

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA.



**“IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN EN
EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA COLIMA, DEPARTAMENTO DE
CUSCATLÁN, EL SALVADOR.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

JOSÉ ARNOLDO RAMÍREZ MENJIVAR

WILMAR CHRISTY DÍAZ BATRES

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**“IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN EN
EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA COLIMA, DEPARTAMENTO DE
CUSCATLÁN, EL SALVADOR.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

JOSÉ ARNOLDO RAMÍREZ MENJIVAR

WILMAR CHRISTY DÍAZ BATRES

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

ASESORA DE LA INVESTIGACIÓN:

Licda. DORA ALICIA ARMERO

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA.



**“IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN EN
EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA COLIMA, DEPARTAMENTO DE
CUSCATLÁN, EL SALVADOR.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

JOSÉ ARNOLDO RAMÍREZ MENJIVAR

WILMAR CHRISTY DÍAZ BATRES

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

TRIBUNAL CALIFICADOR:

Licda. Milagros Elizabeth Salinas Delgado

Lic. Carlos Alberto Elías Ortiz

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE 2024

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

M.SC. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FISCAL:

LIC. CARLOS AMILCAR SERRANO RIVERA

DECANO:

DR. LUIS GILBERTO PARADA GÓMEZ

VICEDECANA:

DR. JOSÉ NERYS FUNES TORRES

SECRETARIA:

M.SC. ÁNGELA GUEDELIA PORTILLO DE PÉREZ

ADMINISTRADOR ACADEMICO:

LICDO. JAIME HUMBERTO SALINAS ESPINOZA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, SEPTIEMBRE 2024

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por iluminarme en el camino de la superación profesional, culminar mis estudios de pregrado y por el privilegio de conocer durante mis estudios personas que me ayudaron a alcanzar esta meta.

Con mucho cariño a mis padres María Hilda Menjivar y Arnoldo Gabriel Ramírez por su apoyo y sacrificio, para alcanzar el anhelo de convertirme en profesional.

A mi hermano Gabriel por haber estado siempre apoyándome y animándome, por ser ejemplo para mí de superación y de desarrollo profesional y a mi hermana Karen por darme siempre ánimos y creer en que podía alcanzar mis sueños.

A Yessica Rivera por motivarme día a día a culminar mi carrera, creer en mí, darme ánimos de manera incondicional para poder seguir mejorando mi vida y siendo un ejemplo de determinación para alcanzar mis metas.

A mis amigos, compañeros y colegas que me acompañaron desde el principio y me dieron ánimos y me apoyaron: Adalberto Rodríguez, Jaime Mejía, Wilmar Diaz, Víctor Cuchilla, Gabriela Montes, Claudia Santos, Dora Duran, entre otras personas que también formaron parte de esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a todas las personas que brindaron su esfuerzo, tiempo y conocimientos, que desinteresadamente me apoyaron y motivaron para realizar este trabajo de graduación, pero especialmente a:

Mi asesora Licda. Dora Alicia Armero Duran quien estuvo en la disposición de guiarme y brindarme sus conocimientos, por invertir tiempo y empeño en el desarrollo de este estudio.

Al Lic. Víctor Emmanuel Cuchilla por ser quien impulso la idea de la realización de este trabajo y quien dio mucho aporte con su conocimiento para comenzar su desarrollo.

Al Lic. Carlos Elías Ortiz por apoyarme en la fase de campo y de gabinete otorgando sus conocimientos de botánica.

A mi compañero Wilmar Diaz quien dio su aporte en trabajo y conocimiento para generar los datos del presente estudio.

A los guardarecursos del Área Natural Protegida Colima, Suchitoto, Cuscatlán, por su apoyo directo en campo quienes aportaron tiempo, seguridad y conocimiento.

A todos mis catedráticos que con sus conocimientos me formaron en el campo de la biología y compañeros que estuvieron cerca apoyándome.

A todas infinitas gracias.

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a Dios Creador que permitió el inicio, desarrollo y conclusión, para finalizar mi proceso de grado y formar parte de este hermoso gremio.

Este trabajo que hoy presento es el resultado de horas de esfuerzo, dedicación y ganas que he puesto en su desarrollo. Por ello, me permito dedicármelo a mí mismo, Sé que no ha sido fácil. Por eso, considero que esta tesis no sólo es un logro académico, sino también personal.

Dedico este trabajo a Rosa Mirna Batres Machuca y Julio Antonio Diaz mis padres, quienes han sido mi inspiración y apoyo en la vida. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la honestidad. Quienes siempre me animan a seguir adelante y a luchar por mis sueños, y gracias a ellos hoy puedo alcanzar esta meta. Espero que este logro también los llene de orgullo.

A mis Hermanos: Mirna Diaz, Henry Diaz, Carlos Diaz. Quienes han estado ahí para escucharme, orientarme y animarme a seguir adelante, sus palabras de aliento.

A mis sobrinos Abril Diaz, Fernando Diaz y Carlos Diaz, que les sirva de inspiración para que logren todas sus metas y sueños, los quiero mucho.

A mi tutor Licda. Dora Alicia, por su guía, su sabiduría y su dedicación. Gracias por compartir su conocimiento y por inspirarme a seguir adelante.

A todas las personas que participaron en mi investigación, por su tiempo y su disposición. Sin su colaboración, este trabajo no habría sido posible.

Queridos amigos, compañeros y colegas, me dirijo a ustedes para expresar esta dedicatoria por haber estado a mi lado desde el principio y por seguir brindándome ánimo y apoyo en todo momento. En especial, quisiera mencionar a Jasmín Echeverría, Arnoldo Ramírez, Néstor Esaú, Estanley Moran, Adalberto Rodríguez, Víctor Cuchilla, Jaime Mejía y Josué Buiza, quienes han sido fundamentales en esta etapa de mi vida. Agradezco de todo corazón su amistad, su compañía y su valiosa colaboración. Sin duda, su presencia ha hecho posible que supere los desafíos y alcance los objetivos que me he propuesto. Gracias por estar ahí, por compartir sus conocimientos y por ser una fuente constante de motivación. Les envío un abrazo sincero y mis mejores deseos para el futuro.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a Dios Creador por hacer posible la finalización de este trabajo.

A todas las personas que brindaron sus conocimientos y amistad a realizar este trabajo de graduación, pero especialmente a:

A mi madre Rosa Mirna Batres Machucha y padre Julio Antonio Diaz por apoyarme constantemente.

A mis hermanos que siempre me dieron soporte antes las dificultades.

Mi asesora Licda. Dora Alicia Armero Duran quien siempre estuvo fue un pilar importante en la creación, desarrollo y finalización de este trabajo de grado. Su guía, nos permitió seguir adelante.

Al Lic. Víctor Emmanuel Cuchilla por ser quien impulso la idea de la realización de este trabajo y quien dio mucho aporte con su conocimiento para comenzar su desarrollo.

Al Lic. Carlos Alberto Elías Ortiz por apoyarme en la fase de campo y de gabinete otorgando sus conocimientos de botánica.

A mi compañero Arnoldo Ramírez quien dio su aporte en trabajo y conocimiento para generar los datos del presente estudio.

A los guardarecursos del Área Natural Protegida Colima, Suchitoto, Cuscatlán, por su apoyo directo en campo quienes aportaron tiempo, seguridad y conocimiento.

A todos mis catedráticos que con sus conocimientos me formaron en el campo de la biología y compañeros que estuvieron cerca apoyándome.

A todos infinitas gracias.

Sin dejar de lado agradezco a mi versión de hace unos años, quien puso todas sus esperanzas, esmero y esfuerzo para que este estudio concluyera en la culminación de mi vida de estudiante, y así dar paso a mi vida profesional. ¡Lo logramos Wilmar!

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| RESUMEN..... | vii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| III. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 3.1 ANTECEDENTES..... | 4 |
| 3.2 FUNDAMENTO TEÓRICO..... | 7 |
| 3.2.1. El uso de la tierra en El Salvador. | 7 |
| 3.2.2. Pérdida de ecosistemas representativos en El Salvador. | 11 |
| 3.2.3. Fragmentación y efecto de borde. | 12 |
| 3.2.4. Teoría de metapoblaciones. | 14 |
| 3.2.5. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad | 15 |
| 3.2.6. Atributos para la evaluación de los sitios prioritarios. | 23 |
| IV. METODOLOGÍA | 25 |
| 4.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO. | 25 |
| 4.2. ASPECTOS BIO-FÍSICOS DEL ANP. COLIMA. | 26 |
| 4.3. ETAPAS EN LAS QUE SE REALIZÓ..... | 27 |
| 4.3.1. Identificación de porción a estudiar. | 27 |
| 4.3.2. Selección y delimitación de sitios de acuerdo a atributos, biológicos, físicos y antrópicos. | 28 |
| 4.3.3. Índice de Idoneidad de Hábitat (HSI). | 36 |
| V. RESULTADOS | 39 |
| 5.1. SITIO 1..... | 40 |
| 5.2. SITIO 2..... | 42 |
| 5.3. SITIO 3..... | 44 |
| 5.4. SITIO 4..... | 46 |
| 5.5. SITIO 5..... | 48 |
| 5.6. SITIO 6..... | 50 |
| 5.7. SITIO 7..... | 52 |
| 5.8. ATRIBUTO 5: RECURSO HÍDRICO PORCIÓN 2 DEL ANP COLIMA..... | 54 |
| 5.9. ATRIBUTO 6: PRESIÓN ANTRÓPICA. | 55 |
| 5.10. IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN POR MEDIO DEL ÍNDICE DE IDONEIDAD DE HÁBITAT. | 58 |
| 5.10.1. Cálculo del Índice de Importancia del Atributo. | 58 |

| | |
|--|----|
| 5.10.2. Valor del Índice de Idoneidad del Hábitat..... | 59 |
| VI. DISCUSIÓN..... | 61 |
| VII. CONCLUSIONES..... | 66 |
| VIII. RECOMENDACIONES..... | 68 |
| IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 69 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1 ANP Declaras periodo de 1996 hasta julio 2018 (Figuroa y Cuchilla 2018) | 9 |
| Cuadro 2 Descripción de los atributos a utilizar para la definición de sitios prioritarios en el ANPC. | 24 |
| Cuadro 3 Ejemplo de llenado de la categorización del atributo 3, tomando en consideración las clases alimétricas y diamétricas de cada sitio | 30 |
| Cuadro 4 Ejemplo de lista de cotejo, categorizando las especies de fauna..... | 34 |
| Cuadro 5 Ejemplo de lista de cotejo para evaluación de presencia y ausencia de recursos hídricos. | 35 |
| Cuadro 6 Ejemplo del llenado del cuadro para establecer el valor de VIC..... | 36 |
| Cuadro 7 Resumen del cálculo del IIA por medio del VIC, valorizando la calidad del atributo..... | 37 |
| Cuadro 8 Modelo de tabla con el resumen de datos de los IIA de los atributos por cada sitio. | 38 |
| Cuadro 9 Modelo de tabla para el resumen de datos de HSI y la valoración del sitio. | 38 |
| Cuadro 10: Categoría de recurso hídrico por cada sitio identificado | 55 |
| Cuadro 11 Actividades humanas presentes o temporales en la porción dos del ANP Colima..... | 56 |
| Cuadro 12 Resumen de la categorización de atributos por cada sitio de la porción 2 del ANPC..... | 57 |
| Cuadro 13 Índice de importancia de cada atributo estudiado..... | 58 |
| Cuadro 14 Valor de importancia del atributo (IIA) obtenido para cada atributo de los sitios propuestos, se evaluó el HSI para definir la priorización..... | 59 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Áreas Naturales Protegidas de El Salvador, que están declaradas y en proceso de declaratoria. (Mapa realizado en la herramienta VIGEA, del MARN, actualizado al 2018)..... | 9 |
| Figura 2. Sitios Ramsar de El Salvador, la laguna de San Juan está incorporada actualmente al Sitio Ramsar Laguna el Jocotal; se incluye la propuesta de la Unión para ser declarada como sitio Ramsar. (Mapa realizado en la herramienta VIGEA, del MARN, actualizado al 2018)..... | 10 |
| Figura 3. Representaciones de tipos de bordes con distintos hábitats adyacentes. De arriba hacia abajo: bosque pastizal, bosque-milpa y bosque-matorral. En términos de permeabilidad sería B. abrupto, B. permeable y B. suave, (López-Barrera, 2003)..... | 12 |
| Figura 4. Ejemplo del efecto de la fragmentación sobre especies de fauna especialistas de interior y exterior de borde, al momento de darse la fragmentación hay pérdida de biodiversidad y aislamiento de poblaciones. | 13 |
| Figura 5. Tipos de metapoblaciones (a) M. Clásica: Todas las poblaciones son semejantes, hay igual probabilidad de extinción, si una desaparece simplemente otro parche es ocupado; (b) M. Continente - isla: Existe siempre una población grande y otras más pequeña con mayor probabilidad de extinción si una de estas se extingue vuelve a ocuparse por la migración de la población más grande; (c) M. en parche: todos los individuos están dispersos en poblaciones pequeñas, pero todos tienen la posibilidad de entrecruzarse, no hay independencia entre un parche y otro; (d) M. en no equilibrio, cuando las poblaciones están completamente dispersas sin posibilidad de conectividad, estas prácticamente son las que llevan a la extinción de una especie; (e) M. combinada: combina varios modelos y prácticamente es una conjunción de los mismos, aparentemente esta última es la más común en la naturaleza. | 14 |
| Figura 6. Escalas de evaluación del hábitat, basado en el modelo propuesto por Polani y Richter (1999) citado en Delfín-Alfonso et al. (2011), y retomando la clasificación propuesta por Jardel 2015 este hace una clasificación jerárquica, escalas de análisis y representación cartográficas..... | 18 |
| Figura 7. Porciones que conforman el ANP Colima, elaborado en Arcgis 10.1..... | 25 |
| Figura 8. Porción sur del ANPC, mapa realizado en Arcgis 10.1 | 27 |
| Figura 9. Proceso de análisis de la App. GLAMA para determinar el índice de cobertura del dosel. | 29 |
| Figura 10. Representación de parcela rectangular, utilizada para la caracterización de la vegetación, área total por parcela 200 mts ² | 30 |
| Figura 11. Ejemplo de la disposición al azar de las parcelas cuadrangulares de 1x1m a lo largo de la línea media de la parcela rectangular de 50m. | 30 |
| Figura 12. Smilisca baudinii encontrado durante recorridos en campo, izq. trabajo de campo para cercos de desvío. | 31 |
| Figura 13. Disposición de las jaulas de captura para ratones, distribuidas según la parcela utilizada para la caracterización vegetal | 32 |

| | |
|--|----|
| Figura 14. Instalación de trampas para ratones de izquierda a derecha, mezcla de harina de trigo con mantequilla de maní y semillas; trampas cebadas listas para activar, ratón que cayó en trampa con cebo de guineo..... | 33 |
| Figura 15. Roedor recién capturado en trampa para poder identificar la especie | 33 |
| Figura 16. Presencia de agua estancada en quebradas estacionales de la Porción 2 del ANP Colima. | 35 |
| Figura 17. Atravesando zona de cultivo para poder llegar al "hular" zona de bosque de galería dentro del ANP Colima. | 36 |
| Figura 18. Sitios identificados y delimitados, porción 2, Colima | 39 |
| Figura 19. Sitio 1, identificado en la porción 2, ANP Colima | 40 |
| Figura 20. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 1, porción 2 del ANPC, <i>Acosmium panamense</i> especie con mayor valoración..... | 41 |
| Figura 21. Sitio 2, Identificado en la porción 2, ANP Colima | 42 |
| Figura 22. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 2, porción 2 del ANPC, <i>Albizia caribaea</i> , especie con mayor valoración. | 43 |
| Figura 23. Sitio 3, identificado en la porción 2, ANP Colima | 44 |
| Figura 24. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 3, porción 2 del ANPC, <i>Lonchocarpus acuminatus</i> especie con mayor valoración. | 45 |
| Figura 25. Sitio 4, Identificado en la porción 2, ANP Colima | 46 |
| Figura 26. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 4, porción 2 del ANPC, <i>Ficus insipida</i> especie con mayor valoración | 47 |
| Figura 27. Sitio 5, Identificado en la porción 2, ANP Colima | 48 |
| Figura 28. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 5, porción 2 del ANPC, <i>Gliricidia sepium</i> especie con mayor valoración..... | 49 |
| Figura 29. Sitio 6, identificado en la porción 2, ANP Colima | 50 |
| Figura 30. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 6, porción 2 del ANPC, <i>Calycophyllum candidissimum</i> especie con mayor valoración. | 51 |
| Figura 31. Sitio 7, Identificado en la porción 2, ANP Colima | 52 |
| Figura 32. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 7, porción 2 del ANPC, <i>Brosimum alicastrum</i> especie con mayor valoración..... | 53 |
| Figura 33. Ríos presentes en la porción 2 del ANP Colima..... | 54 |
| Figura 34. Identificación de comunidades y asentamientos humanos alrededor del ANP Colima... | 55 |

RESUMEN

La identificación de sitios prioritarios para la conservación juega un papel clave en el manejo de Áreas Naturales Protegidas para focalizar de manera efectiva la protección de los recursos naturales y restaurar los valores ambientales que en ellas se encuentran.

Para el Área Natural Protegida Colima (ANPC) se desarrolló un análisis de filtro fino a nivel de rodal, y se escogió la porción 2 como sitio de estudio, dentro de esta se definieron 7 sitios de acuerdo a la estructura vertical y horizontal de la vegetación en diversos grados de regeneración, se valoraron y priorizaron con el uso de un Modelo de Aptitud de Habitat, conocido como el Índice de Idoneidad de Hábitats (U.S. Fish and Wildlife Service 1980), para el cual se escogieron a los grupos de Anfibios y Micromamíferos, y los atributos del hábitat que influyen en su permanencia.

De los 7 sitios, el SITIO 2, obtuvo categoría de inapropiado con el valor más bajo (HSI = 0.20), el SITIO 5 obtuvo la categoría de valoración baja (HSI = 0.37); el sitio 1 (HSI = 0.50), sitio 3 (HSI = 0.58), sitio 4 (HSI = 0.58), sitio 6 (HSI = 0.58) y el sitio 7 (HSI = 0.58) obtuvieron una calidad media, no se identificó ningún sitio con valor de priorización alto.

Para la porción 2 del ANPC es evidente que sus hábitats se encuentran en estado de regeneración natural, pero la actividad humana sigue siendo fuerte, la concentración de actividades de protección y el mantenimiento de planes de reforestación, ayudará a acelerar la restauración de los hábitats y al mantenimiento de las especies de fauna estudiadas.

I. INTRODUCCIÓN

En El Salvador los bosques naturales son el resultado de procesos sociales y ambientales ocurridos a lo largo de la historia (Lauer 1954, Browing 1998), la Reforma Agraria es quizás el principal, pues trajo consigo la intensificación de las actividades agrícolas de forma desmesurada (Gallo 2005, Tejedo 2008), influyendo directamente sobre los bosques naturales llevándolos a la reducción, pérdida y aislamiento de sus remanentes, limitando directamente el movimiento de fauna e interrumpiendo su equilibrio ecológico (Bennett 2004, Gallo 2005).

En 1994 el servicio de Parques Nacionales y Vida Silvestre (PANAVIS) creó el Sistema de Áreas Naturales Protegidas que dio la posibilidad que hábitats ocupados por diversas especies de fauna se mantuvieran hasta cierto grado “intactos” (SEMA-MAG 1994), posibilitando su permanencia en áreas con espacio y recursos limitados, pero que aun así eran resilientes y tenían la capacidad de funcionar como “hábitats fuentes” (Pozo y Llorente 2002, Bennett 2004).

Para El Salvador, sigue siendo imprescindible mejorar el manejo de sus Áreas Naturales Protegidas (ANP) de manera focalizada en aquellos sitios que propician la protección y conservación de las especies que se adaptaron exitosamente al mosaico de paisajes con que ahora contamos (MARN 2003, Gallo 2005).

La identificación de sitios prioritarios es una actividad muy utilizada en la actualidad, para definir dentro de hábitats, unidades de paisaje o regiones biogeográficas, los sitios con mayor representatividad (PDRS-GTZ 2009; Mindreau *et al.* 2013; Arriaga *et al.* 2009), y que deben ser manejados de forma que propicien la protección, restauración y conservación de la biodiversidad.

Está se enfoca en la caracterización y evaluación de áreas por la presencia de objetos de conservación o atributos (en escalas menores) (Castaño-Villa 2006, Cuevas 2013, IUCN 2016) y pueden ser estudiados a través del análisis multicriterio de filtro grueso o fino (INRENA 2008) y ocupar modelos de evaluación de hábitat para escalas espaciales menores, con el fin de fortalecer la toma de decisiones (SEMARNAT-INECOL 2006, Castaño-Villa 2006) apoyándose incluso de Sistemas de Información Geográfica para su análisis, siempre

y cuando se tenga una base sólida de los objetos o atributos que se analicen (Castaño-Villa 2006, INRENA 2008, PDRS-GTZ 2009, Mindreau *et al.* 2013, IUCN 2016)

Este estudio se desarrolló en el Área Natural Protegida (ANP) Colima que ejemplifica a la gran mayoría de ANPs declaradas o en proceso de declaratoria que quedaron a favor del Estado, luego del proceso de la reforma agraria, el impacto negativo que sufrieron, hasta cuando se da inicio al proceso de recuperación natural e inducida por parte de sus manejadores.

La escala en la que se aborda es a nivel de rodal y se enfoca en el análisis multicriterio de filtro fino para la obtención de datos cualitativos y cuantitativos de los sitios de muestreo (Jardel 2015), evaluando los atributos físicos, biológicos y antrópicos (INRENA 2008); ayudados con el Índice de Idoneidad de hábitat (*Habitat Suitability Index (HSI)*) (SEMARNAT-INECOL 2006), y de los SIG para definir espacialmente los sitios de estudio.

Con la identificación de los Sitios Prioritarios para la Conservación en la porción dos del ANP Colima, se brindará recomendaciones sobre que espacios deben ser manejados de forma focalizada, para dar paso a asegurar la integridad de estos y la permanencia de la biodiversidad, sin duda alguna será una herramienta que permita el desarrollo de nuevas prácticas de manejo tanto del ANP Colima como de cualquier otra área donde sea replicada.

II. OBJETIVOS

Objetivo general.

Identificar en la porción dos del ANP Colima, aquellos sitios que puedan ser prioritarios para la conservación.

Objetivos específicos.

Delimitar los sitios que puedan ser priorizados según su estado de conservación en la porción dos del ANP Colima para

Utilizar atributos biológicos, físicos y antrópicos que ayuden a la valoración del estado de conservación de los sitios definidos.

Definir la prioridad de conservación de cada sitio de la porción dos del ANP Colima.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 ANTECEDENTES.

El cambio gradual en el uso de suelo que se experimentó mediante el empleo de las prácticas agrícolas cuando se pasó de una producción de subsistencia a una producción en masa, ocasionó daños drásticos en los ecosistemas de El Salvador; Browning (1998), que llevó a un deterioro exponencial de los bosques, teniendo repercusiones directas en la pérdida de fertilidad de los suelos.

El primer estudio orientado a describir la cobertura vegetal de El Salvador, fue realizado por Lauer en el año 1954, él menciona que durante su investigación observó un fuerte exterminio de casi toda la vegetación natural del país, por el impacto que producían las intensivas prácticas agrícolas, en su trabajo "*Las formas vegetales de El Salvador, 1954*" destaca que era muy difícil reconstruir gráficamente la vegetación silvestre del país al no existir estudios orientados a la composición y estructura de los bosques.

Con el escaso conocimiento obtenido por Lauer se comenzó a profundizar en el tema del impacto agrícola sobre la cobertura boscosa y a tomar en cuenta la búsqueda y protección de sitios que aun tuvieran muestras representativas de vegetación autóctona, Daugherty en 1976, estudió una pequeña extensión del macizo rocoso de Montecristo, el cual propuso como punto de partida en la formación de las Áreas Naturales Protegidas para El Salvador.

Mediante ese estudio y la iniciativa de organismos internacionales, el servicio de Parques Nacionales y Vida Silvestre (PANAVIS) comenzó en 1991 la formulación del "Sistema de Áreas Protegidas de El Salvador" (SISAP) el cual hizo referencia a 46 áreas, entre ellas 24 áreas naturales y 22 áreas culturales y 73 áreas propuestas para ser integradas al SISAP basándose en criterios ecológicos de protección y conservación de las muestras representativas de bosque autóctonos de El Salvador (SEMA-MAG 1994).

Para el proceso de declaratoria de las ANPS se volvieron necesarios los estudios enfocados en la determinación de las características ecológicas que estas poseían (SEMA-MAG 1994), así como de estudios técnicos de campo para respaldar el valor natural y sus aptitudes para la conservación, sin embargo, pocos fueron los esfuerzos para implementarlos.

Entre los años 1990 – 2000 no se reportan estudios que se enfocaran en el conocimiento del estado de la biodiversidad en el país; aun así, surgió el nuevo Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SANP) en 1998 por medio del art. 78 de la Ley de Medio Ambiente, promulgada en el mismo año, para entonces, 125 áreas estaban consideradas dentro del SANP, durante esta década fueron aprobados planes, programas y estrategias para dar respuesta a acuerdos y convenciones internacionales (MARN 2003).

En 2005 se elabora la Estrategia Nacional de Gestión de áreas naturales protegidas y corredor biológico por parte del MARN y CCAD, el cual menciona que por la falta de capacidad logística en el traspaso de tierras, el proceso de degradación y fragmentación de áreas estaba muy avanzado, pues áreas que en los años 80 fueron identificadas por sus características ecológicas y que ameritaban ser consideradas como ANP, a la fecha de la publicación del documento, estaban menos o nada atractivas para su conservación.

Los estudios más cercanos al análisis de hábitats en El salvador se centran en las metodologías para la zonificación ecológica en áreas naturales protegidas, desarrolladas en los planes de manejo (MARN-AECI 2004, Herrera *et al.* 2006, Mundubat 2008, MARN 2016). Pero estas se desarrollan bajo el modelo de Límites de Cambio Aceptables (LAC), el cual establece límites medibles a los cambios inducidos por el hombre en el área, sobre los aspectos naturales y sociales, centrándose en la búsqueda de cualidades que merezcan ser conocidas, sentidas o apreciadas y hasta que límite de cambio pueden llevarse (Cole y Stankey 1998).

Se puede citar a nivel regional dentro de los métodos de identificación de sitios prioritarios el estudio de *Racionalización del Sistema de Áreas Naturales Protegidas de la Republica de El Salvador*, realizado en el año 2011 (Vreugdenhil *et al.* 2011) el cual consistió en tratar de establecer la priorización del Sistema de Áreas Naturales Protegidas por medio de la identificación, valoración y comparación de beneficios que generan las áreas naturales protegidas.

Para este se utilizó un programa basado en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) denominado “MICOSYS” diseñado por el Instituto Mundial para la Conservación y el Ambiente (*World Institute for Conservation and Environment*), para comparar áreas sobre la

base de valores asignados a las variables biológicas, socioeconómicas y culturales, pero por la poca información de campo, sub-valoriza los sitios que puedan llegar a ser importantes.

Con el fin de determinar la priorizaron de las áreas con las otras variables se centraron en las dimensiones espaciales mínimas que poseen, obteniendo 32 áreas mayores a 500 ha de prioridad Alta, 57 áreas entre 500 ha y 100 ha de prioridad media y 74 áreas menores de 100 ha de prioridad baja.

Los métodos de identificación de sitios prioritarios para la conservación surgieron por la necesidad de establecer mecanismos que permitieran mejorar los procesos de determinación de áreas que debían ser protegidas y a su vez establecer criterios que ayudaran a su manejo (Margules *et al.* 2002, SCBD 2004, Cuevas 2013, Mercado *et al.* 2016), enfocando los esfuerzos de conservación de manera puntualizada, ya que históricamente las primeras áreas naturales se concentraron en paisajes de alto valor estético y atractivos turísticos dejando atrás el valor de los recursos naturales que poseían, en muchos lugares a estas se les denominaba “tierras sin valor” (Castaño-Villa 2006, IRENA-GTZ 2008) por lo que muchos espacios “con valor productivo” y con vegetación natural se vieron altamente afectados y fragmentados.

Hoy en día gran parte de las estrategias de conservación se conciben bajo el lineamiento de impedir la pérdida de la biodiversidad en estos espacios (Beck *et al.* 2000, Margules *et al.* 2002, Arriaga *et al.* 2009), pero en un país superpoblado con recursos muy limitados, surgió el verdadero desafío que radicó en encontrar formas de minimizar la pérdida de biodiversidad, por lo que fue necesario establecer prioridades (Cuevas 2013), a pesar que se podría argumentar que ninguna especie o comunidad debería de perderse.

En la última década es que los estudios de priorización de sitios para la conservación han surgido con mayor énfasis por ser fáciles de implementar y arrojar resultados certeros cuando se cuenta con bases sólidas; los métodos son variables y dependen de la escala espacial a la cual se pretenden identificar (SEMARNAT-INECOL 2006), se han utilizado para la identificación de sitios prioritarios terrestres y marinos,

Para este estudio se aplicó el índice de idoneidad de hábitats, utilizado desde 1974 por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (*U.S. Fish and Wildlife Service*)

(Shamberger y Krohn 1982), el cual por su plasticidad sirve como herramienta para la toma de decisiones en el manejo de áreas protegidas; por su nivel de análisis espacial depende de la información obtenida en campo, opiniones de expertos, registros y de la calidad de las variables que definen el hábitat (SEMARNAT-INECOL 2006) esta puede considerarse como buena herramienta para reforzar la toma de decisión ante la valoración de sitios prioritarios aplicadas a este nivel de análisis espacial en las áreas naturales protegidas de El Salvador.

3.2 FUNDAMENTO TEÓRICO

3.2.1. El uso de la tierra en El Salvador.

La agricultura en la historia del país ha cambiado el contexto del uso de la tierra, ya que esta, busca enérgicamente suplir las necesidades alimenticias; incrementando la frontera agrícola y el uso de áreas extensas de pastoreo para ganado (Browning 1998). Estas actividades sustituyeron la vegetación de planicie costera, valles interiores y hasta parte de las cadenas montañosas (Amaroli 1986).

Daugherty (1969) menciona que los excesivos métodos empleados en la agricultura y ganadería a inicios de 1800, contribuyeron ampliamente a alterar el territorio hasta dejarlo ecológicamente devastado.

La reforma agraria fue el principal proceso que influyó en la distribución actual de la tierra y la protección de los recursos naturales; se consideró como instrumento que reestructuraría el ámbito rural y aseguraría el desarrollo de las formas de producción “obsoletas” (Thome 1984; Chuprine 2006). Esta dio aportes para generar mecanismos en pro de la protección de los recursos naturales.

El año 1980 cuando inicia este proceso con el apoyo de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAID), los Decretos Legislativos 153 y 154 fueron el aporte legal que permitió al Estado, intervenir aquellas propiedades mayores a las 500 ha; mediante el Decreto Ejecutivo No. 236 en 1981; se creó el Servicio de Parques Nacionales y Vida Silvestre (PANAVIS), como una Unidad Especializada de la Dirección General de Recursos Naturales del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Con el PANAVIS a partir de 1974, se inició el proceso de identificación de áreas, con potencial para integrar el Sistema de Áreas Naturales Protegidas.

A principios de la década de los noventa, se formó un equipo interinstitucional conformado por la Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente (SEMA), con apoyo de PANAVIS, la Dirección General de Patrimonio Natural y la de Patrimonio Cultural, quienes establecieron el proceso de planificación de estrategias para el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SISAP) iniciando con un total de 98 áreas propuestas.

Al final de 1984, con la Reforma Agraria y la compra de tierras por parte del Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria (ISTA) se había logrado nacionalizar un total de 331,659 ha (Kernan y Serrano 2010), durante este proceso comienza la depredación de aquellos espacios que aun presentaban cobertura vegetal nativa, debido a la necesidad de explotación de tierras para la agricultura, ganadería, construcción de viviendas, etc., dando paso a la pérdida, reducción y aislamiento de los hábitats que aun subsistían.

Bennett (2004) menciona, que aquellas grandes extensiones de bosque que son intervenidas por el hombre, presentan una dinámica gradual que incide en el patrón de la vegetación y en su contraste, esto origina la presencia de segmentos más pequeños inmersos en tierras con diferentes usos, lo que da lugar a la creación de un paisaje de mosaico heterogéneo.

No todos los resultados obtenidos fueron negativos, pues contribuyeron a la regeneración natural de espacios que aun presentaban relictos de comunidades vegetales nativas, que incurrieron en el establecimiento espacial de nuevas especies tanto vegetales como animales (Forman 1995). Por lo tanto, la protección de estos sitios se hizo necesaria para el Estado.

En 1996, el gobierno realizó la primera conferencia anual de la tierra en El Salvador, con el fin de evaluar los daños al medio ambiente producto de la repartición desigual de la tierra y con ello se aportó la plena autonomía del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) consolidado en el año 1997, al igual que la creación de la Ley de Áreas Naturales Protegidas y la Ley de Medio Ambiente (MARN 2009, Kernan y Serrano 2010).

Con la creación del SANP, en El Salvador se logró identificar los espacios con potencial ecológico para llegar a ser declaradas como Áreas Naturales Protegidas (Cuadro 1), Actualmente se tienen un total de 183 inmuebles declarados (Figura 1); 163 de estos estatales, 4 municipales, 15 privadas y 1 marina, correspondiente al ANP Complejo los Cóbanos en Ahuachapán (Figuroa y Cuchilla 2022). Algo importante a recalcar es que en la mayoría de

las áreas no ha sido posible demarcar físicamente el perímetro total de cada una, para aquellos sitios a los cuales se les ha elaborado son los únicos que están protegidos de cierta manera a la influencia de la actividad humana de zonas aledañas (Quintana y Sermeño 2010).

Cuadro 1. ANP Declaras periodo de 1996 hasta julio 2018 (Figuroa y Cuchilla 2018)

| AÑO DE DECLARATORIA | CANTIDAD |
|-------------------------|------------|
| ANP antes del MARN 1996 | 1 |
| ANP 2007 | 23 |
| ANP 2008 | 16 |
| ANP 2009 | 9 |
| ANP 2010 | 12 |
| ANP 2011 | 6 |
| ANP 2012 | 5 |
| ANP 2013 | 9 |
| ANP 2014 | 10 |
| ANP 2015 | 11 |
| ANP 2016 | 7 |
| ANP 2017 | 55 |
| ANP 2018 | 2 |
| ANP 2019 | 11 |
| ANP 2020 | 1 |
| ANP 2021 | 5 |
| ANP 2022 | 0 |
| TOTAL | 183 |
| ESTATALES | 163 |
| MUNICIPALES | 4 |
| PRIVADAS | 15 |
| MARINAS | 1 |



Figura 1. Áreas Naturales Protegidas de El Salvador, que están declaradas y en proceso de declaratoria. (Mapa realizado en la herramienta VIGEA, del MARN, actualizado al 2018)

Otro de los alcances fue la declaración internacional de áreas protegidas evaluadas por la convención de humedales de importancia Internacional; conocida como convención RAMSAR, y que actualmente dentro de estos están inmersas diversas áreas naturales protegidas; esta fue ratificada por la asamblea legislativa el 28 de octubre de 1998, lográndose actualmente la asignación de 7 sitios que son: Sitio Ramsar Área Natural Protegida Laguna el Jocotal, Sitio Ramsar Embalse Cerrón Grande, Sitio Ramsar Complejo Bahía de Jiquilisco y Sitio Ramsar Laguna de Olomega, (Quintana y Sermeño 2010) seguido del Sitio Ramsar Complejo Güija, Sitio Ramsar Complejo Jaltepeque (MARN 2012) y por último el sitio Ramsar Complejo Barra de Santiago en el 2013 (MARN 2013) (Figura 2)



Figura 2. Sitios Ramsar de El Salvador, la laguna de San Juan está incorporada actualmente al Sitio Ramsar Laguna el Jocotal; se incluye la propuesta de la Unión para ser declarada como sitio Ramsar. (Mapa realizado en la herramienta VIGEA, del MARN, actualizado al 2018)

El principal problema que tienen estos sitios es la intensa actividad productiva en zonas aledañas las cuales perjudican los procesos ecológicos y a la biodiversidad de estas zonas. Por lo tanto, los objetivos que presentan los sitios Ramsar van orientados al uso racional y

equilibrado de los recursos naturales, permitiendo el desarrollo de actividades antrópicas; mediante la finalidad de cuidar de los bienes y servicios ambientales que poseen (Changwan 2008), evitando su paulatino deterioro (Kernan y Serrano 2010).

El entorno histórico y social de la tenencia y uso de la tierra en el país es y debe ser siempre la base fundamental para comenzar a desarrollar un análisis del entorno biofísico y espacial. Los conflictos y la delimitación de las zonas de producción siempre será un tema complicado para realizar acciones de manejo en áreas protegidas y zonas de amortiguamiento (Bennett 2004), en muchos casos los conflictos con pobladores son comunes y se vuelve difícil la realización de configuraciones de hábitat que sean propicias para proteger y conservar los recursos y la biodiversidad (Vreugdenhil *et al.* 2011).

3.2.2. Pérdida de ecosistemas representativos en El Salvador.

Hoy en día, en El Salvador los esfuerzos enfocados en la agitada carrera para establecer zonas de protección con diferentes categorías y que permitan justificar la conservación de los espacios que quedan en el país son primordiales, desde hace décadas perdimos casi en su totalidad la representatividad de ecosistemas, pero aún quedan porciones de una a varios cientos de hectáreas (Vreugdenhil *et al.* 2011); las cuales conservan una muestra de relictos de bosque natural (Flores 1980).

Actualmente en El Salvador puede observarse un mosaico de paisajes (Bennet *et al.* 2004) entre zonas de bosque natural, semi-natural y alterado, con alta influencia de actividades humanas, por lo que la pérdida, fragmentación y aislamiento de estos es marcada (Didham 1997, Laurance 2000, Bennett 2004), en este sentido, MacArthur y Wilson (1963) hicieron una analogía con su teoría de islas, reflejando los efectos que tiene la capacidad de búsqueda de recursos en espacios limitados con respecto a la biodiversidad del sitio; el número de especies amenazadas o en peligro de extinción aumentan, especialmente en aquellas de amplios rangos de hábitat; también existe la probabilidad, que las especies que se encuentren tengan resiliencia al “efecto de borde” (Figura 3), por lo que la probabilidad de sobrevivencia aun es considerable.

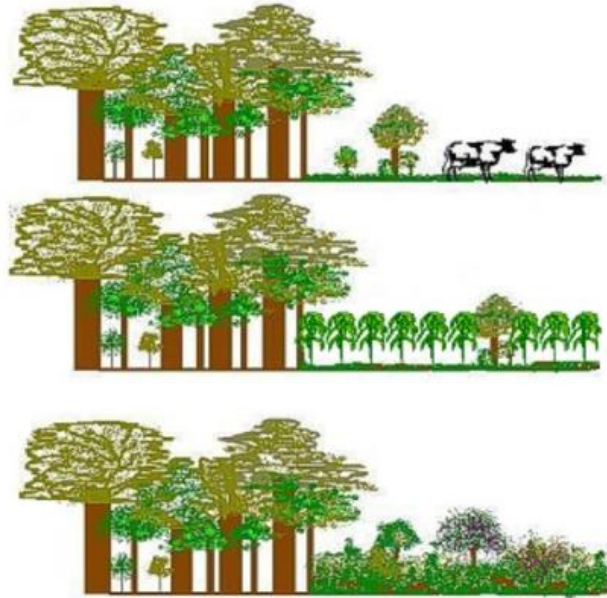


Figura 3. Representaciones de tipos de bordes con distintos hábitats adyacentes. De arriba hacia abajo: bosque pastizal, bosque-milpa y bosque-matorral. En términos de permeabilidad sería B. abrupto, B. permeable y B. suave, (López-Barrera, 2003).

El cambio que ocurre en los ecosistemas a causa de la fragmentación afecta en la composición y estructura de la cobertura vegetal y limita su funcionamiento (Saunders *et al.* 1991). Pinto (2009), considera que el estudio de las relaciones de la vida silvestre y su hábitat, debe tener en cuenta la dinámica de las poblaciones animales, y los factores que modifican estas poblaciones, por lo cual hay que tener claro la conceptualización de la fragmentación de paisajes y el efecto de borde, los cuales son aspectos que deben ser estimados al tener escalas espaciales muy pequeñas con las cuales trabajar, como es el caso de El Salvador.

3.2.3. Fragmentación y efecto de borde.

La fragmentación se considera como un proceso por el cual el hábitat se divide en unidades de menor tamaño (MacGarigal y Marks 1994, Múgica *et al.* 2002, Vila *et al.* 2006, Gurrutxaga y Lozano 2008). Estas se definen por la combinación de características como la estructura y complejidad de los bordes, área, forma, edad y aislamiento del fragmento (Figura 4), y el proceso implicado sigue los pasos de pérdida, disminución y aislamiento (Saunders *et al.* 1991, Harper *et al.* 2005, García 2011, Bennet 2004), donde no solo el hábitat es el afectado sino también las poblaciones de fauna que en ellos se encuentren.

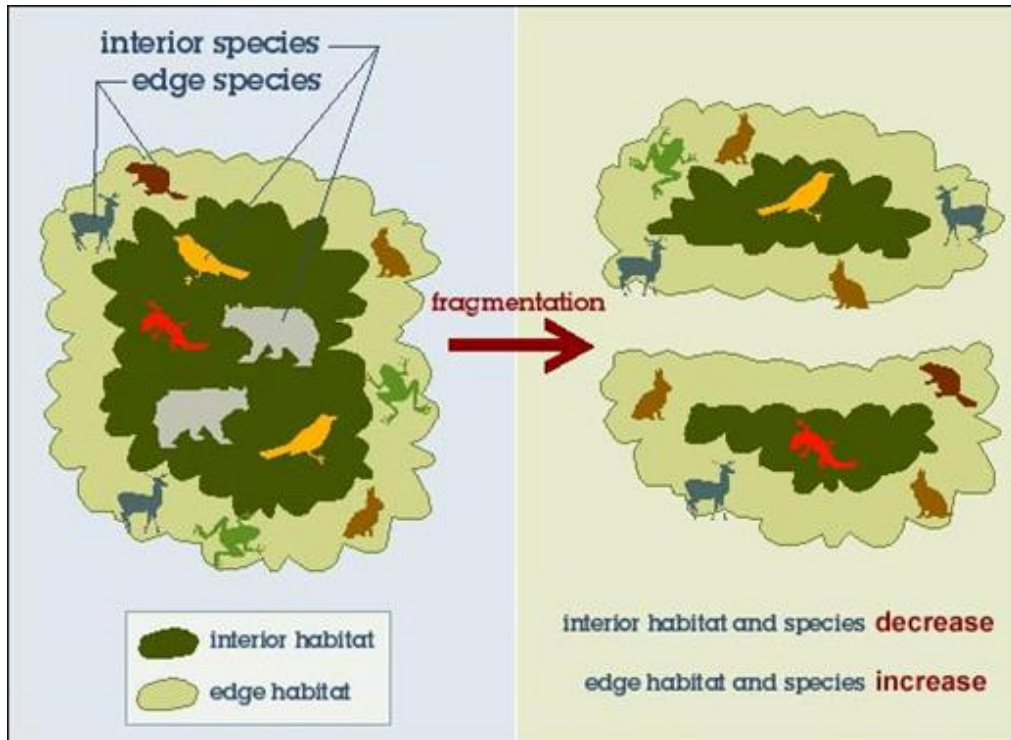


Figura 4. Ejemplo del efecto de la fragmentación sobre especies de fauna especialistas de interior y exterior de borde, al momento de darse la fragmentación hay pérdida de biodiversidad y aislamiento de poblaciones.

Para el caso del efecto de borde se considera el aspecto con más influencia sobre el hábitat ya fragmentado, pues presenta características únicas que resultan de la interacción prevaleciente entre dos sistemas ecológicos alterados o no alterados; este puede funcionar como barrera o como área de conexión (Delcourt y Delcourt 1992) dependiendo de la percepción y respuesta de las especies ante las condiciones ambientales del área (Sekgororoane y Dilwort 1995)

El efecto de borde puede ser positivo, cuando el tipo de borde permite el flujo de fauna sin problema; negativo, cuando el flujo de fauna se ve interrumpido en su totalidad; o neutro, cuando es indiferente para las especies el hábitat de borde (Ries y Sisk 2008, 2010; Fletcher *et al.* 2007), la fauna silvestre percibe de diferente manera los tipos de bordes, y la permeabilidad (Capacidad que tienen para pasar de un sitio a otro) que se obtiene en los bordes suaves es mayor, pues se facilita el paso ya que ofrecen mayor cantidad de refugios, caso contrario en los bordes abruptos los cuales, en muchas ocasiones, sirven de o barreras para animales con preferencias de bosque de interior (Stamps *et al.* 1987)

3.2.4. Teoría de metapoblaciones.

Para ver el efecto que tienen sobre la fauna los fenómenos de la fragmentación y el efecto de borde es necesario abordar el concepto de metapoblaciones, pues la dinámica de interacción de las poblaciones de fauna entre parches fragmentados es indispensable para la sobrevivencia en el tiempo de una determinada especie.

La teoría de metapoblaciones tanto la tradicional descrita por Levins (1969) y la actual teoría descrita por Hanski y Gilpin en 1997 (citada en López-Pérez y Becerril-Morales 1999) toma en cuenta la necesidad del equilibrio entre la tasa de nacimiento y mortalidad en cada población, así como la tasa de migración y emigración, si una población pierde la conexión con otra por efecto de la fragmentación, esta comienza a extinguirse, ya que a pesar que ciertos individuos sobrevivan, la capacidad de encontrar recursos va disminuyendo; pero si a pesar de la fragmentación, se mantiene la probabilidad de mantener la conectividad entre cada fragmento, la población seguirá existiendo pues esta mantendrá su conectividad y la metapoblación podrá sobrevivir (Figura 5).

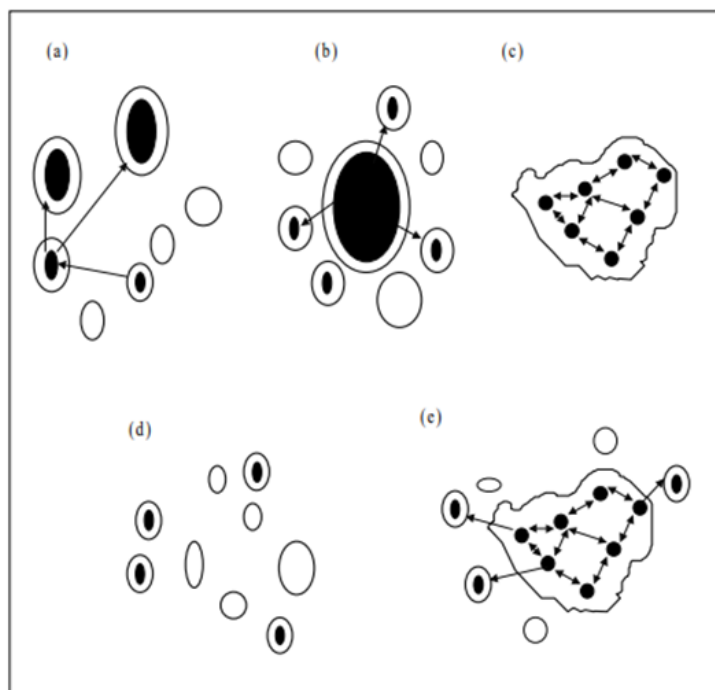


Figura 5. Tipos de metapoblaciones (a) M. Clásica: Todas las poblaciones son semejantes, hay igual probabilidad de extinción, si una desaparece simplemente otro parche es ocupado; (b) M. Continente - isla: Existe siempre una población grande y otras más pequeña con mayor probabilidad de extinción si una de estas se extingue vuelve a ocuparse por la migración de la población más grande; (c) M. en parche: todos los individuos están dispersos en poblaciones pequeñas, pero todos tienen la posibilidad de entrecruzarse, no hay independencia entre un parche y otro; (d) M. en no equilibrio, cuando las poblaciones están completamente dispersas sin posibilidad de conectividad, estas prácticamente son las que llevan a la extinción de una especie; (e) M. combinada: combina varios modelos y prácticamente es una conjunción de los mismos, aparentemente esta última es la más común en la naturaleza.

Esta teoría es importante analizarla en áreas que presentan alto grado de fragmentación, ya que explica la necesidad de establecer acciones de manejo responsables que ayuden a que las metapoblaciones persistan.

Al estudiar los conceptos de fragmentación de hábitat, el efecto de borde y la teoría de metapoblaciones nos muestran lo preocupante que se vuelve el efecto de la pérdida de hábitat sobre la biodiversidad, ya que los efectos adversos que esta trae impactan directamente sobre las poblaciones de fauna (Bennett 2004).

Un ejemplo de esto es si una población o comunidad sufre perturbación de sus condiciones naturales, la respuesta de las especies especialistas de hábitat será la extinción por no poder sobreponerse a la falta de recursos, aunque logren permanecer algunas condiciones biofísicas el hábitat modificado nunca será el mismo, por lo que otro puñado más de especies se extinguirá por la falta de adaptabilidad a las nuevas condiciones, a esto se le conoce como “deuda de extinción” (Loehle y Li 1996; Hernandez-Ramírez 2014).

La deuda de extinción es el proceso lento de extinción que fue provocado por la perturbación del hábitat; junto a este término está el de “relajación animal” que es el proceso por el cual algunas especies que sobrevivieron (las generalistas de hábitat) logran adaptarse a las nuevas condiciones, y son estas las que se mantienen en el tiempo, siempre y cuando no sigan existiendo más actividades que perturben el hábitat (Bennet 2004) el equilibrio lo alcanzan de acuerdo al tamaño del fragmento donde estas habitan y a la cantidad de recursos que este les ofrezca, al llegar a un nivel de equilibrio entre el tamaño de la población y la cantidad de recursos presentes, la relajación animal se detiene y vuelven a estabilizarse las tasas de emigración e inmigración por lo que también se logra el equilibrio de la metapoblación (Bennett 2004)

3.2.5. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad

A. Conceptualización de Sitio Prioritario para la Conservación.

Al ser la fragmentación un problema que sufren muchos países se han establecido métodos para identificar sitios prioritarios para la conservación, siendo este un tema de interés desde hace décadas; a partir de la década de los 80 la *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*, actualmente conocida como “*International Union for*

Conservation of Nature” (IUCN) o UICN por sus siglas en español, a través de su Estrategia de Conservación Mundial, fue la primera en establecer las directrices para definir sitios que fuesen prioritarios para proteger por la importancia de las especies de flora y fauna, (IUCN/UNEP/WWF 1980), a partir de esos años el interés por prevenir la extinción de las especies, preservar la variabilidad genética, los hábitat de especies amenazadas, ecosistemas únicos y muestras representativas era primordial.

Las áreas resultantes fueron conocidas como Áreas Ecológicamente Sensibles (*Ecologically Sensitive Areas*), los cuales contenían características y procesos únicos, tales como grandes acuíferos y lagos, sistemas de cuevas, cuencas, pendientes empinadas o inestables, plantas o animales raros y sus hábitats o importantes sitios de anidación de animales silvestres. (McNelly *et al.* 1990) por lo cual, en muchas ocasiones se hacía difícil la tarea de envolver muchos criterios para su selección, más aún cuando los estudios de biodiversidad eran escasos.

A partir de esto se dio la necesidad de establecer evaluaciones sistemáticas que permitieran escoger áreas prioritarias de manera global (Williams *et al.* 1991). Se desarrollaron diversos estudios que llevaron a una nueva definición de Sitios Prioritarios (IUCN/UNEP/WWF 1980, McNelly *et al.* 1990, Muñoz *et al.* 1997, Chávez *et al.* 2014). Estos se basaron en el espacio geográfico, el objetivo del sitio y los aspectos sociales inmersos (Chávez *et al.* 2014).

El termino actual toma en cuenta el espacio geográfico que permite evaluar los sitios considerando una jerarquía de escala geográfica: **a escalas gruesas**, como la regional y la nacional, que fácilmente evalúan unidades biogeográficas, zonas de vida y hábitat estructurales que combinan geología, vegetación y fisionomía: **a escalas más finas**, como las locales, que evalúan hábitats y/o parches de estos, también conocidas como de rodal, paisaje en escala espacial de 1:1 o predial, paisajes en escala espacial de 1:10,000 o 1:25,000 (Castaño-Villa 2006; Arriaga *et al.* 2009; INRENA 2008; Mindreau *et al.* 2013)

Definiciones de sitios prioritarios:

- Espacios geográficos naturales o que conservan elementos naturales, cuyos valores de biodiversidad, biofísicos o culturales son irremplazables, por lo cual es necesario gestionar su conservación (PDRS-GTZ 2009)

- Áreas que se definen por la presencia de objetos de conservación que tenga atributos muy importantes para el bienestar de la población y su medio ambiente que ameriten ser protegidas (Mindreau *et al.* 2013)
- Representaciones espaciales del territorio, donde confluyen atributos ambientales, biofísicos, socioeconómicos, culturales o políticos específicos y óptimos para un objetivo dado, y cuya permanencia está en riesgo inminente por causas naturales, humanas o ambas (Arriaga *et al.* 2009).

La última definición es la que se considera aplicable para El Salvador ya que fácilmente pueden incluirse diversos atributos para estudiarlos como la cobertura vegetal, extensión de parches de vegetación, especies de fauna y flora, caracterización vegetal, recursos hídricos y presión antrópica, pudiendo ser estudiados a escala espacial de filtro fino.

B. Evaluación de sitios prioritarios, elementos relevantes y métodos de evaluación.

La necesidad de incluir múltiples criterios en los sitios prioritarios que permiten definir su representatividad, exclusividad de los ecosistemas, diversidad de hábitat, de especies y endemismos, pristinidad, tamaño y mantención de procesos vitales, es lo que fue ayudando a mejorar los criterios de selección y ser más acertados (Williams *et al.* 1991; Muñoz *et al.* 1997).

Para poder evaluar un sitio prioritario se debe tener claro la escala espacial a la cual se desea trabajar pues esto precisará que métodos serán los más eficaces de implementar, para ello se debe definir que es el hábitat, que según Jardel (2015) son: *unidades de paisaje, tanto naturales como transformados por la influencia humana, caracterizados por un conjunto de factores ambientales (condiciones físicas, recursos y componentes bióticos) que determinan la distribución y abundancia de poblaciones de especies tanto de plantas como de animales.* Jardel hace una clasificación jerárquica de acuerdo a escalas de análisis por medio de representaciones cartográficas y enumera 4 niveles espaciales para el estudio del hábitat (Figura 6)



Figura 6. Escalas de evaluación del hábitat, basado en el modelo propuesto por Polani y Richter (1999) citado en Delfín-Alfonso *et al.* (2011), y retomando la clasificación propuesta por Jardel 2015 este hace una clasificación jerárquica, escalas de análisis y representación cartográficas.

La clasificación parte del principio que en los ambientes terrestres las características de los hábitats, son equivalentes a las condiciones del sitio y más aún cuando para la fauna, las condiciones del hábitat están determinadas en gran medida por la composición y estructura de la vegetación, que influyen en las condiciones micro-climáticas, disponibilidad de alimento, refugio, anidación y reproducción (Jardel 2015, Delfín-Alfonso *et al.* 2011).

Posterior a ajustar el nivel de análisis espacial al que se van a evaluar los sitios prioritarios, partiendo del concepto de hábitat, las formas de evaluación pueden escogerse de acuerdo a metodologías recuperadas de diversos autores, las principales vienen dadas por criterios tanto cualitativos como cuantitativos (SEMARNAT-INECOL 2006). Los cualitativos centrados en el análisis de sitios a partir de criterio de expertos, para la identificación de áreas para la conservación; el único factor de error lo representa el margen de la incertidumbre que el autor podía tener respecto al sitio, por ello siempre están apoyados en estudios de biodiversidad que respaldan la información.

Actualmente existen diversas aproximaciones estadísticas, que apoyados bajo información biológica permiten realizar análisis certeros (Aguilar *et al.* s.f.), como algunos estadísticos

retomados y modificados para cumplir con los objetivos de la evaluación de sitios; el desarrollo de la tecnología y el apareamiento de los sistemas de información geográfica han llevado también a la evaluación de sitios a niveles espaciales regionales, con el uso de modelos predictivos y probabilísticos de distribución de las especies y sus hábitats (Castaño-Villa 2005)

**C. Elementos relevantes a considerar previo a elegir los métodos de evaluación.
(tomados de Aguilar *et al. s.f.*)**

Antes de priorizar un sitio, hay que saber ¿por qué decimos que es importante? Actualmente se consideran algunos elementos clave que nunca deben pasar desapercibidos:

En primer lugar, hay que considerar todos los grupos biológicos, y por ende escoger una medida cuantitativa que los represente, sin embargo, en El Salvador muy poco se sabe de su biodiversidad y del estado en que se encuentra (Vreugdenhil *et al.* 2011), esto hace que a pesar de considerar que toda la biodiversidad es importante, no toda pueda ser utilizada para hacer los análisis, para solventarlo se debe utilizar especies de las cuales se cuente con información suficiente, tanto de su biología como de su ecología y de las cuales se puedan desarrollar muestreos con relativa facilidad.

En segundo lugar, hay dos aproximaciones que considerar, una que se considere la riqueza total de cada grupo taxonómico (anfibios, reptiles, aves o mamíferos) de los que se tenga mayor experticia, para que vayan incluidos en la identificación de sitios aquellos con mayor biodiversidad, y la otra es considerar especies puntuales de las cuales se tenga un interés particular de conservación, por ejemplo, que sean amenazadas o en peligro de extinción (INRENA 2008)

En tercer lugar, Se deben medir las características ambientales de los sitios que se pretenden analizar; para reducir el trabajo lo ideal sería escoger de una vez los sitios con mayor representatividad de biodiversidad para poder analizarlos con modelación espacial (Aguilar *et al. s.f.*), pero para El Salvador no es probable, al menos actualmente, no hay bases de datos solidas de biodiversidad en las áreas protegidas (Vreugdenhil *et al.* 2011), por lo que analizando con modelos espaciales las características ambientales dejaría de lado el mayor pilar para la priorización del sitio, la biodiversidad.

Este también toma relevancia por las actividades humanas aledañas al sitio, las cuales dañan directamente el fragmento modificando las características ambientales y temporalmente van reduciéndolo por el efecto de borde.

En cuarto lugar, solo quedaría escoger el método que permita hacer la selección de los sitios prioritarios para la conservación.

D. Modelación estadística.

Es necesario seleccionar bien el modelo que se pretende utilizar y como se mencionó con anterioridad, tienen mucho que ver con la escala a la que se pretende trabajar y a la factibilidad de la realización de muestreos en campo, para el grupo o especies que se desean tomar de base para la priorización de los sitios.

a continuación, se enlistan los modelos probabilísticos que pueden ser utilizados:

- **Modelos Lineales Generalizados (Generalized Linear Models, GML):** permiten predecir la distribución de especies al obtener modelos probabilísticos, estos se obtienen incluyendo variables ambientales que pueden o no tener una distribución normal; las variables pueden ser tomadas de diversas fuentes y escalas, desde aquellas tomadas en campo a escala local, pasando por mapas impresos o digitales, llegando hasta aquellas extraídas de sensores remotos (fotografía aérea, imágenes satelitales).
- **Árboles de Clasificación y Regresión (Classification and regression trees):** Se definen por las variables explicativas, las cuales son solamente las respuestas de las especies a las variables ambientales, estas realizan una partición del espacio de manera multidimensional y cada rama del nodo puede ser descrita como la respuesta a la variable ambiental por distribución; como ejemplo, podemos tomar que la ocurrencia de anfibios puede aumentar o no con la presencia de cuerpos de agua; el poder predictivo de estos modelos es similar a los del GML, pero pierden robustez por la escasa explicación ecológica que brindan.
- **Modelos bayesianos (Bayesian models):** Se basan en el teorema de Bayes, y combinan probabilidades caracterizadas a priori de especies o comunidades observadas con sus

probabilidades de ocurrencia condicional al valor o clase de valores establecidos de cada predictor ambiental, las probabilidades a priori pueden estar basadas en estudios previos reportados en la literatura, de ahí que partamos como obstáculo para realizar las predicciones.

- **Modelos de Aptitud de Hábitat (Habitat Suitability Models):** la evaluación de la aptitud de hábitat tiene como objetivo principal la identificación de variables ambientales que se relacionan con las especies, se basa directamente en la capacidad que tiene el hábitat para mantener las poblaciones de las especies que se modelan (U.S. Fish and Wildlife Service 1980).

Este último es el que se ocupa en el presente estudio, pues los métodos que determinan la aptitud del hábitat están basados en la evaluación de los atributos que definen el hábitat que la especie ocupa desde la estructura hasta la distribución de cada uno de ellos, (p.ej. tipo de vegetación, altitud, pendiente, etc). En estas evaluaciones, los estados de las variables que componen el hábitat son relacionados con la calidad del hábitat para cada especie, utilizando escalas de 0 (no apto) a 1 (máxima aptitud) (Larson *et al.* 2003).

Estos modelos requieren de información de campo, opiniones de expertos, así como de registros suficientes y de buena calidad de las variables que definen el hábitat; si fuese el caso para El Salvador, los Sistemas de Información Geográfica eliminarían la necesidad del registro en campo, pero se carece de información (Vreugdenhil *et al.* 2011).

En países con información pertinente para el uso de SIG, los modelos de aptitud de hábitat se utilizan como herramienta a escalas locales, se incorporan nuevas variables y se obtienen mejores análisis, los sitios identificados por medio de estos modelos, son verdaderos representantes de aquellos que son capaces de mantener poblaciones a escala local y regional (Aguilar *et al.* s.f.).

Para países como El Salvador, a la par de los modelos probabilísticos es necesario el desarrollo de análisis de vacíos que ayuden a complementar los datos requeridos para realizar análisis a diversas escalas, ya que con la información actual no es posible señalar en qué áreas del territorio nacional hay valores de interés, careciéndose de información sobre la dinámica de cada ecosistema y de la conectividad real de los parches entre sí (Muñoz *et al.* 1997).

Los análisis de vacíos consisten en la comparación de la distribución de la biodiversidad, con la de los espacios protegidos y encontrar donde se están dejando desprotegidas tanto las especies como los ecosistemas; se aplica a la búsqueda de potenciales áreas que deban estar protegidas y así asegurar la conectividad de los diversos parches de ecosistemas (SERNA/ICF/SAG 2011), el análisis de vacíos puede evaluarse tomando en consideración el enfoque espacial de aplicación de filtro grueso – filtro fino (Aguilar *et al.* s.f.), cuya hipótesis es que conservando los niveles de organización más altos como los sistemas ecológicos y paisajes que corresponden al filtro grueso, se conserva todo lo que está en su interior como pequeñas comunidades naturales, especies, y diversidad genética que sería el filtro fino (Granizo *et al.* 2006).

Según Granizo *et al.* (2006) para un mejor entendimiento hay que diferenciar que a nivel de filtro grueso se pueden evaluar áreas con poca información de especies, pero bajo el criterio único que estos son sitios conservados y muy poco fragmentados, a este nivel se utilizan objetos de conservación, que son aquellas entidades, características o valores que queremos conservar y pueden establecerse en tres categorías: la de especies, comunidades naturales y sistemas ecológicos. Ejemplos de estos pueden ser la distribución, presencia y ausencia de especies en peligro o amenazadas, carismáticas o simbólicas a nivel social y político (Eken *et al.* 2004), ecosistemas como los humedales, comunidades vegetales o las zonas de vida como las definidas por Holdridge (1967), ríos o las mismas cuencas hidrográficas.

A nivel de filtro fino, se evalúa por lo general la viabilidad e integridad de los objetos de conservación, y se establece que es viable e íntegro cuando sus características ecológicas dominantes (composición, estructura, función y procesos ecológicos) se encuentran dentro de sus rangos naturales de variación y estos pueden recuperarse de los disturbios que puedan ocurrir (Groves 2003, citado en Granizo *et al.* 2006; SERNANP 2013), para determinar el análisis de viabilidad a nivel de filtro fino es necesario la selección de atributos ecológicos clave, identificar indicadores, determinar rangos de variación y determinar su estado actual.

Para Granizo *et al.* (2006) Los atributos son cualidades o características que en este caso nos permitirán definir sitios importantes, estos pueden corresponder a tres categorías o criterios: tamaño, condición y contexto paisajístico, tamaño puede ser una medida del área del parche o de la cobertura geográfica, para plantas y animales.

El tamaño toma en cuenta el área de ocupación de la especie, el número de individuos o el “área mínima dinámica”; la condición es una medida integral de la composición, estructura e interacciones bióticas, esto incluye, atributos como la presencia de especies nativas o exóticas, presencia de parches característicos nativos, estructura física y espacial del dosel, sotobosque y cubierta herbácea, distribución espacial, ensamble de tipos de parches o etapas de sucesión ecológica.

La identificación de atributos finalmente consiste en comprender como operan a nivel micro los objetos de conservación y para poder identificarlos se puede realizar mediante observación directa, comunicación con expertos (Mindreau *et al.* 2013), mediante el desarrollo de modelos ecológicos y la revisión de publicaciones pertinentes a los sitios de interés (Chavez *et al.* 2014; Delfin-Alfonso *et al.* 2011; Aguilar *et al.* s.f.; Granizo *et al.* 2006; SERNA/ICF/SAG 2011)

La evaluación que es llevada a diferentes niveles, simplemente va acorde a las necesidades de lo que se esté investigando, el diferenciar los análisis de filtro grueso de los de filtro fino, nos ayuda a definir los criterios para poder evaluar los sitios prioritarios para la conservación a la escala que estemos deseando investigar.

3.2.6. Atributos para la evaluación de los sitios prioritarios.

Al establecer el contexto espacial sobre el cual se identificarán los sitios prioritarios para la conservación, se vuelve imprescindible hablar sobre los atributos que nos estarán dando la pauta sobre que sitios tienen cualidades que son necesarias de proteger y en los que es necesario implementar mejores esfuerzos para su conservación (cuadro 2).

Estos atributos van encaminados a asegurar la supervivencia de las especies de fauna que se encuentren en cada sitio especialmente de aquellas con rangos de distribución restringido (Mandujano 1994), al medirlos nos permiten predecir la presencia y ausencia de especies endémicas, amenazadas y en peligro, en especial aquellas que requieren de hábitats más específicos (Morrison *et al.* 1998), ante aquellas que poseen una amplia adaptabilidad (Gallina–Tessaro y López–González 2012). Por lo que podemos asumir que, a mayor conservación de sitios, mejores cualidades presentaran sus atributos y por lo tanto mayor riqueza de especies puede presentar.

Cuadro 2. Descripción de los atributos a utilizar para la definición de sitios prioritarios en el ANPC.

| Atributo | Descripción | Fuente |
|--|--|--|
| Cobertura Vegetal | <i>Cantidad de follaje vegetal que cubre el suelo, depende mucho del tipo de suelo, el clima de la zona y el desarrollo del bosque. Un bosque puede presentar cobertura baja, cobertura media o cobertura densa.</i> | <i>Mandujano, 1994, Yarrow 2009, Gallina-Tessaro y López-González 2012, INRENA 2008, SEMARNAT-INECOL 2006.</i> |
| Extensión | <i>Extensión de follaje vegetal con la misma característica de estructura vegetal dispuesta en el espacio, va referido al tamaño de un hábitat en específico; por ello se puede hablar en relación de su tamaño como pequeño, mediano y grande.</i> | <i>Saunders et al. 1991, Forman 1997, Bennett 2004, INRENA 2008, SEMARNAT-INECOL 2006.</i> |
| Caracterización de la vegetación | <i>La cual puede ser abordada desde tres concepciones: estructural, funcional y dinámica, el inventario de la vegetación incluye aspectos cuantitativos y cualitativos que facilitan su caracterización. Para nuestro estudio nos basamos en el aspecto estructural.</i> | <i>Wagner 1957 y Hanson & Churchill 1961, citado en Herrera 2017, INRENA 2008, SEMARNAT-INECOL 2006.</i> |
| Especies nativas especialistas, amenazadas o en peligro de fauna y flora. | <i>Presencia o Ausencia de especies de fauna (anfibios y Micromamíferos) y flora en los sitios de estudio.</i> | <i>Bender et al. 1998, Schweiger et al. 2000, Bennett 2004, Ruán 2006, Johnson 2007, Araya et al 2008, INRENA 2008, SEMARNAT- INECOL 2006.</i> |
| Recurso Hídrico | <i>La presencia o ausencia de agua en un lugar determina la distribución de especies de fauna y de vegetación, dependiendo de su calidad así serán los organismos que se pueden encontrar. El simple hecho de que haya o no en un sitio, puede definir la importancia del lugar.</i> | <i>Morrison et al. 2006, Yarrow 2009, Gallina-Tessaro y López-González 2012, INRENA 2008, SEMARNAT-INECOL 2006.</i> |
| Presión Antrópica | <i>Es el agregado del impacto que genera el ser humano sobre el ecosistema dependiendo siempre de la realización de actividades dentro o a los alrededores de un parche de bosque, del tipo de actividades que realiza y del tiempo.</i> | <i>Reca et al., 1994, INRENA 2008, SEMARNAT-INECOL 2006.</i> |

IV. METODOLOGÍA

4.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO.

El área natural protegida Colima, se encuentra dentro del municipio de Suchitoto en el departamento de Cuscatlán, el desvío para llegar al ANP se encuentra a la altura del kilómetro 46 de la carretera Troncal del Norte (Figura 7). Se ubica entre los meridianos 89°,06' y 89°,08' y los paralelos 14°02' y 14°08'. La altura varía desde 200 msnm en el embalse del Cerrón Grande hasta 424 msnm en el Cerro Colima (Herrera et al. 2006).

Colima constituye una de las decenas de áreas que han sido transferida del ISTA al MARN a fin de asegurar su recuperación y protección. Posee una extensión de 653.57 ha; y está compuesta por dos fragmentos separados por campos de cultivos, calles y asentamientos humanos. Localmente estas porciones se subdividen en: Parte baja del Cerro Colima, El Hular y Colimita (Colima Norte); Quebrada El Ahorcado, El Cabralón-Monte Grueso, Península El Cabralón (Colima Sur). Una última porción es la isla Chacalingo (Herrera et al. 2006).

PORCIONES DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA COLIMA

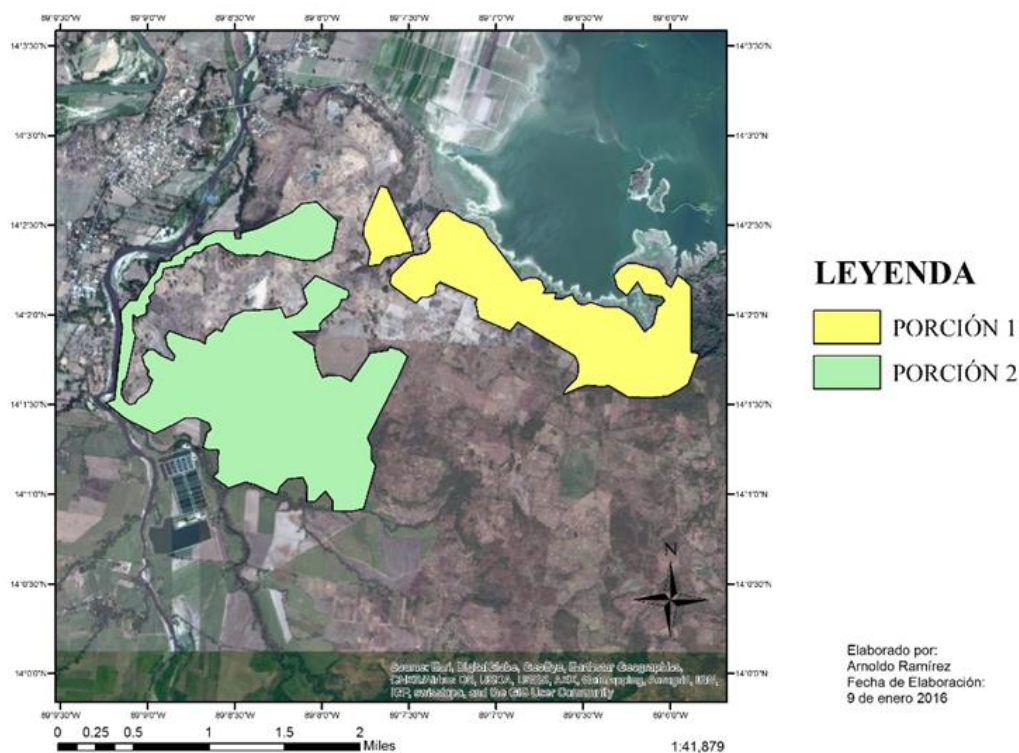


Figura 7. Porciones que conforman el ANP Colima, elaborado en Arcgis 10.1.

4.2. ASPECTOS BIO-FÍSICOS DEL ANP. COLIMA.

El clima de la zona corresponde a la clasificación de Sabana Tropical Caliente con precipitación anual media que varía de 100 mm a 1800 mm. la distribución de las lluvias durante el año es irregular, pero por lo general son seis meses de lluvia y seis de sequía propios del clima tropical. La humedad relativa es de 3.6%, con temperaturas mínimas de 19 °C y máxima de 33 °C (Herrera et al. 2006).

El área se encuentra entre los ríos Lempa (embalse Cerrón Grande), Acelhuate y Los Limones; dentro se generan más de 20 nacimientos de agua durante la época lluviosa, manteniéndose algunos aún durante la época seca, siendo estas las quebradas El Resbaladero, El Jute, La Pitaya, Las Iguanas, Chalchigua y Agua Tibia; son de gran importancia pues mantienen un bosque de galería en buen estado de conservación (Herrera et al. 2006).

El uso de suelo en el área es variado, existen suelos con alto potencial agrícola, que permiten actividades intensivas tales como la siembra de caña de azúcar, granos básicos, pastos y otros cultivos de irrigación. Pero la mayoría de suelos tienen poco o nulo potencial agrícola y son de vocación forestal, la predominancia es la siguiente: 35% Latosoles Arcillosos Rojizos y Litosoles, 32% Grumosoles, Latosoles Arcillosos Rojizos y Litosoles, 29% Regosoles y Fluvisoles, 4%.

Según Holdridge 1975, el área se encuentra en la zona vida de bosque húmedo subtropical, transición a tropical (bh- ST), la cual es la más extensa zona de vida del país. Colima contiene en ella gran cantidad de riqueza biológica, en la parte de flora se han encontrado 114 especies arbóreas (Herrera et al. 2001), en bosque denso, áreas abiertas y de pastizales. Existe dominancia de “cabo de hacha” (*Luehea candida*), “izcanal” (*Acacia hindsii*) y “jiote” (*Bursera simaruba*), a la vez hay especies maderables, predominando el “cedro” (*Cedrela odorata*) y el conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*).

Para Herrera *et al.* (2001) con respecto a la fauna, el área presenta 12 especies de Anfibios pertenecientes a cinco familias: Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae, Microhylidae y Ranidae. Destaca la presencia de Sapo de boca ancha (*Hypopachus ustus*) y La rana dorada (*Dendropsophus robertmertensi*) los reptiles son representados por 29 especies pertenecientes a diez familias siendo las más comunes el “talconete” (*Sceloporus*

squamosus), “tenguereche” (*Basiliscus vittatus*), “cantil” (*Gonatodes albogularis*), el “gecko” (*Phyllodactylus tuberculatus*), “masacuata” (*Boa constrictor*), “falso coral negro” (*Leptodeira nigrofasciata*) y la “cascabel” (*Crotalus simus*). De las aves se han registrado 155 especies pertenecientes a 41 familias. Una de las especies más abundante es la “tortolita colilarga” (*Columbina inca*), otras especies abundantes son “guacalchía” (*Campylorhynchus rufinucha*), “paloma suelera” (*Leptotila verreauxi*), “cristofué” (*Pitangus sulphuratus*) y “cheje” (*Melanerpes aurifrons*).

En Mamíferos, hay registros de 33 especies perteneciente a 17 familias, entre ellas “murciélago grande de línea blanca” (*Saccopteryx bilineata*), “vampiro Común” (*Uroderma bilobatum*), “puerco espín” (*Sphiggurus mexicanus*) y “zorrillo manchado” (*Spilogale angustifrons*) (Herrera et al. 2001).

4.3. ETAPAS EN LAS QUE SE REALIZÓ.

4.3.1. Identificación de porción a estudiar.

Basada en el criterio de Guardarecursos, considerando relevancia e importancia de la zona por factores de desarrollo de vegetación, presencia de fauna de interés y presencia de cuerpos de agua o zonas de humedad, la porción 2 fue seleccionada como prioritaria (Figura 8).

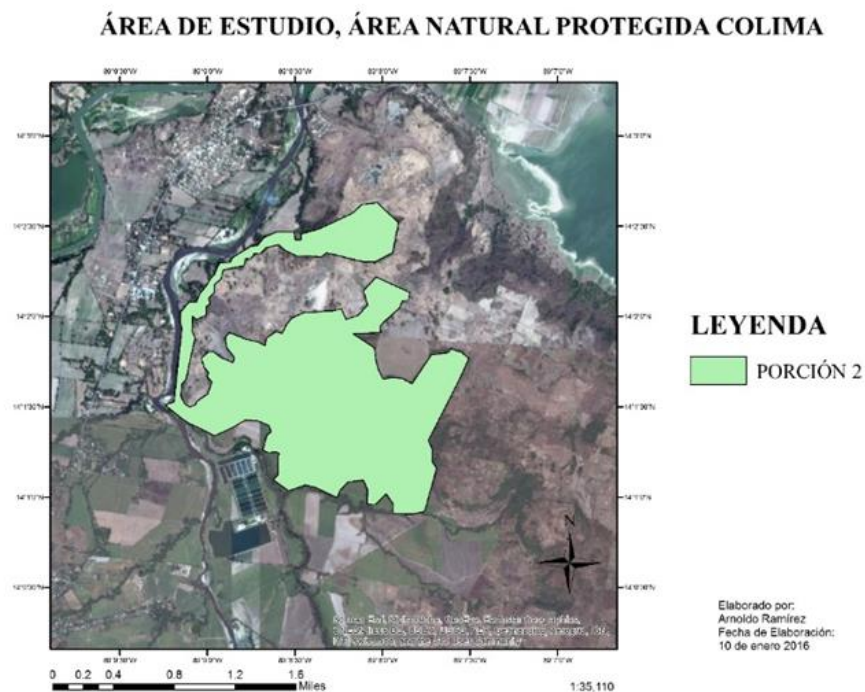


Figura 8. Porción sur del ANPC, mapa realizado en Arcgis 10.1

4.3.2. Selección y delimitación de sitios de acuerdo a atributos, biológicos, físicos y antrópicos.

Los atributos fueron definidos de acuerdo al cambio evidente de la estructura vertical (altura) y horizontal (cobertura) de la vegetación; se realizaron recorridos *ad libitum* en la porción 2 utilizando un GPS Garmin MAP64 (3 m de error) y posteriormente el uso del programa ArcMap 10.1. Debido a la inaccesibilidad en algunas de las zonas del ANPC se utilizaron imágenes satelitales históricas tomadas de Google Earth Pro, que proporcionaron información tanto de la época seca como de la época lluviosa, para tomar en cuenta el cambio de cobertura vegetal correspondientes a la época seca y lluviosa.

Atributo 1: Extensión de los sitios.

Se utilizó el programa ArcMap 10.1 para interpretar los datos geográficos tomados con el GPS y se elaboró un mapa adecuado de cada uno, a partir de este se buscaron las propiedades de área y perímetro por sitio para obtener el dato deseado.

Se definió su clasificación según el tamaño del parche delimitado, esta se determinó utilizando de base el tamaño de la PORCIÓN 2 del ANP Colima que tenía un total de 453.072796 ha, a partir de acá se consideraron los siguientes rangos para establecer las categorías para la priorización:

0 – 25 ha = Muy pequeño.

25.1 – 50 ha = Pequeño

50.1 – 75 ha = Mediano.

> 75 ha = Grande.

Atributo 2: Cobertura vegetal.

Durante estos recorridos, para definir la estructura horizontal de la vegetación se evaluó la cobertura vegetal, con ayuda de la App *Gap Light Analysis Mobile App (GLAMA)* de la Play Store de Android; esta app fue creada por Lubomír Tichý, del Departamento de Botánica y zoología de la Universidad Masaryk en Brno, Republica Checa y calcula el Índice de Cobertura del Dosel, estimándola por medio de fotografías hemisféricas, de gran angular o estándar con el fin de brindar un apoyo en campo para la definición de la cobertura vegetal

(Figura 9), se considera una de las aplicaciones más exactas al compararla con un densitómetro de campo (Landert 2016).

La aplicación mide el Índice de la cobertura del dosel en términos de porcentaje y se clasifica según lo siguiente:

- 0 – 15% = Zona abierta sin vegetación.
- 15.1 – 40% = Zona cerrada con baja cobertura vegetal.
- 40.1 – 70% = Zona cerrada con cobertura vegetal semi-densa.
- 70.1 – 100% = Zona cerrada con cobertura vegetal Densa.

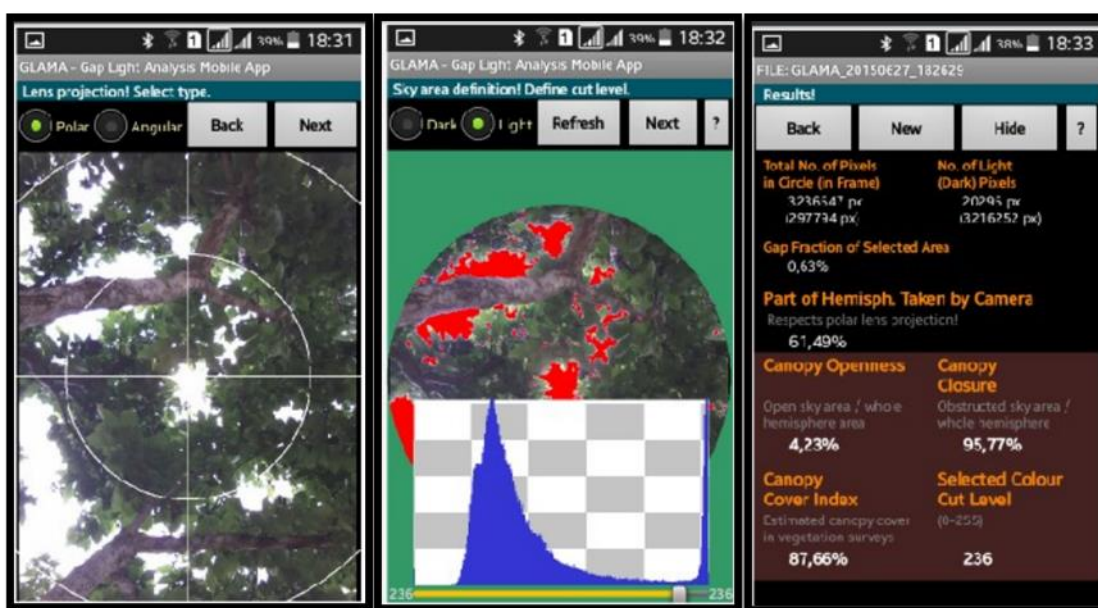


Figura 9. Proceso de análisis de la App. GLAMA para determinar el índice de cobertura del dosel.

Posterior a la delimitación de los sitios, se realizó la caracterización vegetal para ayudar en la clasificación de cada sitio y comenzar con la evaluación de los demás atributos por sitio delimitado.

Atributo 3: Caracterización vegetal.

La caracterización vegetal se realizó con 3 parcelas rectangulares por cada sitio definido, las dimensiones utilizadas fueron de 4 m x 50 m (Figura 10), según la sumatoria de las áreas, por cada sitio se muestrearon 600 m². En cada parcela se cuantificó la vegetación tanto arbórea como arbustiva, a cada individuo se le midió el CAP para determinar el Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies presentes y la altura para definir para cada sitio una categorización en base al estado de naturalidad del bosque.



Figura 10. Representación de parcela rectangular, utilizada para la caracterización de la vegetación, área total por parcela 200 mts².

La vegetación herbácea se caracterizó en parcelas de 1 m² las cuales se dispusieron a partir de la línea media de las parcelas rectangulares, se ubicaron 3 parcelas a lo largo de los 50 m de longitud de las parcelas rectangulares, tanto a los extremos y zona media, por cada una se identificaron especies y se contabilizaron los individuos (Figura 11).

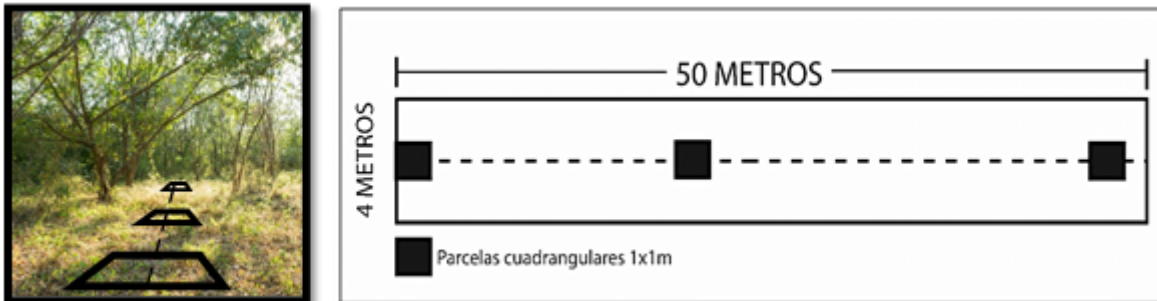


Figura 11. Ejemplo de la disposición al azar de las parcelas cuadrangulares de 1x1m a lo largo de la línea media de la parcela rectangular de 50m.

Para poder establecer un valor al atributo de caracterización vegetal se definió el estado de desarrollo en base al análisis de clases altimétricas y diamétricas, el Índice de Valor de Importancia ayudó a definir las especies de arbustos y árboles con mayor valor para el atributo 4, el estrato herbáceo se tomó en cuenta para enriquecer el estudio de vegetación.

Cuadro 3. Ejemplo de llenado de la categorización del atributo 3, tomando en consideración las clases altimétricas y diamétricas de cada sitio.

| CATEGORIZACIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN VEGETAL POR SITIO | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| CATEGORIA | SITIO 1 | SITIO 2 | SITIO 3 | SITIO 4 | SITIO 5 | SITIO 6 | SITIO 7 |
| Natural No Alterado | | | | | | | |
| Natural alterado | | | | | | | |
| Seminatural | | | | | | | |

Atributo 4: *Especies de fauna especialistas, amenazadas y en Peligro.*

Considerando la escala espacial en la que se desarrolló el estudio fue necesario trabajar con especies de fauna de baja dispersión; la presencia o ausencia de especies especialistas, amenazadas y en peligro de extinción, se determinó por medio de métodos específicos para cada taxón.

Anfibios:

Se utilizó el método de búsqueda activa por hábitats (Hernandez 2001), la cual consistió, en la búsqueda sin restricciones de organismos, bajo la exploración en sitios propios para su encuentro como: troncos caídos, bajo piedras, sobre vegetación, bajo y sobre hojarasca y a orillas de cuerpos de agua.

El muestreo se realizó en horas tanto diurnas como nocturnas, siendo estas últimas las más propicias para su encuentro, ya que son las horas de mayor actividad de estos organismos (Gallina y López 2011); las horas se centraron durante recorridos de 7:00 a.m. a 9:00 a.m. y de 7:00 p.m. a 10:00 p.m. durante cada recorrido se utilizaron lámparas de mano, lámparas de cabeza, cámara digital y libreta de campo. Por cada sitio se destinó un viaje de tres días.

En el sitio conocido como “*El Hular*” se implementó el uso de cercos de desvío con trampas de caída, los cuales se colocaron paralelamente a los “charcos”. Para la elaboración de estos fue necesario el uso de cubetas plásticas de 5 galones enterradas en su totalidad al nivel del suelo, y plástico, junto con varas de madera para formar el cerco (Figura 12).



Figura 12. *Smilisca baudinii* encontrado durante recorridos en campo, izq. trabajo de campo para cercos de desvío.

La identificación taxonómica de los organismos se realizó por medio de las características morfológicas peculiares para cada especie siendo contrastados con el apoyo de la guía “*The amphibians and reptiles of El Salvador*” (Köhler *et al.* 2006). Su estado de conservación se definió utilizando de referencia el listado de especies amenazadas y en peligro de extinción para El Salvador (MARN 2018) y el sitio de referencia en internet de la UICN. Cabe destacar que no hubo necesidad de transportar especímenes a otros sitios para su identificación.

Micromamíferos no voladores.

Para la visita de campo se utilizaron los mismos días que los anfibios. Se utilizó el método de captura indirecta por medio de trampas ratoneras con un total de 45 trampas activas por sitio, empleando como base las parcelas de vegetación, estas se ubicaron en lugares que presentaron las características adecuadas en las que podrían ser de paso o de refugio de los Micromamíferos no voladores, pudiendo ser: al lado de troncos y sobre este, entradas de cuevas, al lado de raíces de grandes árboles, entre la vegetación herbácea y pastos, sobre ramas a la altura del hombro, entre otras (Santiago 2009).

Para la colocación de trampas, se delimitaron 5 puntos, iniciando de los 0 m y cada 12.5 m se colocaban tres trampas de forma paralela, una al medio y las otras en un rango de 2.5 m de esta, buscando los sitios potenciales de captura que se comentaron antes (Figura 13).

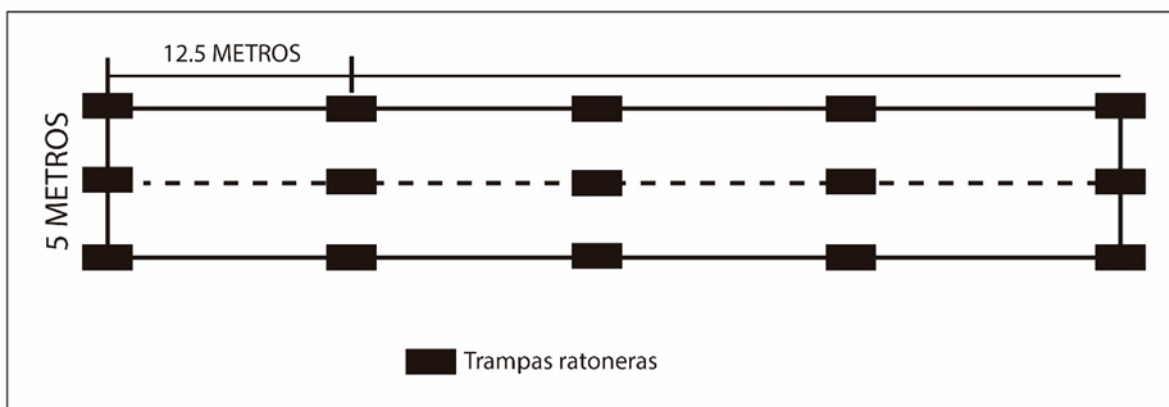


Figura 13. Disposición de las jaulas de captura para ratones, distribuidas según la parcela utilizada para la caracterización vegetal

Como atrayente se utilizaron diversas mezclas de harinas, semillas, así como de frutas, el más utilizado fue el guineo o banano pues se notó durante la primera visita que era más apetecido por los animales de interés (Figura 14).



Figura 14. Instalación de trampas para ratones de izquierda a derecha, mezcla de harina de trigo con mantequilla de maní y semillas; trampas cebadas listas para activar, ratón que cayó en trampa con cebo de guineo

Las trampas eran colocadas el primer día que se llegaba a campo durante horas de la tarde y eran revisadas entre las 9:00 a 11:00 a.m., en este tiempo se aprovechaba siempre a la búsqueda continua de anfibios.

Si alguna de las trampas era activada, y el espécimen se trataba de un roedor, lo primero que se hacía era colocarlo en bolsas de manta o plástico para tener mejor facilidad de sujeción, se tomaba con las manos y se procedía a tomar fotografías de las características morfológicas que nos ayudarían a su identificación, posterior a esto, el individuo se liberaba y nuevamente se dejaba activa la trampa, hasta el día siguiente, las trampas pasaban activas 42 horas (Figura 15).

Para su identificación taxonómica se utilizó la guía “*Mammals of Central America and Southeast Mexico*” de Fiona A. Reid (2009), Su estado de conservación se definió utilizando de referencia el listado de especies amenazadas y en peligro de extinción para El Salvador (MARN 2018) y el sitio online de referencia de la UICN.



Figura 15. Roedor recién capturado en trampa para poder identificar la especie

Para poder desarrollar el análisis del **atributo de Especies nativas especialistas, amenazadas y en peligro**, se llenó la siguiente lista de cotejo para la clasificación cualitativa y su importancia viene dada por la presencia o ausencia de las especies que se encontraron (cuadro 4), se tomó aparte cada grupo taxonómico para la priorización.

Cuadro 4. Lista de cotejo, categorizando las especies de fauna.

| CATEGORIZACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA O FLORA ENCONTRADAS EN EL SITIO 1 | | | |
|---|----------|---------|----------|
| CATEGORIAS | PRESENTE | AUSENTE | CANTIDAD |
| ESPECIALISTAS | | | |
| GENERALISTA | | | |
| AMENAZADA | | | |
| EN PELIGRO | | | |

Atributo 5: Recurso hídrico.

Para poder dar un valor a este atributo se utilizó principalmente Sistemas de información geográfica, para identificar ríos permanentes y estacionales, se utilizó archivos *shape* de las capas utilizadas en el programa de Visualizador de Información Geográfico de Evaluación Ambiental (VIGEA) del MARN el cual puede encontrarse en línea(<http://mapas.marn.gob.sv/vigea/login.aspx>), así como de la evidencia en campo de la presencia o ausencia de cuerpos de agua (Figura 16).

El archivo *Shape* se trabajó en el programa ArcMap 10.1, la información obtenida también fue corroborada en campo por la presencia de agua estancada en los sitios de ríos estacionales, y las corrientes de ríos permanentes.

Las categorías del atributo de recurso hídrico, se definieron de acuerdo a:

- Presencia de cuerpos de agua permanente (PERMANENTE)
- Presencia de cuerpos de agua estacionales (ESTACIONAL)
- Ausencia de cuerpos de agua (AUSENTE)



Figura 16. Presencia de agua estancada en quebradas estacionales de la Porción 2 del ANP Colima.

Atributo 6: Presión antrópica.

Este atributo fue evaluado a partir de una lista de cotejo, que permitió identificar los diversos factores de presión que cada sitio posee, estos fueron tomados en cuenta de acuerdo a la presencia o ausencia de las actividades humanas que se realizan en la zona y posteriormente se clasificaron generalizando el nivel de permanencia de las actividades humanas por cada sitio, se usó la herramienta VIGEA para poder observar la influencia de comunidades cercanas y zonas de cultivo (Figura 17).

Cuadro 5. Lista de cotejo para evaluación de presencia y ausencia de recursos hídricos.

| Actividades de presión humana detectadas en la zona del parche: Arbolado alto disperso arbustos densos de la zona 2 | SI | NO |
|--|----|----|
| Presencia de cultivos adyacentes al sitio | | |
| Presencia de comunidades humanas cercanas | | |
| Presencia de caminos vecinales | | |
| TOTAL | | |

Categorías utilizadas para la presión antrópica:

4 en “No” = AUSENTE

3 en “Sí” = PERMANENTE

4 EN “Sí” = PERMANENTE CON ASENTAMIENTOS HUMANOS.



Figura 17. Atravesando zona de cultivo para poder llegar al "hular" zona de bosque de galería dentro del ANP Colima.

4.3.3. Índice de Idoneidad de Hábitat (HSI).

Para poder establecer que sitios son los más importantes en el ANP Colima, se aplicó el Índice de Idoneidad de Hábitat (Habitat Suitability Index) (Delfin-alfonso *et al.* 2014) el cual permite pasar de una evaluación cualitativa a una evaluación cuantitativa de los sitios de estudio, con este se le otorga una ponderación numérica a cada atributo, lo que permite convertirlo en un análisis relativamente sencillo.

- **Primero:** se le asigna un valor de importancia (VIC) a cada categoría en la que se hayan dividido los atributos escogidos para el análisis.
- **Segundo:** se establece el número de categorías en que se dividió cada atributo.

Cuadro 6. Categorías y llenado del cuadro para establecer el valor de VIC.

| ATRIBUTO | CATEGORIAS | VIC | Nº DE CATEGORIAS |
|-------------------|------------|-----|------------------|
| COBERTURA VEGETAL | Densa | 3 | 4 |
| | Semi-densa | 2 | |
| | Baja | 1 | |
| | Abierta | 0 | |

- Se calcula el Índice de importancia del atributo, el cual se obtiene dividiendo el valor de importancia de cada categoría entre el número de categorías identificadas por cada atributo, normalizando a 1 con el valor más alto que resulte.
 - a. Fórmula para calcular el Índice de importancia del atributo normalizado a 1.

$$IIA = \frac{VIC - \min(VIC)}{\max(VIC) - \min(VIC)}$$

- Para finalizar para calcular el HSI de cada sitio identificado se sumaron todos los valores de IIA de cada atributo divididos entre el número total de atributos

$$HSI = \frac{(A_1 + A_2 + A_n)}{\sum A}$$

A partir de la formula cada sitio prioritario se clasificó de acuerdo a los siguientes rangos:

0.0 – 0.24 = INAPROPIADA

0.25 – 0.49 = BAJA

0.50 – 0.74 = MEDIA

0.75 – 1.00 = ALTA

Luego de que los atributos se calificaran de acuerdo a su calidad o presencia y ausencia, se resume en la tabla el valor de importancia (VIC) y el Índice de Importancia (IIA) de cada atributo utilizado en el estudio.

Cuadro 7. Resumen del cálculo del IIA por medio del VIC, valorizando la calidad del atributo.

| CUADRO RESUMEN DEL CÁLCULO DEL IIA POR MEDIO DEL VIC, VALORIZANDO LA CALIDAD DEL ATRIBUTO. | | | | | | |
|--|-------------------------------------|------------------------|-----|-----------------|-------------|----------------------|
| ATRIBUTO | | CATEGORÍA DEL ATRIBUTO | VIC | # DE CATEGORIAS | IIA | CALIDAD DEL ATRIBUTO |
| COBERTURA VEGETAL | | DENSA | | | | ALTA |
| | | SEMI-DENSA | | | | MEDIA |
| | | BAJA | | | | BAJA |
| | | ABIERTO | | | | INAPROPIADA |
| EXTENSIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL | | GRANDE | | | | ALTA |
| | | MEDIANO | | | | MEDIA |
| | | PEQUEÑO | | | | BAJA |
| | | MUY PEQUEÑO | | | | INAPROPIADA |
| C. VEGETAL | | N. NO ALTERADO | | | | ALTA |
| | | N. ALTERADO | | | | MEDIA |
| | | SEMINATURAL | | | | BAJA |
| | | SIN VEGETACIÓN | | | | INAPROPIADA |
| SP. NATIVAS, ESPC., AM. Y E.P. | FLORA | EN PELIGRO | | | | ALTA |
| | | AMENAZADA | | | | MEDIA |
| | | ESPECIALISTA | | | | BAJA |
| | | GENERALISTA | | | | INAPROPIADA |
| | ANFIBIOS | EN PELIGRO | | | | ALTA |
| | | AMENAZADA | | | | MEDIA |
| | | ESPECIALISTA | | | | BAJA |
| | MICRO-MAMÍFEROS | GENERALISTA | | | | INAPROPIADA |
| | | EN PELIGRO | | | | ALTA |
| | | AMENAZADA | | | | MEDIA |
| | | ESPECIALISTA | | | | BAJA |
| | RECURSO HÍDRICO | GENERALISTA | | | | INAPROPIADA |
| PERMANENTE | | | | | ALTA | |
| SEMI-TEMPORAL | | | | | MEDIA | |
| ESTACIONAL | | | | | BAJA | |
| PRESIÓN ANTRÓPICA | AUSENTE | | | | INAPROPIADA | |
| | AUSENTE | | | | ALTA | |
| | TEMPORAL | | | | MEDIA | |
| | PRESENTE | | | | BAJA | |
| | PRESENTE CON ASENTAMIENTOS CERCANOS | | | | INAPROPIADA | |

Tras ponderar el IIA, se procedió a llenar la siguiente tabla con el cálculo desarrollado con anterioridad, esta tabla resume la valoración de atributos por cada sitio identificado.

Cuadro 8. Modelo de tabla con el resumen de datos de los IIA de los atributos por cada sitio.

| SITIO | VALOR DEL IIA OBTENIDO PARA CADA ATRIBUTO DE LOS SITOS PROPUESTOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA PRIORIZACIÓN | | | | | | | | Σ (IIA) | HSI |
|-------|---|------------|-------------|---|----------|-----------------|------------|-----------|----------------|-----|
| | COB. VEG. | EX.COB.VEG | CARAC. VEG. | SP. NAT. ESPEC. AMENAZADAS O EN PELIGRO | | | R. HIDRICO | P. ANTRO. | | |
| | | | | FLORA | ANFIBIOS | MICRO-MAMIFEROS | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |

Por último, ya obtenido el valor del HSI de cada sitio, se resumieron los datos y se detalló la prioridad alcanzada en el cuadro 9, la cual representa el resultado final de todo el estudio desarrollado, pudiendo definir cuáles son más prioritarios.

Cuadro 9. Modelo de tabla para el resumen de datos de HSI y la valoración del sitio.

| SITIOS DEFINIDOS DENTRO DE LA PROCIÓN II, ANP COLIMA | HSI | PRIORIDAD |
|--|-----|-----------|
| SITIO 1 | | |
| SITIO 2 | | |
| SITIO 3 | | |
| SITIO 4 | | |
| SITIO 5 | | |
| SITIO 6 | | |
| SITIO 7 | | |

V. RESULTADOS

Para la porción dos del Área Natural Protegida Colima, se identificaron 7 sitios (Figura 18), los cuales fueron evaluados para su priorización según los atributos: Extensión, Cobertura vegetal, caracterización vegetal por clases diamétricas, altimétricas e Índice de Valor de Importancia, especies vegetales y animales (anfibios y micromamíferos) especialistas o generalistas, presencia de recursos hídricos y presión antrópica.

A continuación, se presenta la descripción de cada sitio identificado y posteriormente el análisis de priorización.

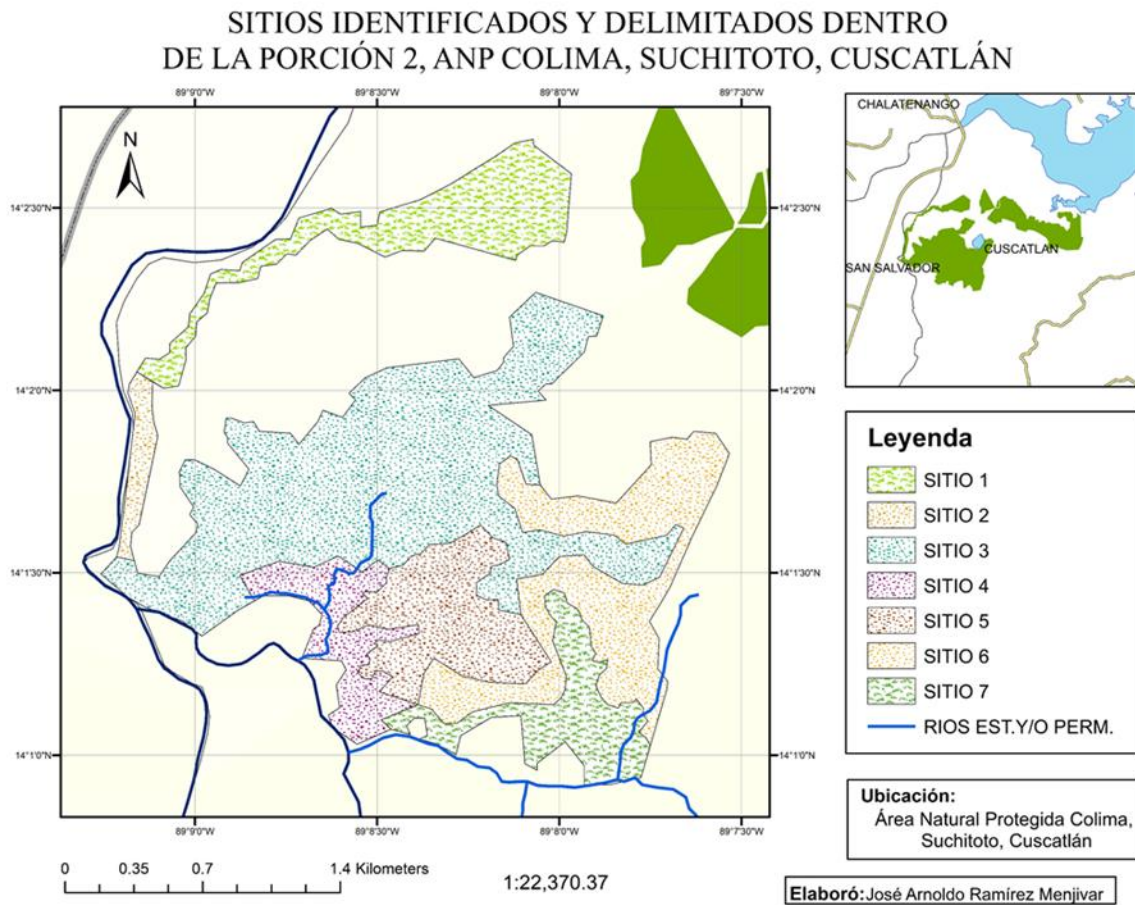


Figura 18. Sitios identificados y delimitados, porción 2, Colima

5.1. SITIO 1

El **sitio 1**, ubicado en el área conocida como Cerro Colima (Figura 19), consiste en una masa boscosa de tipo arbolado alto semidenso y arbolado bajo denso en la franja de bosque adena al río Acelhuate, la forma del parche es de tipo lineal, presenta en algunos de sus márgenes un borde abrupto cerca de zonas agrícolas y un borde permeable, colindante a zonas boscosas en regeneración, en los márgenes del río puede observarse bosque ripario, la extensión total es de 52.699818 ha, el índice de cobertura del dosel es de 78.89% representando un tipo de cobertura densa en el cual el estrato arbustivo es el que predomina.

Clasificación según cobertura vegetal: Arbolado alto semidenso, arbolado bajo denso.

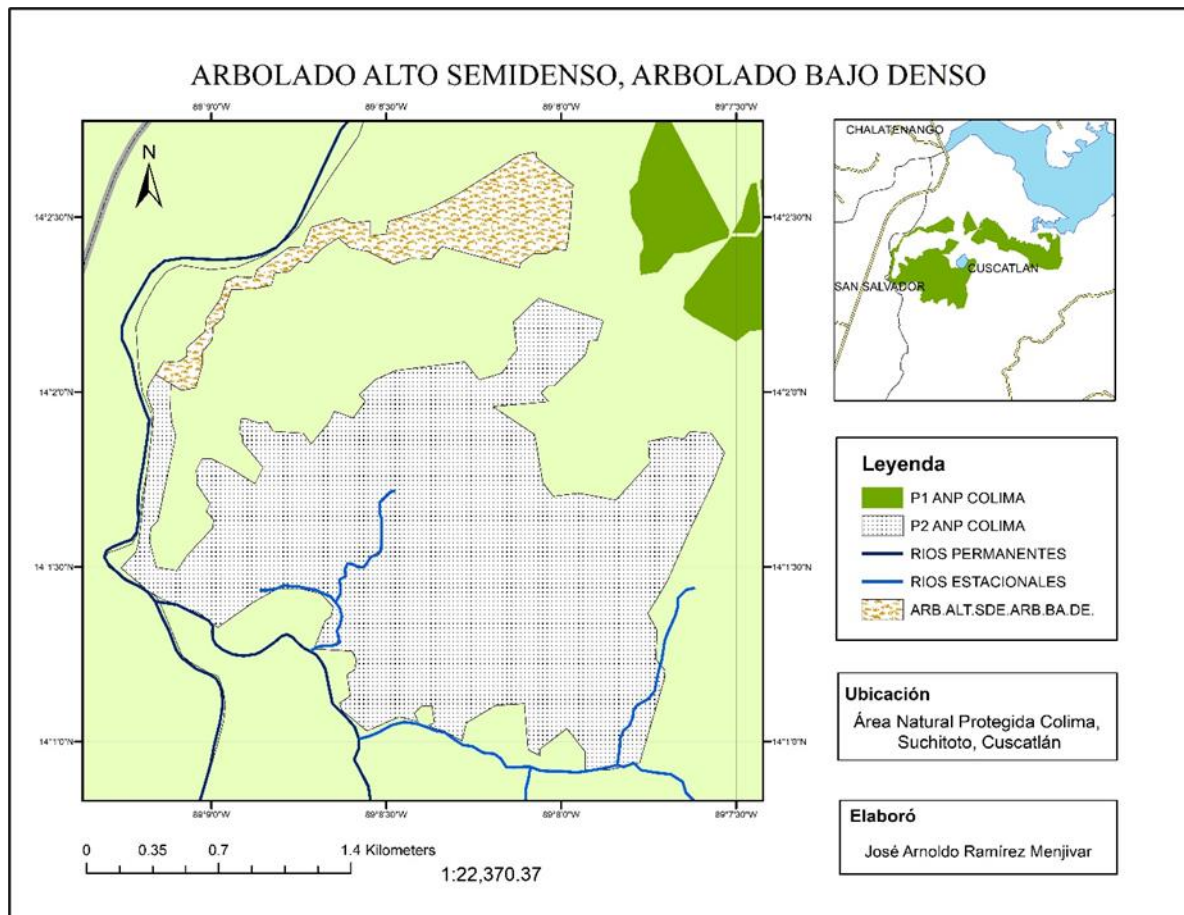


Figura 19. Sitio 1, identificado en la porción 2, ANP Colima

En la caracterización vegetal del sitio 1 la menor clase diamétrica agrupó individuos entre 0.89 – 15.91 cm de diámetro, correspondiente a más del 81% de vegetación que está en estado de regeneración, coincidiendo con la clase altimétrica entre los 1.5 y 7.45 m con el 54% de

individuos y el 33% entre los 7.45 y 13.40 m, la regeneración natural es evidente en el sitio, sin presentar anomalías en su desarrollo; por lo cual se clasifica al sitio como natural alterado

La vegetación se encuentra aparentemente tipificada por las especies “chichipate” (*Acosmium panamense*) y “chaperno amarillo” (*Lonchocarpus acuminatus*), para *A. panamense* la dominancia relativa jugo un papel importante pues es la que mayor área basal presentó, estos individuos formaban parte importante del dosel de este sitio; para *L. acuminatus* la abundancia relativa y la frecuencia relativa lo ubican en el segundo lugar, fue la especie más representativa en el estrato arbustivo (Figura 20).

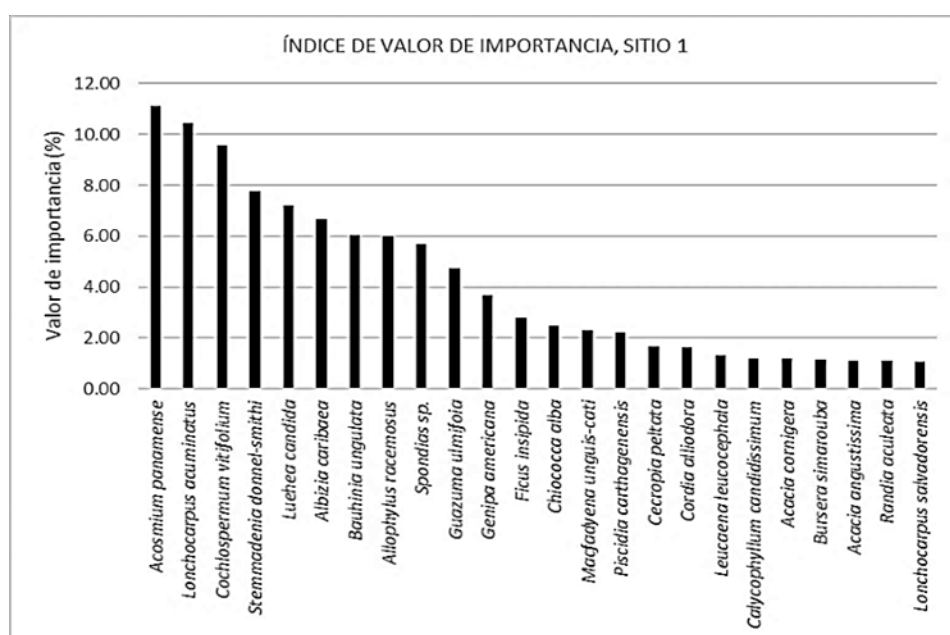


Figura 20. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 1, porción 2 del ANPC, *Acosmium panamense* especie con mayor valoración.

En cuanto a la fauna, dentro del grupo de los anfibios se reportaron 4 especies “sapo amarillo” (*Incilius luetkenii*), “rana de labios blancos” (*Leptodactylus fragilis*), “ranita de hojarasca” (*Leptodactylus melanonotus*) y la “rana leopardo de forrer” (*Lithobates forreri*) todas ellas consideradas como especies generalistas de hábitat.

Para los micromamíferos solo se reportó la “rata vespertina centroamericana” (*Nyctomys sumichrasti*), para ambos grupos de fauna la especie representativa fue este roedor pues se considera especialista de hábitat, cabe recalcar que no se encontró en ningún otro sitio de la porción 2 del ANP Colima.

5.2. SITIO 2

El **sitio 2**, lo conforma una franja de bosque de inundación a orillas del Río Acelhuate la cual posee abundante vegetación arbustiva siempre verde (Figura 21), se ha separado del sitio 1 por poseer una estructura vegetal consistente en arbolado bajo denso, ser solo una franja de bosque menor a los 100 m de ancho y por funcionar como conector entre hábitats; es el sitio con menor extensión, de 9.547376 h, la forma del parche es de tipo lineal y el efecto de borde que presenta es abrupto pues en uno de sus costados está influenciado directamente por el río Acelhuate, debido a las crecientes en época lluviosa y al otro lado presenta zonas de pastoreo.

Clasificación según cobertura vegetal: Arbolado bajo denso.

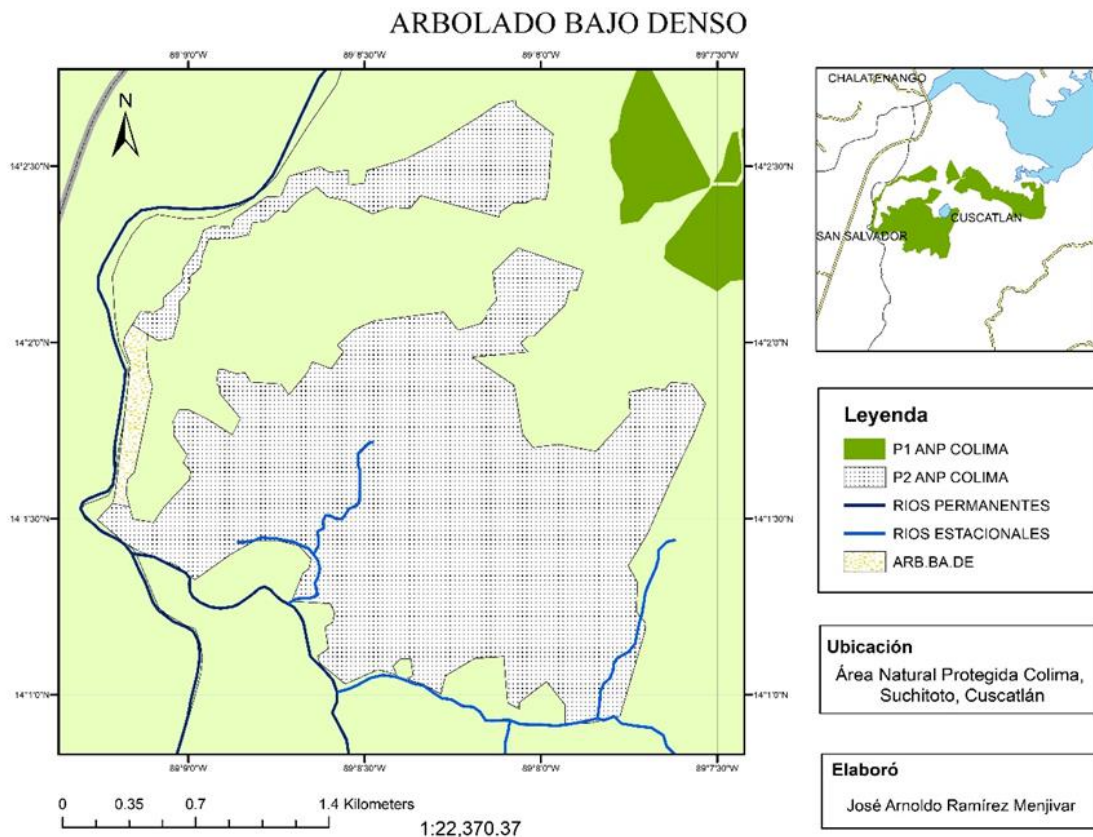


Figura 21. Sitio 2, Identificado en la porción 2, ANP Colima

Para el sitio 2 la cobertura vegetal se clasificó como baja, registrándose un índice de cobertura del 39.67%, dentro de las clases diamétricas, la clase con mayor representación estuvo entre 0.89 a 15.91 cm, con un porcentaje de 67%, evidentemente el sitio corresponde a una zona de regeneración natural, fuertemente influenciada por inundaciones, los arbustos presentan

gran cantidad de ramificaciones lo que también influye en los datos. En el análisis de las clases altimétricas, se observa que entre los 1.5 a 7.45 m se encuentra el 62% del total de los individuos, Por otro lado, se observan pocos árboles con alturas superiores a 13 m.

Las especies con mayor Índice de Valor de Importancia fueron el “conacaste blanco” (*Albizia caribaea*) y “caulote” (*Guazuma ulmifolia*) (Figura 22); para la primera, su importancia radica en su abundancia, frecuencia y dominancia, teniendo individuos representantes en los tres niveles de estructura vertical de la vegetación; *G. ulmifolia*, obtuvo el segundo lugar al dominar el estrato arbustivo.

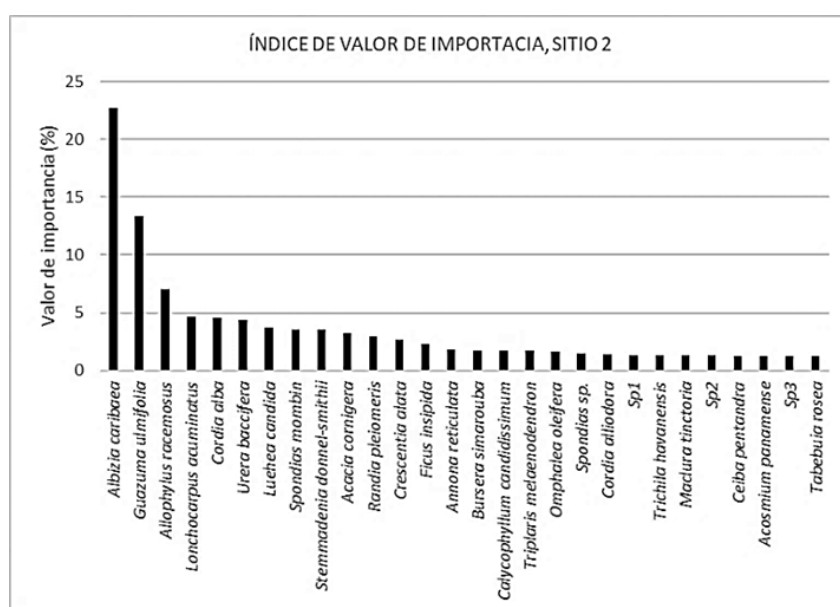


Figura 22. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 2, porción 2 del ANPC, *Albizia caribaea*, especie con mayor valoración.

En este sitio las especies vegetales con importancia fueron *Acosmium panamense* y *Maclura tinctoria*, cada una representada por un solo individuo, Sin embargo, se observa que ambas especies están fuertemente afectadas por la presión humana próximas al Sitio 2.

En cuanto a la fauna, entre los anfibios se reportaron las especies “sapo de caña mesoamericano” (*Rhinella horribilis*) y el “sapito tungara” (*Engystomops pustulosus*) ambas especies consideradas como generalistas de bosque, con respecto a micromamíferos no fueron reportados representantes de este grupo durante el estudio.

5.3. SITIO 3

El **sitio 3**, está ubicado en el área conocida como la Caseta dos, una pequeña parte se encuentra aledaña a la ex laguna Colima (Figura 23), con una fuerte influencia por el efecto de borde de las zonas de cultivo estacional aledañas en su costado norte, siendo este del tipo abrupto. Es el sitio con mayor extensión considerándose un parche de tamaño grande con 188.505219 ha, predomina la cobertura vegetal semidensa, con un índice de cobertura vegetal del 62.92% clasificándose como Arbolado bajo semidenso, arbustal disperso, el tipo de parche es de forma irregular.

Clasificación según cobertura vegetal: Arbolado bajo semidenso, arbustal disperso

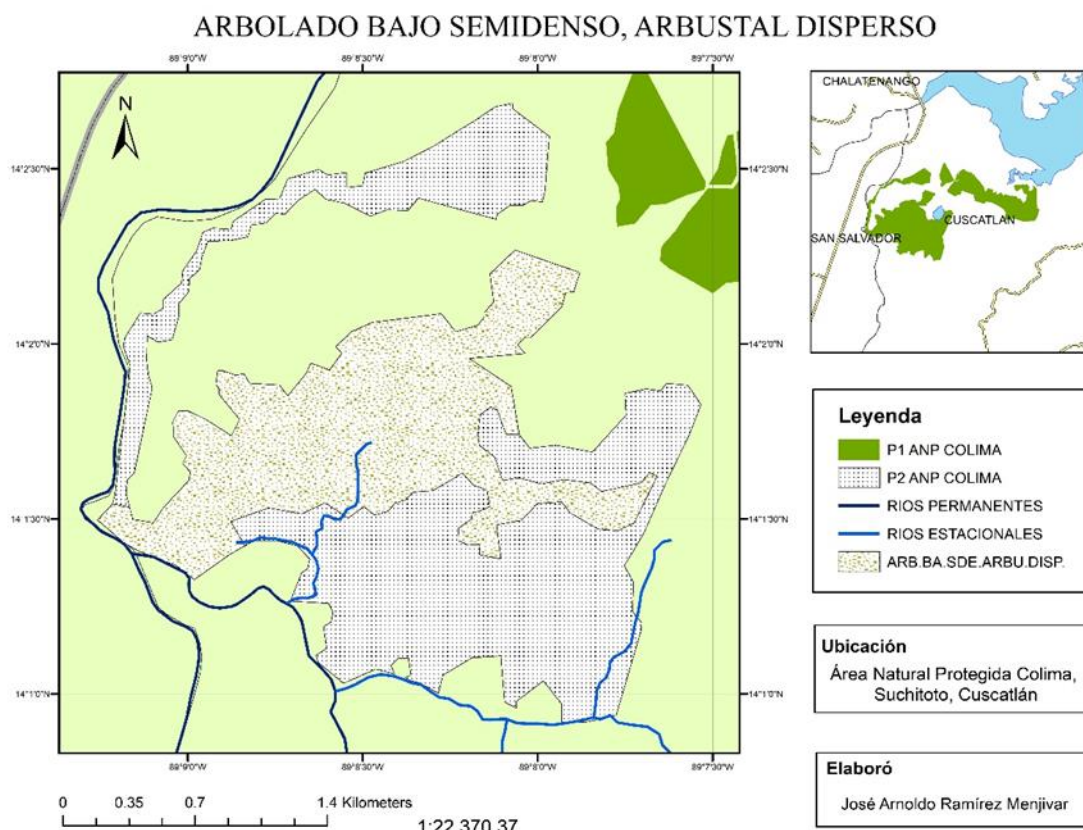


Figura 23. Sitio 3, identificado en la porción 2, ANP Colima

El sitio 3, es muy particular pues en el análisis de clases diamétricas, en la clase más baja de 0.89 y 15.91 cm, se agrupa el 83% de la vegetación presente, este sitio refleja una distribución grafica de “J” invertida, pero es muy fuertemente marcada la diferencia entre clases. La clase altimétrica más dominante es 1.5 – 7.45 m, formando un sotobosque denso en el sitio, con más del 73% de individuos en esta clase.

Para este sitio las especies con mayor Índice de Valor de Importancia fueron *Lonchocarpus acuminatus* y “jiote” (*Bursera simaruba*) (Figura 24); *B. simaruba* por otro lado presentó la mayor área basal a pesar que tenía un $n = 4$. Dentro de las especies representativas para la vegetación hay presencia de *Acosmium panamense*, la especie a nivel general de la porción 2 del ANPC, muestra escasos individuos, solo adultos fueron observados, no hubo presencia de renuevos de esta especie.

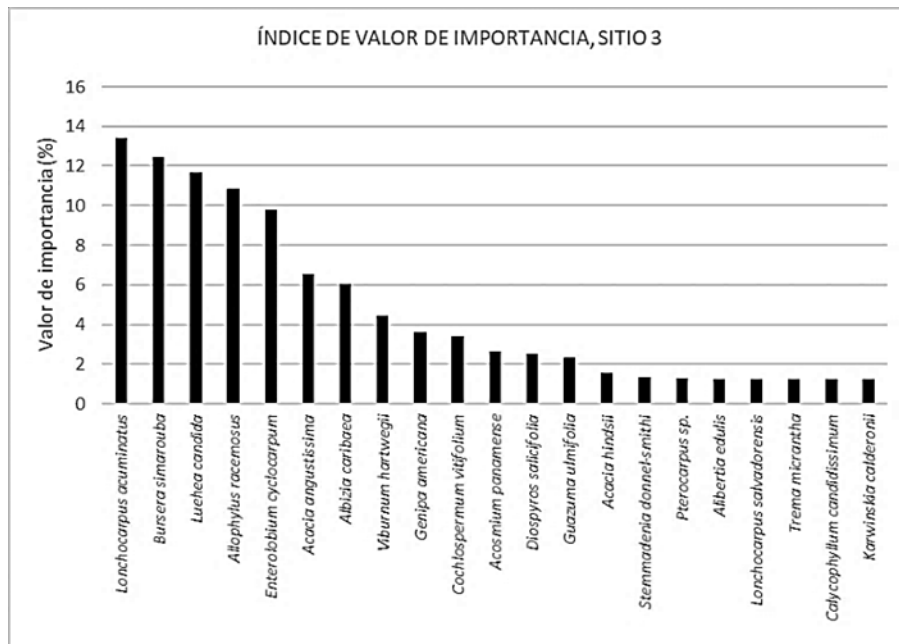


Figura 24. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 3, porción 2 del ANPC, *Lonchocarpus acuminatus* especie con mayor valoración.

Para la fauna, es el sitio con mayor diversidad para el grupo de los anfibios, con 7 especies: “sapito tungara” (*Engystomops pustulosus*), “ranita amarilla de mertens” (*Dendropsophus robertmertensi*), “rana lechera común” (*Trachycephalus typhonius*), “sapo boca angosta huasteco” (*Hypopachus ustus*), “rana arborícola de stauffers” (*Scinax staufferi*), “rana leopardo de forrer” (*Lithobates forreri*) y “sapo pustuloso” (*Incilius coccifer*). De estas, cuatro especies son consideradas como especialistas de hábitats.

Para el grupo de micromamíferos se registraron 5 especies: “rata arrocera de coues” (*Oryzomys couesi*), “Rata arrocera de Veracruz” (*Handleyomys rostratus*), “Rata arrocera pigmea” (*Oligoryzomys fulvescens*), “Ratón pigmeo sureño” (*Baiomys musculus*), “Ratón cosechero delgado” (*Reithrodontomys gracilis*). De estos *H. rostratus* es considerada especialista de hábitats.

5.4. SITIO 4

El **sitio 4**, es un fragmento de bosque influenciado por el paso de una quebrada estacional con puntos de humedad que permiten que haya presencia de especies vegetales siempre verdes, el sitio se encuentra rodeado al sur de zonas de cultivo y al norte con la zona protegida, su extensión es de 31.344749 ha y se considera un parche de bosque pequeño de tipo irregular, presenta una cobertura vegetal densa con un índice de cobertura del dosel de 73.54% teniendo una estructura vertical medianamente definida permitiendo distinguir un arbolado alto disperso y un arbolado bajo denso, es uno de los parches donde la humedad es alta, el tipo de borde al que corresponde es de tipo permeable y suave, lo que permite el movimiento de especies de fauna entre parches cercanos (figura 25).

Clasificación según cobertura vegetal: Arbolado alto disperso, arbolado bajo denso.

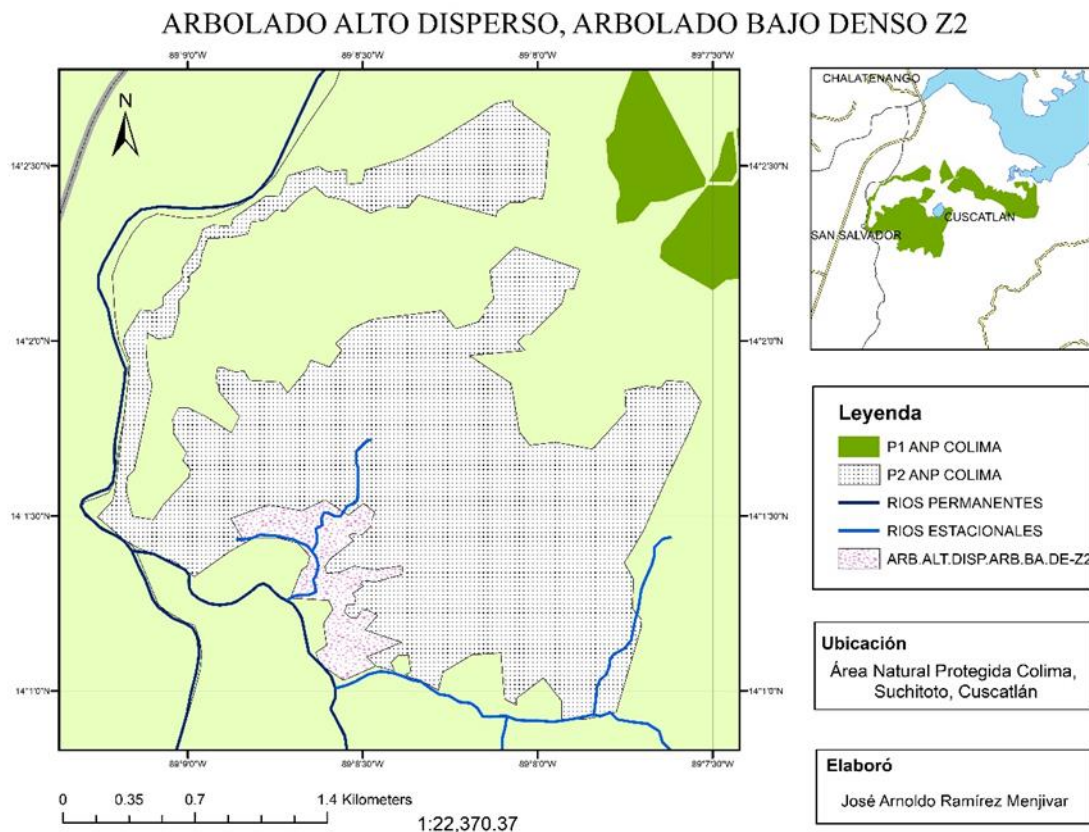


Figura 25. Sitio 4, Identificado en la porción 2, ANP Colima

En la caracterización vegetal, para la clase diamétrica de 0.89 – 15.91 cm representó el 77%; en las clases altimétricas se observa que la distribución favorece a individuos de menor altura, que se encuentran entre los 1.5 y 7.45 m agrupando al 64%, se observaron alteraciones en las

clases altas, debido a las actividades humanas, según la distribución altimétrica el sitio corresponde a un bosque en regeneración natural.

La especie con mayor índice de valor de importancia fue el “amatillo” (*Ficus insipida*) (Figura 26) debido a su abundancia y frecuencia, esta especie domina el estrato arbustivo en el sitio, le sigue *Albizia caribaea*, que tiene representantes en el estrato arbustivo y arbóreo, esta especie mostró los individuos con mayor altura.

De las especies vegetales con mayor relevancia para este sitio, el “cedro macho” (*Cedrela salvadorensis*) fue el único lugar donde se encuentra en toda la porción 2 del ANPC, tres individuos fueron reportados en una sola parcela; también hubo presencia de *Maclura tinctoria*, con un solo individuo para el sitio.

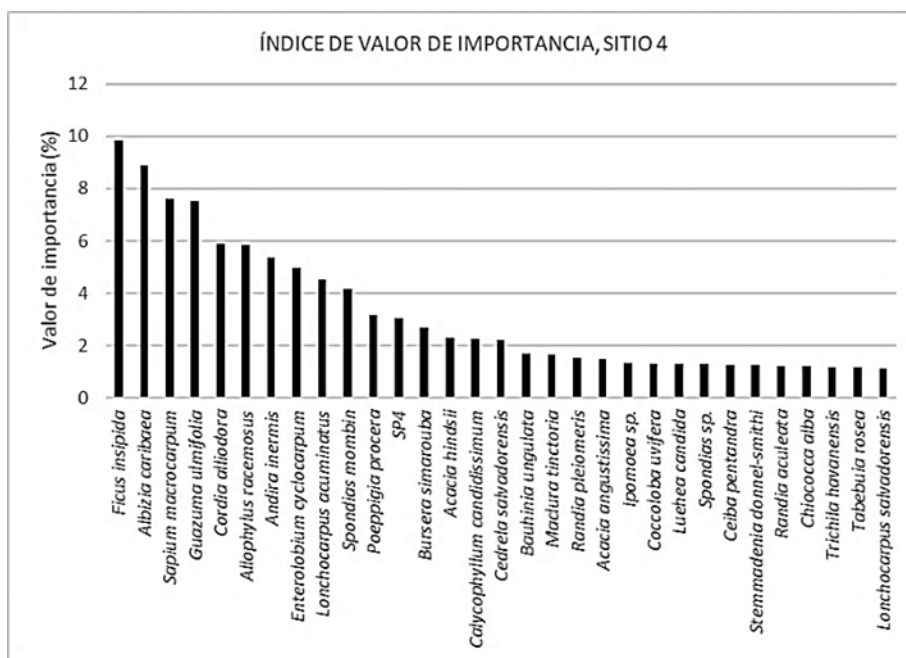


Figura 26. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 4, porción 2 del ANPC, *Ficus insipida* especie con mayor valoración

Para las especies de fauna, en el grupo de los anfibios se reportan tres especies: “sapo amarillo” (*Incilius luetkenii*), “rana de labios blancos” (*Leptodactylus fragilis*), “sapo de boca angosta huasteco” (*Hypopachus ustus*), este último se considera una especie especialista de hábitat. Para el grupo de los micromamíferos se reportaron dos especies: “ratón cosechador” (*Reithrodontomys fulvescens*) y “marmosa” (*Marmosa mexicana*) considerado especialista de hábitat.

5.5. SITIO 5

El **sitio 5**, conocido como Lote de Julia (Figura 27) es una porción en regeneración natural compuesta en su mayoría de pastos, su estructura vertical refleja un arbolado bajo disperso y arbustal denso, su extensión es de 50.62824 ha, considerándose como un parche de tamaño mediano de tipo irregular, el índice de cobertura del dosel es de 12.51%, por lo que se considera que tiene una cobertura vegetal abierta, el tipo de borde es permeable, lo que permite el paso de diversas especies de fauna en la zona.

Clasificación según cobertura vegetal: Arbolado bajo disperso, arbustal disperso y pastizales.

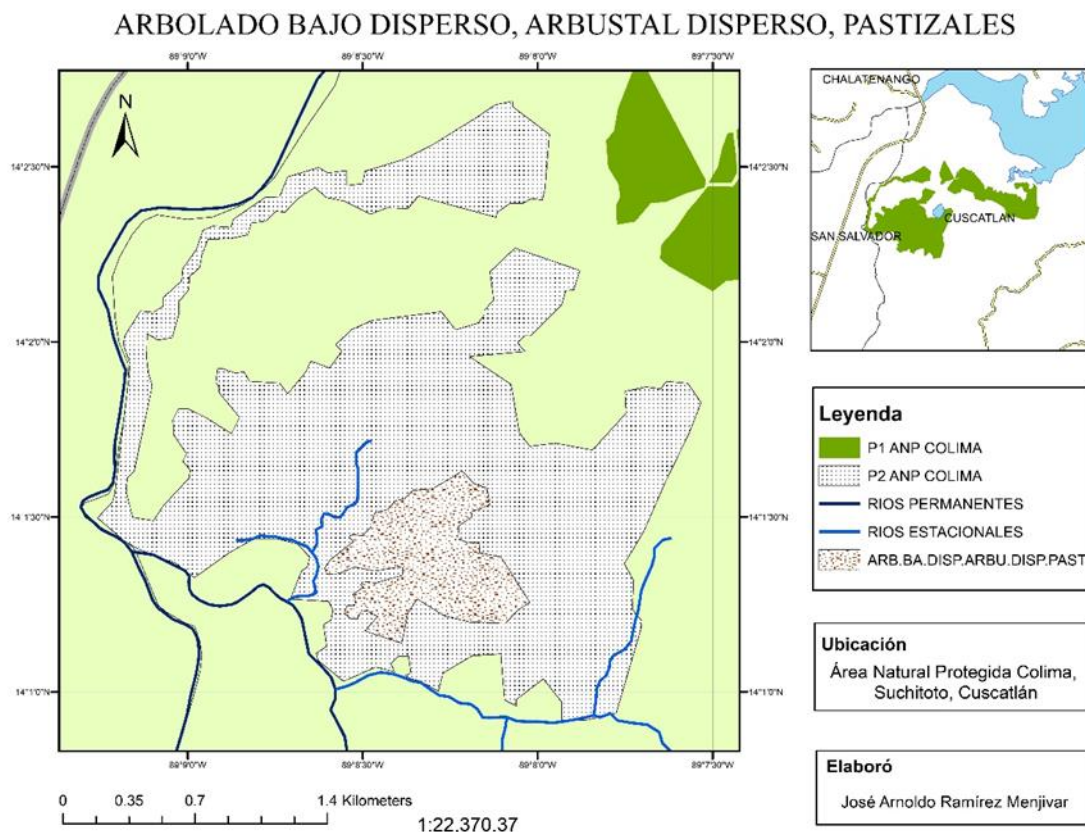


Figura 27. Sitio 5, Identificado en la porción 2, ANP Colima

Para la caracterización vegetal, el sitio tiene la peculiaridad de estar representado en su mayoría por arbustales densos, en sus clases diamétricas también se incluyen arbustos muy ramificados, la clase de 0.89 a 15.91 cm agrupa al 64% de los individuos reportados, en su distribución altimétrica la mayoría corresponde a vegetación con regeneración inducida, la clase de 1.5 a 7.45 m predomina con el 94%, el sitio se conforma con zonas de pastizales con

arbustales densos, la “J” invertida muestra que la regeneración que se está llevando a cabo no presenta anomalías, este es considerado como seminatural.

El IVI muestra que el “Madrecacao” (*Gliricidia sepium*) fue la especie que presentó mayor valor (Figura 28), esta especie es con la que más se ha desarrollado la reforestación en el sitio; le sigue el “jocote de iguana” (*Spondias sp.*) y *G. sepium*, esta zona estaba dominada por pastizales; dentro de las especies vegetales importantes solo se encontró *Swietenia humilis* como especie amenazada y con un individuo, por lo que es una especie muy escasa.

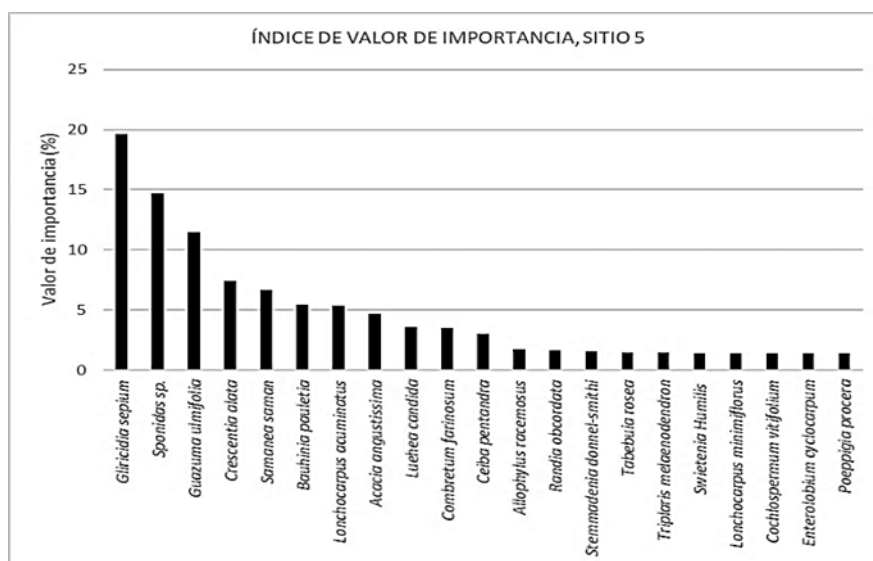


Figura 28. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 5, porción 2 del ANPC, *Gliricidia sepium* especie con mayor valoración.

En las especies de fauna, para el grupo de anfibios se registraron 5 especies, estas fueron: “ranita amarilla de Mertens” (*Dendropsophus robertmertensi*), “sapito tungara” (*Engystomops pustulosus*), “rana de labios blancos” (*Leptodactylus fragilis*), “ranita de hojarasca” (*Leptodactylus melanonotus*) y la “rana arborícola de stauffers” (*Scinax staufferi*), de estas *D. robertmertensi* es considerada especialista de hábitat.

En las especies de micromamíferos se reportaron 2 especies: “ratón cosechador” (*Reithrodontomys fulvescens*) y el “ratón cosechero delgado” (*Reithrodontomys gracilis*), ambas especies generalistas de hábitat.

5.6. SITIO 6

El **sitio 6**, es un fragmento de bosque de regeneración avanzada, aledaño a la ex laguna Colima y a campos de cultivo estacionales, en el lado sur colinda con la porción El Hular que es un núcleo de bosque siempre verde (Figura 29); dentro de este sitio se encuentra el lugar conocido como Cueva de los Cadetes y la Roca Llorona, que son sitios con mucha humedad, posee una extensión de 82.987193 ha, considerándose un parche de tamaño grande de tipo irregular, su índice de cobertura del dosel es de 70.86% siendo una cobertura densa, el tipo de borde es permeable en algunos márgenes y en otros suave, permitiendo un flujo de fauna positivo.

Clasificación según cobertura vegetal: Arbolado alto disperso, arbolado bajo denso

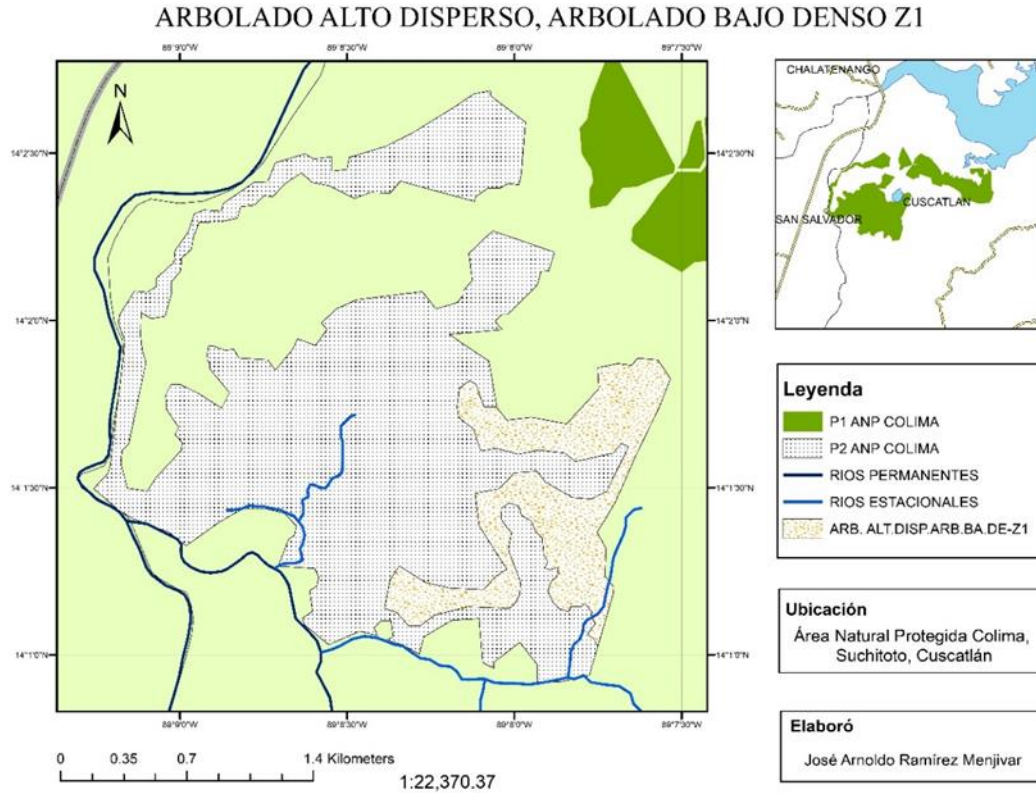


Figura 29. Sitio 6, identificado en la porción 2, ANP Colima

En la caracterización vegetal, el sitio presenta una distribución de clases agrupadas en las de menor DAP, estas se encuentran entre 0.89 a 15.91 cm, teniendo un 78% de individuos, las demás clases diamétricas tuvieron muy pocos representantes. Dentro de las clases alimétricas la distribución se encuentra alterada en varias de sus clases más altas, la clase

1.5 a 7.45 m es la que predominó con el 76% de los individuos, según lo que se observa en el sitio fue sometido a intensa actividad humana, la vegetación en regeneración es joven por lo que sus alturas no son mayores a 8 m, lo que hace que el sitio se considere como natural alterado.

Las especies vegetales con mayor valor de importancia para el sitio son el “sálamo” (*Calycophyllum candidissimum*) y *Bursera simaruba* (Figura 30); La primera tuvo los representantes con mayor DAP del sitio; *B. simarouba* por su parte tuvo mayor abundancia relativa, y estuvo presente en todo el sitio, ambas especies tuvieron individuos en el estrato arbustivo y arbóreo. Dentro de las especies vegetales con importancia se encuentra una especie amenazada, siendo esta *Maclura tinctoria*; en este se encontraron dos individuos, esta puede considerarse como una especie escasa en el ANPC.

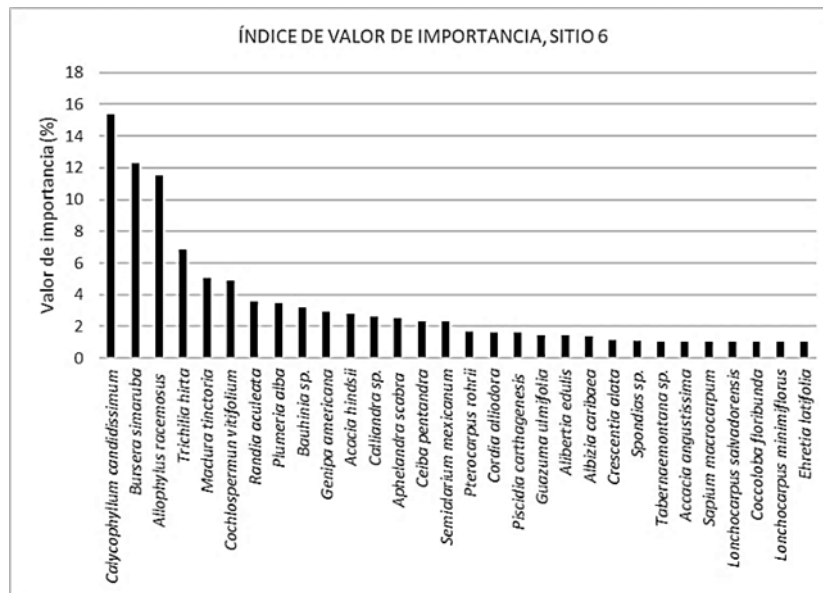


Figura 30. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 6, porción 2 del ANPC, *Calycophyllum candidissimum* especie con mayor valoración.

Para las especies de fauna, dentro del grupo de los anfibios se reportó: “Sapo de caña mesoamericano” (*Rhinella horribilis*), “Sapo amarillo” (*Incilius luetkenii*), “Rana arbórea de baudin” (*Smilisca baudinii*) y el “sapito tungara” (*Engystomops pustulosus*), no se reportan especies importantes para el sitio.

Para los Micromamíferos solo se reportó la especie “ratón cosechador” (*Reithrodontomys fulvescens*).

5.7. SITIO 7

El **sitio 7**, se ubica en la zona conocida como el hular (figura 31), posee vegetación siempre verde, pues está influenciado por la alta cantidad de humedad que hay en el sitio provocada por la quebrada los Cadetes y Chalchigua que corren dentro de este parche de bosque y le dan características únicas al sitio a comparación de los demás, el sitio tiene una extensión de 37.928281 ha, considerándose un parche de tamaño pequeño de tipo irregular, su índice de cobertura del dosel es de 90.78% considerándose como un sitio con arbolado alto denso y el tipo de borde es suave pues esta entre zonas de bosque en regeneración avanzada siendo positivo para muchas especies de fauna.

Clasificación según cobertura vegetal: Arbolado alto denso.

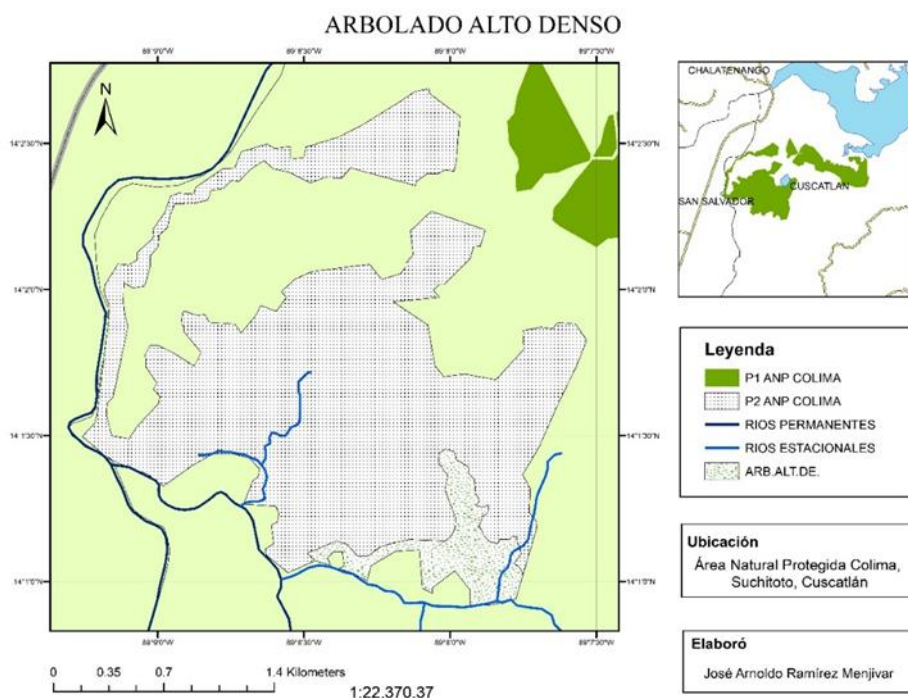


Figura 31. Sitio 7, Identificado en la porción 2, ANP Colima

Para la caracterización vegetal, el sitio 7, mantiene la mayor número de individuos en clases bajas, a diferencia de los otros sitios en este hay presencia de árboles de clases mayores, mostrando una distribución natural, no intervenida, en el análisis de clases altimétricas del sitio, se observan alteraciones significativas en las clases medias de distribución, esta alteración podría atribuirse a la pérdida de renuevos por periodos prolongados, la clase que presentó mayor agrupación de individuos fue la de 1.5 a 7.45 m formando un sotobosque

denso con el 82% de los individuos, lo restante se encuentra aún en crecimiento, el dosel lo forman árboles > 13.4 m; la distribución de la vegetación muestra que el sitio está muy bien conservado, presenta ingreso de personas para hacer actividades de cacería de subsistencia, por lo que se considera como natural alterado.

La especie con mayor índice de valor de importancia fue el “Ojushte” (*Brosimum alicastrum*) (figura 32), tuvo representantes en todo el estrato vertical del sitio y fue la que presentó mayor abundancia; seguida por “cincho” (*Lonchocarpus salvadorensis*), que tuvo representantes en todo el estrato vertical y su abundancia también es alta, para el SITIO 7, no fue reportada ninguna especie amenazada o con importancia para la conservación.

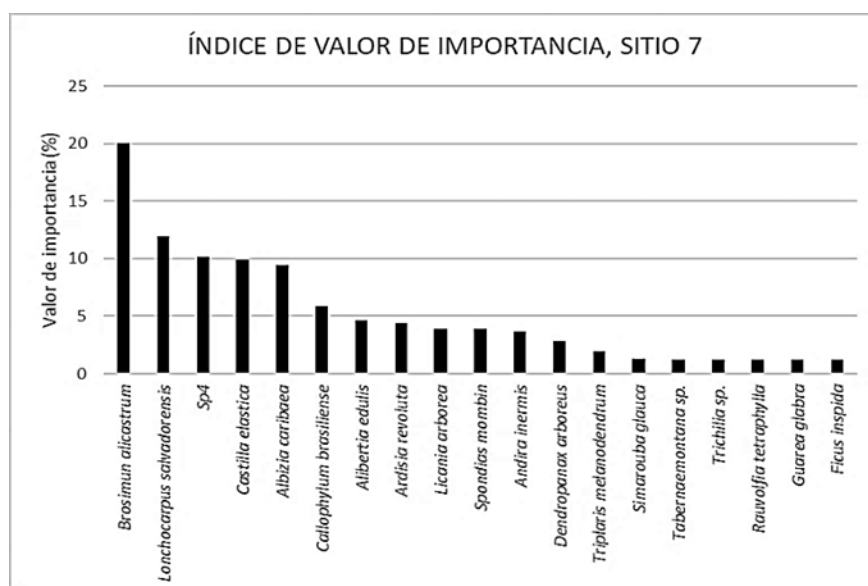


Figura 32. IVI de las especies vegetales registradas en el sitio 7, porción 2 del ANPC, *Brosimum alicastrum* especie con mayor valoración.

Dentro de las especies de fauna, para el grupo de los anfibios se registraron 4 especies estas son la “Tepelcua” (*Dermophis mexicanus*), “rana arbórea de baudin” (*Smilisca baudinii*), “rana de labios blancos” (*Leptodactylus fragilis*), “Rana arborícola de Stauffer’s” (*Scinax staufferi*), de estas *D. mexicanus* se encuentra como amenazada para nuestro país. Dentro de los micromamíferos se reportaron 5 especies, estas fueron, la “marmosa” (*Marmosa mexicana*), “ratón cosechero mediano” (*Reithrodontomys gracilis*), “Ratón espinoso de salvín” (*Heteromys salvinii*), “Rata arrocera pigmea” (*Oligoryzomys fulvescens*) y “Rata trepadora orejas grandes” (*Otodylomys phyllotis*), de estas, la mayoría se consideran como especialistas de hábitat.

5.8. ATRIBUTO 5: RECURSO HÍDRICO PORCIÓN 2 DEL ANP COLIMA

De los 7 sitios solo 4 parches reciben influencia directa del recurso agua en forma permanente y temporal, los otros sitios solo mantienen zonas de humedad durante un tiempo en la época seca (figura 33).

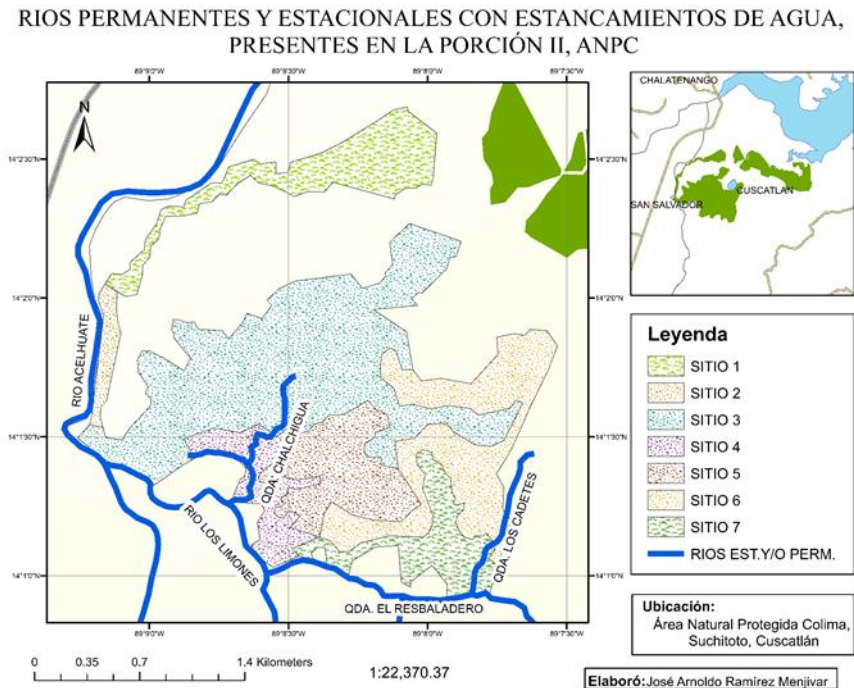


Figura 33. Ríos presentes en la porción 2 del ANP Colima

El río Los Limones tiene como afluentes la Quebrada Chalchigua, que se mantiene de forma temporal para el SITIO 3 y permanente en el SITIO 4, la “quebrada El Resbaladero”, tiene como afluente la Quebrada Los Cadetes que es la que está presente de forma permanente en el SITIO 7 y una pequeña porción del SITIO 6 tiene influencia de forma temporal.

El río Acelhuate bordea todo el SITIO 2 pero la influencia que recibe de este solo se percibe cuando el río se desborda, manteniendo vegetación con características de zonas de inundación, la vegetación de galería es muy escasa a ausente; igualmente, el río Acelhuate bordea el SITIO 1 pero muy alejado de sus márgenes por lo que no tiene influencia, dentro de esta porción si hay zonas de humedad que llevan a una quebrada estacional pero que está fuera de los límites del ANP.

Para poder categorizar los sitios para al atributo Recurso hídrico, a continuación, se presenta el siguiente Cuadro 10.

Cuadro 10. Categoría de recurso hídrico por cada sitio identificado

| SITIOS DE LA PORCIÓN 2 | CUERPOS DE AGUA |
|------------------------|-----------------|
| SITIO 1 | AUSENTE |
| SITIO 2 | AUSENTE |
| SITIO 3 | TEMPORAL |
| SITIO 4 | PERMANENTE |
| SITIO 5 | AUSENTE |
| SITIO 6 | TEMPORAL |
| SITIO 7 | PERMANENTE |

5.9. ATRIBUTO 6: PRESIÓN ANTRÓPICA.

La porción dos del ANP Colima está rodeada por asentamientos humanos en casi todos sus márgenes los que mantienen una influencia directa sobre el área natural protegida pues estas desarrollan actividades principalmente agrícolas que colindan con el ANP.

En la figura 34, se observa la distribución de estos asentamientos (puntos amarillos) alrededor de la porción de estudio, así como los terrenos agrícolas que se mantienen en uso permanente.

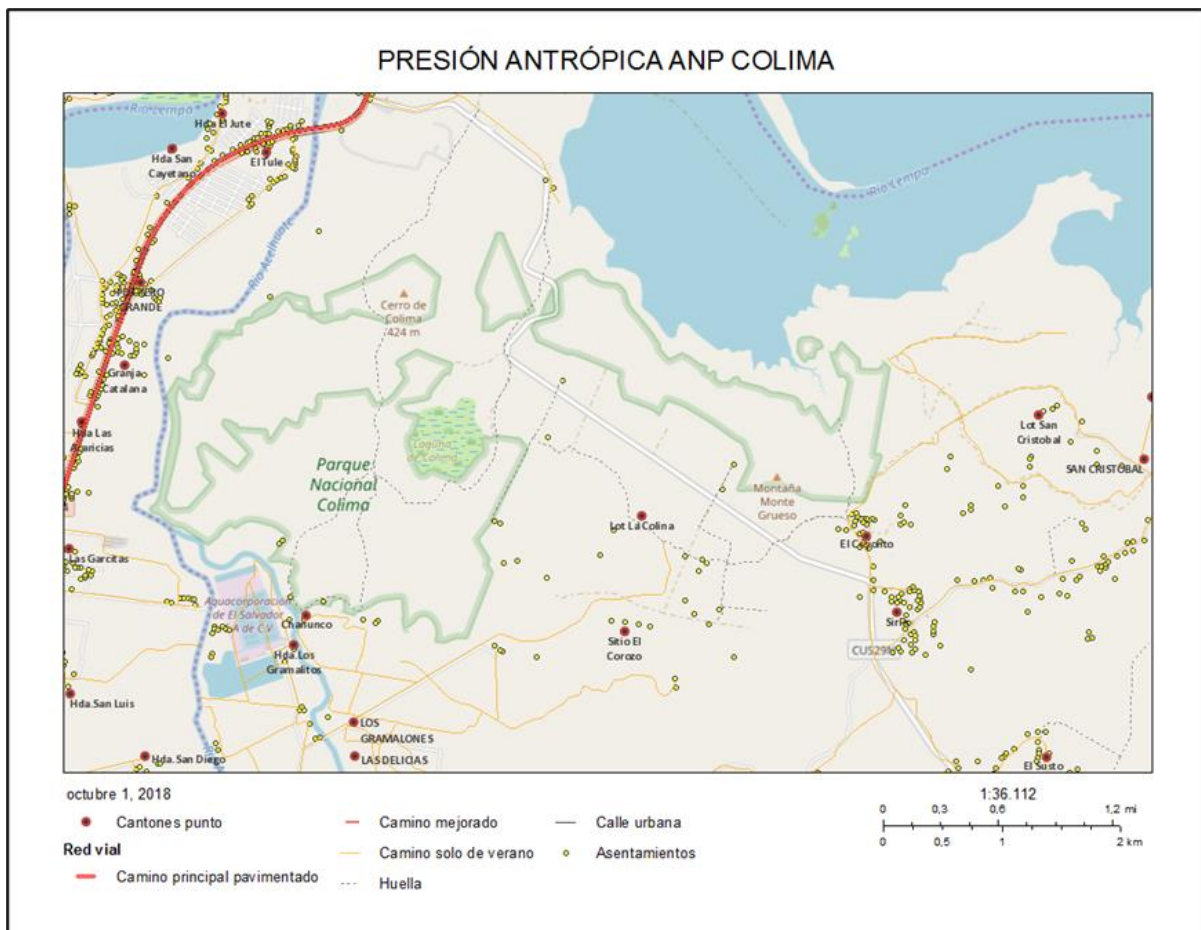


Figura 34. Identificación de comunidades y asentamientos humanos alrededor del ANP Colima.

Cuadro 11. Actividades humanas permanentes o temporales en la porción dos del ANP Colima.

| SITIOS | ACTIVIDADES DE PRESIÓN ANTROPICA POR SITIO | | | |
|--------|--|---------------------------------|----------------------|------------|
| | Cultivos adyacentes | Comunidades humanas cercanas | Caminos Vecinales | Categoría |
| 1 | SI | NO | NO | TEMPORAL |
| 2 | SI | NO | SI | PERMANENTE |
| 3 | NO | NO | SI | TEMPORAL |
| 4 | SI | SI | SI | PERMANENTE |
| 5 | NO | NO | SI | PERMANENTE |
| 6 | SI | SI | NO | PERMANENTE |
| 7 | SI | NO | NO | TEMPORAL |

Para los sitios 1, 3 y 7 la presencia de actividades humanas se clasificó de forma temporal ya que dentro o cerca de estos no se encuentran comunidades o caminos vecinales, pero de cierta forma si reciben influencia por la presencia de cultivos adyacentes a diferencia de los sitios 2, 4, 5 y 6 que si presentaron cercanía a comunidades o caminos vecinales que pasan dentro o cerca de ellos

Cuadro 12. Resumen de la categorización de atributos por cada sitio de la porción 2 del ANPC.

| SITIOS | ATRIBUTO 1: Extensión de la cobertura vegetal | ATRIBUTO 2: Cobertura vegetal | ATRIBUTO 3: Caracterización vegetal | ATRIBUTO 4: Especies nativas, especialistas amenazadas o en peligro de fauna y flora | | | ATRIBUTO 5 | ATRIBUTO 6 |
|--------|---|----------------------------------|---|---|----------|----------------|---------------|---------------|
| | | | | FLORA | ANFIBIOS | MICROMAMIFEROS | | |
| 1 | 52.69918 ha (Mediano) | 78.89 % (Densa) | Natural alterado | A* | G* | E* | Ausente | Temporal |
| 2 | 9.547376 ha (Muy Pequeño) | 39.67% (Baja) | Semi-natural | A | G | S/C | Ausente | Permanente |
| 3 | 188.505219 ha (Grande) | 62.92% (Semi-densa) | Semi-natural | A | E | E | Temporal | Temporal |
| 4 | 31.344749 ha (Pequeño) | 73.54% (Densa) | Natural alterado | A | G | A | Permanente | Permanente |
| 5 | 50.62824 ha (Mediano) | 12.51% (Abierta) | Semi-natural | A | G | A | Ausente | Temporal |
| 6 | 82.987193 ha (Grande) | 70.86% (Densa) | Natural alterado | A | G | A | Temporal | Permanente |
| 7 | 37.928281 ha (Pequeño) | 90.78% (Densa) | Natural alterado | S/C | A | E | Permanente | Temporal |

A. Amenazada.

G. Generalista.

E. Especialista.

S/C. Sin categorías.

5.10. IDENTIFICACIÓN DE SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN POR MEDIO DEL ÍNDICE DE IDONEIDAD DE HÁBITAT.

5.10.1. Cálculo del Índice de Importancia del Atributo.

La calidad del atributo fue estimada de acuerdo al índice de importancia del atributo, este valor fue calculado por la cantidad de categorías que tuviese cada atributo estudiado.

Cuadro 13 Índice de importancia de cada atributo estudiado.

| CUADRO RESUMEN DEL CÁLCULO DEL IIA POR MEDIO DEL VIC, VALORIZANDO LA CALIDAD DEL ATRIBUTO. | | | | | |
|--|------------------------|--------------|-----------------|------|----------------------|
| ATRIBUTO | CATEGORÍA DEL ATRIBUTO | VIC | # DE CATEGORIAS | IIA | CALIDAD DEL ATRIBUTO |
| COBERTURA VEGETAL | DENSA | 3 | 4 | 1 | ALTA |
| | SEMI-DENSA | 2 | | 0.67 | MEDIA |
| | BAJA | 1 | | 0.33 | BAJA |
| | ABIERTO | 0 | | 0 | INAPROPIADA |
| EXTENSIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL | GRANDE | 3 | 4 | 1 | ALTA |
| | MEDIANO | 2 | | 0.67 | MEDIA |
| | PEQUEÑO | 1 | | 0.33 | BAJA |
| | MUY PEQUEÑO | 0 | | 0 | INAPROPIADA |
| C. VEGETAL | N. NO ALTERADO | 3 | 4 | 1 | ALTA |
| | N. ALTERADO | 2 | | 0.67 | MEDIA |
| | SEMINATURAL | 1 | | 0.33 | BAJA |
| | SIN VEGETACIÓN | 0 | | 0 | INAPROPIADA |
| SP. NATIVAS, ESPEC., AM. Y E.P. | FLORA | EN PELIGRO | 4 | 1 | ALTA |
| | | AMENAZADA | 3 | 0.67 | MEDIA |
| | | ESPECIALISTA | 2 | 0.33 | BAJA |
| | | GENERALISTA | 1 | 0 | INAPROPIADA |
| | ANFIBIOS | EN PELIGRO | 4 | 1 | ALTA |
| | | AMENAZADA | 3 | 0.67 | MEDIA |
| | | ESPECIALISTA | 2 | 0.33 | BAJA |
| | | GENERALISTA | 1 | 0 | INAPROPIADA |
| | MICRO-MAMIFEROS | EN PELIGRO | 4 | 1 | ALTA |
| | | AMENAZADA | 3 | 0.67 | MEDIA |
| | | ESPECIALISTA | 2 | 0.33 | BAJA |
| | | GENERALISTA | 1 | 0 | INAPROPIADA |
| RECURSO HIDRICO | PERMANENTE | 4 | 4 | 1 | ALTA |
| | SEMI-TEMPORAL | 3 | | 0.67 | MEDIA |
| | ESTACIONAL | 2 | | 0.33 | BAJA |
| | AUSENTE | 1 | | 0 | INAPROPIADA |
| PRESIÓN ANTROPICA | AUSENTE | 3 | 3 | 1 | ALTA |
| | TEMPORAL | 2 | | 0.67 | MEDIA |
| | PERMANENTE | 1 | | 0.33 | BAJA |

5.10.2. Valor del Índice de Idoneidad del Hábitat.

Cuadro 14. Valor de importancia del atributo (IIA) obtenido para cada atributo de los sitios propuestos, se evaluó el HSI para definir la priorización

| SITIO | VALOR DEL IIA OBTENIDO PARA CADA ATRIBUTO DE LOS SITIOS PROPUESTOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA PRIORIZACIÓN | | | | | | | $\Sigma(\text{IIA})$ | HSI | |
|-------|--|--------------|-------------|---|----------|-----------------|------------|----------------------|------|-------------|
| | COB. VEG. | EX.COBI. VEG | CARAC. VEG. | SP. NAT. ESPEC. AMENAZADAS O EN PELIGRO | | | R. HIDRICO | | | P. ANTRO. |
| | | | | FLORA | ANFIBIOS | MICRO-MAMIFEROS | | | | |
| 1 | 1 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0 | 0.33 | 0 | 0.67 | 4.01 | 0.50 |
| 2 | 0.33 | 0 | 0.33 | 0.67 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 1.66 | 0.20 |
| 3 | 0.67 | 1 | 0.33 | 0.67 | 0.33 | 0.33 | 0.67 | 0.67 | 4.67 | 0.58 |
| 4 | 1 | 0.33 | 0.67 | 0.67 | 0 | 0.67 | 1 | 0.33 | 4.67 | 0.58 |
| 5 | 0 | 0.67 | 0.33 | 0.67 | 0 | 0.67 | 0 | 0.67 | 3.01 | 0.37 |
| 6 | 1 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0 | 0.67 | 0.67 | 0.33 | 4.68 | 0.58 |
| 7 | 1 | 0.33 | 0.67 | 0 | 0.67 | 0.33 | 1 | 0.67 | 4.67 | 0.58 |

PRIORIZACIÓN DE SITIOS PARA LA CONSERVACIÓN EN LA PORCIÓN II DEL ANP. COLIMA, SUCHITOTO

| SITIOS DEFINIDOS DENTRO DE LA PORCIÓN II, ANP COLIMA | HSI | PRIORIDAD |
|--|------|-------------|
| SITIO 1 | 0.50 | MEDIA |
| SITIO 2 | 0.20 | INAPROPIADA |
| SITIO 3 | 0.58 | MEDIA |
| SITIO 4 | 0.58 | MEDIA |
| SITIO 5 | 0.37 | BAJA |
| SITIO 6 | 0.58 | MEDIA |
| SITIO 7 | 0.58 | MEDIA |

Según el Índice de idoneidad de hábitat para cada sitio, no hubo ninguno que contara con la categoría de prioridad alta, la mayoría de sitios presentaron prioridad media, cuyos atributos presentaron características con valores entre los 0.33 IIA y 0.67 IIA, estos fueron los sitios 1, 3, 4, 6 y 7.

El sitio 1 (HSI = 0.50), presentó valores bajos en tres de sus atributos estudiados, siendo los más notorios la ausencia de especies anfibias especialistas o en categorías de conservación (0 IIA), y la ausencia de cuerpos de agua en la zona (0 IIA); el sitio 3 (HSI = 0.58), presentó 3 categorías con bajo valor siendo estas la de la caracterización vegetal con valor de 0.33 IIA y las categorías referentes a fauna entre ellas las de anfibios y micromamíferos con valores de 0.33 IIA; el sitio 4 (HSI = 0.58) se vio igualmente afectado por 3 categorías, la extensión de cobertura vegetal (0.33 IIA), ausencia de fauna anfibia en la zona (0 IIA) y la presión antrópica con valor de 0.33 IIA.

El Sitio 6 y 7 son los que presentaron mejor características para su priorización, pero el cálculo del HSI no favoreció a cada sitio. Para el Sitio 6 (HSI = 0.58) No se observó ninguna especie anfibia especialista o en categoría de conservación por lo que tuvo un valor de 0 IIA asimismo, en el atributo de presión antrópica presentó un valor de 0.33 IIA.

El Sitio 7 que se puede considerar como el mejor conservado del lugar, se vio afectado por la extensión del parche el cual se considera de tamaño pequeño con valor de 0.33 IIA, No se registraron especies vegetales de importancia o en categoría de conservación por lo que obtuvo un valor de 0 IIA, Asimismo, en la categoría de fauna, el grupo de los micromamíferos obtuvo un valor de 0.33 en el IIA.

El sitio 5 obtuvo un valor de HSI = 0.37, es un sitio con escasa cobertura vegetal (0 IIA), ausencia de especies anfibias representativas (0 IIA) y ausencia de cuerpos de agua (0 IIA), pero se considera relevante para el grupo de los micromamíferos.

El sitio 2 fue el de más bajo valor HSI= 0.20, al ser un parche pequeño, lineal, con baja calidad en estados de regeneración, sin presencia de anfibios y micromamíferos, ausencia de cuerpos de agua que influyan en el sitio y con alta presión antrópica.

VI. DISCUSIÓN

De acuerdo a los atributos físicos, biológicos y antrópicos escogidos para identificar sitios prioritarios para la conservación en el ANP Colima, se determinaron las siguientes clasificaciones: inapropiada, baja y media, ninguno de los sitios se identificó con prioridad alta, todos los atributos se encuentran con cierto grado de influencia ya sea directa o indirecta por la presencia de actividades humanas, tal como lo establecieron Herrera *et al.* en el 2006 para el ANP.

Vreugdenhil *et al.* 2011 mencionan que es muy complicado establecer prioridades de conservación haciendo uso de modelos espaciales, puesto que la información con que se cuenta es limitada, y el impacto humano que presentan requieren estudios más minuciosos, sin embargo, hacer esfuerzos a escalas espaciales pequeñas es viable, siempre y cuando se establezcan los criterios adecuados para su evaluación; para el presente estudio los atributos escogidos fueron evidentemente complementarios entre sí al escoger entre ellos especies de fauna de baja dispersión como son los anfibios y micromamíferos.

Como se menciona en INRENA 2008, los atributos reflejaron los valores y circunstancias de cada sitio debido a la escala espacial con la que fueron trabajados (Chávez *et al.* 2014), dichos atributos dieron paso a utilizar el Índice de Idoneidad de Hábitat (HSI) (U.S. Fish and Wildlife Service 1980) como herramienta para priorizarlos (SEMARNAT 2006).

El sitio con prioridad inapropiada fue el SITIO 2, debido a que es una pequeña franja de bosque cuya forma del parche es lineal y presenta un efecto de borde abrupto (Kennedy *et al.* 2003), su cobertura vegetal es densa pero, constituida por especies arbustivas de escaso tamaño, su extensión menor a las 10 ha evidencia que es un sitio muy pequeño según lo categorizado por el atributo “extensión de la cobertura vegetal”; por lo que tomando en cuenta la forma del parche y el efecto de borde, la respuesta de las especies ante las condiciones ambientales del área puede verse limitada para ciertos grupos de fauna (Sekgororoane y Dilwort 1995)

Según el inventario realizado para el atributo de especies amenazadas, en peligro o especialistas, del grupo de los Micromamíferos no se reporta ninguna especie presente, probablemente el sitio no presenta las condiciones ambientales idóneas para su permanencia,

tal como lo establecen (Ries y Sisk 2008, 2010; Fletcher *et al.* 2007), con el atributo de presencia de cuerpos de agua, Stamps *et al.* 1987 mencionan que a pesar que el sitio se encuentra en los márgenes de un río, no necesariamente va a tener influencia significativa en la presencia de especies anfibias lo cual concuerda con los resultados obtenidos pues solo se encontraron aquellas adaptadas a sitios perturbados, según el HSI el valor de importancia fue inapropiado, sin embargo, la capacidad de actuar como puente entre parches de hábitat es factible, tal como lo establecen (López-Pérez y Becerril-Morales 1999).

El sitio 5 fue valorado como de baja prioridad según el HSI. A pesar de la forma del parche y el efecto de borde no limitar significativamente el paso de especies de fauna, este sitio abarca más de 50 ha y está compuesto por pastizales y arbustales, hábitats adecuados para varias especies de Micromamíferos (Bonaventura *et al.*, 1991). Entre estas especies se encuentra *Reithrodontomys fulvescens*, que está amenazada de extinción en El Salvador (MARN, 2015). Las características del sitio favorecen la presencia de anfibios, a pesar de que no se encontraron cuerpos de agua formales; sin embargo, hay zonas con alta humedad, especialmente durante la época lluviosa, lo que favorece el crecimiento del pasto y proporciona refugio y alimento de manera recurrente (Vargas y Castro, 1999). La vegetación arbórea incluye especies como *Swietenia humilis*, que está amenazada de extinción (MARN, 2015), aunque solo se registró un individuo.

La cobertura vegetal 'Abierta' y el estado 'semi-natural' del sitio, así como la ausencia de cuerpos de agua y la limitada actividad humana, fueron atributos clave que influyeron en la priorización del sitio. La ubicación del sitio 5 dentro de la porción 2 del ANPC se considera favorable para la conectividad de hábitats tanto para los Micromamíferos como para los anfibios estudiados. Según Bennett *et al.* (2004), esta conectividad facilita la migración de nuevas especies de Micromamíferos en búsqueda de recursos que favorezcan su presencia y desarrollo, sin restricciones significativas por las variaciones climáticas estacionales. En contraste, los anfibios pueden experimentar limitaciones en su movilidad durante ciertas épocas del año debido a estas condiciones. La presencia limitada de actividades humanas en la zona ayuda a mantener el sitio en condiciones adecuadas para la conservación de las poblaciones de fauna (Bennett, 2013).

Los SITIOS 1, 3, 4, 6 y 7 fueron valorados como sitios con prioridad media. El sitio 1, es un parche de bosque de aproximadamente 50 ha de forma lineal, el efecto de borde varía de abrupto en zonas aledañas a cultivos a permeable en zonas aledañas a bosques de regeneración lo que hace que la distribución de algunas especies en la zona se vea limitada (Hanski y Gilpin en 1997); su cobertura vegetal densa y el estado de regeneración natural, son atributos que favorecen la presencia de Anfibios y Micromamíferos, como detallan (Didham 1997, Laurance 2000, Bennett 2004); el registro de *Nyctomys sumichrasti*, de hábitos arbóreos es considerado como especialista de hábitats, según Samudio *et al.* (2016); y para el caso de los anfibios hay presencia de especies generalistas, los atributos que más influyeron fueron la ausencia de cuerpos de agua, la presencia de actividades humanas y a falta de especies anfibias representativas.

Los sitios 4 y 6 presentaron el mismo valor de HSI = 0.54, a pesar de que el sitio 4 tiene menor extensión que el sitio 6, (Sitio 4 = 31.344749; Sitio 6 = 82.987193), para ambos, los atributos fueron similares en su valoración, en ambos hay especies vegetales amenazadas (MARN 2015), *Cedrela salvadorensis* para el Sitio 4 y *Maclura tinctoria* para ambos sitios; en el caso de la fauna, el sitio 4 tiene presencia del *Hypopachus ustus* o sapo de boca angosta huasteco (Santos-Barrera *et al.* 2010) que puede considerarse como especialista de hábitat, su presencia puede estar favorecida por la influencia de cuerpos de agua permanentes. Además, la especie Marmosa mexicana, especialista de hábitat según Martín (2016), cuya presencia podría estar asociada a la densa cobertura vegetal de árboles altos en ambos sitios.

Para el Sitio 6, los atributos que influyeron en su valor de HSI de 0.58, fue el de especies especialistas o en categorías de conservación, para el grupo de los anfibios solo se encontraron generalistas, por lo que el valor del IIA fue 0, pero en el caso de los Micromamíferos ocurre la especie *Reithrodontomys fulvescens*. El sitio tiene presencia de cuerpos de agua permanente lo que permite la presencia de diversas especies de fauna en la zona, aunque la forma irregular del parche y un efecto de borde permeable mantienen la conectividad con sitios adyacentes, la proximidad a comunidades humanas introduce una significativa influencia antrópica, detallado por Gallina-Tessaro y López-González (2012).

El sitio 3, es el parche de hábitat más grande con que cuenta la porción dos del ANPC (188.505219 ha), con un HSI =0.58, si bien es cierto que atributos como la caracterización

vegetal y la presencia de especies especialistas o en categorías de conservación tuvieron muy poco valor de IIA el sitio presento otros mejores atributos; para el caso de la vegetación se reportó *Acosmium panamense*, especie amenazada; para los Anfibios se encontraron especies especialistas *Dendropsophus robertmertensi*, *Trachycephalus typhonius* e *Hypopachus ustus*, las tres tienen preferencias por hábitats con abundante humedad, *D. robertmertensi* y *T. typhonius* son anfibios arborícolas, es el sitio con mayor número de Anfibios en toda la Porción 2, al poseer abundantes zonas de humedad lo que permite la ocurrencia de las especies antes mencionadas (SEMARNAT-INECOL 2006), para el caso de los Micromamíferos se registró la especie *Reithrodontomys fulvescens*, no se obtuvo más valor en este pues no se encontraron especies de fauna en categorías de conservación, por su tamaño, la forma del parche y el efecto de borde permeable en la mayoría de su perímetro lo convierten en uno de los sitios con mayor diversidad de especies, también podría considerarse como hábitat fuente, descrito por Bennet (2003), para los demás sitios aledaños.

El sitio 7, presenta un valor de HSI = 0.58, es el tercer parche de menor tamaño con una extensión de 37.928281 ha, pero se considera como el sitio con mejor cobertura vegetal (90.78%), este constituye un fragmento de bosque riparico, la forma del parche no favorece mucho a las especies pero el efecto de borde es permeable debido a que se encuentra aledaño a otros sitios con vegetación en buen estado de regeneración, las características de la vegetación hacen que sea propicio para la presencia de diversas especies de fauna en el sitio 7, como mencionan (Morrison et al. 2006, Yarrow 2009, Gallina–Tessaro y López–González 2012) que aquellos coberturas vegetales establecidas y en buenas condiciones permiten el establecimiento de las especies, entre ellas los anfibios, que destaca a *Dermophis mexicanus*, especie amenazada para El Salvador y como vulnerable a nivel internacional según la UICN (Santos-Barrera et al. 2008). Se registraron 5 especies de Micromamíferos, dos de ellas especialistas de hábitats *Marmosa mexicana* y *Heteromys salvinii*, la especie *Ototylomys phyllotis* solo fue registrada en este sitio, la cual es de hábitos arborícolas, probablemente siendo el sitio más importante para esta especie en la porción 2 del ANPC.

El sitio 7 es ampliamente reconocido por los guardabosques como uno de los mejor conservados, debido a sus características microclimáticas que favorecen una notable diversidad de fauna, según Gallina–Tessaro y López–González, (2012) las coberturas

vegetales que presentaron un proceso de reforestación natural mayor a 25 años, tienden a presentar condiciones que se asemejan a las originales. A pesar de que la vegetación muestra signos de degradación por la actividad humana, especialmente en el margen sur cercano a comunidades humanas, este sitio ha sido valorado positivamente. Factores que afectaron su evaluación incluyen su tamaño relativamente pequeño y la ausencia de especies de flora y micromamíferos en categorías de conservación.

Para cada uno de estos sitios las acciones de conservación pueden ser enfocadas en los atributos con mayor representatividad (Granizo 2006), ya que el Índice de Idoneidad de Hábitat toma en cuenta como principal componente a la fauna, para todos los sitios, el proteger los recursos, o, el hábitat de estas especies, es la mejor manera de conservarlos (Mandujano 1994, Morrison *et al.* 1998) y mantener en el tiempo a las poblaciones de fauna Anfibia y de Micromamíferos aun presentes en el ANP (Gallina-Tessaro y López-Gonzales 2012).

La identificación de sitios prioritarios para la porción 2 del ANPC, utilizando el Índice de Idoneidad de Hábitat, ha sido exhaustiva por ser llevada a cabo a nivel de filtro fino, la escala de paisaje trabajada requiere de esfuerzos en campo arduos, pero vale la pena al recopilar información certera sobre la calidad de los sitios, este método se vuelve recomendable para áreas naturales protegidas pequeñas y de las que se carece por completo de información espacial.

VII. CONCLUSIONES

La identificación de sitios prioritarios para la conservación en la porción 2 del ANP Colima, se basó en el criterio de delimitación de la estructura vertical y horizontal de la vegetación. Esto se debe a la presencia de diversos estados de regeneración natural e inducida, lo que contribuyó significativamente a mejorar la comprensión en el análisis de los criterios de valoración.

El estado de regeneración y el análisis histórico del ANP permitió establecer que la presión antrópica influye fuertemente en el desarrollo del área y que siempre será un factor a tener en cuenta para establecer acciones de conservación, no solo en el ANP colima, sino en aquellas que cuenten con una historia similar de influencia antrópica.

El índice de idoneidad de hábitat demostró ser una herramienta útil y adaptable, utilizada para identificar sitios prioritarios de conservación, destacándose por su facilidad de uso y comprensión. Es apto para personas con diferentes niveles académicos, ya que el único requisito es seleccionar atributos que coincidan con los requerimientos mínimos de hábitat de taxones estudiados.

La evaluación de los sitios prioritarios en la porción 2 del ANP Colima reveló que ninguno alcanzó una clasificación de prioridad alta, indicando limitaciones significativas para la conservación según los criterios físicos, biológicos y antrópicos considerados. 5 sitios se quedaron con una valoración MEDIA, uno de ellos BAJA y otra INAPROPIADA.

El estado de regeneración de los parches de hábitats en la porción 2 del ANPC fue determinante en la cantidad de sitios identificados y al ser un bosque de hábitats fragmentados, era evidente que la estructura de cada fragmento y el efecto de borde, estarían influyendo en su estado de regeneración por lo cual las características de cada parche serían diferentes, así como los recursos presentes que intervienen sobre la fauna estudiada.

El sitio 7 a pesar de haber tenido la misma valoración que el sitio 3, y de ser de menor tamaño, fue el que obtuvo mayor número de especies, de Anfibios y Micromamíferos, por lo que se considera, como el sitio más importante en toda la porción 2 del ANPC, sin embargo, la presión humana en el sitio es considerable.

Para la porción 2, con sus 7 sitios identificados y valorados, es necesario fortalecer siempre la protección de los recursos en todos los ámbitos, ya que algunos parches por su forma, composición y estructura de la vegetación; y los niveles de permeabilidad, que permiten el paso de la fauna y la recolonización de la vegetación, permite la formación de conectores entre los sitios.

En la mayoría de los sitios estudiados, con excepción del sitio 2, se reportaron especies de anfibios y micromamíferos de gran valor para la conservación, que se caracterizan por ser especialistas en hábitats específicos o por estar clasificadas como amenazadas o en peligro de extinción en El Salvador. Entre ellas, *Dermophis mexicanus* en peligro de extinción, y *Reithrodontomys fulvescens* amenazada.

Las estrategias de conservación que se implemente deben de ir dirigidas a la protección de estos grupos, ya que mantener la conectividad entre los sitios, favorecerá el movimiento de poblaciones y contribuirá su permanencia en el ANP.

El tamaño y la forma de los parches fueron variables significativas en el ANP Colima. Predominaron parches irregulares con un tamaño promedio superior a 50 ha, clasificados como de tamaño mediano. A pesar de su irregularidad, la conectividad entre estos parches y su permeabilidad, determinada por el tipo de borde, revelaron que el Sitio 2 funciona en su totalidad como una isla.

La diversidad de hábitats presentes en este sitio permite el desarrollo de poblaciones viables de especies, que pueden mantenerse a lo largo del tiempo mediante un manejo adecuado y actividades de conservación que mejoren la conectividad con otras zonas boscosas cercanas. Es esencial implementar medidas que fortalezcan esta conectividad para asegurar la sostenibilidad de las poblaciones de fauna y flora en el ANP Colima.

La elección del nivel de escala espacial en el estudio es crucial para identificar los atributos necesarios que determinan la presencia o ausencia de las especies investigadas. Trabajar con una escala adecuada asegura que se cumplan los objetivos del estudio y se obtenga una visión clara sobre la distribución y abundancia de las especies.

VIII. RECOMENDACIONES

El Índice de Idoneidad de Hábitat es una herramienta fácil de comprender y aplicar en la evaluación de hábitats. Recomendamos su uso en estudios de identificación de hábitats para diferentes especies, ya que, con conocimientos básicos sobre los requerimientos mínimos de las especies, este índice ofrece una amplia gama de respuestas útiles y prácticas.

Se debe contar con una línea base de investigaciones previas de un grupo taxonómico de preferencia, que permita contar con información más actualizada y precisa, que dará una mejor respuesta de cómo y dónde se encuentran las especies de interés.

Este tipo de estudios son fundamentales para quienes están involucrados en la conservación y protección de los recursos naturales. Proporcionan una línea base en el desarrollo de estrategias especializadas que apoyen a manejadores de áreas protegidas, guardaparques e investigadores. La información obtenida facilita una comprensión más detallada de los recursos y ayuda a implementar prácticas efectivas para su gestión y preservación.

El trabajar en la identificación de sitios prioritarios, es crucial a tener en cuenta, una serie de factores y criterios que aseguren la efectividad y sostenibilidad de las acciones de conservación de los recursos, debido a que permite que los esfuerzos sean orientados a fortalecer estos sitios.

Es importante tener presente la respuesta que tienen las especies antes los cambios que modifiquen el hábitat, todas las especies presentan distintos tipos reacción antes los estímulos externos que afectan su entorno.

Los sitios 2 y 5 que presentaron los valores más bajos, se deben de mantener las siguientes actividades: vigilancia constante para disminuir la presencia humana, continuar con el manejo de las zonas de recuperación natural, seguir con la reforestación de la cobertura vegetal, para mejorar la dinámica de las poblaciones ya existentes.

La réplica de este tipo de estudios debe realizarse por periodos de 5 años como mínimo, ya que este tipo de técnicas podrían ayudar a evaluar otras ANP del país, para unificar criterios que permitan ampliar el conocimiento de cómo se encuentran las ANP, así como mejorar el estado de conservación, monitoreo y manejo.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [INRENA] Instituto Nacional de Recursos Naturales 2008, Caja de herramientas para la gestión de áreas de conservación, fascículo 2: ¿Cómo seleccionar áreas para la conservación? Lima, Perú.
- [IUCN/UNEP/WWF] International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, United Nations Environment Programme, World Wildlife Fund. 1980. World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development. 77 pp.
- [IUCN] Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2016. A Global Standard for the Identification of key Biodiversity Areas. First edition. Gland, Switzerland.
- [MARN – AECI] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Agencia Española de Cooperación Internacional 2006. Plan de Manejo de Área Natural Los Volcanes, El Salvador, 172 pp.
- [MARN] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2003. Estado Actual de las Áreas Naturales Protegidas de El Salvador, El Salvador.
- [MARN] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2012. Catálogo de mapas de zonas críticas prioritarias en humedales Ramsar de El Salvador, Plan Nacional de Mejoramiento de Humedales en El Salvador, El Salvador 50 pp.
- [MARN] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013. Ficha Informativa de los Humedales Ramsar, Complejo Barra de Santiago, El Salvador 86 pp.
- [MARN] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2016, Plan de Manejo del Área Natural Protegida: Montecristo, El Salvador 102 pp.
- [MARN] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2023, Listado oficial de Especies amenazadas y en Peligro de extinción para el Salvador, Diario oficial. Tomo N°441, Número 194, Acuerdo N° 257 pp. 36-58
- [PDRS-GTZ] Programa de Desarrollo Rural Sostenible– Cooperación Técnica Alemana 2009. Sitios Prioritarios y Redes de Conectividad para el Sistema Regional de Conservación de Áreas Naturales de Piura, Perú.

- [SCBD] Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2004, Biodiversity issues for consideration in the planning, establishment, and management of protected area sites and networks, Montreal, Canada.
- [SEMARNAT-INECOL] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Instituto Nacional de Ecología 2006. Anexo 6: Métodos para Identificar Áreas prioritarias de Conservación de la Biodiversidad para el Ordenamiento Ecológico, Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico. México.
- [SERNA/ICF/SAG] Secretaría de Recursos Naturales y ambiente / Instituto de Conservación Forestal / Secretaría de Agricultura y Ganadería. 2011. Análisis de Vacíos y Omisiones de Representatividad Ecológica de la Biodiversidad Marina de Honduras. Océanos, Costas e Islas, Honduras, TNC. 102 pp.
- [SERNANP] Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado 2013. Sitios Prioritarios para la conservación de la Diversidad Biológica, Promoviendo la Gestión Integrada de la Conservación, Documento de trabajo N°2, Lima, Perú. pp. 32
- Aguilar V., P. Maeda, T. Urquiza, M. Kolb, A. Lira-Noriega, P. Koleff, R. Ulloa y E. Muñoz (s.f.). Identificación de sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales: región hidrológica del río Pánuco, México. 15 pp.
- Altamirano. Adison, Echeverría. Cristian, & Lara. Antonio. 2007. Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetacional de las poblaciones amenazadas de *Legrandiaconcinna* (Myrtaceae) del centro-sur de Chile. *Revista chilena de historia natural*, 80(1), p 27-42.
- Amaroli P. 1986. Linderos y geografía económica de Cuscatlán, provincia Pipil del territorio de El Salvador, *Geografía económica de Cuscatlán*. Pp. 41-70.
- Anderson, R.P. y E. Martinez Meyer 2004. Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation*.
- Araya, R., A. Estrada, M. Luna, G. Núñez 2008. Tesis de licenciatura Similitud y diversidad de especies de comunidades de Anuros entre la zona aguas arriba y aguas abajo de la cuenca del

embalse del Proyecto Hidroeléctrico La Angostura, Turrialba. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

Arriaga C. V. Aguilar, J. Espinoza, 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, Capital Natural de México. Vol. II. Estado de Conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, Pág. 433-457.

Beck, M. W., M. Odaya, J. J. Bachant, J. Bergan, B. Keller, R. Martin, R. Mathews, C. Porter, G. Ramseur. 2000. Identification of Priority Sites for Conservation in the Northern Gulf of Mexico: An Ecoregional Plan. The Nature Conservancy, Arlington, Estados Unidos.

Bender, D. J., T. A. Contreras y L. Fahrig. 1998. Habitat loss and population decline: a meta-analysis of the patch size effect. *Ecology*, 79 (2): 517-533.

Bennett, Andrew F. ; Blanch, José Maria, T., & IUCN, Forest Conservation Programme; IUCN, R. O. for M.-A. 2004. Enlazando el Paisaje. El Papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. (U. M. para la N. (UICN), Ed.). San José, Costa Rica: Facultad de Ecología y Medio Ambiente Dark in University – Rusden Campus Clayton, Victoria 3168, Australia.

Bierregaard R.O. Jr., Laurance W.F., Gascon C., Benitez-Malvido J., Fearnside P.M. et al. 2001. Principles of forest fragmentation and conservation in the Amazon. In: Bierregaard R.O. Jr., Gascon C., Lovejoy T.E. and Mesquita R.C.G. (eds) *Lessons from Amazonia: The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest*. Yale University Press, New Haven, Connecticut, pp. 371–385.

Bolen, E.G; Robinson, W.L. 2003. *Wildlife Ecology and Management*. 5th edition. Prentice Hall. 634p.

Bonaventura, S., R. Tecchi, V. Cueto, M. Sánchez. 1991. Patrón de uso de Habitat en roedores Cricetidos en la Reserva de Biosfera Laguna de Pozuelos. 11p.

Boshier, DH. 2004. Agroforestry systems: important components in conserving the genetic viability of native tropical tree species? In Schroth, G; Fonseca, GAB da, Harvey, CA; Gascon, C; Vasconcelos, H; Izac, A. Eds. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, DC, Island Press, 290-313.

- Bruce S. Kernan y Francisco Serrano, 2010. Informe sobre los Bosques Tropicales y la Biodiversidad en El Salvador. Pp. 134.
- Carracedo V. M., 2008. Impactos bióticos de las infraestructuras hidroeléctricas. El caso del Nansa (Cantabria). CONAMA10.
- Castaño-Villa G. 2006. Áreas Protegidas, Criterios para su selección y Problemáticas en su conservación. Boletín científico, Museo de Historia Natural, Colombia. Vol. 10, pags. 79-101.
- Ceballos, G. 1999. Áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos en México. Biodiversitas. 27: p 1-8.
- Chávez, H. M.J. Gonzales, P. de la Rosa 2014. Metodologías para Identificar áreas Prioritarias para Conservación de Ecosistemas Naturales, Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 6 (27) pp. 8-23.
- Chuprine, A. 2006. Desarrollo rural en América Central, Antecedentes y Perspectivas. Material didáctico para los cursos de Gestión Comunitaria en el CATIE.
- Cimé-Pool José A., Silvia F. Hernández-Betancourt, Roberto C. Barrientos y Alejandro A. Castro-Luna. 2010. Diversidad de Pequeños Roedores en una selva baja caducifolia espinosa del noreste de Yucatán, México, THERYA, Mes de Abril, Vol.1 (1): p 23-40.
- Cole, D. y G. Stankey 1998, Historical Development of Limits of Acceptable Change: Conceptual Clarifications and Possible Extensions. En: Proceedings – Limits os Acceptable Change and Related Planning Processes: Progress and Future Directions. United States Department of Agriculture, Pág. 5 – 9.
- Correa Do Carmo, AP. 2000. Evaluación y diseño de un paisaje fragmentado para la conservación de la biodiversidad. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 7-28.
- Cuevas M. 2013. Análisis de sitios prioritarios para la conservación en la Sierra Madre Oriental, Agencia Alemana de Cooperación al Desarrollo (GIZ) Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), México.

- Daugherty H. E. 1972. The impact of man on the zoogeography of El Salvador. *Biological Conservation* 4(4):273-278.
- David Browning, *El Salvador: La Tierra y El Hombre*, p. 260.
- De la Peña Baez A. 2014. Evaluación de Hábitat para cinco especies de mamíferos no voladores como insumo para una propuesta de acciones de Conservación, en coberturas cercanas a carreteras del Santuario de fauna y flora Otún Quimbaya, Risaralda, Colombia. Pp. 122.
- Delcourt, P. A. y H. R. Delcourt. 1992. Ecotone dynamics in space and time. ch. 2. En: Hansen A. J. & F. di Castri (eds.). *Landscape boundaries: consequences for biotic diversity and ecological flows*. Springer-Verlag.
- Delfín-Alfonso, C. S. Gallina-Tessaro, C. López-González 2011. El Hábitat: Definición, Dimensiones y Escalas de Evaluación para la Fauna Silvestre, *Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna*, Gallina, S y C. López-González (Ed.), México. 377 pp.
- Didham, R. K. 1997. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in Central Amazonian.
- Domínguez-Castellanos, Felipe Pimentel L. y Gerardo Ceballos. 2007. Uso de hábitat de Roedores Arborícolas en la Selva Seca de la Reserva de la Biosfera Chamela - Cuixmala, Jalisco, *Revista Mexicana de Mastozoología* vol. 11, p 21-33.
- Eken, G., L. Bennun, T. Brooks, W. Darwall, L. Fishpool, M. Foster, D. Konx, P. Langhammer, P. Matiku, E. Radford, P. Salaman, W. Sechrest, M. Smith, S. Spector, A. Tordoff 2004. Key Biodiversity Areas as Site Conservation Targets, *BioScience*, Vol 54 (12) pp. 1110-1118
- López-Barrera. 2004. Estructura y función en bordes de bosques. *Ecosistemas* 13 (1): 67-77.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Reviews on Ecology, Evolution and Systematic*, 34: 487-515.
- FAO, 1974. *El Salvador – Zonificación Agrícola–FaseI*, p.576.
- Fiona A. Reid. 2009. *A Field Guide to the Mammals of Central America & southeast Mexico*, Second edition. Pp. 346.

- Fletcher R. J. Jr., Leslie Ries, James Battin, and Anna D. Chalfoun. 2007. The role of habitat area and edge in fragmented landscapes: definitively distinct or inevitably intertwined?. *REVIEW SYNTHESIS*, 1017–1030 p.
- Forman, R. T. T. 1997. *Land Mosaics, The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press. 632p.
- Forman, R. T. T., and M. Godron. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, New York. 619 pp.
- Frazier. S. 1999. *Visión General de los Sitios Ramsar “Una sinopsis de los humedales de importancia internacional en el mundo*. Wetlands International. vi + 42 pp.
- Frost, D.R., T. Grant, J. Faivovich, R.H. Bain, A. Haas, C.F.B. Haddad, R.O. de Sá, A. Channing, M. Wilkingson, S.C. Donnellan, C.J. Raxworthy, J.A. Campbell, B.L. Blotto, P. Moller, R.C. Drenes, R.A. Nussbaum, J.D. Lynch, D.M. Green y W.C. Wheeler. 2006. *The Amphibian Tree of Life*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. Number 297. Central Park West 79th Street New York. 370 pp.
- Gallina–Tessaro, S. y C. López–González (Eds.).2012. Cap. 4 *El Hábitat: Definición, Dimensiones y Escalas*. *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE–Semarnat. México, D.F. 377 pp.
- García, D. 2011. Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. *Revista Ecosistemas*, 20(2), 1–10 p.
- Granizo, T., E. Secaira, M. Molina. 2006. *Objetos de Conservación*, En *Manual de planificación para la conservación de áreas, PCA. TNC/USAID*. Quito, Ecuador. Pp. 28 – 31.
- Gurrutxaga, M. San Vicente. y Lozano, V. Pedro. J. 2008. *Ecología del Paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre*. *Estudios Geográficos*, LXIX, 265, 519-543 p.
- Hall, L.S., P.R. Krausman y M.L. Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25:173–182.

- Hansen, C.G. 1980. Habitat Evaluation. Pp. 320–335. En: Monson. G y L. Summer (eds.). The Desert Bighorn: its life history, ecology and management. The University of Arizona Press.
- Hansson, L. 2002. Mammal movements and foraging at remnant woodlands inside coniferous forest landscapes. *forest Ecology and Management*, 160: 109-114.
- Harper, K. A., S. E. MacDonald, P. H. Burton, J. Chen, K. D. Brososke, S. C. Saunders, E. S. Euskirchen, D. Roberts, M. S Jaiteh y P Esseen. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, 19(3): 768-782.
- Hernández, B. Silvia. F. 2003. Dinámica Poblacional de *Heteromys gaumeri* Allen y Chapman, 1987, en una selva media del Sur de Yucatán, México. Tesis para optar al grado de Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. 266 p.
- Hernández-Ramírez A. 2014. En el Umbral de la Extinción. CONABIO, Boletín Bio-diversitas 113:1-7.
- Herrera, C. A. 2017. Caracterización Florística-Estructural, Diversidad y Dinámica de la Vegetación en Guaduas, Cundinamarca, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 172 pp.
- Herrera N., Ibarra Portillo R., & Rivera R. 2001. Estudio Flora y Fauna del Área Natural de Colima, Cuscatlán. ALFALIT - Fondo Iniciativa para las Américas, El Salvador (Fiaes). 43 pp.
- Holdridge L. R. 1975 Mapa Ecológico de El Salvador, memoria explicativa. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador. 98 pp.
- Ims, R. A. y H. P. Andreassen. 1999. Effects of experimental habitat fragmentation and connectivity on root vole demography. *Journal of Animal Ecology*, 68: 839-852.
- Jardel, M. 2015. Guía para la caracterización y clasificación de los hábitats forestales, Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), México, 118 pp.
- Johnson, M.D. 2007. Measuring habitat quality: a review. *The Condor* 109:489–504.
- Kapos, V. E. Wandelli, J. L. Camargo y G. Ganade. 1997. Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia. ch. 3. En: Laurance W. F.

- & R. O. Bierregaard (eds.) Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. University of Chicago Press, Chicago.
- Köhler, G., M. Veselý & E. Greenbaum. The amphibians and reptiles of El Salvador, Malabar, Florida.
- Landert, K. 2016, Comparing Photographic and GIS-based Applications for Estimating Canopy Cover in Southern Appalachian Bogs. The National Conference on Undergraduate Research (NCUR), University of North Carolina at Asheville, North Carolina. pp. 67 - 73
- Larson, M., W. Dijak, F. Thompson, J Millspaugh. 2003 Landscape-level Habitat Suitability Models for Twelve Wildlife Species in Southern Missouri. Estados Unidos, 58 pp.
- Lauer, 1954. Las formas vegetales de El Salvador. Comun. Inst. Trop de Invest. Ci. Univ. de El Salvador. 3: 41-45.
- Laurance, W.F., H. L. Vasconcelos y T. E. Lovejoy. 2000 b. Forest loss and fragmentation in the Amazon: implications for wildlife conservation. *Oryx*, 34 (1), 39-45.
- Levins, R. 1969. Some Demographic and Genetic Consequences of Environmental Heterogeneity for Biological Control. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 15(3) pp. 237 – 240.
- Litvaitis, J.A., K. Titus y E.M. Anderson. 1994. Measuring vertebrate use of territorial hábitats and foods. Pp. 254–274. En: Bookhout, T.A. (ed.). *Research and management techniques for wildlife and habitats* (5a. ed.). The Wildlife Society, Bethesda, Maryland.
- Loehle, C. y B. Li 1996. Habitat destruction and the Extinction Debt Revisited. *Ecological Applications* 6(3), pp 784 – 789.
- López-Pérez R. y F. Becerril-Morales 1999. ¿Meta... que? ¡Metapoblación! *Ciencia y Mar* 3(9) pp. 29 – 36.
- MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography, *Evolution* 17: 373-87.

- Mandujano, S., S. Gallina, G. Arceo y L.A. Pérez–Jiménez. 2004. Variación estacional del uso y preferencia de los tipos vegetacionales por el venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 20:45–67.
- Margules C. R, Pressey, P, Williams 2002. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation, *J. Biosci.* Vol. 27 Pág. 309-326.
- McGarigal, K. and Marks, J. Barabara. 1994. Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying Landscape Structure, Version 2.0. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis, 141 p.
- McNeely J. K. Miller, W. Reid, R. Mittermeier, T. Werner, 1990. *Conserving the World, Biological Diversity*, IUCN, Switzerland; WRI, CI, WWF-US, World Bank, Washington, D.C. 196pp.
- Mercado, A. T. Galván, K. Diaz, J. Céspedes, C. López, A. Tello, R. Zárate, J. Palacios, G. Gallardo, R. Sáenz. 2016. Identificación de sitios prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en el departamento de Loreto, Iquitos, Perú.
- Mindreau, M. R. Vásquez, L. Lucio, C. Arnillas, A. Tobar, J. Álvarez, M. Romo, M. Leo 2013. Criterios, metodología y lecciones aprendidas para la identificación de zonas prioritarias para la conservación de la biodiversidad, Perú.
- Monge, J. 2008. Estructura poblacional y actividad reproductiva de la rata de campo (*Sigmodon hirsutus*) durante un ciclo de producción de maní (*Arachis hypogaea*) en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 32(2): 161- 167.
- Montenegro-Gonzalez J; Acosta A. 2010. Habitat preference of *Zoantharia* genera depends on host sponge morphology. *Universitas Scientiarum. Pontificia Universidad Javeriana Colombia* 15 (2): 110-121.
- Morrison, M. L., Marcot B. G. and Mannan R. W.. 1998. *Wildlife habitat relationships: concepts and applications*. 2nd ed. The Univ. of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin, 435 pp.
- Morrison, M. L; Marcot, B.G; William Mannan,M. 2006. *Wildlife habitat relationships: concepts and applications*. Third Edition. Island Press. United States of America. 493p.

- Múgica, M, José Vicente de Lucio Fernández; Carlota Martínez Alandi; Pablo Sastre Olmos; José Antonio Atauri-Mezquida y Carlos Montes del Olmo. La información referente a Andalucía ha sido elaborada por Hermelindo Castro Nogueira, Fernando Molina Vázquez y M. Rosario García Mora. 2002. Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos. Dirección General de la RENP y Servicios Ambientales Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía.
- Mundubat 2008. Plan de manejo del Área Natural Montaña de Cinquera, comisión europea, El Salvador 88 pp.
- Muñoz, M., H. Núñez, J. Yáñez 1997. Libro rojo de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en Chile, Ambiente y Desarrollo Vol. 3 (2) pp. 90-99.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. Trends in Ecology and Evolution, 10(2), 58-62.
- O'Shea M. y Tim Halliday. 2002. Manuales de Identificación, Reptiles y Anfibios. Ediciones Omega. Pp. 256.
- Ochoa-Gaona, S. 2001. Traditional Land-use systems and patterns of forest fragmentation in the highlands of Chiapas, Mexico. Environmental Management, 27(4): 571-586.
- Owen J. G. and Luis Girón. 2012. Revised checklist and distributions of land mammals of El Salvador. Occasional Papers, Museum of Texas Tech University, p 32.
- Palacio-Prieto, J. L., J. López-García, G. Bocco, M. Palma M., A. Velásquez, I. Trejo-Vázquez, J. F. Mas, A. Peralta H., F. Takaki-Takaki, J. Prado-Molina, A. Victoria, A. Rodríguez-Aguilar, L. Luna-González, R. Mayorga-Saucedo, G. Gómez-Rodríguez y F. González M. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional-2000. Nota Técnica. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, 43: 183-203.
- Peck, S.L., 2000. A Tutorial for Understanding Modeling Papers for the Nonmodeler. American Entomologist 46(1): 40-49.

- Pérez Rivas, G. y Chávez Castro N. 1986. La Reforma Agraria como mecanismo de redistribución en El Salvador, Fase I y II (1980 – 1984). Universidad Centroamericana Jose Simeón Cañas. San Salvador, marzo.
- Pinto Ledezma J. N. 2009. Determinación de áreas de protección especial para la conservación de aves migrantes en la Reserva Mar Chiquita. Programa de Posgrado en Manejo de Vida Silvestre. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.
- Ranney, J. W., M. C. Bruner y J. B. Levenson. 1981. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands, p. 67-95. en: R. L. Burgess & D. M. Sharpe (eds.). *Forest Island Dynamics in Man-Dominated Landscapes*. Springer-Verlag, Nueva York.
- Ries y Sisk. 2004. A predictive model of edge effects. *Ecological Society of America. Ecology*, 85(11), 2917–2926p.
- Ries y Sisk. 2008. Butterfly edge effects are predicted by a simple model in a complex landscape. *Oecologia*. Tomo 156:75–86p.
- Ries y Sisk. 2010. What is an edge species? The implications of sensitivity to habitat edges. *Oikos* 119: 1636–1642p.
- Ruán, I. Tejada. 2006. Efectos de la fragmentación sobre las comunidades de pequeños mamíferos en remanentes de Bosques Mesófilo de Montaña del centro de Veracruz. Tesis para optar al grado de Master en Ciencias Ecológicas y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, 76 p.
- Samudio, R. J. Pino, F. Reid 2016. *Nyctomys sumichrasti*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016; e.T14999A115124642. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T14999A22376963.en>.
- Santos-Barrera, G., L. Canseco-Márquez, G. Köhler, M. Acevedo. 2010. *Dendropsophus robertmertensi*. The IUCN Red list of Threatened Species 2010: e.T55628A11343817. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T55628A11343817.en>
- Saunders, D. A., R. J. Hobbs & C. R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, 5(1): 18-32.

- Schamberger, M., A. H. Farmer, and J. W. Terrell. 1982. Habitat suitability index models: introduction. U.S.D.I. Fish and Wildlife Service. FWS/OBS-82/10. 2 pp.
- Schweiger, E. W., J. E. Diffendorfer, R. D. Holt, R. Pierotti y M. S. Gaines. 2000. The interaction of habitat fragmentation, plant, and small mammal sucesion in an old field. *Ecological Monographs*, 76(3): 383-399.
- Sekgororoane, G. B. y T. G. Dilworth. 1995. Relative abundance, richness, and diversity of small mammals at induced forest edges. *Canadian Journal of Zoology*, 73(8): 1432-1437.
- SEMA-MAG, 1994. Sistema Salvadoreño de Áreas Protegidas, p. 190
- Shamberger, M. y W.B. William 1982, Status of the Habitat Evaluation Procedures, US fish and wildlife Publications. 48. Pág. 154 – 164.
- Short, H. L. 1984. Habitat suitability index models: The Arizona guild and layers of habitat models. U.S. Fish Wildlife Service. FWS/OBS-82/10.70. 37 pp.
- Spellerberg, I. F. y D. W. Sawyer. 1999. An introduction to applied biogeography. Cambridge University Press, U.K.
- Stamps, J. A., M. Buechner y V. V. Krishnana. 1987. The effect of edge permeability and habitat geometry on emigration from patches of habitat. *The American Naturalist*, 129(4): 533- 552.
- Tejedo, P. 2008. Impacto de la intensificación agraria sobre la biodiversidad. Implicaciones para una gestión agrícola sostenible. Congreso Nacional del Medio Ambiente
- Thome, Joseph. R. 1984. Reforma Agraria en El Salvador.
- Turton, S. M. y H. J. Freiburger. 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical remnant on the Atherton Tableland, Northeastern Australia. ch. 4. En: Laurance W. F. & R. O. Bierregaard (eds.) *Tropical Forest Remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago.
- U.S. Fish and Wild life Service. 1981. Standards for the Development of Habitat Suitable Index Models. Division of Ecological Services U.S. Fish and Wildlife Service Departmet of the Interior, Washington, D.C.

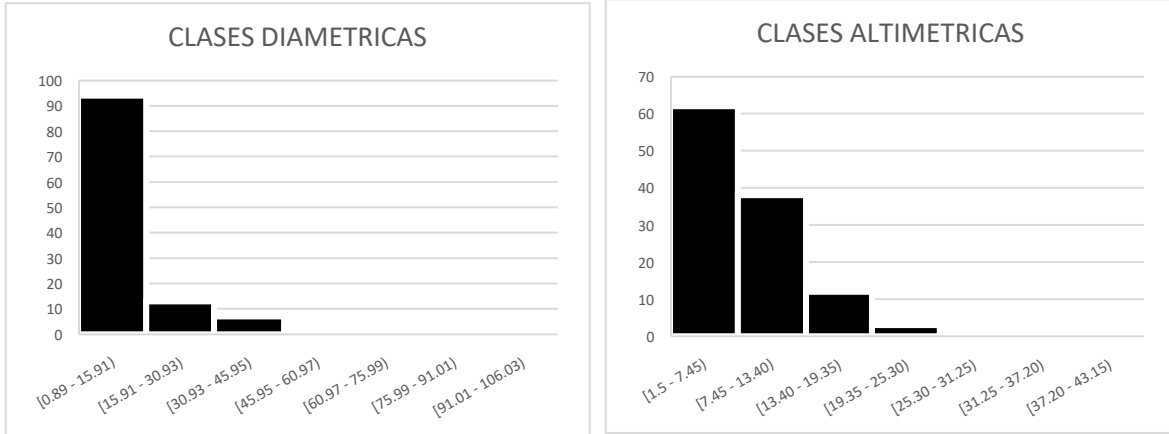
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1980. Habitat evaluation procedures (HEP), Division of ecological Services, Washington, D.C. 127 pp. consultado en: <https://www.fws.gov/policy/ESM102.pdf>
- U.S. Fish and Wildlife Service. 1991. Habitat Evaluation Procedure (HEP). Division of Ecological Services, Department of the Interior, Washington, D.C.
- Valle A., Villacorta J., Zelaya C. 2003. Estudio de fragmentación del bosque de la cuenca del Río Lempa y sus implicaciones en el Corredor Biológico Mesoamericano: el caso de El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, para optar al grado de Ingeniero Agrónomo, p 124.
- Van Home, Beatrice, and John A. Wiens. 1991. Forest Bird Habitat Suitability Models and the Development of General Habitat Models. U.S. Fish Wildl. Serv., Fish Wildl. Res. 8. 31 pp.
- Vargas, F., F. Castro. 1999. Distribución y preferencias de Microhabitat en Anuros (Amphibia) en Bosque Maduro y Áreas Perturbadas en Anchicayá, Pacífico Colombiano. *Caldasia* 21 (1), pp 95-109.
- Vásquez-Muñoz J. L. and G. J. Castaño Villa. 2008. Identificación de áreas prioritarias para la conservación de la avifauna en la zona urbana del municipio de Medellín, Colombia, *Bol Cient Mus Hist. Nat*, vol. 12, pp. 51–61.
- Vreugdenhil D. M. Machado, J. Linares, C. Henríquez 2011. Racionalización del Sistema de Áreas Naturales Protegidas de la República de El Salvador, Informe Final, World Institute for Conservation and Environment (WICE), El Salvador 162 pp. Revisado en: http://apps3.marn.gob.sv/bookman/show_document.php?resource_id=118
- Wales, B. A. 1972. Vegetation analysis of northern and southern edges in a mature oak-hickory forest. *Ecological Monographs*, 42: 451-471.
- Whitmore TC. 1990. An introduction to tropical rain forest. Oxford: Clarendon Press.
- Williams P.H. J. Humphries, I. Vane-Wright 1991. Measuring Biodiversity: Taxonomic Relatedness for Conservation Priorities. *Australian Systematic Botany*, 4 pp. 665-679.
- Williams-Linera, G., 1993. Vegetación de bordes de un bosque nublado en el Parque Ecológico Clavijero, Xalapa, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 41 (3): 443-453.

Yarrow, G. .2009. Habitat Requirements of Wildlife: Food, Water, Cover and Space. Forestry and Natural Resources. FactSheet (14): 1-5.

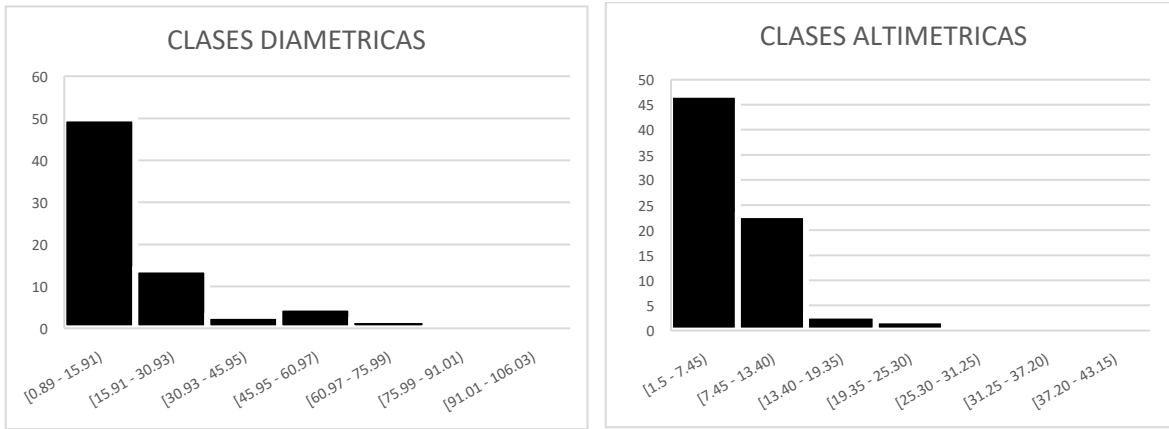
ANEXOS

ANEXO 1: CLASES DIAMÉTRICAS Y ALTIMÉTRICAS

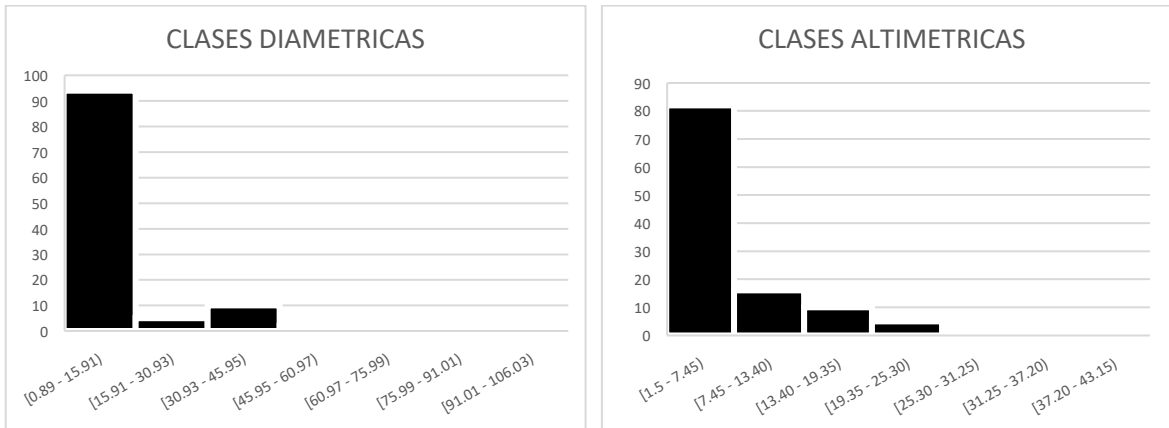
CLASES DIAMÉTRICAS Y ALTIMÉTRICAS DEL SITIO 1



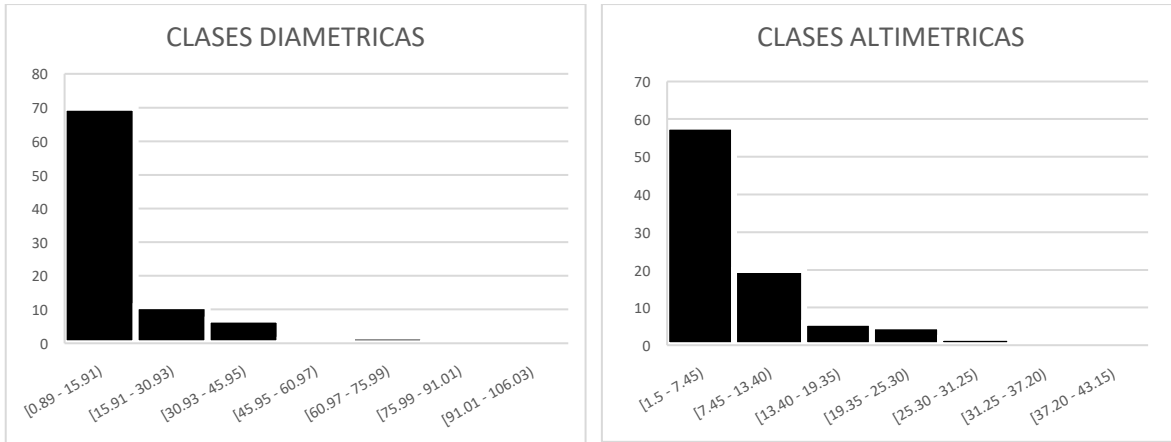
CLASES DIAMÉTRICAS Y ALTIMÉTRICAS DEL SITIO 2



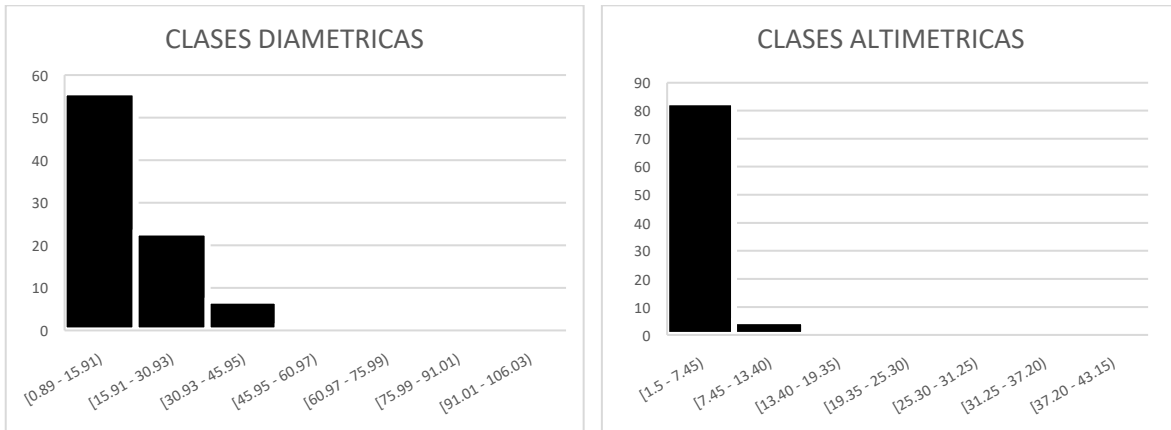
CLASES DIAMÉTRICAS Y ALTIMÉTRICAS DEL SITIO 3



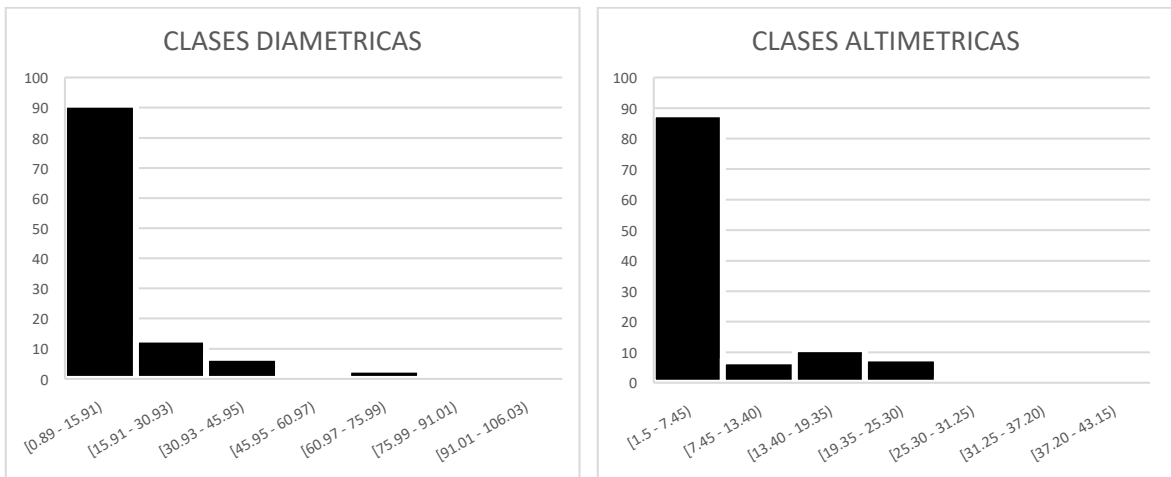
CLASES DIAMÉTRICAS Y ALTIMÉTRICAS DEL SITIO 4



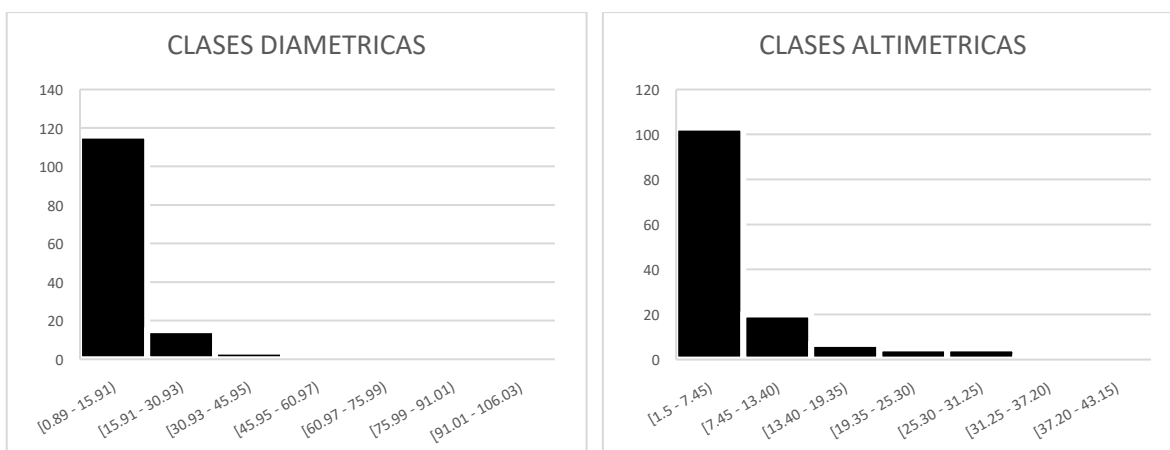
CLASES DIAMÉTRICAS Y ALTIMÉTRICAS DEL SITIO 5



CLASES DIAMÉTRICAS Y ALTIMÉTRICAS DEL SITIO 6



CLASES DIAMÉTRICAS Y ALTIMÉTRICAS DEL SITIO 7



ANEXO 2: ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS, PORCIÓN 2, ANP COLIMA.

| N° | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | CAN T | SITIOS DE ENCUENTRO | | | | | | | MAR N | |
|----|----------------|--|------------------|-------|---------------------|---|---|---|---|---|---|-------|----|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 1 | Acanthaceae | <i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm. | Cordoncillo | 6 | | | | | | | x | | -- |
| 2 | Adoxaceae | <i>Viburnum hartwegii</i> Benth. | Quina | 5 | | | x | | | | | | -- |
| 3 | Anacardiaceae | <i>Spondias</i> sp. | Jocote de iguana | 5 | x | x | | x | x | x | | | -- |
| 4 | | <i>Spondias mombin</i> L. | Jocote jobo | 5 | | x | | x | | | | x | -- |
| 5 | Annonaceae | <i>Annona reticulata</i> L. | Anono montes | 1 | | x | | | | | | | -- |
| 6 | Apocynaceae | <i>Plumeria alba</i> L. | Amapolo | 2 | | | | | | | x | | -- |
| 7 | | <i>Rauwolfia tetraphylla</i> L. | Amate de río | 1 | | | | | | | | x | -- |
| 8 | | <i>Stemmadenia donnel-smithi</i> Rose | Cojón de puerco | 20 | x | x | x | x | x | | | | -- |
| 9 | | <i>Tabernaemontana</i> sp. | Desconocido | 2 | | | | | | | x | x | -- |
| 10 | Araliaceae | <i>Dendropanax arboreus</i> L. | Mano de león | 4 | | | | | | | | x | -- |
| 11 | Bignonaceae | <i>Crescentia alata</i> Kunt | Morro | 12 | | x | | | x | x | | | -- |
| 12 | | <i>Dolichandra unguis-cati</i> L. | Uña de gato | 2 | x | | | | | | | | -- |
| 13 | | <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC. | Maquilishuat | 3 | | x | | x | x | | | | -- |
| 14 | Bixaceae | <i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng. | Tecomasuche | 15 | x | | x | | x | x | | | -- |
| 15 | Boraginaceae | <i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult. | Tihuilote | 1 | | x | | | | | | | -- |
| 16 | | <i>Cordia alliodora</i> Ruiz & Pav. | Laurel | 9 | x | x | | x | | x | | | -- |
| 17 | | <i>Ehretia latifolia</i> DC. | Manzanita | 1 | | | | | | | x | | -- |
| 18 | Burseraceae | <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. | Jiote | 22 | x | x | x | x | | x | | | -- |
| 19 | Calophyllaceae | <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess. | Barillo | 2 | | | | | | | | x | -- |
| 20 | Cannabaceae | <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume | Pie palomo | 1 | | | x | | | | | | -- |
| 21 | Celastraceae | <i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega | Cancerina | 3 | | | | | | | x | | -- |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|---------------|---|---------------|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 61 | | <i>Maclura tinctoria</i> L. | Palo mora | 4 | | x | | x | | x | | A |
| 62 | Polygonaceae | <i>Coccoloba floribunda</i> (Benth.) Lindau | Iril | 1 | | | | | | x | | -- |
| 63 | | <i>Coccoloba uvifera</i> L. | Papaturro | 1 | | | x | | | | | -- |
| 64 | | <i>Triplaris melaenodendron</i> Bertol. | Mulato | 3 | | x | | | x | | x | |
| 65 | Primulaceae | <i>Ardisia revoluta</i> Kunth | Cerezo | 9 | | | | | | | x | -- |
| 66 | Rhamnaceae | <i>Karwinskia calderonii</i> Standl. | Huilihuishte | 1 | | | x | | | | | -- |
| 67 | Rubiaceae | <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC. | Chintorolo | 10 | | | x | | | x | x | -- |
| 68 | | <i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC. | Salamo | 14 | x | x | x | x | | x | | -- |
| 69 | | <i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc. | Quina | 3 | x | | | x | | | | -- |
| 70 | | <i>Genipa americana</i> L. | Irayol | 16 | x | | x | | | x | | -- |
| 71 | | <i>Randia aculeata</i> L. | Crucito | 5 | x | | | x | | x | | -- |
| 72 | | <i>Randia obcordata</i> S. Watson | Quintero | 1 | | | | | | x | | -- |
| 73 | | <i>Randia thurberi</i> S. Watson | Tintero | 5 | | x | | x | | | | -- |
| 74 | Sapindaceae | <i>Allophylus racemosus</i> Sw. | Huesito | 87 | x | x | x | x | x | x | x | -- |
| 75 | Simaroubaceae | <i>Simarouba glauca</i> DC. | Aceituno | 1 | | | | | | | x | -- |
| 76 | Urticaceae | <i>Cecropia peltata</i> L. | Guarumo | 1 | x | | | | | | | -- |
| 77 | | <i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. | Chichicaste | 3 | | x | | | | | | -- |
| 78 | -- | Sp1 | Arracao | 1 | | x | | | | | | -- |
| 79 | -- | Sp2 | Desconocida 1 | 1 | | x | | | | | | -- |
| 80 | -- | Sp3 | Zopilocuajo | 1 | | x | | | | | | -- |
| 81 | -- | SP4 | Desconocido | 34 | | | | | x | | x | -- |

A=Amenazada

ANEXO 3: ESPECIES DE ANFIBIOS REPORTADOS PARA LA PORCIÓN 2, ANP COLIMA.

| N° | FAMILIA | NOMBRE CIENTIFICO | NOMBRE COMÚN | SITIOS | | | | | | | Generalista/ Especialista | MARN | UICN | |
|----|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|------------------------------|------|------|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | |
| 1 | Bufonidae | <i>Incilius coccifer</i> | Sapo pustuloso | | | x | | | | | G | -- | LC | |
| 2 | | <i>Incilius luetkenii</i> | Sapo amarillo | x | | | x | | x | | G | -- | LC | |
| 3 | | <i>Rhinella horribilis</i> | Sapo de caña | | x | | | | | x | | G | -- | LC |
| 4 | Caecilidae | <i>Dermophis mexicanus</i> | Tepecua | | | | | | | x | E | A | VU | |
| 5 | Hylidae | <i>Dendropsophus robertmertensi</i> | Ranita amarilla de Mertens | | | x | | x | | | E | -- | LC | |
| 6 | | <i>Scinax staufferi</i> | Rana arborícola de Stauffer's | | | x | | x | | x | E | -- | LC | |
| 7 | | <i>Smilisca baudinii</i> | Rana arbórea de baudin | | | | | | | x | x | E | -- | LC |
| 8 | | <i>Trachycephalus typhonius</i> | Rana lechera común | | | x | | | | | | E | -- | LC |
| 9 | Leptodactylidae | <i>Engystomops pustulosus</i> | Sapito tungara | | x | x | | x | x | | G | -- | LC | |
| 10 | | <i>Leptodactylus fragilis</i> | Rana de labios blancos | x | | | x | x | | x | G | -- | LC | |
| 11 | | <i>Leptodactylus melanonotus</i> | Ranita de hojarasca | x | | | | x | | | G | -- | LC | |
| 12 | Microhylidae | <i>Hypopachus ustus</i> | Sapo-boca angosta huasteco | | | x | x | | | | E | -- | LC | |
| 13 | Ranidae | <i>Lithobates forreri</i> | Rana leopardo de Forrer | x | | x | | | | | G | A | LC | |

G=Generalista, E= Especialista A=Amenazada, LC= Least Concern

ANEXO 4: ESPECIES DE MICROMAMIFEROS REPORTADOS PARA LA PORCIÓN 2, ANP COLIMA.

| N° | FAMILIA | NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | SITIOS | | | | | | | GENERALISTA / ESPECIALISTA | MAR N | UIC N |
|----|--------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|----------------------------|-------|-------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| 1 | Cricetidae | <i>Baiomys musculus</i> | Ratón pigmeo sureño | | | x | | | | | E | -- | LC |
| 2 | | <i>Handleyomys rostratus</i> | Rata arrocera de Veracruz | | | x | | | | | G | -- | LC |
| 3 | | <i>Nyctomys sumichrasti</i> | Rata vespertina centroamericana | x | | | | | | | E | -- | LC |
| 4 | | <i>Oligoryzomys fulvescens</i> | Rata arrocera pigmea | | | x | | | | x | G | -- | LC |
| 5 | | <i>Oryzomys couesi</i> | Rata arrocera de Coues | | | x | | | | | G | -- | LC |
| 6 | | <i>Ototylomys phyllotis</i> | Rata trepadora orejas grandes | | | | | | | x | E | -- | LC |
| 7 | | <i>Reithrodontomys fulvescens</i> | Ratón cosechador | | | | x | x | x | | G | A | LC |
| 8 | | <i>Reithrodontomys gracilis</i> | Ratón cosechero delgado | | | x | | x | | x | G | -- | LC |
| 9 | Heteromyidae | <i>Heteromys salvinii</i> | Ratón espinoso de salvín | | | | | | x | E | -- | LC | |
| 10 | Didelphidae | <i>Marmosa mexicana</i> | Tlacuache ratón mexicano | | | | X | | | x | E | -- | LC |

G=Generalista, E= Especialista A=Amenazada, LC= Least Concern