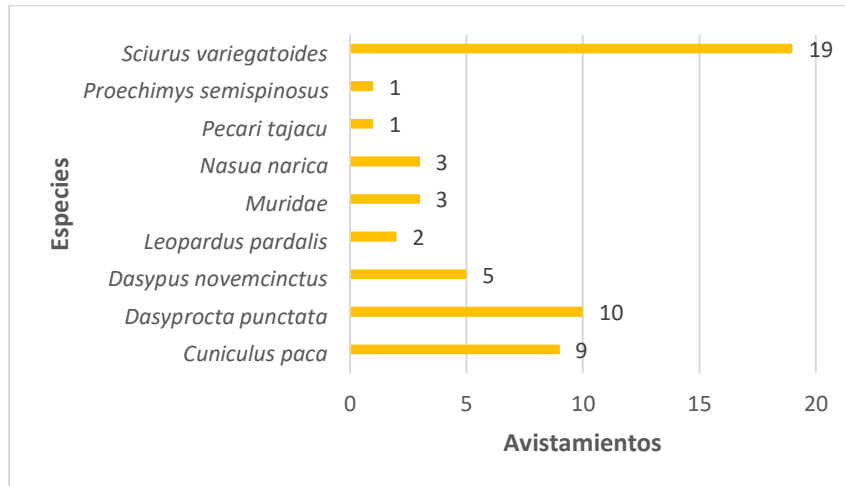
Figura 17. Avistamiento mensual de especies, Sky sotobosque, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

La especie dominante identificada y con mayor registro de videos anualmente es *Sciurus variegatoides* con un total de diecinueve avistamientos (36% de la totalidad) (Figura 18), seguida por *Dasyprocta punctata* con diez avistamientos (19% de la totalidad) y *Cuniculus paca* con nueve avistamientos (17% de la totalidad). En el caso de la especie *Sciurus variegatoides*, su frecuencia frecuente se relaciona con una distribución muy amplia, habita en tierras bajas y costeras, bosques caducifolios y ribereños, tierras de cultivo y zonas urbanas que se encuentren entre 900-1200 msnm (Best, 1995). A pesar de ser una especie tan común y que se encuentra en todo el país, existe poca información sobre ella.

Figura 18. Avistamiento anual de especies, Sky sotobosque, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

La especie *Dasyprocta punctata* (Figura 19), es la que ocupa el segundo lugar en cuanto a avistamientos, además es el segundo roedor más grande del país después de *Cuniculus paca*. La guatusa vive en tierras bajas y medias de las vertientes Pacífico y Caribe, además su hábitat natural se asocia a bosques caducifolios, secos, húmedos, de galería, nubosos, siempreverdes, secundarios y maduros, así como lugares con agroecosistemas, es una especie de vital importancia en la dispersión de semillas; puesto que, en períodos de abundancia las entierran en el suelo (Sánchez & Monge, 2021).

Figura 19. *Dasyprocta punctata*



Nota: Datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

La especie *Cuniculus paca*, es la tercera especie con más avistamientos en el sitio de muestreo Sky, siendo uno de los roedores de mayor tamaño en América Latina, según Santos & Pérez (2013), y

que presenta una fuerte presión debido a la cacería y en los últimos años se ha reducido su hábitat. Además, se debe recalcar la presencia de la especie *Leopardus pardalis* (Figura 20) que, aunque solo fue capturada en dos videos indica que en el sitio de muestreo se presentan felinos. Dicha especie es considerada una especie sombrilla, la cual es clave en temas de conservación.

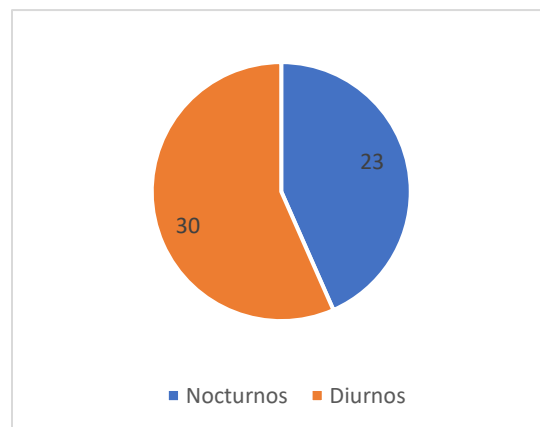
Figura 20. *Leopardus pardalis*



Nota: Datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Por otra parte, partiendo de un análisis de horario donde uno es diurno (de 5:00 am a 6:00 pm) y otro nocturno (de 6:00 pm a 5:00 am), se identifica que, de los 53 avistamientos totales, 30 son diurnos (o el 57%) y 23 nocturnos (43% del total) (Figura 21).

Figura 21. Cantidad de avistamientos según horario, Sky sotobosque, 2020

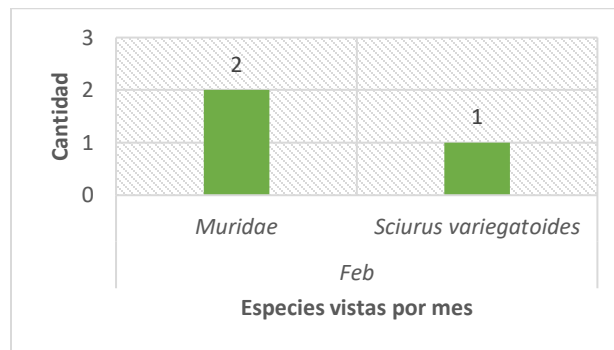


Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

5.1.1.2. Sky dosel

Para el caso de Sky dosel, solo se registran tres avistamientos en el año 2020, lo cual se debe a que el árbol donde se instaló la cámara trampa se cayó y aunque se intentó instalar el equipo en otro árbol similar, existieron implicaciones técnicas que lo impidieron. Los tres avistamientos corresponden al mes de febrero, de los cuales dos pertenecen a la familia *Muridae* (67% de la totalidad) y la especie *Sciurus variegatoides* (33%) (Figuras 22 y 23).

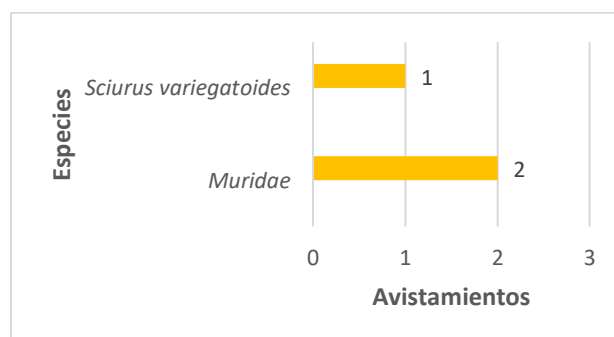
Figura 22. Avistamiento mensual de especies, Sky dosel, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

La especie dominante y con mayor registro de videos anualmente es *Muridae*, la cual es una familia que corresponde a roedores. Para esta investigación se hace referencia a la familia *Muridae* que es de la familia de mamíferos más extensa y diversificada del planeta, con más de 100 géneros y más de 500 especies (Freudenthal & Martín, 1999) porque en los videos no se logra identificar con exactitud la especie.

Figura 23. Avistamiento anual de especies, Sky dosel, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Con respecto al tema de horarios, se identifica que, de los tres avistamientos, dos son nocturnos (67%) y solo uno diurno (33% del total). El avistamiento diurno corresponde a *Muridae* que fue reconocido a las 12:58 p.m.

5.1.2 Sitio de muestreo Tilawa

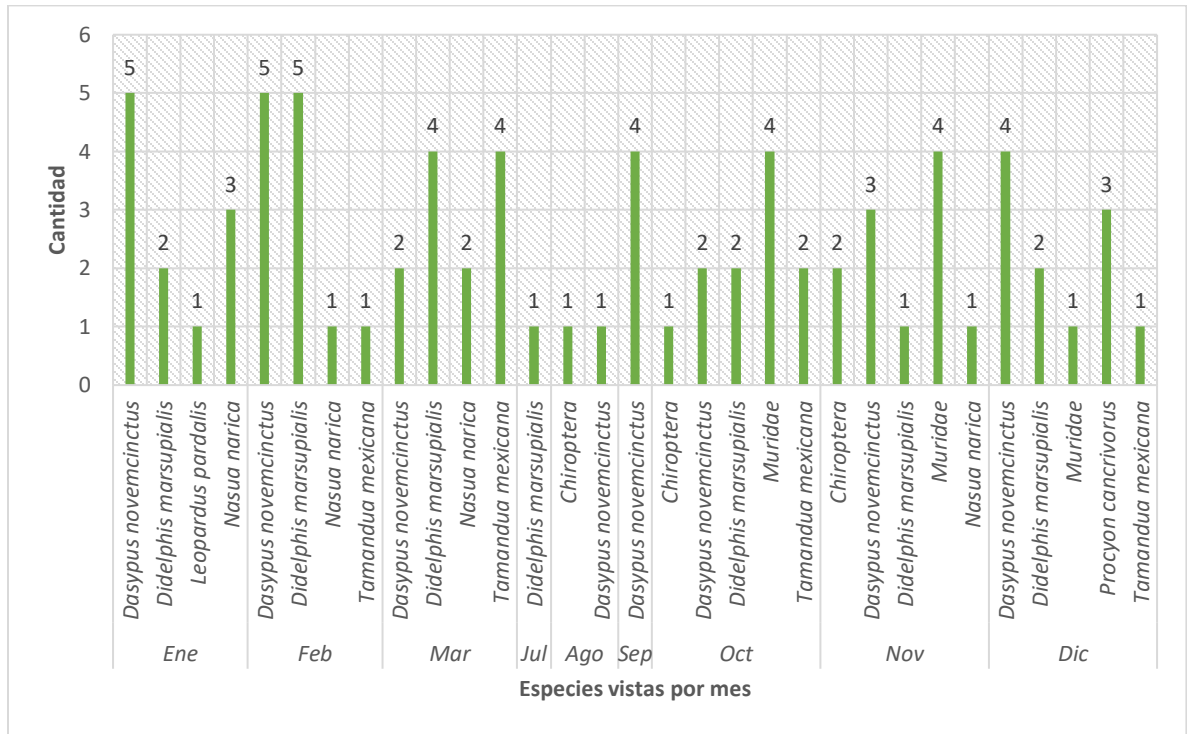
El sitio de muestreo Tilawa se encuentra en el distrito de Santa Rosa del cantón de Tilarán, provincia de Guanacaste, en las coordenadas -84,965277 y 10,52186 (Mapa 6). Cuenta con la zona de vida bosque húmedo premontano, la cual es la cuarta zona de vida con mayor extensión dentro del CBLAT, abarcando un 8% de este. Dicha zona según Holdridge (1978) cuenta con temperaturas entre 18 y 24°C y con una precipitación anual de 1000-2000 mm.

5.1.2.1. Tilawa sotobosque

En este sitio de muestreo se contabilizan setenta y cinco avistamientos a nivel de sotobosque durante el año 2020 y se recolectaron datos de los meses correspondientes a enero, febrero, marzo, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

En relación con lo anterior, para el mes de enero se capturan 11 videos con las especies *Dasyopus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis* (Zarigüeya), *Leopardus pardalis* y *Nasua narica* (Figura 24). En febrero se avistan doce videos de las especies *Dasyopus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis*, *Nasua narica* y *Tamandua mexicana* (Oso hormiguero). Para marzo, se visualizan doce videos con las especies *Dasyopus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis*, *Nasua narica* y *Tamandua mexicana*. En julio se cuenta con un video de *Didelphis marsupialis*. En agosto se registran dos videos de *Chiroptera* (Murciélagos) y *Dasyopus novemcinctus*. Para el mes de septiembre se colectaron cuatro videos de *Dasyopus novemcinctus*. En el mes de octubre hay once videos de las especies *Chiroptera*, *Dasyopus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis*, *Muridae* y *Tamandua mexicana*. Para noviembre se registran once videos de las especies *Chiroptera*, *Dasyopus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis*, *Muridae* y *Nasua narica*. Finalmente, en el mes de diciembre se contabilizan once videos de *Dasyopus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis*, *Muridae*, *Procyon cancrivorus* (Mapache) y *Tamandua mexicana*.

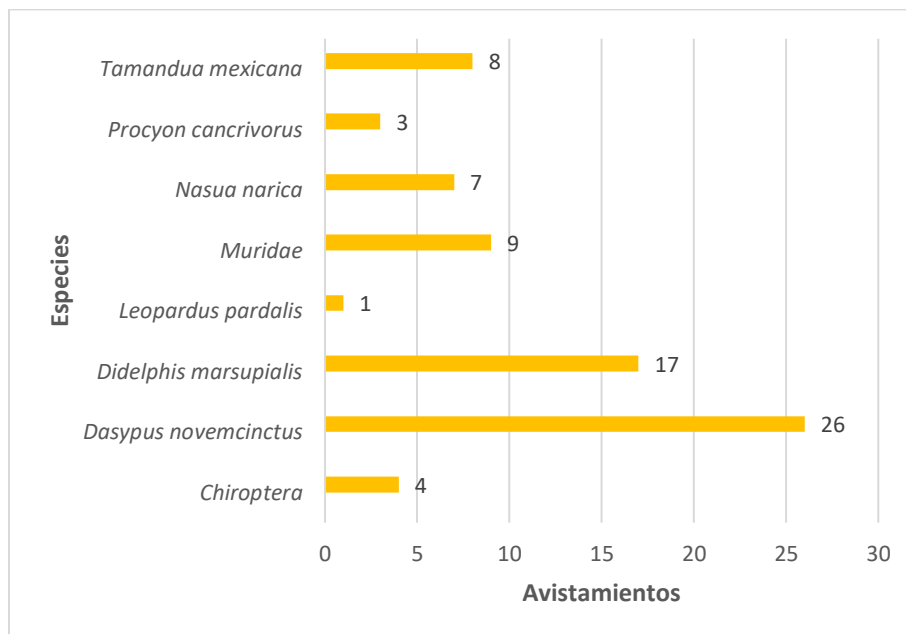
Figura 24. Avistamiento mensual de especies, Tilawa sotobosque, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Con los datos recopilados se identifica que la especie dominante y con mayor registro de videos durante el año 2020 es *Dasyopus novemcinctus*, con veintiséis avistamientos o el 35% de la totalidad (Figura 25); seguida por *Didelphis marsupialis*, con diecisiete avistamientos o el 23%; y la familia *Muridae*, con nueve avistamientos o el 12% del total. La especie dominante que corresponde a *Dasyopus novemcinctus* (Figura 26), o bien armadillo, se caracteriza por contar con hábitos nocturnos, es una especie muy solitaria y silenciosa, además habita en bosques nubosos, tropicales húmedos de montano y pluviales, de bajura, potreros y arbustos espinosos (ACG, s.f).

Figura 25. Avistamiento anual de especies, Tilawa sotobosque, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Figura 26. *Dasybus novemcinctus*

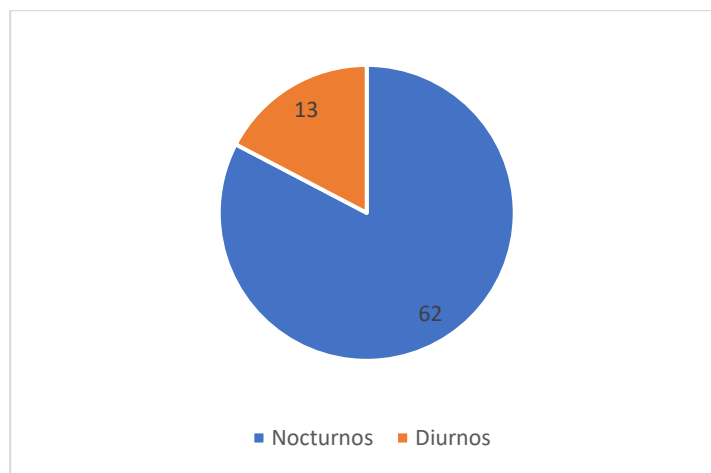


Nota: Datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Con respecto a la especie *Didelphis marsupialis* que es la segunda más vista en Tilawa sotobosque, Otero (1982), in que tiene gran importancia ecológica, ya que actúa como control natural de pequeños vertebrados e insectos; también indica que controla la proliferación de serpientes, pues muchas veces es inmune al veneno. Para el caso de la familia *Muridae*, la cual es la tercera especie más vista en el sitio de muestreo, tal y como se mencionaba con anterioridad, es abundante en todos los ecosistemas y es un hecho que en todos los sitios de muestreo se encuentre.

Por otra parte, se encuentra que de los setenta y cinco avistamientos en Tilawa sotobosque, tan solo trece son diurnos (17% del total); el restante, o sea 62 o bien el 83% del total, son nocturnos (Figura 27). Lo anterior indica que en este sitio de muestreo las especies son más activas en horas nocturnas, lo cual se asocia a diferentes factores como temperatura, disponibilidad de alimento, mayor tranquilidad y menor perturbación en horas nocturnas, entre otros.

Figura 27. Cantidad de avistamientos según horario, Tilawa sotobosque, 2020

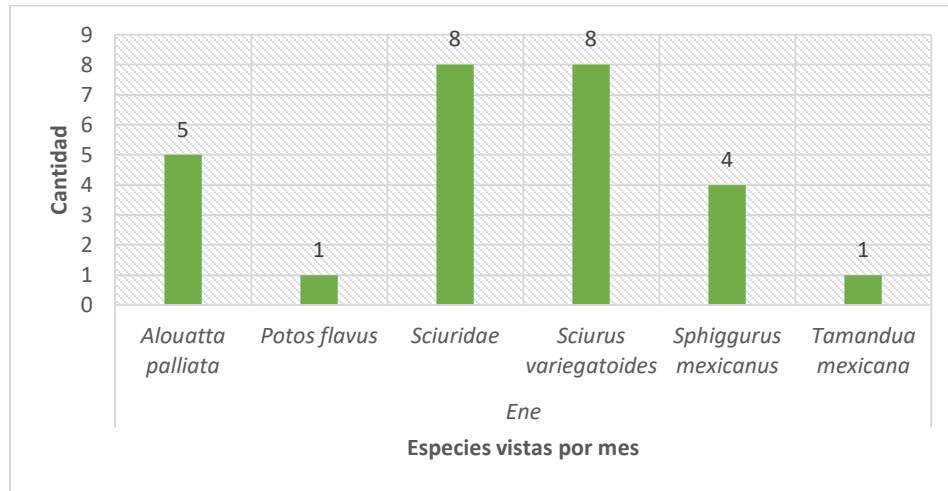


Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

5.1.2.2. Tilawa dosel

Para el caso del dosel, solo se pudieron obtener datos del mes de enero y se registraron 27 avistamientos durante el año 2020. En dicho mes se capturan videos con las especies *Alouatta palliata* (Mono Congo), *Potos flavus* (Martilla o kinkajú), *Sciuridae* (Familia de las ardillas), *Sciurus variegatoides*, *Sphiggurus mexicanus* (puercoespín) y *Tamandua mexicana*. (Figura 28).

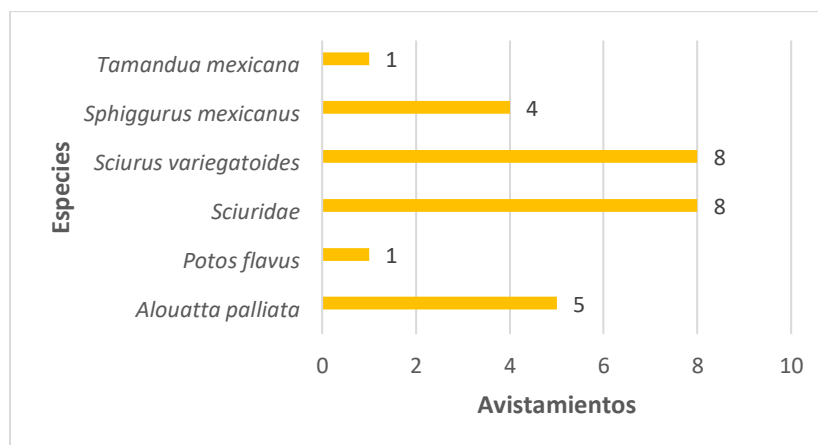
Figura 28. Avistamiento mensual de especies, Tilawa dosel, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

En relación con lo anterior, se identifica que la especie con mayor cantidad de avistamientos es la ardilla (*Sciurus variegatoides*, *Sciuridae*), con un total de dieciséis avistamientos o el 30% de la totalidad (Figura 29). Posteriormente, se contabilizan cinco avistamientos de *Alouatta palliata* (Mono Congo), o bien el 18% del total, es en Tilawa dosel donde se identifica la mayor cantidad de registros de esta especie en comparación a los demás sitios de muestreo. En tercer lugar, se visualizan cuatro videos de la especie *Sphiggurus mexicanus* (puercoespín), o el 15% del total, es importante mencionar que esta especie solo es vista en este sitio de muestreo.

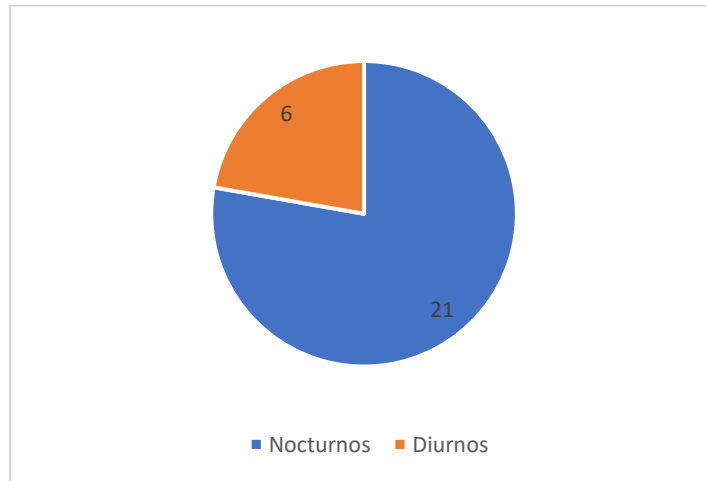
Figura 29. Avistamiento anual de especies, Tilawa dosel, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Asimismo, de los veintisiete avistamientos registrados en Tilawa dosel, tan solo seis son diurnos o el 22%, el resto (21 avistamientos o el 78%) son nocturnos (Figura 30). Al igual que en sotobosque, se identifica que en este sitio de muestreo la mayoría de las especies son activas en horas nocturnas, lo cual se debería estudiar para conocer qué condiciones ofrece el ecosistema en horario nocturno que incrementa la movilización de especies.

Figura 30. Cantidad de avistamientos según horario, Tilawa dosel, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

5.1.3. Sitio de muestreo La Guaria

La Guaria se ubica en el distrito de Tronadora del cantón de Tilarán, provincia de Guanacaste, en las coordenadas -84,907508 y 10,471447 (Mapa 6), se encuentra la zona de vida bosque muy húmedo premontano, la cual ocupa el primer lugar con respecto a porcentaje de cobertura; abarca, así, un 61% del CBLAT. Como se mencionó en la metodología y citando a INA (2009) es un bosque con abundantes precipitaciones (2000-4000 mm por año) y abundante cantidad de plantas epífitas.

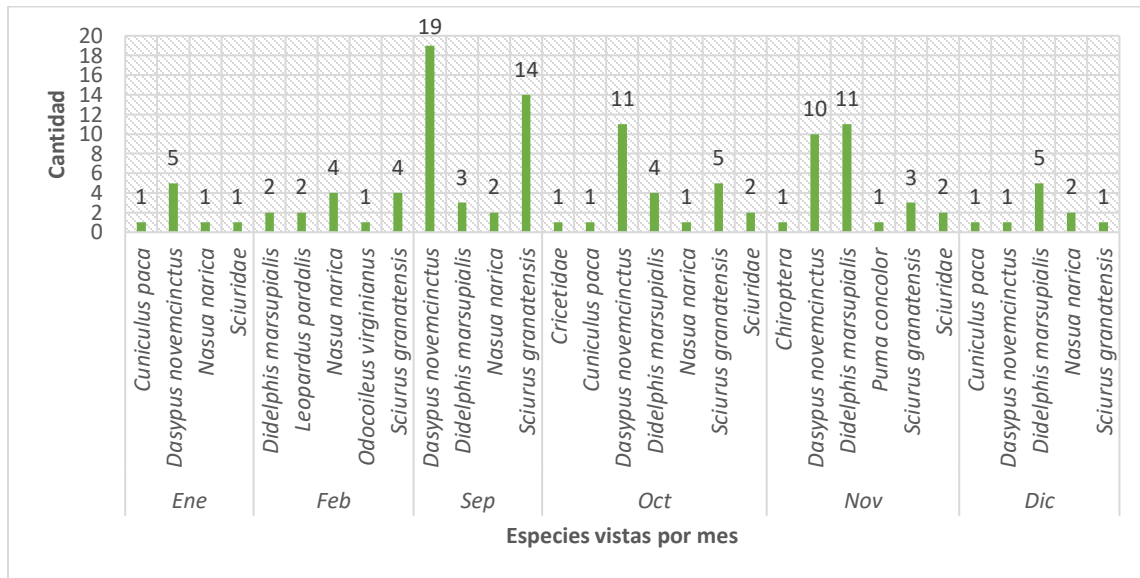
5.1.3.1. La Guaria sotobosque

Para La Guaria sotobosque se registran 122 avistamientos durante el 2020, al ser el sitio con mayor cantidad de registros, además, se ubica en la zona de vida con mayor predominancia dentro del Corredor. Para este caso, se recolectan datos de los meses correspondientes a enero, febrero, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Con respecto al mes de enero se registran ocho videos con las especies *Cuniculus paca*, *Dasyus novemcinctus*, *Nasua narica* y *Sciuridae* (Figura 31). Para febrero se cuenta con trece videos de las

especies *Didelphis marsupialis*, *Leopardus pardalis*, *Nasua narica*, *Odocoileus virginianus* (Venado de cola blanca) y *Sciurus granatensis*. En el mes de septiembre, se avistan treinta y ocho videos con las especies *Dasyopus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis*, *Nasua narica* y *Sciurus granatensis*. En octubre, se visualizan veinticinco videos con las especies *Cricetidae* (Familia de roedores), *Cuniculus paca*, *Dasyopus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis*, *Nasua narica*, *Sciurus granatensis* y *Sciuridae*. Para el mes de noviembre se registran veintiocho videos con las especies *Chiroptera*, *Dasyopus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis*, *Puma concolor* (Puma), *Sciurus granatensis* y *Sciuridae*. Finalmente, para el mes de diciembre se contabilizan diez videos con las especies *Cuniculus paca*, *Dasyopus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis*, *Nasua narica* y *Sciurus granatensis*.

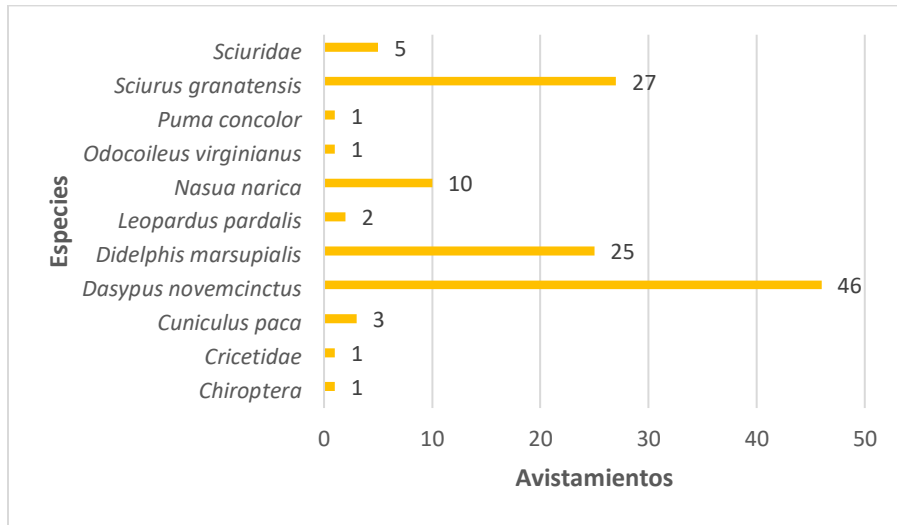
Figura 31. Avistamiento mensual de especies, La Guaría sotobosque, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Con los datos recolectados se identifica que la especie con mayor registro de videos anualmente es *Dasyopus novemcinctus* con cuarenta y seis avistamientos, o el 38% de la totalidad (Figura 32); seguido por *Sciurus granatensis*, con veintisiete avistamientos o el 22% del total; y *Didelphis marsupialis* con veinticinco avistamientos o el 20% del total. Es importante destacar que para el caso de *Dasyopus novemcinctus*, La Guaría sotobosque ha sido el sitio de muestreo con mayor registro de avistamientos de esta especie.

Figura 32. Avistamiento anual de especies, La Guaría sotobosque, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Además, en este sitio de muestreo se registra el avistamiento de la especie *Puma concolor* (Figura 33). A través del análisis de los datos recolectados por las cámaras trampa se identifica que en ningún otro sitio de muestreo se registran indicios de la presencia de este felino. Lo anterior significa que dicho sitio de muestreo ofrece condiciones ecológicamente óptimas para que grandes felinos como pumas se movilicen.

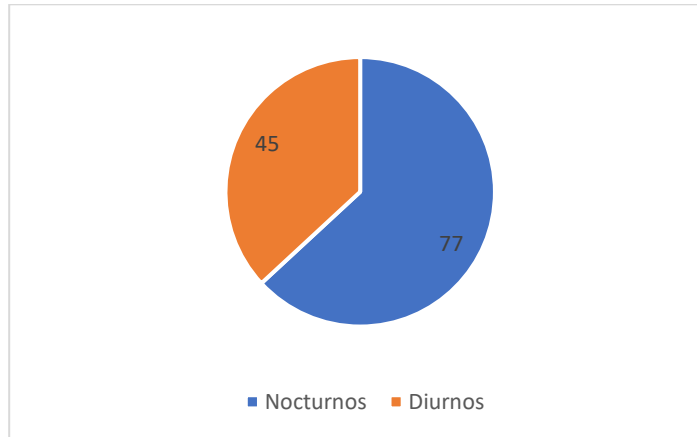
Figura 33. *Puma concolor*



Nota: Datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Con respecto a los 122 avistamientos registrados a nivel de sotobosque, se identifica que cuarenta y cinco son diurnos o el 37% y 77 nocturnos (63%) (Figura 34). Lo anterior, sigue reflejando que las especies son más activas en horas de la noche.

Figura 34. Cantidad de avistamientos según horario, La Guaría sotobosque, 2020

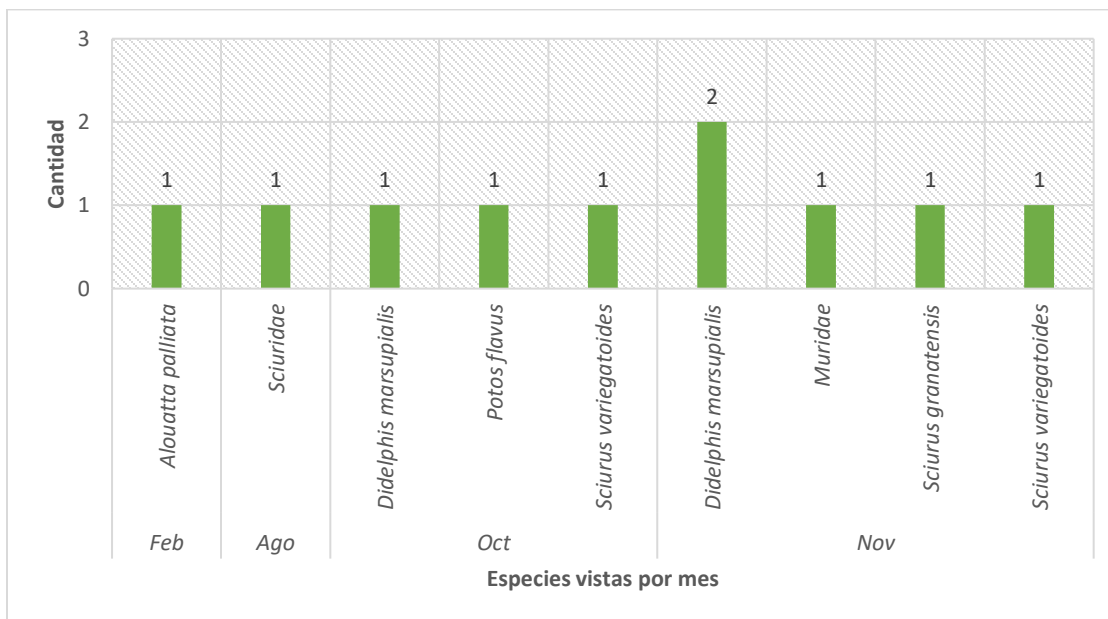


Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

5.1.3.2. La Guaría dosel

A nivel de dosel se registran diez avistamientos durante el 2020 en los meses de febrero, agosto, octubre y noviembre. Para el mes de febrero se visualiza un avistamiento de la especie *Alouatta palliata* (Figura 35). En agosto también se cuenta con un avistamiento de *Sciuridae*. Para octubre se registran tres videos de las especies *Didelphis marsupialis*, *Potos flavus* y *Sciurus variegatoides*. En el mes de noviembre se cuenta con cinco videos de las especies *Didelphis marsupialis*, *Muridae*, *Sciurus granatensis* y *Sciurus variegatoides*.

Figura 35. Avistamiento mensual de especies, La Guaria dosel, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

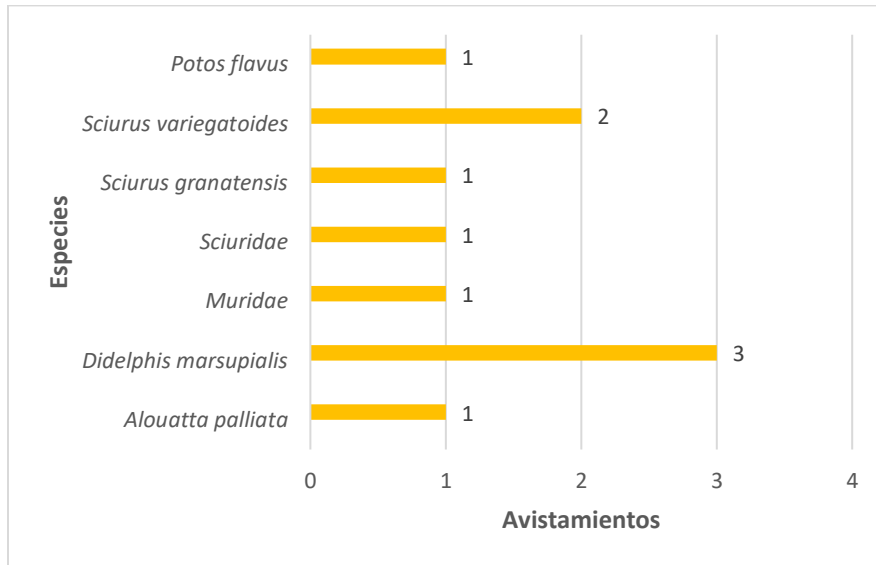
En relación con lo anterior, la especie que cuenta con mayor cantidad de avistamientos durante el 2020 es *Didelphis marsupialis* (Figura 36), con tres videos o el 30% de la totalidad (Figura 37). Le sigue *Sciurus variegatoides* con dos videos o el 20%; entre tanto, el restante de especies cuenta con un solo avistamiento.

Figura 36. *Didelphis marsupialis*



Nota: Datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Figura 37. Avistamiento anual de especies, La Guaria dosel, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

A su vez, de los diez avistamientos registrados a nivel de dosel se identifica que solo tres son nocturnos, o bien el 30% de la totalidad; y siete son diurnos (70%) (Figura 38). Lo anterior es causa de interés, ya que, como se mencionó con anterioridad, a nivel de sotobosque la actividad de los mamíferos era mayoritariamente nocturna, caso contrario sucede en un estrato superior del mismo sitio de muestreo, lo cual abre paso a nuevas preguntas de investigación que sería ideal trabajar a futuro.

Figura 38. Cantidad de avistamientos según horario, La Guaria dosel, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

5.1.4. Sitio de muestreo Mystica

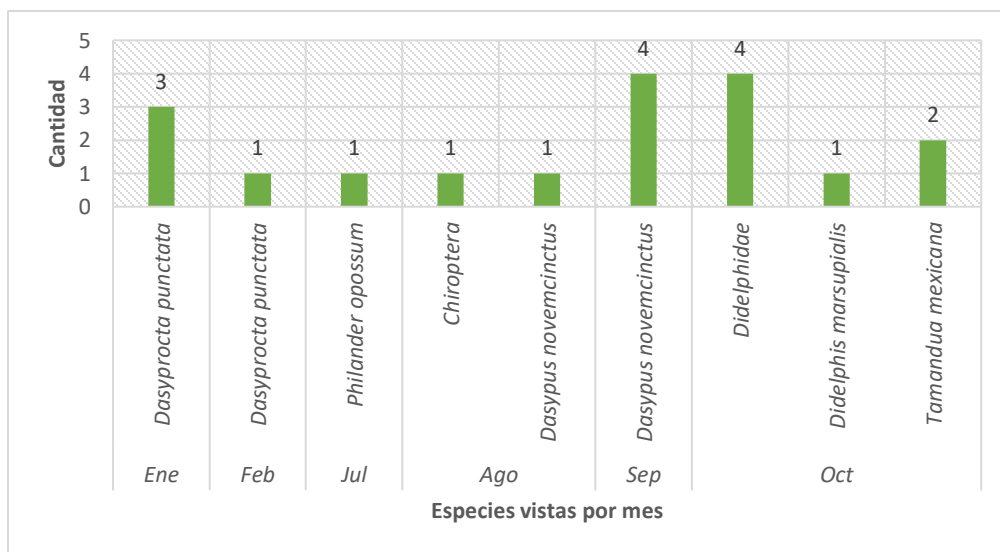
Este sitio de muestreo se encuentra en el distrito de Santa Rosa del cantón de Tilarán, provincia de Guanacaste, muy cerca del límite distrital con Tierras Morenas y en las coordenadas -84,98492 y 10,54731 (Mapa 6). Además, se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Premontano, al igual que el sitio de muestreo Tilawa.

5.1.4.1. Mystica sotobosque

En Mystica sotobosque se registran dieciocho avistamientos durante el 2020 (la menor cantidad de avistamientos a nivel de sotobosque comparado con los demás sitios de muestreo). Los datos recolectados corresponden a los meses de enero, febrero, julio, agosto, septiembre y octubre.

Para el mes de enero se registran tres videos de la especie *Dasyprocta punctata* (Figura 39). En febrero existe un video de la anterior especie. Para julio se presenta un video de la especie *Philander opossum* (zorro de cuatro ojos o zarigüeya). En el mes de agosto se registran dos avistamientos de las especies *Chiroptera* y *Dasyopus novemcinctus*. En septiembre se contabilizan cuatro videos de *Dasyopus novemcinctus* y en octubre hay siete videos de las especies *Didelphidae* (Familia de marsupiales), *Didelphis marsupialis* y *Tamandua mexicana*.

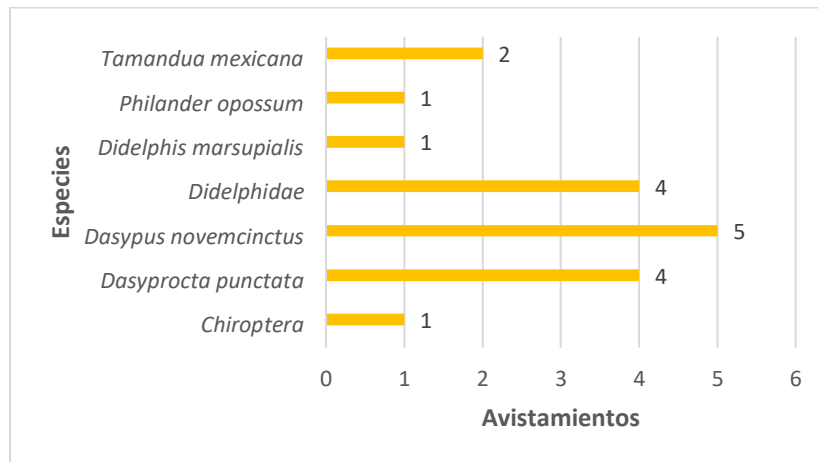
Figura 39. Avistamiento mensual de especies, Mystica sotobosque, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

En relación con lo anterior, la especie con mayor cantidad de avistamientos durante el 2020 en este sitio de muestreo es *Dasypus novemcinctus* con cinco avistamientos o el 28% del total (Figura 40). Seguida por la familia *Didelphidae*.y *Dasyprocta punctata*, con cuatro avistamientos por especie, representando el 22% del total cada una.

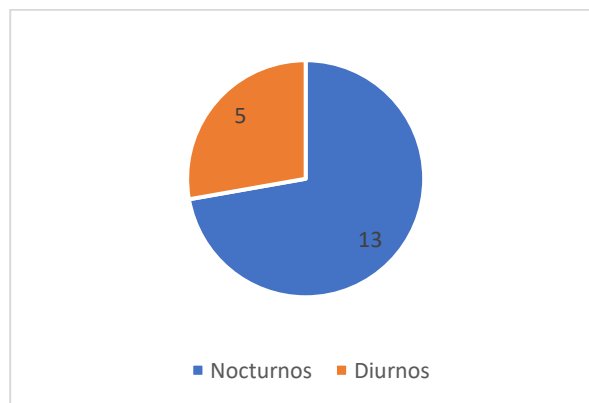
Figura 40. Avistamiento anual de especies, *Mystica sotobosque*, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Además, de los dieciocho avistamientos identificados a nivel de sotobosque se identifica que cinco son diurnos o el 28% (Figura 41). El restante, o sea, trece avistamientos o el 72%, son de tipo nocturno. Se puede visualizar como el horario nocturno sigue siendo predominante entre los sitios de muestreo y a nivel de sotobosque.

Figura 41. Cantidad de avistamientos según horario, *Mystica sotobosque*, 2020



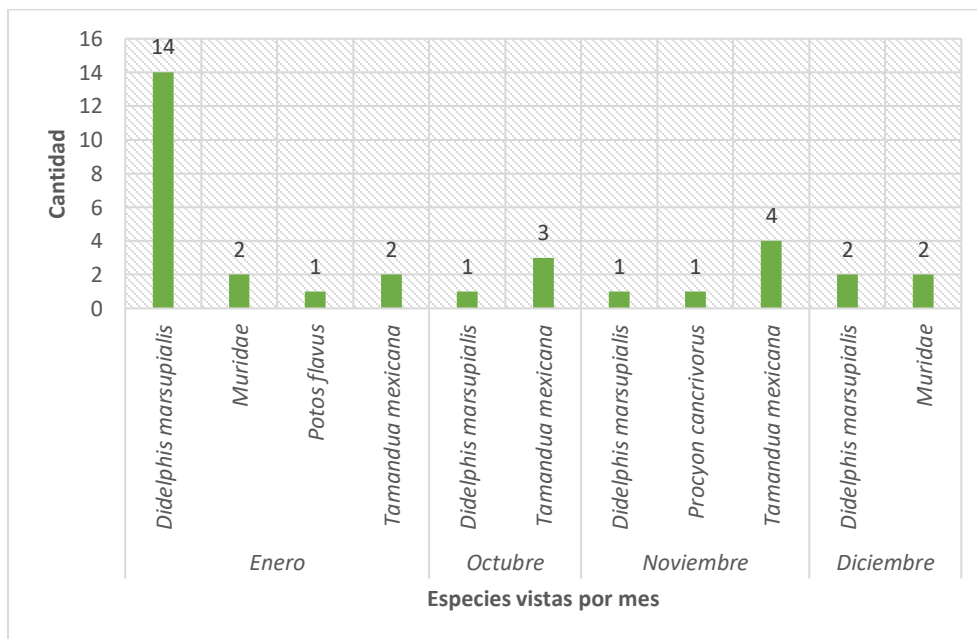
Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

5.1.4.2. Mystica Dosel

A nivel de dosel se identifican treinta y tres avistamientos durante el 2020 (la mayor cantidad de avistamientos a nivel de dosel si se compara con los demás sitios de muestreo). Los datos recolectados corresponden a los meses de enero, octubre, noviembre y diciembre.

Para el mes de enero se cuenta con catorce videos de la especie *Didelphis marsupialis* (Figura 42), seguido por 2dos videos de la familia *Muridae*, un video de la especie *Potos flavus* y dos videos de la especie *Tamandua mexicana*. Para el mes de octubre existe un video de la especie *Didelphis marsupialis* y tres videos de la especie *Tamandua mexicana*. En noviembre se contabilizan cuatro videos de *Tamandua mexicana* y un video de *Didelphis marsupialis* y otro de *Procyon cancrivorus*. Para el mes de diciembre se registran dos videos de *Didelphis marsupialis* y dos videos de la familia *Muridae*.

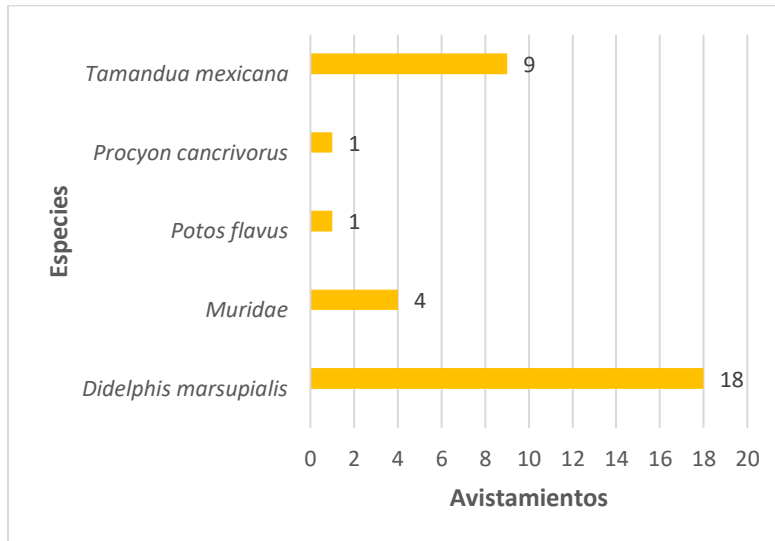
Figura 42. Avistamiento mensual de especies, Mystica dosel, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

A la vez, se identifica que la especie con mayor registro de avistamientos durante el 2020 y a nivel de dosel es *Didelphis marsupialis* con dieciocho videos o el 55% del total (Figura 43). En segundo lugar, se encuentra *Tamandua mexicana* con nueve avistamientos o 27% de la totalidad. La familia *Muridae* registra cuatro avistamientos en todo el año, o bien el 12% del total y en menor proporción se encuentran *Procyon cancrivorus* y *Potos flavus* con un avistamiento cada uno.

Figura 43. Avistamiento anual de especies, *Mystica dosel*, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Finalmente, de los treinta y tres avistamientos a nivel de dosel se reconoce que cuatro son diurnos (12%) y veintinueve, nocturnos (88%) (Figura 44). Es así como se identifica que los mamíferos presentes en el sitio de muestreo siguen prefiriendo el horario nocturno para realizar sus actividades de desplazamiento, recolección de alimentos, reproducción, entre otros.

Figura 44. Cantidad de avistamientos según horario, *Mystica sotobosque*, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

5.2. Análisis de sitios de muestreo según patrón de horario y zona de vida

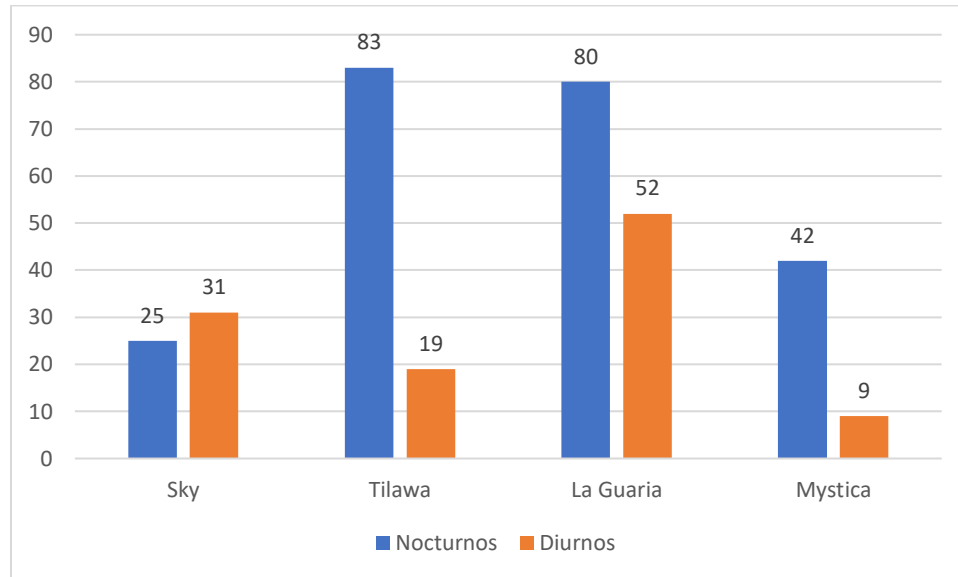
Con los datos recopilados en campo sumado a la debida sistematización de estos, se identifica la cantidad de avistamientos por sitio de muestreo. Para el caso de Sky, a nivel de sotobosque se registran cincuenta y tres avistamientos y tres a nivel de dosel (Tabla 9). En relación con lo anterior, de los cincuenta y seis avistamientos en total de Sky, se cuantifica que treinta y uno de ellos, o bien el 55%, son diurnos; al ser el sitio de muestreo que lidera, en cuanto a mayor cantidad de avistamientos de mamíferos en horario diurno (Figura 45). Con respecto al horario nocturno, se identifica que solo veinticinco registros, o bien el 45% de mamíferos se mostró en horas de la noche.

Tabla 9. Resumen de avistamientos por sitio de muestreo

Sitio de muestreo	Avistamientos
Sky sotobosque	53
Sky dosel	3
Tilawa sotobosque	75
Tilawa dosel	27
La Guaria sotobosque	122
La Guaria dosel	10
Mystica sotobosque	18
Mystica dosel	33

Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Figura 45. Avistamientos según patrón de horario por sitio de muestreo, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

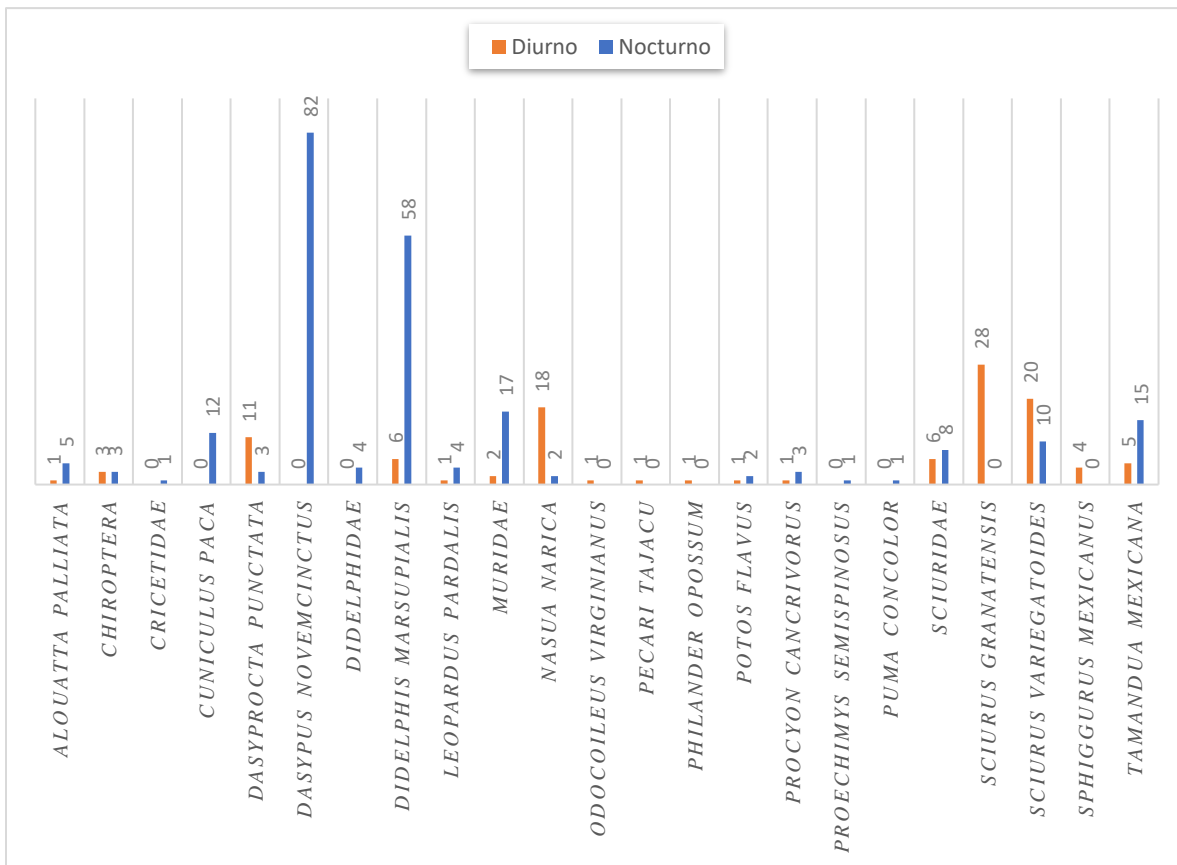
En el sitio de muestreo Tilawa de los 102 avistamientos en total se observa que la mayoría de ellos son nocturnos, alrededor de ochenta y tres, o bien el 81% fue registrado entre las 6:00 pm y las 5:00 am, es importante mencionar que Tilawa es el sitio donde se visualizaron más avistamientos nocturnos de todo el Corredor. Con respecto a los registros diurnos, solo se registraron diecinueve, lo que representa el 19% de la totalidad. Lo anterior refleja que cambios en el nivel de luminosidad afectan el modo de vida de los mamíferos, así como sus avistamientos, para Albanesi et al., (2016) la reproducción, comunicación visual y éxito o riesgo de predación, dependen de la luz, esto incide en los ritmos de actividad de los organismos en general.

Para el caso de La Guaría se cuenta con 132 avistamientos en total, de los cuales ochenta son nocturnos (alrededor del 61%); de tal modo, es el segundo sitio de muestreo con mayor cantidad de avistamientos nocturnos. A su vez, se identifica que cincuenta y dos avistamientos son diurnos (39% de la totalidad). Con respecto a Mystica, cuenta con la menor cantidad de avistamientos de todos los sitios de muestreo, sumando cincuenta y uno en total. De ellos, cuarenta y dos son nocturnos (82% de la totalidad); y nueve, diurnos (aproximadamente el 18% del total).

Asimismo, es importante destacar como el patrón de horario nocturno es el predominante en el CBLAT. Del total de avistamientos (341), tan solo 111, o bien, el 33% de la totalidad son diurnos y 230 nocturnos o el 67% de la totalidad. También es relevante analizar dicho patrón con las especies

destacadas y más vistas en el Corredor. En la figura 46 se observa que la especie con mayor cantidad de avistamientos fue *Dasyopus novemcinctus*, con un total de ochenta y dos y su patrón de horario fue 100% nocturno. En segundo lugar, se encuentra la especie *Didelphis marsupialis*, la cual fue detectada sesenta y cuatro veces y con un patrón de horario mayoritariamente nocturno, alrededor de cincuenta y ocho avistamientos fueron entre las 6:00 pm y 5:00 am. La tercera especie con más avistamientos fue *Sciurus variegatoides* que de los treinta avistamientos, veinte fueron diurnos y diez nocturnos; caso contrario a las primeras dos especies.

Figura 46. Avistamientos según patrón de horario por especie, 2020



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

También, se logra determinar que la zona de vida con mayor cantidad de avistamientos es el Bosque Húmedo Premontano con un total de 153, o bien el 45% de la totalidad; dicha zona de vida está presente en los sitios de muestreo Tilawa y Mystica. Después, la zona de vida que ocupa el segundo lugar en cuanto a avistamientos es el Bosque Muy Húmedo Premontano con 132, o bien el 39% de la totalidad, en esta zona se encuentra el sitio de muestreo La Guaria. Finalmente, el Bosque Pluvial Premontano

cuenta con cincuenta y seis avistamientos o el 16% de la totalidad, siendo la zona de vida con menor cantidad de estos.

5.3. Análisis de detección de mamíferos según época seca/lluviosa y carnívoros/no carnívoros

A lo largo del año 2020 se reportan 341 avistamientos en el CBLAT, sin embargo, se recalca que para los meses de abril, mayo y junio no se reporta ningún avistamiento debido a que las tarjetas de memoria de las cámaras trampa fueron ocupadas en su totalidad. Lo anterior se relaciona a la pandemia y la falta de giras académicas, las cuales fueron suspendidas durante los meses mencionados. Asimismo, de los 341 avistamientos se detectan veintitrés especies de mamíferos medianos y pequeños principalmente (Tabla 10). Posteriormente, dichos mamíferos se clasificarán en carnívoros y no carnívoros para su análisis.

Tabla 10. Avistamientos por mes y clasificación en carnívoros/no carnívoros

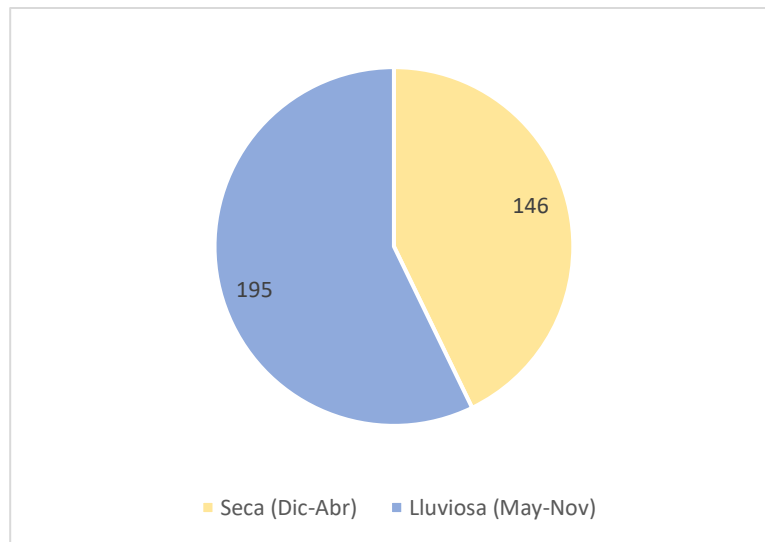
Especies	Mes												Total por especie	Carnívoro/No carnívoro	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
<i>Alouatta palliata</i>	5	1												6	No carnívoro
<i>Chiroptera</i>							2		1	3				6	No carnívoro
<i>Cricetidae</i>										1				1	No carnívoro
<i>Cuniculus paca</i>	1								4	6		1		12	No carnívoro
<i>Dasyprocta punctata</i>	3	1					1	5	3			1		14	No carnívoro
<i>Dasypus novemcinctus</i>	10	5	2				3	29	15	13	5			82	No carnívoro
<i>Didelphidae</i>										4				4	Carnívoro
<i>Didelphis marsupialis</i>	16	7	4				1		3	9	15	9		64	Carnívoro
<i>Leopardus pardalis</i>	1	2							1	1				5	Carnívoro
<i>Muridae</i>	2	2							3	4	5	3		19	No carnívoro
<i>Nasua narica</i>	6	5	2						3	1	1	2		20	No carnívoro
<i>Odocoileus virginianus</i>		1												1	No carnívoro
<i>Pecari tajacu</i>									1					1	No carnívoro
<i>Philander opossum</i>							1							1	Carnívoro
<i>Potos flavus</i>	2									1				3	Carnívoro
<i>Procyon cancrivorus</i>											1	3		4	Carnívoro
<i>Proechimys semispinosus</i>							1							1	No carnívoro
<i>Puma concolor</i>											1			1	Carnívoro
<i>Sciuridae</i>	9							1		2	2			14	No carnívoro
<i>Sciurus granatensis</i>		4							14	5	4	1		28	No carnívoro
<i>Sciurus variegatoides</i>	8	1							4	7	2	8		30	No carnívoro
<i>Sphiggurus mexicanus</i>	4													4	No carnívoro
<i>Tamandua mexicana</i>	3	1	4							7	4	1		20	No carnívoro
Total por mes	70	30	2	0	0	0	2	8	67	67	51	34		341	

Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Las especies con mayor cantidad de avistamientos fueron *Dasyopus novemcinctus* con un total de 82, seguida por *Didelphis marsupialis* con sesenta y cuatro avistamientos y *Sciurus variegatoides* con treinta avistamientos. Caso contrario, las especies con menor cantidad de avistamientos fueron la familia *Cricetidae*, *Odocoileus virginianus*, *Pecari tajacu*, *Philander opossum*, *Proechimys semispinosus* y *Puma concolor* con un avistamiento cada uno. Además, si se realiza un conteo por mes, se concluye que los meses con mayor recurrencia de mamíferos en el CBLAT durante el 2020 fueron enero (setenta avistamientos), septiembre (sesenta y siete avistamientos) y octubre (sesenta y siete avistamientos). Los meses de abril, mayo y junio cuentan con cero avistamientos debido a lo mencionado al inicio del apartado (la ocupación del 100% de almacenamiento en las tarjetas de memoria de las cámaras trampa). A su vez, los meses con menor cantidad de avistamientos fueron marzo (doce avistamientos), julio (dos avistamientos) y agosto (ocho avistamientos).

No obstante, Costa Rica cuenta con dos épocas, la seca, de diciembre a abril y la lluviosa que abarca los meses de mayo a noviembre. En el CBLAT se logra identificar que es durante la época lluviosa donde se registra mayor cantidad de avistamientos de mamíferos, un total de 195, o bien el 57% del total (Figura 47).

Figura 47. Avistamientos durante la época seca y lluviosa



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Para Adkins et al., (2023) la época lluviosa junto a los patrones de precipitación es de gran importancia en la determinación de lugares dónde prosperan los distintos grupos de mamíferos, de modo

que los lugares donde las lluvias están presentes cuentan con los niveles más altos de diversidad de mamíferos. Lo anterior se relaciona también con la precipitación que tienen las zonas de vida presentes en el área de estudio, la cual va de los 2000 a los 8000 mm anuales, dando por resultado una alta diversidad ecológica de especies vegetales y de fauna.

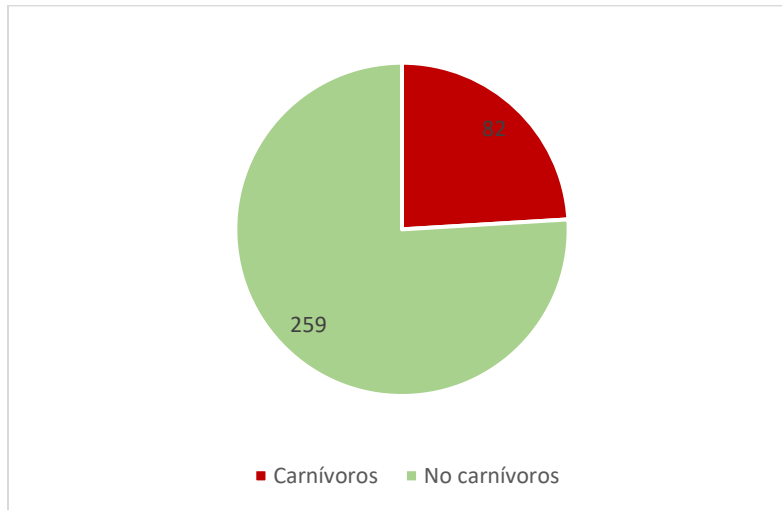
En contra parte, la época seca cuenta con 146 avistamientos o bien el 43% del total. Pero para entender la disminución de estos es importante comprender que la época seca en Costa Rica es sinónimo de incendios forestales, lo que provoca que muchas especies se desplacen de su hábitat original. Además, los incendios generan contaminación que mata a miles de animales y destruyen grandes fragmentos de bosque, influyendo negativamente en la conectividad estructural del paisaje. También, en los recientes años se ha observado como las distintas especies han evolucionado y tienen que adaptarse al cambio climático, específicamente al incremento de temperaturas, esto ha hecho que las especies recorran muchos kilómetros fuera de su área de acción en busca de alimento, suministro de recursos, protección, etc.

Es así como a pesar de las beneficios y consecuencias que ofrece cada época es relevante destacar como el CBLAT sigue ofreciendo hábitat a cientos de especies, incluyendo mamíferos. Esto incide en las tasas de reproducción y distribución de estos, ya que existen áreas que ofrecen las condiciones para que las especies se movilizan e interactúen, lo cual también se relaciona a la gran cantidad de cobertura boscosa que ofrece el corredor.

Con respecto a la clasificación según carnívoros y no carnívoros, se determina que existen siete especies que corresponden a carnívoros, las cuales son *Didelphis marsupialis*, la familia *Didelphidae*, *Leopardus pardalis*, *Philander opossum*, *Potos flavus*, *Procyon cancrivorus* y *Puma concolor*. A su vez se contabilizan 16 especies no carnívoras que corresponden a *Alouatta palliata*, la familia *Chiroptera*, la familia *Cricetidae*, *Cuniculus paca*, *Dasyprocta punctata*, *Dasytus novemcinctus*, la familia *Muridae*, *Nasua narica*, *Odocoileus virginianus*, *Pecari tajacu*, *Proechimys semispinosus*, la familia *Sciuridae*, *Sciurus granatensis*, *Sciurus variegatoides*, *Sphiggurus mexicanus* y *Tamandua mexicana*.

En relación con lo anterior, de las siete especies carnívoras se reporta un total de 82 avistamientos o el 24% de la totalidad (Figura 48); y de las dieciséis especies no carnívoras, se contabilizan 259 avistamientos, o el 76% de la totalidad.

Figura 48. Total, de avistamientos de especies carnívoras/no carnívoras



Nota: Elaboración propia, a partir de trabajo de campo y datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

Las especies no carnívoras son las predominantes en el CBLAT siendo por lo general mamíferos pequeños y medianos, los cuales a través del foto trapeo son fáciles de monitorear, además en caso de que se deban manipular las condiciones de riesgo resultan menos peligrosas, son dispersores de semillas y son especies que proveen de alimento a otras, lo cual asegura la supervivencia del ecosistema en general. En el caso de las especies carnívoras (mayoritariamente mamíferos pequeños y medianos), por supuesto tienen sus beneficios, entre ellos, son claves en temas de conservación, control de plagas, regulación en la cadena trófica, entre otros. En la actualidad, se ha identificado que estos carnívoros pequeños y medianos no habitan únicamente en el bosque, se han desplazado hasta zonas urbanas. No obstante, según Sánchez (2017), los carnívoros en general son muy vulnerables a la extinción local debido a sus necesidades y a la persecución directa por los humanos.

5.4. Mamíferos y el nivel de amenaza

En el CBLAT se registraron veintitrés especies de mamíferos, de los cuales se generó una lista para identificar cuál es su nivel de amenaza (peligro de extinción, preocupación menor, población reducida) (Tabla 11). Para lo anterior, se consultó la Lista Roja de la UICN (Unión para la Conservación de la Naturaleza) y el decreto 40548-MINAE (Artículo 6) y artículo 14 de la Ley de Conservación de Vida Silvestre.

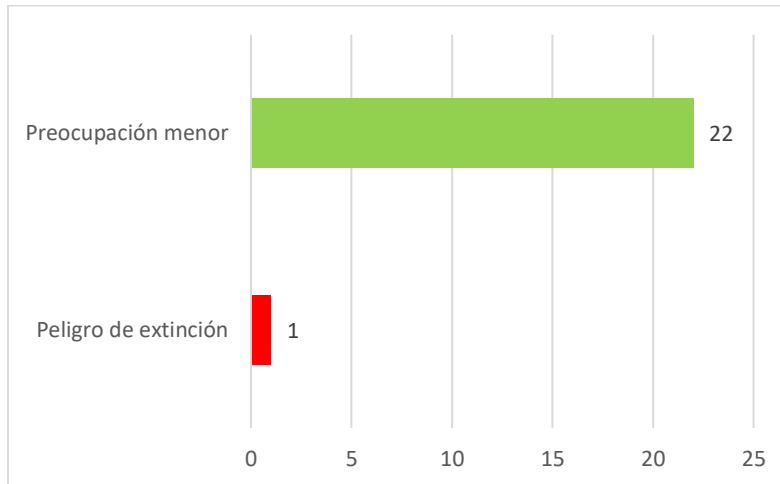
Tabla 11. Nivel de amenaza de especies según UICN y MINAE

Especie	Nivel de amenaza	
	Red List UICN	MINAE
<i>Alouatta palliata</i> (Congo)	Peligro de extinción	Peligro de extinción
<i>Chiroptera</i> (Murciélago)	Preocupación menor	Preocupación menor
<i>Cricetidae</i> (Roedor)	Preocupación menor	Preocupación menor
<i>Cuniculus paca</i> (Tepezcuintle)	Preocupación menor	Población reducida o amenazada
<i>Dasyprocta punctata</i> (Guatusa)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Dasybus novemcinctus</i> (Armadillo)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Didelphidae</i> (Didélfidos)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Didelphis marsupialis</i> (Zarigüeya)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Leopardus pardalis</i> (Ocelote)	Preocupación menor	Peligro de extinción
<i>Muridae</i> (Roedor)	Preocupación menor	Preocupación menor
<i>Nasua narica</i> (Pizote)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Odocoileus virginianus</i> (Venado cola blanca)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Pecari tajacu</i> (Pecarí de collar)	Preocupación menor	Población reducida o amenazada
<i>Philander oposum</i> (Zarigüeya gris de cuatro ojos)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Potos flavus</i> (Martilla)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Procyon cancrivorus</i> (Mapache)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Proechimys semispinosus</i> (Roedor)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Puma concolor</i> (Puma)	Preocupación menor	Peligro de extinción
<i>Sciuridae</i> (Ardilla)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Sciurus granatensis</i> (Ardilla cola roja)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Sciurus variegatoides</i> (Ardilla centroamericana)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Sphiggurus mexicanus</i> (Puercoespín)	Preocupación menor	No está en la lista
<i>Tamandua mexicana</i> (Oso hormiguero)	Preocupación menor	No está en la lista

Nota: Elaboración propia, a partir de Red List UICN y MINAE.

Con respecto a la Red List, se observa en la figura 49 cómo veintidós especies tienen un estado de preocupación menor, incluyendo las tres especies más vistas del CBLAT (*Dasybus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis* y *Sciurus variegatoides*). Tan solo la especie *Alouatta palliata* se encuentra en peligro de extinción. Pese a ello, es importante mencionar que los estados se asignan a grosso modo a nivel global y lo más responsable sería analizarlo también a nivel local, cómo se hizo con el decreto 40548-MINAE.

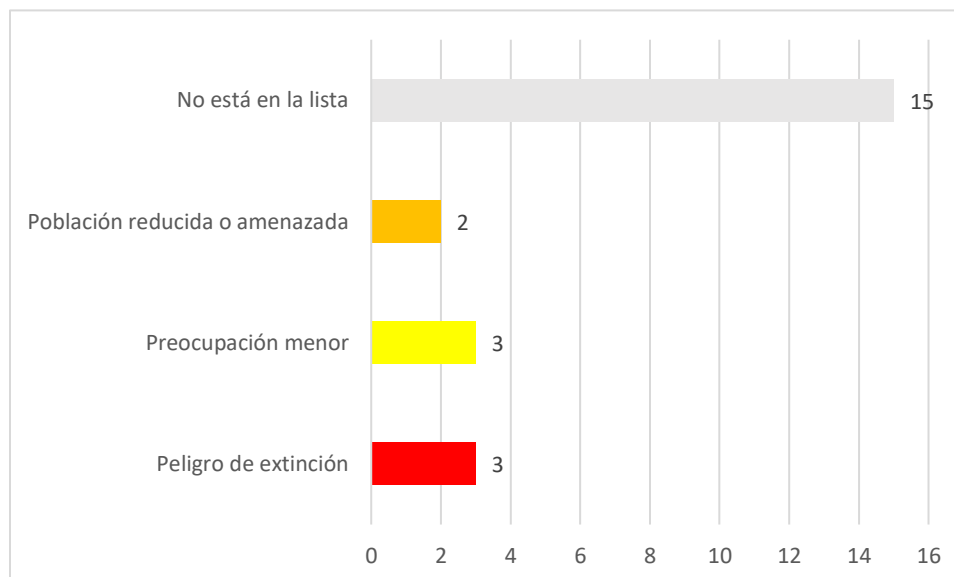
Figura 49. Nivel de amenaza según UICN



Nota: Elaboración propia, a partir de Red List UICN.

En relación con lo anterior, a nivel país se establece el decreto 40548-MINAE, el cual oficializa la lista de especies en peligro de extinción y con poblaciones reducidas y amenazadas según la Ley de Conservación de Vida Silvestre. Se identificó que quince de las veintitrés especies registradas en el CBLAT no se encuentran en la lista (Figura 50), lo cual es necesario de incluir y representa una falta al detalle y carencia de investigación por parte de las autoridades. Incluso, las tres especies más vistas del CBLAT (*Dasypus novemcinctus*, *Didelphis marsupialis* y *Sciurus variegatoides*) no se encuentran en la lista. Lo anterior refleja que se siguen centrando esfuerzos en estudiar especies bandera y se están dejando muchas especies de pequeños y medianos mamíferos abundantes sin investigar, lo cual debería tomar mayor relevancia, ya que, tal y como se ha mostrado en dicha tesis, la presencia de estas especies es mayoritaria en un área tan importante como lo es el CBLAT.

Figura 50. Nivel de amenaza según MINAE



Nota: Elaboración propia, a partir del decreto 40548 MINAE.

De manera simultánea, se identificó que tres especies se encuentran en peligro de extinción, las cuales son *Alouatta palliata* (que coincide con la Red List de la UICN), *Leopardus pardalis* y *Puma Concolor*. Además, contaron con preocupación menor las familias *Chiroptera*, *Cricetidae* y *Muridae*. En menor proporción se encuentran las especies *Cuniculus paca* y *Pecari tajacu* con un estado de población reducida o amenazada.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Para el 2022 se identifica que tras diecisiete años transcurridos entre 2005 y 2022, el dinamismo y transformación de la cobertura de la tierra del CBLAT ha sido escaso. Se evidencia que es el bosque la categoría predominante y con tendencia al incremento, contando con al menos, un 37% del área para el año 2022. El restante de categorías de cobertura de la tierra presenta cambios insignificantes entre 2005 y 2022, variando su porcentaje de cobertura entre un 1% aproximadamente.

Además, se refleja que tan solo un 5% del corredor tuvo cambios en la estructura física del paisaje, lo cual se relaciona con el incremento de fragmentos de la categoría de infraestructura humana, la cual en los últimos años ha crecido en función del desarrollo turístico y habitacional del área. A pesar de lo anterior, se identifica que el CBLAT cuenta con alta conectividad estructural, puesto que tiene un bajo proceso de fragmentación, favoreciendo la conectividad funcional de las especies de mamíferos, las cuales cuentan con espacios suficientes que brindan recursos, hábitat y protección para su supervivencia.

Por otra parte, en el CBLAT se contabilizan veintitrés especies de mamíferos entre pequeños y medianos, incluyendo especies claves como el *Puma concolor* y *Leopardus pardalis*. Lo anterior indica que el área tiene buena salud ecológica, puesto a que habitan felinos de este tipo que cuentan con un radio de acción amplio y con los recursos necesarios para sobrevivir. A la vez, no se puede menospreciar la presencia de especies como *Dasyprocta punctata*, *Didelphis marsupialis*, *Cuniculus paca* y la Familia *Muridae* que también son de gran importancia a nivel trófico y ecológico por su alta capacidad de dispersión de semillas, niveles de reproducción, entre otros.

A su vez, la presencia de especies en un área determinada además de ofrecer valor ecológico incide en el incremento de actividad turística y por tanto en la economía local. Puesto a que, las personas visitantes o bien turistas, se ven atraídas por el lugar que alberga cantidad suficiente de especies. Siendo este el motivo principal de su viaje.

También, es de relevancia destacar que, de las veintitrés especies de mamíferos registradas en el CBLAT, quince no se encuentran en la lista oficial del decreto 40548-MINAE. Lo anterior refleja que se siguen concentrando esfuerzos en especies bandera y se están ignorando pequeños y medianos mamíferos que tal y como se evidencia en esta tesis son los actores centrales en este Corredor. Es de vital importancia poder incluir estas especies a través de investigaciones relacionadas a la categorización de estas mismas.

Asimismo, se demuestra que el monitoreo de especies a través de cámaras trampa es un método efectivo y no invasivo para estudiar cómo se encuentra la salud ecológica de un espacio. Se recomienda

e incentiva a los actores locales, así como autoridades, monitorear en más sitios de muestreo, puesto que se pueden hacer nuevos descubrimientos. Además, resulta vital tener un registro o historial por lo menos anual de la cantidad de avistamientos que se reportan dentro del CBLAT, ello funciona para contar con una línea base y realizar comparaciones que apoyan nuevos estudios relacionados a riqueza y abundancia de especies.

A la vez, se comprueba que los corredores biológicos como estrategia de conservación han sido clave en la supervivencia de muchas especies y en el aumento de la conectividad estructural del paisaje. Esto genera beneficios, los cuales aportan a la lucha contra el cambio climático y resguardan, no solo especies animales, sino de flora también, las cuales son de gran importancia para el planeta.

Sumado a lo anterior, el monitoreo de corredores biológicos es un tema escasamente indagado y la investigación llena un vacío que existe en relación con este tema. Por lo cual se recomienda que el presente trabajo funcione como estudio base para el monitoreo y estudio de estos espacios dedicados a la conservación, que además aportan a la planificación y ordenamiento territorial por medio de la conservación y protección de recursos naturales, incidiendo en el desarrollo equilibrado entre el ambiente y la sociedad.

Finalmente, se recomienda que esta investigación sea un punto de partida para el estudio de la conectividad estructural y funcional del CBLAT, así como para la fijación de estrategias y líneas base para la toma de decisiones. Se motiva a que la metodología utilizada se replique en más áreas y que se incluyan más factores ecológicos, sociales, culturales, climáticos, entre otros. De igual manera, se sugiere incluir otros grupos de especies como reptiles, aves, peces, anfibios, lo cual incrementaría la importancia ecológica del sitio y abre nuevos espacios para que futuros profesionales desarrollen nuevas investigaciones.

VII. Anexos

Anexo 1. Visualización de los registros en la base de datos

ID	Sitio	Cam	Especie	Familia	Fecha	Hora	Carpeta
1010015	Tilawa	Terrestre	<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Dasypodidae</i>	1/1/2020	03:02	15-01-2020
1030017	Tilawa	Terrestre	<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Dasypodidae</i>	3/1/2020	02:31	15-01-2020
1100022	Tilawa	Terrestre	<i>Didelphis marsupialis</i>	<i>Didelphidae</i>	10/1/2020	00:17	15-01-2020
1110024	Tilawa	Terrestre	<i>Didelphis marsupialis</i>	<i>Didelphidae</i>	11/1/2020	01:20	15-01-2020
1010015	Tilawa	Terrestre	<i>Nasua narica</i>	<i>Procyonidae</i>	1/1/2020	15:47	16-01-2020
1010016	Tilawa	Terrestre	<i>Nasua narica</i>	<i>Procyonidae</i>	1/1/2020	15:49	16-01-2020
1190003	Tilawa	Terrestre	<i>Leopardus pardalis</i>	<i>Felidae</i>	19/1/2020	21:35	15-02-2020
1270006	Tilawa	Terrestre	<i>Nasua narica</i>	<i>Procyonidae</i>	27/1/2020	11:30	15-02-2020
1290010	Tilawa	Terrestre	<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Dasypodidae</i>	29/1/2020	02:07	15-02-2020
1290011	Tilawa	Terrestre	<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Dasypodidae</i>	29/1/2020	22:29	15-02-2020
1300015	Tilawa	Terrestre	<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Dasypodidae</i>	30/1/2020	23:14	15-02-2020
2050019	Tilawa	Terrestre	<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Dasypodidae</i>	5/2/2020	01:24	15-02-2020
2140025	Tilawa	Terrestre	<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Dasypodidae</i>	14/2/2020	23:36	15-02-2020
2150003	Tilawa	Terrestre	<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Dasypodidae</i>	15/2/2020	21:28	30-07-2020
2150004	Tilawa	Terrestre	<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Dasypodidae</i>	15/2/2020	21:31	30-07-2020
2160005	Tilawa	Terrestre	<i>Nasua narica</i>	<i>Procyonidae</i>	16/2/2020	16:32	30-07-2020

Nota: Elaboración propia, a partir de datos del Proyecto Análisis de los corredores biológicos como estrategia para la conservación y el desarrollo local en Costa Rica.

VIII. Referencias Bibliográficas

- ACG. (s.f). Bosque seco virtual. Armadillo *Dasyus novemcinctus*. https://www.acguanacaste.ac.cr/bosque_seco_virtual/bs_web_page/paginas_de_especies/dasyus_novemcinctus.html
- Acuña, E., Molina, N., & Rodríguez, S. (2017). Análisis de la estructura del paisaje en el corredor biológico Alexander Skutch, Pérez Zeledón, en los años 2005, 2012 y 2016. *Tesis Para Optar El Grado Académico de Licenciatura En Ciencias Geográficas Con Énfasis En Ordenamiento Del Territorio*. Universidad Nacional de Costa Rica. <https://docplayer.es/76433648-Analisis-de-la-estructura-del-paisaje-en-el-corredor-biologico-alexander-skutch-perez-zeledon-en-los-anos-2005-2012-y-2016.html>
- Albanesi, S., Jayat, J., & Brown, A. (2016). Patrones de actividad de mamíferos de medio y gran porte en el pedemonte de Yungas del Noroeste Argentino. *Mastozoología Neotropical*, 23(2), 335–358.
- Alcaraz, F. (2013). *Biogeografía*. <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema04.pdf>
- Adkins, J., Hammill, E., Abdulwahab, U., Draper, J., Marshall, J., McClure, C., González, A., Chavez, E & Atwood, T. (2023). Environmental variables drive spatial patterns of trophic diversity in mammals. *Ecology letters* 26 (11): 1940-1950.
- Alonso, A., Finegan, B., Brenes, C., Günter, S., & Palomeque, X. (2017). Evaluación de la conectividad estructural y funcional en el corredor de conservación Podocarpus-Yacuambi, Ecuador. *Caldasia*, 39(1), 140–156. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v39n1.64324>
- Arroyo, V., Moreno, C., & Galán, C. (2017). La Ecología del Paisaje en México: logros, desafíos y oportunidades en las ciencias biológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.004>
- Avendaño, C; Cid, C; Morales, C & Aguilera, A. (2014). Integración de paleoecología con geo-Ecología del Paisaje en Salinas Nueve Cerros, Región Lachuá, Alta Verapaz. En XXVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2013 (editado por B. Arroyo, L. Méndez Salinas y Andrea Rojas). Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

- Ávila, G. (2022). Estudio de caso: desplazamiento involuntario planificado: un acercamiento a la restitución de los medios de vida en el reasentamiento involuntario de Arenal, Tilarán, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 69(2), 335-368. <https://dx.doi.org/10.15359/rgac.69-2.12>
- Barquero, J. (s.f.). Volcán Arenal: cambios paisajísticos en su entorno. *Ambientico*, 12–13.
- Barrera, S. (2013). El análisis del paisaje como herramienta y puente teórico-metodológico para la gestión socio-ambiental del territorio. *Geograficando*, 9(9), 1–13.
- Bennett, A. (1999). Enlazando el paisaje: El papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. En *UICN*. <http://www.iucn.org>
- Bermúdez, G. (2018). Evaluación del cambio de uso de la tierra y fragmentación de la cobertura forestal en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio, mediante técnicas de Teledetección. En *Tesis para optar por el grado académico de maestría profesional en sistemas de información geográfica y teledetección*. Universidad de Costa Rica.
- Best, T. (1995). *Sciurus variegatoides*. *The American Society of Mammalogists*, 500, 1–6.
- Bolòs, M. (1981). Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. *Revista de Geografía, Universitat de Barcelona*. XV (1-2): 45-67.
- Bollo, M., Hernández, J., Méndez, A., & Figueroa, M. (2013). La Geoecología y el ordenamiento ecológico territorial de la zona región V del norte de Chiapas. *Ordenamiento Territorial y Participación Social: Problemas y Posibilidades.*, 203–240. <http://sociales.uaslp.mx/Documents/Publicaciones/Libros/OrdenamientoTerritorial.pdf>
- Cambronero, D., Marín, M., & Reyes, G. (2019). Análisis del capital natural y los servicios ecosistémicos para la definición de un Corredor Biológico Interurbano en la Microcuenca del Río Bermúdez. *Tesis para optar el grado académico de licenciatura en ciencias geográficas con énfasis en ordenamiento del territorio*. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Canet, L., Herrera, B., & Finegan, B. (2012). Efectividad de Manejo en Corredores Biológicos: El Caso de Costa Rica. *Revista Parques*, 2 (October 2016), 1–14.

- Carrión, M., Castro, E., Chalampunte, D., Coraca, A., González, J., Lima, E., Marín, J., Martínez, Y., Martínez, V., Naranjo, J., Navarro, A., Perrens, S., Posada, K., Rivera, G., & St.Luce, H. (2011). *Estrategia de conservación y calidad de vida en el Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio. Costa Rica*. <https://agritrop.cirad.fr/579868/3/579868.pdf>
- CCT. (2005). *Plan de Manejo de la Reserva Biológica Monteverde*. https://panorama.solutions/sites/default/files/plan_de_manejo_rbbnm.pdf
- CENIGA. (2018). *Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica Versión 1.2*. <http://www.sinac.go.cr/ceniga/?q=content/sistema-de-monitoreo-de-la-cobertura-y-uso-de-la-tierra-y-ecosistemas-simocute>
- CENIGA. (2020). Descripción del Sistema de Clasificación de Uso y Cobertura de la Tierra propuesto para el SIMOCUTE. *Ambienticos*, 273, 23–34. http://www.ambientico.una.ac.cr/pdfs/art/ambientico/273_23-34.pdf
- Clark, A. (1985). Longman Dictionary of Geography human and physical. Addison-Wesley Longman Ltd.
- Colorado, G., Vásquez, J., & Mazo, I. (2017). Modelo de conectividad ecológica de fragmentos de bosque andino en Santa Elena (Medellín, Colombia). *Acta Biologica Colombiana*, 22(3), 379–393. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.63013>
- Contreras, R., Luna, I., & Morrone, J. (2001). *Conceptos biogeográficos*. 8 (041), 33–37.
- Correa, C., Mendoza, M., & Granados, E. (2014). Análisis del cambio en la conectividad estructural del paisaje (1975-2008) de la cuenca del lago Cuitzeo, Michoacán, México. *Revista de Geografía Norte Grande*, 59(59), 7–23. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022014000300002>
- Cushman, S., McRae, B., Adriaensen, F., Beier, P., Shirley, M & Zeller, K. (2013). Biological corridors and connectivity. *Key Topics in Conservation Biology* 2. <https://doi.org/10.1002/9781118520178.ch21>
- Etter, A. (1991). *Introducción a la Ecología del Paisaje: Un marco de integración para los levantamientos ecológicos*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4464.5121>
- Fahrig, L. (2007). Non-optimal animal movement in human-altered landscapes. *Functional Ecology*, 21(6), 1003–1015. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2007.01326.x>

- Freudenthal, M., & Martín, E. (1999). Family Muridae. *The Miocene Land Mammals of Europe, January 1999*, 401–409.
- García, J., Pérez, M., García, M. (2020). Sellado de suelos, fragmentación y conectividad ecológica en la conurbación de Madrid (España). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 85. <https://doi.org/10.21138/bage.2884>
- Gerez, P. (2019). Un llamado a la observación del paisaje como didáctica para comprender las dinámicas regionales de ocupación y uso. *Sociedad y Ambiente*, 19, 319–324. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i19.1946>
- Goodwin, B., & Fahrig, L. (2002). Effect of landscape structure on the movement behaviour of a specialized goldenrod beetle, *Trirhabda borealis*. *Canadian Journal of Zoology*, 80(1), 24–35. <https://doi.org/10.1139/z01-196>
- Grez, A., & Bustamante, R. (1995). Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo*, 11, 58–63. http://www.ieb-chile.cl/otras_publicaciones/RBustamante/Bustamante_Grez_1995_Ambient_Desarr.pdf
- Gurrutxaga, M. (2004). *Conectividad ecológica del territorio y conservación de la biodiversidad. Nuevas perspectivas en Ecología del Paisaje y Ordenación territorial*.
- Gustafson, E. (1998). Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art? *Ecosystems*, 1(2), 143–156. <https://doi.org/10.1007/s100219900011>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 148).
- Hilje, B., & Torres, M. (1997). EL Proyecto Hidroeléctrico de Arenal y el impacto en su entorno económico y social (1950-1994). *Revistas Universidad Nacional*.
- Hilty, J., Worboys, G., Keeley, A., Woodley, S., Lausche, B., Locke, H., Carr, M., Pulsford, I., Pittock, J., White, W., Theobald, D., Levine, J., Reuling, M., Watson, J., Ament, R., Groves, C., & Tabor, G. (2021). Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos. En *Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos*. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2020.pag.30.es>

- Holdridge, L. (1978). *Ecología basada en zonas de vida*. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7936/BVE19040225e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INA. (2009). Historia Natural de Costa Rica. Capítulo 4: Vegetación de Costa Rica: Biodiversidad y riqueza. En Historia Natural de Costa Rica. [https://www.inapidte.ac.cr/pluginfile.php/19801/mod_resource/content/1/Vegetacion de Costa Rica %28v-asec%29.pdf](https://www.inapidte.ac.cr/pluginfile.php/19801/mod_resource/content/1/Vegetacion%20de%20Costa%20Rica%28v-asec%29.pdf)
- INEC. (2011). Características Sociales y Demográficas Tomo I. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. San José – Costa Rica. 154 p. Recuperado de: http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos/inec_institucional/estadisticas/resultados/repoblacencenso2011-10.pdf.pdf
- Kent, M. (2007) Biogeography and Landscape Ecology. *Progress in Physical Geography* 31 (3): 345–355.
- Lamprea, F. (2017). *Zonificación de las coberturas de la tierra mediante la aplicación de herramientas SIG para la revisión y ajuste del P.O.T en el marco del crecimiento urbano y la conurbación norte: Caso Municipal de Zipaquirá* [UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS]. https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Lamprea-Avellanea-Ferdy.pdf
- López, F. (2002). Geografía física y conservación de la naturaleza. *Papeles de Geografía*, (36), 133–146.
- López, L. (2015). *Diccionario de geografía aplicada y profesional*.
- López, D., León, M., Guevara, S., Vargas, F. (2016). Reptiles en corredores biológicos y mortalidad por atropellamiento vehicular en Barbas-Bremen, departamento del Quindío, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.334>
- Lucero, G. (2018). Biogeografía Humana: principios y aplicaciones en el estudio del pasado humano. *Boletín de Estudios Geográficos*, 110, 9–35. <http://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/beg/article/view/2097%0Ahttp://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/beg/article/download/2097/1552>
- Luna, A. (2010). La concepción del espacio geográfico. Corrientes actuales y metodología del trabajo científico. *Proyecto Clío*, 36 (2010), 1–18. <http://clio.rediris.es>

- Mancina, C., & Borroto, R. (2016). Generalidades de los mamíferos. *Mamíferos En Cuba*, 11–15. [http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1429/5/011-015 Mamíferos de Cuba.pdf](http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1429/5/011-015%20Mamíferos%20de%20Cuba.pdf)
- Meffe, G & Carroll, K. (1997). *Principles of Conservation Biology*. Second Edition. Sunderland: Sinauer Associates, Inc.
- Meyer, D. (2004). Introducción a La Acuacultura. *Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras*, 144. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7fce00bc-0466-4957-98bb-f2fdcf01ddd/content>
- MINAE. (2007). Reglamento a la Ley de la Biodiversidad. Artículo 3.
- Montenegro, O. (2009). LA CONSERVACIÓN BIOLÓGICA Y SU PERSPECTIVA EVOLUTIVA. *Acta Biológica Colombiana*, 14(1), 255–268.
- Morera, C., Pintó, J., Romero, M. (2007). Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: Aproximación conceptual. *Corredores Biológicos:Acercamiento conceptual y experiencias en América*, Enero, 1-128.
- Morera, C., Romero, M. y Sandoval, L. (2013). *Geografía, Paisaje y Conservación*. Heredia: Universidad Nacional de Costa Rica.
- Morera, C., & Sandoval, L. F. (2018). Fragmentación y conectividad de la cobertura natural a nivel cantonal en Costa Rica durante los años 2000 y 2015. *Revista Geográfica de América Central*, 4, 37–61. www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/
- Morera, C., Sandoval, L., & Alfaro, L. (2021). Evaluación de corredores biológicos en Costa Rica: estructura de paisaje y procesos de conectividad – fragmentación. *Revista Geográfica de América Central*, (1) 66, pp.129-155. <https://doi.org/10.15359/rgac.66-1.5>
- Morrone, J. (2000). Sistemática, biogeografía, evolución. En *Facultad de Ciencias, UNAM*.
- Muñoz, J. (1992). Perspectiva ambiental e integración disciplinar en geografía. *Boletín de La A.G.E*, 1–6.
- Ortega, S. (2009). Propuesta de red de conectividad entre remanentes de bosque y cacaotales en dos paisajes Centroamericanos. *Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

- Otero, R. (1982). LA TRASNOCHADORA CHUCHA. Carta ganadera. Bogotá Dic/82. Pag.52-55.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Palminteri, S. (2017). *Mongabay news & inspiration from nature's frontline*. Obtenido de Mongabay news & inspiration from nature's frontline: <https://news.mongabay.com/2017/07/camera-trapping-in-the-trees/>
- Paoletti, M. (1993). *Qué es geografía*. <https://es.calameo.com/books/0006339964ce2d29ece20>
- Presidencia de La República Gobierno de Costa Rica. (2021). “CRÉDITO EN MARCHA” PERMITIÓ A PRODUCTORES DE TILAPIA DEL LAGO ARENAL EN TILARÁN AMPLIAR SU MERCADO. <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2021/04/credito-en-marcha-permitio-a-productores-de-tilapia-del-lago-arenal-en-tilaran-ampliar-su-mercado/>
- Proyecto Corredores Biológicos. (2022). Programa Nacional de Corredores Biológicos. <https://biocorredores.org/corredoresbiologicos/programa-nacional-de-corredores-biologicos>
- Rodríguez, F. (1980). Ecología y Geografía. En *Paralelo 37* (pp. 105–112). <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1381137.pdf>
- Rojas, A., & Moreno, C. (2014). Los servicios ambientales que generan los mamíferos silvestres. *PÄDI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 2(3). <https://doi.org/10.29057/icbi.v2i3.532>
- Rojas, J. (2019). Propuesta de red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Río Nosara. Heredia, Costa Rica. *Tesis Para Optar El Grado Académico de Licenciatura En Ciencias Forestales Con Énfasis En Manejo Forestal*. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Romero, M. (2005). *Análisis de los cambios en la estructura del paisaje de l'Alt Empordà en el período 1957-2001* [Universitat de Girona]. <http://hdl.handle.net/10803/7898>
- Romero, M. y Pintó, J. (2005). Utilización de indicadores fractales para la evaluación de los cambios en la estructura del paisaje de un sector de la montaña de Alto Ampurdán. Actas de XIX Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles. Girona, España: Universidad de Cantabria. Santander.
- Ruiz, C. (2010). *Evaluando conectividad funcional para el Colilarga (Sylviothorhynchus desmursii, FURNARIIDAE)*. Universidad Austral de Chile.

- Rumiz, D. (2010). Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. *Mamíferos Medianos y Grandes de Bolivia, 2010*, 53–73.
- Salinas, A. (2004). Tips Bioestadísticos. *Ciencia UANL*, 7(1), 121–123.
- Sánchez, J. (2017). *Diversidad y Uso de Hábitat de Carnívoros (Carnivora) en un Paisaje Periurbano en la Cordillera Central de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Sánchez, R., & Monge, J. (2021). Períodos de actividad y dieta de *Dasyprocta punctata* (Gray, 1842) (Rodentia; Dasyproctidae) en agroecosistemas con café, San Ramón, Costa Rica. *Acta Zoológica Mexicana (N.S.)*, 37, 1–15. <https://doi.org/10.21829/azm.2021.3712346>
- Sánchez, V., Botello, F., Flores, J., Gómez, R., Guevara, L., Gutiérrez, G., & Rodríguez, Á. (2014). Biodiversity of Chordata (Mammalia) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 496–504. <https://doi.org/10.7550/rmb.31688>
- Sancho, J. (2021). Corredores biológicos de Costa Rica: Estrategia de conservación participativa. *Ambientico*, 280, 14–17.
- Sanfiorenzo, A., DeClerck, F., Benjamin, T., & Velázquez, S. (2011). Conectividad funcional para los géneros de aves Trogon, Icterus y Dendroica en el paisaje de la subcuenca del río Copán, Honduras. *Agroforestería En Las Américas*, 48, 54–64
- Santos, A., & Pérez, G. (2013). Abundancia de tepezcuintle (*Cuniculus paca*) y relación de su presencia con la de competidores y depredadores en una selva tropical. *Therya*, 4(1), 89–98. <https://doi.org/10.12933/therya-13-97>
- Saunders, D., Hobbs, R., & Margules, C. (1991). Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*, 5(1), 18–32. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1991.tb00384.x>
- SINAC. (2018). *Plan Estratégico 2018-2025 del Programa Nacional de Corredores Biológicos de Costa Rica*.
- SINAC. (2020). *Plan de Gestión del Corredor Biológico Lago Arenal Tenorio 2020-2025*.
- Troll, C. (2003). Ecología del Paisaje. *Gaceta Ecológica*, 68, 71–84.

- Vila, J., & Ribas, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en Ecología del Paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'Analisi Geografica*, 48, 151–166. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2328164&info=resumen&idioma=ENG%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19999412>
- With, K., Cadaret, S & Davis, C. (1999). Movement responses to patch structure in experimental fractal landscapes. *Ecology* 80 (4): 1340–1353
- Zuñiga, A. (2013). Colonización, agricultura y lluvias. Apuntes para una historia local de Rivas, Costa Rica, 1950-2000. *HiSTOReLo. Revista de Historia Regional y Local*, 5(10), 236–268. <https://doi.org/10.15446/historelo.v5n10.39742>