



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



**“SEGUIMIENTO AMBIENTAL PUERTO DE MANZANILLO  
PROGRAMA MAESTRO DE DESARROLLO PORTUARIO 2000-  
2010”**

**LICITACIÓN PÚBLICA NO. LA-009J3B001-E71-2021**

**Monitoreo de las lagunas: Valle de las Garzas, San Pedrito y  
Cuyutlán**

**FAUNA**

**INFORME. - ENERO - JULIO 2022**

**Responsable técnico del programa: Dr. Andrés García Aguayo**

**Coordinador técnico del proyecto: Dr. Manuel Patiño Barragán**



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

## ÍNDICE

<b><i>I. Introducción.....</i></b>	<b>8</b>
<b>I.1. Antecedentes .....</b>	<b>9</b>
<b>I.2. Objetivos del programa.....</b>	<b>11</b>
<b>I.2.1. Objetivo General.....</b>	<b>11</b>
<b>I.2.2. Objetivos particulares.....</b>	<b>11</b>
<b><i>II. Indicadores ambientales y metas del programa.....</i></b>	<b>12</b>
<b><i>III. Descripción de trabajos-metodología empleada.....</i></b>	<b>12</b>
<b>III.1 Área de estudio.....</b>	<b>12</b>
<b>III.2 Listado de especies de potencial registro y su estado de conservación.     .....</b>	<b>13</b>
<b>III.3 Sitios de muestreo para el registro de especies y monitoreo de indicadores.....</b>	<b>14</b>
<b>III.4 Actividades en campo y registro de especies .....</b>	<b>19</b>
<b>III.5. Actividades de gabinete.....</b>	<b>21</b>
<b>III.5.1. Integración de una base de datos. ....</b>	<b>21</b>
<b>III.5.2. Análisis de datos .....</b>	<b>22</b>
<b><i>IV. Resultados.....</i></b>	<b>24</b>
<b>IV.1 Listado de especies de potencial registro y su estado de conservación     .....</b>	<b>24</b>
<b>IV.2 Registro de especies en campo y medición de indicadores .....</b>	<b>24</b>
<b>IV.2.1. Condición durante el muestreo. ....</b>	<b>24</b>
<b>IV.2.2. Composición y riqueza, estado de conservación.....</b>	<b>32</b>
<b>IV.2.3. Distribución espacial de la riqueza, abundancia, abundancia relativa y diversidad por áreas de muestreo.....</b>	<b>38</b>
<b>IV.2.4. Distribución de especies por gremio.....</b>	<b>45</b>



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

<b>V. Interpretación de resultados desde una perspectiva integral .....</b>	<b>45</b>
<b>V.I. Consideraciones generales .....</b>	<b>47</b>
<b>Caracterización de las áreas de muestreo .....</b>	<b>62</b>
<b>El caso de las especies NOM059 y endémicas. ...¡Error! Marcador no definido.</b>	
<b>VI. Conclusiones .....</b>	<b>63</b>
<b>VII. Bibliografía .....</b>	<b>67</b>
<b>VIII. Anexo fotográfico.....</b>	<b>69</b>
<b>IX Responsables.....</b>	<b>73</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Coordenadas puntuales UTM (Q13N) de los sitios de muestreo. ....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 2. Cronograma aproximado durante los tres días de muestreo para las actividades realizadas por sitio durante los muestreos mensuales de enero a julio 2022. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 3. Especies registradas durante los muestreos de enero a julio 2022 y su estado de conservación. ....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4. Acumulación de especies registradas a julio (2021-2022), endémicas (e) o en riesgo (+). ....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 5. Índice de similitud de especies estimado para los meses de muestreo. .</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 6. Presencia – ausencia de especies de enero a julio 2022 por sitio, su abundancia y frecuencia .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 7. Índice de similitud de especies a través de los sitios de muestreo entre enero y julio 2022. ....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 8. Valores de riqueza, abundancia y diversidad determinados para el total de especies registradas en cada ciclo de muestreo.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 9. Comparación de los valores de los indicadores registrados por periodo de muestreo en Las Garzas y San Pedrito.....</i>	<i>49</i>



*Tabla 10. Valores del índice de Jaccard para la similitud de especies por periodo en Las Garzas y San Pedrito..... 50*

*Tabla 11. Valores de los indicadores por ciclo de muestreo y categoría de frecuencia de presencia. .... ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla 12. Estacionalidad en los indicadores empleados..... ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla 13. Estacionalidad en los indicadores empleados en general durante los ciclos de muestreo. .... ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla 14. Valor de los indicadores en las cuatro áreas de muestreo..... ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla 15. Comparación de los indicadores por ciclo en las lagunas Valle de las Garzas y San Pedrito. .... ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla 16. Especies NOM059 y abundancia registrada en las áreas de muestreo. .... ¡Error! Marcador no definido.*

*Tabla 17. Especies endémicas y abundancia registrada en las áreas de muestreo. .... ¡Error! Marcador no definido.*

## ÍNDICE DE FIGURAS

*Figura 1. Ubicación de la Laguna del Valle de las Garzas, San Pedrito y Tapeixtles ..... 13*

*Figura 2. Ubicación del área de estudio y zonas de muestreo en los tres cuerpos lagunares..... 15*

*Figura 3. Ubicación de los sitios de muestreo (en rojo) dentro de la Laguna del Valle de las Garzas. .... 16*

*Figura 4. Ubicación de los sitios de muestreo (en rojo) dentro de la Laguna San Pedrito..... 17*

*Figura 5. Ubicación de los sitios de muestreo (en rojo) dentro de la Laguna de Cuyutlán..... 18*

*Figura 6. Recorrido para la observación de huellas en el sitio 3. .... 20*

*Figura 7. Instalación de trampas. .... 21*



<i>Figura 8. Tendencias térmicas prevaecientes durante los días de muestreo de enero a julio 2022.</i>	25
<i>Figura 9. Aspecto general del Sitio 1.</i>	26
<i>Figura 10. Mangle, zonas inundadas y vegetación mediana en el Sitio 2.</i>	27
<i>Figura 11. Aspecto general del hábitat en el Sitio 3.</i>	28
<i>Figura 12. Sitio 5, condiciones durante los muestreos.</i>	29
<i>Figura 13. Aspecto del Sitio 6 durante los muestreos.</i>	30
<i>Figura 14. Condiciones de los sitios 7, 8 y 9 (de izquierda a derecha) durante los muestreos.</i>	31
<i>Figura 15. Condiciones de los sitios 10, 11 y 12 (de izquierda a derecha) durante junio 2022.</i>	31
<i>Figura 16. Frecuencia de especies por sitio.</i>	38
<i>Figura 17. Dendograma a partir de la similitud de especies entre sitios.</i>	42
<i>Figura 18. Promedio y desviación estándar de la riqueza, abundancia y diversidad de especies por mes entre enero a julio 2022.</i>	43
<i>Figura 19. Promedio y desviación estándar de la riqueza, abundancia y diversidad de especies por sitio entre enero a julio 2022.</i>	44
<i>Figura 20. Estructura del gremio alimenticio a través de los meses de muestreo.</i>	45
<i>Figura 21. Proporción por categoría de tamaños de las especies de la fauna durante los ciclos y diferentes áreas de muestreo.</i>	51
<i>Figura 22. Proporción por categoría de tamaños de las especies de la fauna en Valle de las Garzas y San Pedrito durante los diferentes periodos del muestreo.</i>	51
<i>Figura 23. Proporción por categoría de frecuencia de presencia durante los muestreos mensuales de las especies de la fauna, durante los ciclos y diferentes áreas de muestreo.</i>	52
<i>Figura 24. Cambios entre ciclos, en la categoría de frecuencia de las especies en la Laguna Valle de las Garzas.</i>	53
<i>Figura 25. Cambios entre ciclos, en la categoría de frecuencia de las especies en la Laguna San Pedrito.</i>	54



*Figura 26. Proporción por categoría de distribución espacial a lo largo de los sitios de muestreo mensuales de las especies de aves durante los ciclos y diferentes áreas de muestreo. .... 55*

*Figura 27. Cambios entre ciclos, en la categoría de distribución de las especies en la Laguna Valle de las Garzas..... 56*

*Figura 28. Cambios entre ciclos, en la categoría de frecuencia de las especies en la Laguna San Pedrito..... 56*

*Figura 29. Proporción por categoría de amplitud de hábitos alimenticios de las especies de aves en las áreas de muestreo. .... 57*

*Figura 30. Proporción de la abundancia de las especies de fauna por categoría de amplitud de hábitos alimenticios registrada en las áreas de muestreo. .... 58*

*Figura 31. Tipo de alimentación de las especies de fauna de categoría 1 de amplitud de hábitos alimenticios registrada en las áreas de muestreo. .... 59*

*Figura 32. Estructura de los gremios alimenticios en las lagunas Valle de las Garzas y en San Pedrito a través de los periodos de muestreo..... 59*

*Figura 33. Proporción por categoría de amplitud de tipos de vegetación de las especies en las áreas de muestreo..... 60*

*Figura 34. Abundancia de las especies registradas en las áreas de muestreo y que corresponden a las diferentes categorías de amplitud de tipos de vegetación. .... 61*

*Figura 35. Proporción del tipo de vegetación utilizado por las especies en las diferentes áreas de muestreo y que se presentan en un solo tipo de vegetación. 61*

*Figura 36. Estacionalidad y riqueza en los sitios muestreados durante el Ciclo 1. .... ¡Error! Marcador no definido.*

*Figura 37. Estacionalidad y riqueza en los sitios muestreados en durante el Ciclo 2. .... ¡Error! Marcador no definido.*

*Figura 38. Estacionalidad y abundancia en los sitios muestreados durante el Ciclo 1. .... ¡Error! Marcador no definido.*

*Figura 39. Estacionalidad y abundancia en los sitios muestreados durante el Ciclo 2. .... ¡Error! Marcador no definido.*

*Figura 40. Estacionalidad y diversidad en los sitios muestreados durante el Ciclo 1. .... ¡Error! Marcador no definido.*



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

*Figura 41. Estacionalidad y diversidad en los sitios muestreados durante el Ciclo 2.*

..... **¡Error! Marcador no definido.**

*Figura 42. Tlacuatzin canescens en el Sitio 10. .... 69*

*Figura 43. Iguana en el sitio 5. .... 70*

*Figura 44. Crocodylus acutus..... 70*

*Figura 45. Iguana iguana ..... 71*

*Figura 46 Leptophis diplotropis. .... 71*

*Figura 47. Ctenosaura pectinata. .... 72*

*Figura 48. Rastros de Crocodylus acutus en el Sitio 3..... 72*

*Figura 49. Huella de mapache. .... 73*



## **I. Introducción.**

El grupo de vertebrados terrestres en los que se incluyen los mamíferos, aves, reptiles y anfibios son un elemento de suma importancia de la biodiversidad mexicana, una de las más importantes del mundo tanto por su elevado número de especies en general como por el porcentaje considerable de sus elementos con distribución exclusiva a México. De esta manera, nuestro país es considerado un país megadiverso ya que, junto con otros quince países, concentra más de 70 % de las especies del mundo. Por sí solo, el territorio mexicano alberga prácticamente a un 10 % de toda la riqueza mundial en especies de vertebrados (Sarukhán *et al.*, 2009). Las especies mexicanas de vertebrados terrestres incluyen a 2,600 especies, por lo que México ocupa el quinto lugar mundial en número de especies de anfibios (Parra-Olea *et al.*, 2014), el segundo en reptiles (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014), mamíferos (Ceballos, 2014) y el décimo primero en aves (Ceballos, 2014), grupos en los cuales, el porcentaje de especies endémicas puede alcanzar hasta el 60 %.

El occidente de México, específicamente las tierras bajas de la vertiente del Pacífico, cubiertas de bosque tropical seco, contiene una de las mayores concentraciones de especies de vertebrados del país, ya que un tercio de la riqueza de especies y endemismos de México están presentes en esta región, resaltando el hecho de que casi un 40 % de las aves sean migratorias (Ceballos y García, 1995; Noguera *et al.*, 2002). La importancia de esta región en la conservación de la biodiversidad mexicana ha sido reconocida a través del establecimiento de una red de áreas naturales protegidas de diversas categorías, así como de regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad general y de las aves en particular (Ceballos *et al.*, 2014).

A pesar de la relativa pequeña extensión territorial del estado de Colima, esta entidad federativa contiene algo así como la cuarta parte de las especies mexicanas de vertebrados terrestres (García *et al.*, 2016), que incluyen a 628 especies entre las que se encuentran 36 anfibios, 117 reptiles, 346 de aves y 129



de mamíferos, que en su conjunto representan alrededor del 25 % del total de especies presentes en México. Así mismo, Colima resalta por el alto grado de endemismo de especies de vertebrados siendo el porcentaje mayor en anfibios (63 %), y en menor grado en reptiles (50 %), mamíferos (25 %) y en aves (13 %).

### **I.1. Antecedentes**

La zona costera es un área de suma importancia como zona de transición entre los componentes marinos y continentales del planeta, mismos que se caracterizan por su gran diversidad de ecosistemas (ej. lagunas y estuarios), recursos, especies e interacciones biológicas, ecológicas y fisicoquímicas de gran intensidad y dinamismo de sus componentes y que son esenciales para el mantenimiento de los servicios ambientales (Marcovecchio y Freije, 2013; Oses *et al.*, 2019). Debido a la considerable riqueza y congregación de recursos naturales de la zona costera, esta franja ha provocado una gran concentración de actividades, que han resultado en el establecimiento de polos de desarrollo y asentamientos humanos, por lo que se estima que en la actualidad un poco más del 65 % de la población humana vive en/o cerca de las costas (Small y Nichols, 2003). Lo anterior ha tenido efectos importantes en las condiciones ambientales y de conservación de estas zonas que, ahora enfrentan problemas severos de contaminación, eutroficación, industrialización, urbanismo y de profunda modificación y perturbación del hábitat (Marcovecchio *et al.*, 2013).

Los litorales continentales de México tienen una extensión de 11,122 km sin incluir los insulares que consisten en 7,828 km del Océano Pacífico y 3,294 km en el Golfo de México y Mar Caribe; a lo largo de estos litorales se ubican más de 500 rasgos morfológicos interconectados o aislados que incluyen lagunas, bahías, esteros, estuarios y marismas (INEGI, 2003; De la Lanza-Espino, 2004), donde se ubican más de 128 ecosistemas costeros (Contreras, 2000) cubiertos en su mayoría por mangle y más de 500 especies de peces y 250 de aves acuáticas que



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

se encuentran de forma exclusiva en estos ecosistemas (Contreras y Castañeda, 2004).

Se estima que la zona del Valle de las Garzas ha sido habitada desde los años 450 y 650 d.C en la pequeña cuenca pantanosa rodeada por los humedales de la Laguna de Las Garzas y Laguna Tepextle (Tapeixtles), donde los habitantes debieron desarrollar edificaciones propias de zonas inundables con niveles freáticos elevados (Sagardi *et al.*, 2013). A partir de 1824, la apertura del Puerto de Manzanillo inicia el desarrollo de la ciudad y puerto con cambios importantes en la infraestructura, que para 1980 provoca un crecimiento acelerado de la población y la privatización del Puerto Interior de San Pedrito en 1995. Este crecimiento demandó la creación de desarrollos residenciales (Fideicomiso Manzanillo-Las Garzas) que fueron cercando y alterando la Laguna Valle de las Garzas, así como los mecanismos de regulación de su salinidad (Patiño *et al.*, 2009) a la vez que se incrementó la vulnerabilidad de la laguna y la ciudad (Bohórquez, 2013; Villa-Jaime, 2014).

Como parte de los compromisos y obligaciones derivados de la autorización en materia de Impacto Ambiental No. S.G.P.A./DGIRA.DDT.1383.05, para la autorización del proyecto “Puerto de Manzanillo, Programa Maestro de Desarrollo, 2000-2010” específicamente a la condicionante No. 6, la cual establece que se deberá presentar para su evaluación un Programa de monitoreo del desarrollo de las condiciones ambientales en la Laguna de San Pedrito, en la Laguna Valle de las Garzas y en el ecosistema de manglar, se establecerá un programa de monitoreo de la fauna con los siguientes objetivos.



## **I.2. Objetivos del programa.**

### **I.2.1. Objetivo General**

El objetivo es cumplir con las medidas ordenadas por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en la Resolución Administrativa No. PFPA13.5/2C.27.5/0028/17/0110”.

Realizar un inventario avifaunístico y un diagnóstico del estado de la fauna en la laguna con la finalidad de proponer medidas para el mejoramiento de sus poblaciones.

### **I.2.2. Objetivos particulares**

- Contribuir con la información generada de este elemento de la biodiversidad que sea útil para el resto de los estudios realizándose en paralelo a este, para la elaboración de un análisis integral necesario para el planteamiento de un programa de mejoramiento y remediación de la Laguna Valle de las Garzas.
- Realizar un inventario faunístico y un diagnóstico del estado de la fauna en las lagunas Valle de las Garzas, San Pedrito y Cuyutlán
- Elaboración de un listado faunístico que incluya las especies relevantes, endémicas, en riesgo (SEMARNAT, 2010), confirmadas y potenciales.
- Identificar las especies objetivo que servirán como bioindicadoras para la evaluación y diagnóstico de la calidad ambiental del sistema.
- Proporcionar información de las condiciones del hábitat de la fauna y condiciones generales de las especies en el presente.
- Realizar doce muestreos mensuales rápidos de la fauna en los sitios de muestreo.



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

## **II. Indicadores ambientales y metas del programa**

Los impactos identificados y establecidos para la evaluación del éxito del programa se describen a continuación:

Los indicadores que deberán ser incluidos en el monitoreo son: 1) riqueza de especies (número de especies); 2) abundancia relativa de especies (número total de individuos registrados por especie y en relación al total de organismos registrados); 3) composición de especies y su comparación mediante índices de similitud de especies); 4) índice de diversidad de especies; 5) uso del hábitat (tipo de vegetación) donde se registran los individuos y las especies; y 6) cambios en la estructura de gremios alimentarios de las especies registradas. La meta del programa se relaciona con la variabilidad espacial y temporal de los parámetros antes mencionados, que deben proporcionar información acerca del estado de las poblaciones y el ambiente para proponer medidas para su mejoramiento.

## **III. Descripción de trabajos-metodología empleada.**

### **III.1 Área de estudio.**

La Laguna Valle de las Garzas es la prolongación de la antigua Laguna de San Pedrito. Se localiza a 19° 06' de latitud N y 104° 19' de longitud W y una altura de 2 msnm. Se ubica en el margen del Océano Pacífico, a 5 km del centro histórico de la ciudad de Manzanillo, Colima. La laguna tiene una longitud aproximada de 2.5 km midiendo en su parte más ancha aproximadamente 0.6 km, con una superficie de captación de 150 has y una superficie agua estimada en diciembre de 1980 de aproximadamente 86.225 has (Patiño *et al.*, 2009; Figura 1).



**Figura 1. Ubicación de la Laguna del Valle de las Garzas, San Pedrito y Tapeixtlés**

### **III.2 Listado de especies de potencial registro y su estado de conservación.**

Con la finalidad de compilar un listado de las especies de la fauna de potencial ocurrencia dentro y en los alrededores de las Lagunas del Valle de las Garzas, San Pedrito y Laguna de Cuyutlán, se realizó una revisión de diversas fuentes de información especializada como los trabajos de García y Ceballos (1994), García *et al.* (2016), Ceballos y Miranda (2000) donde puede consultarse la distribución de las especies en la región. Dicha información se complementó con la encontrada en los sitios virtuales como los del IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>), amphibian global assessment ([www.amphibiaweb.org](http://www.amphibiaweb.org)), AmphibiaWeb (<http://amphibiaweb.org>) the reptile database (<http://www.reptile-database.org/>), mammal species of the world (<http://www.bucknell.edu/msw3/>) y de la CONABIO, en los cuales se puede acceder a información sobre su hábitat y tipo de alimentación. La información sobre el estado de conservación de las especies, endemismo y riesgo, se obtuvo a partir de la revisión del listado de especies incluidas en la NOM059-2010 (SEMARNAT, 2010). Dicho listado se complementará primero con los registros de las especies observadas en varios puntos de las lagunas Valle de las Garzas, San Pedrito y Cuyutlán entre agosto de 2019 a julio del 2020 y posteriormente con los resultados de estos muestreos.

### III.3 Sitios de muestreo para el registro de especies y monitoreo de indicadores

Se seleccionaron 12 sitios de muestreo que son representativos de las condiciones actuales del área de estudio, seis ubicados en Laguna Valle de las Garzas, tres en la franja de mangle en San Pedrito y tres en zona de mangle y cultivos en el Vaso III de la Laguna de Cuyutlán (Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 4, Figura 5). Se anexa a este reporte tres planos en JPG de alta resolución para cada uno de los tres cuerpos lagunares donde se observa la ubicación de los sitios, además, se anexan los polígonos en formato Shapefile (ArcMap), DFX (Autocad) y KML (Google Earth) de los sitios recorridos o revisados para la observación de la fauna.

**Tabla 1. Coordenadas puntuales UTM (Q13N) de los sitios de muestreo.**

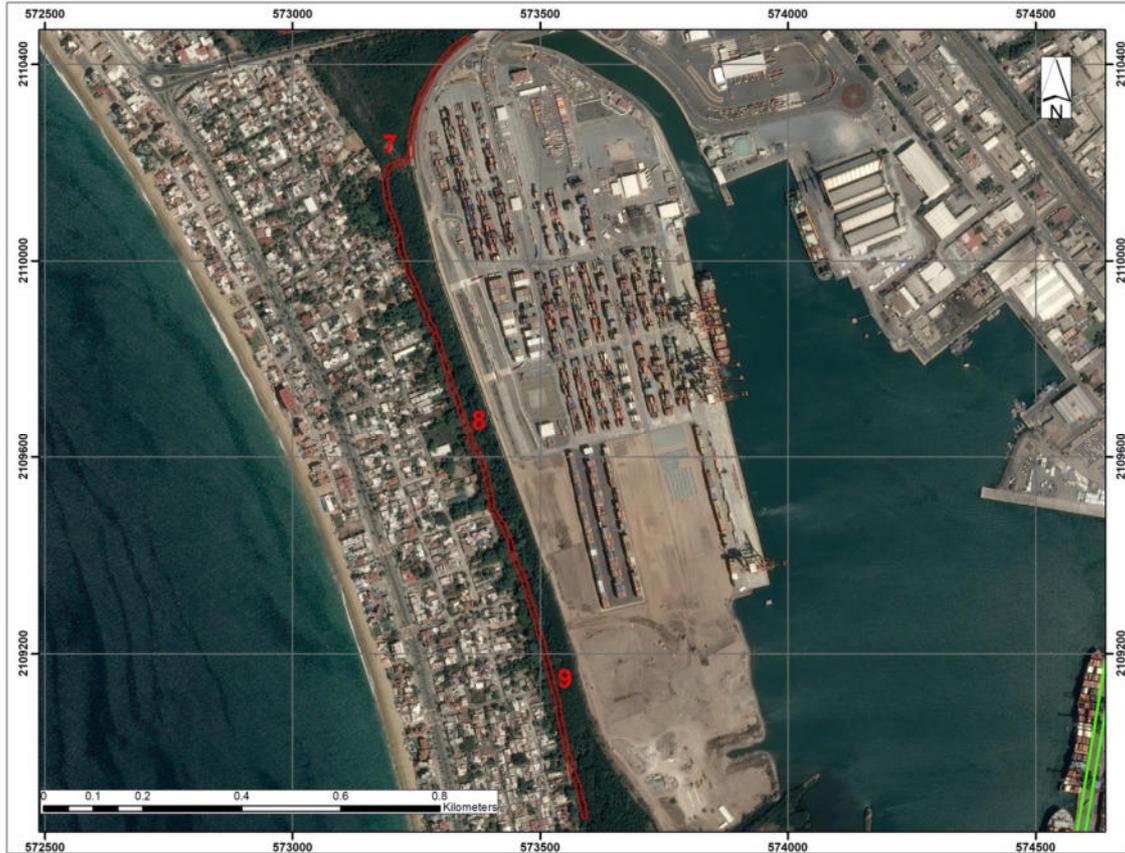
Cuerpo Lagunar	Punto	X	Y
Valle de las Garzas	1	572815.00	2110608.00
Valle de las Garzas	2	571574.10	2112290.54
Valle de las Garzas	3	572272.62	2112424.44
Valle de las Garzas	4	572296.46	2111983.13
Valle de las Garzas	5	573040.00	2111744.00
Valle de las Garzas	6	573290.30	2110601.97
San Pedrito	7	573285.18	2109865.71
San Pedrito	8	573444.62	2109404.88
San Pedrito	9	573593.43	2108885.32
Cuyutlán	10	579685.13	2101955.78
Cuyutlán	11	579985.87	2101537.51
Cuyutlán	12	579889.62	2100516.60



**Figura 2. Ubicación del área de estudio y zonas de muestreo en los tres cuerpos lagunares.**



**Figura 3. Ubicación de los sitios de muestreo (en rojo) dentro de la Laguna del Valle de las Garzas.**



**Figura 4. Ubicación de los sitios de muestreo (en rojo) dentro de la Laguna San Pedrito.**



**Figura 5. Ubicación de los sitios de muestreo (en rojo) dentro de la Laguna de Cuyutlán.**

El hábitat en los doce sitios difiere en su cobertura vegetal y el grado de afección por las actividades humanas. En general, los sitios 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 cuentan con una mejor cobertura vegetal y una mejor condición, aunque todos tienen vegetación secundaria, mientras que los sitios 2, 3, 4 y 5 parecen estar más influenciados por la actividad humana debido entre otras causas, por la presencia de personas o máquinas en los alrededores.

El contraste en las condiciones es importante para un estudio como el presente pues permite observar a especies con diferente resiliencia y comprender con más claridad el estado actual de los cuerpos lagunares, para caracterizar la variedad



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

de especies que componen la fauna terrestre presente en los cuerpos lagunares que han sido afectados en diferente grado.

### **III.4 Actividades en campo y registro de especies**

El registro de especies se hace mediante los muestreos mensuales a partir del mes de agosto 2021 y hasta julio 2022 que incluye etapa de lluvias (julio a octubre), la de transición (noviembre a febrero) y de secas (marzo a mayo).

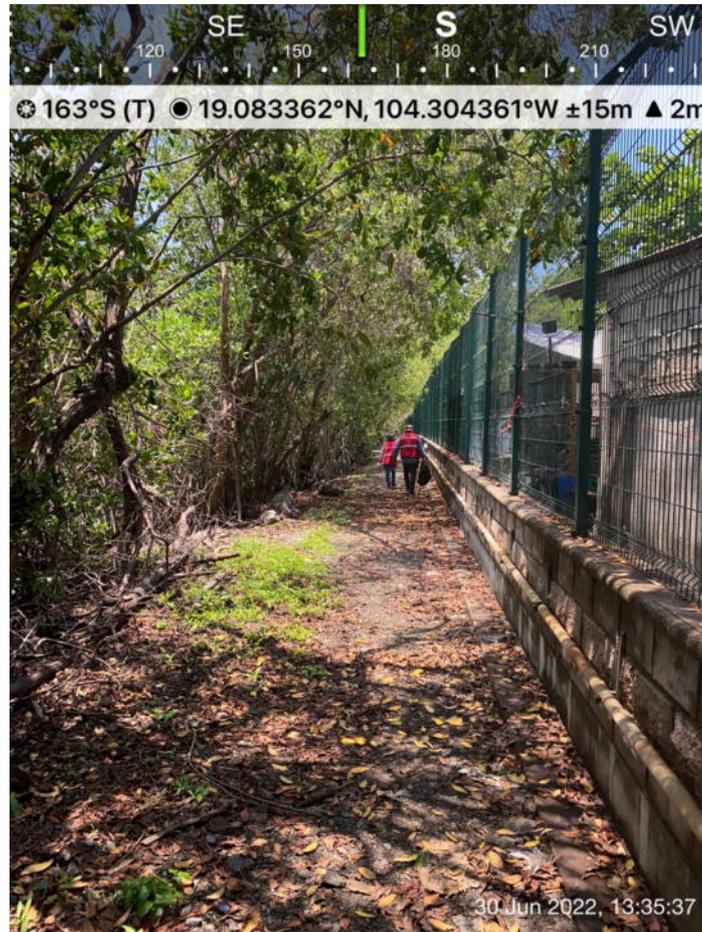
Este reporte incluye las actividades de campo realizadas durante los meses de enero a julio 2022 en los que se llevaron a cabo muestreos rápidos en los sitios preestablecidos durante tres días cada mes (Tabla 2. ), mediante la aplicación de técnicas estándar establecidas para este fin. También se registraron individuos de las diferentes especies de vertebrados terrestres, mediante la aplicación de técnicas estándar establecidas para este fin, las cuales comprenden el uso de transectos visuales, la instalación de trampas Sherman y la búsqueda e identificación de huellas para el registro de ejemplares (Figura 6 y Figura 7). La identificación de las especies se realizó de acuerdo con las guías de campo especializadas existentes para la región (García y Ceballos, 1994; Ceballos y Miranda, 2000). Con esta información es posible determinar, la riqueza, composición, abundancia y diversidad por grupo y en general para el área donde se desarrolla el proyecto.

**Tabla 2. Cronograma aproximado durante los tres días de muestreo para las actividades realizadas por sitio durante los muestreos mensuales de enero a julio 2022.**

Hora	Dia 1			Dia 2			Dia 3		
	Censo	Instalación trampas	Revisión trampas y censo	Censo	Instalación trampas	Revisión trampas y censo	Censo	Instalación trampas	Revisión trampas y censo
8				1 y 2	2				2
9				1 y 2	2				3, 4, 5
10						7, 8, 9			3, 4, 5
11						7, 8, 9			
12	7, 8, 9	7, 8, 9				10, 11, 12			
13	7, 8, 9	7, 8, 9				10, 11, 12		Transcribir datos	
14	7, 8, 9	7, 8, 9						Transcribir datos	
15		1		3, 4, 5	3, 4, 5			Transcribir datos	
16	10, 11, 12	10, 11, 12		3, 4, 5	3, 4, 5				
17	10, 11, 12	10, 11, 12		3, 4, 5	3, 4, 5				
18	10, 11, 12	10, 11, 12		1 y 6					



**Figura 6. Recorrido para la observación de huellas en el sitio 3.**



**Figura 7. Instalación de trampas.**

### **III.5. Actividades de gabinete**

#### ***III.5.1. Integración de una base de datos.***

Los datos de las especies registradas y el sitio donde fueron observadas serán manejados en hojas de cálculo de Excel® donde cada registro tendrá la siguiente información: 1) tiempo climático durante el registro, 2) fecha de registro, 3) área de muestreo, 3) Clase taxonómica, 4) Orden, 5) Familia, 6) Especie, 7) Nombre común, 8) Endemismo, 9) Categoría en la NOM059-2010, 10) Estatus migratorio, 11) tipo de alimentación, 12) abundancia registrada y 13) abundancia relativa.



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

### III.5.2. Análisis de datos

La riqueza de especies se define como el número de especies diferentes presentes en un determinado espacio.

#### Abundancia relativa

La abundancia relativa, se define como el número de individuos de una especie, con relación al número total de individuos de todas las especies registradas en las unidades de muestreo, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$Ar = Ax / A_{total} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia Relativa

Ax = Número total de individuos de la especie x

Atotal = Número Total de individuos de todas las especies

Los índices de biodiversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son (1) el índice de Simpson (DSi), y (2) el índice de Shannon-Weaver (H'). Para este caso se utilizó el índice de Shannon y Weaver que es estimado con la siguiente expresión: (Magurran, 1991):



$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Donde:

Pi es la presencia relativa de la especie i y S el número total de las especies y ln (logaritmo natural).

El índice de diversidad es un estimador de la calidad ambiental de la comunidad de vertebrados o cualquier otro grupo de especies, debido a que su cálculo integra información de la riqueza, composición y abundancia de especies y estima la equitatividad del número de individuos por especie en cada muestreo.

Al cabo de los muestreos mensuales se comparará la composición de especies por área de muestreo, para lo cual se empleará el índice de Jaccard para la Similitud de Especies, el cual se estima mediante la siguiente fórmula (Brown y Lomolino, 1998):

$$J = \frac{j}{(a+b-j)}$$

Donde

*j* es el número de especies compartidas entre dos muestreos o dos periodos, *a* es el número de especies registradas en un muestreo o periodo y *b* es el número de especies registradas en otro muestreo o periodo a comparar. Los valores de J pueden ir de 0 a 1 indicando respectivamente nula o total similitud de la composición de especies de ambos muestreos o periodos bajo comparación. Los valores de J de cada uno de los muestreos o periodos se compararon unos con otros para generar mediante un dendograma un agrupamiento o “cluster” de cada uno de los valores y así, gráficamente presentar un análisis de la similitud por muestreo o periodo de las especies registradas a través del monitoreo. La



elaboración del dendograma se hará mediante el paquete estadístico Minitab® Versión 14.

## **IV. Resultados**

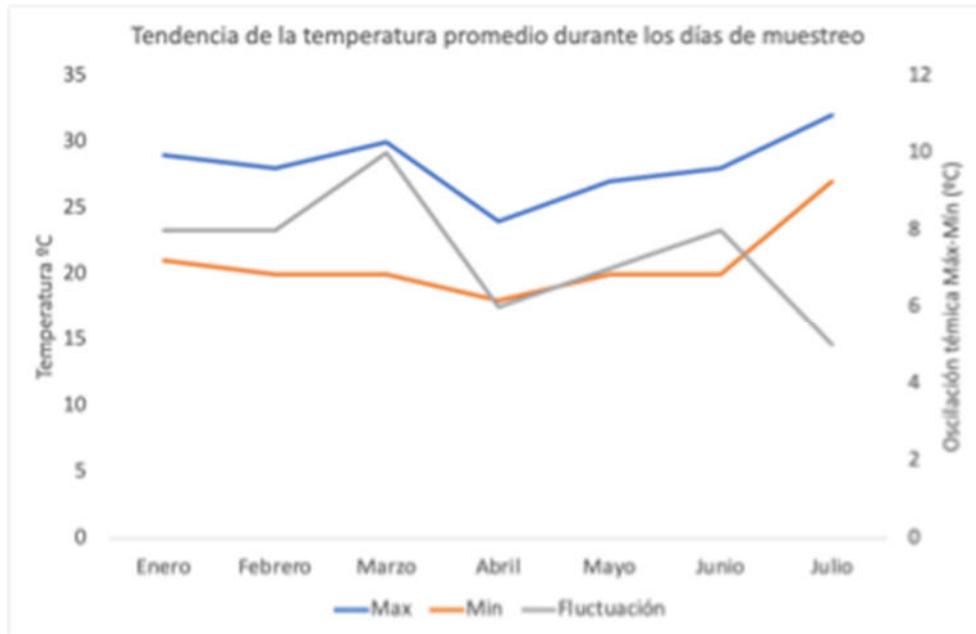
### **IV.1 Listado de especies de potencial registro y su estado de conservación**

Esta información ya fue presentada en agosto 2021 en el que se reporta al menos 128 especies; anfibios (16), reptiles (54) y mamíferos (58) lo que equivale al 45 % del total de especies (282) registrada para estos grupos en el estado de Colima. El porcentaje de endemismo de estas 128 especies alcanza el 34 % (44 especies endémicas), mientras que 25 % de las especies (32) se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM059-2010 (SEMARNAT, 2010). Los principales gremios alimentarios de estas especies, es el insectívoro (37 %), carnívoro (31 %) y omnívoro (16 %), existiendo otros 5 gremios que incluye al 16 % de las especies. Durante este mes no se logró la captura de algún ejemplar de roedor por medio de las trampas Sherman en ninguno de los sitios.

### **IV.2 Registro de especies en campo y medición de indicadores**

#### IV.2.1. Condición durante el muestreo.

Los muestreos se llevaron a cabo bajo condiciones desde baja nubosidad hasta día soleados, prácticamente sin lluvia. Las temperaturas mínimas registradas durante los días de muestreo fluctuaron de 18°C (abril) a 27°C (julio) mientras que la máxima, con menor variación, fluctuó entre los 27°C (mayo) a los 32°C (julio) por lo que claramente julio fue el mes más cálido de este periodo y con la menor variación térmica (Figura 8).



**Figura 8. Tendencias térmicas prevalecientes durante los días de muestreo de enero a julio 2022.**

En los diferentes sitios se observaron condiciones climáticas similares, aunque los sitios cuentan con una amplia variedad de condiciones en relación con el tipo y condiciones del hábitat. El Sitio 1 (Figura 9) presenta vegetación de manglar, un amplio espejo de agua y áreas de vegetación introducida a lo largo de la zona del boulevard; durante estos días el nivel del agua era mayor que en otras veces como puede verse por el hecho de que las aves tenían que estar sobre las rocas en lugar del fondo de la laguna. El sitio 2 (Figura 10) es un área en la que se presentan “manchones” de selva mediana, pastizales, manglar y áreas inundadas; las actividades de construcción se han reducido considerablemente y no se ha observado algún conflicto con la fauna del lugar.

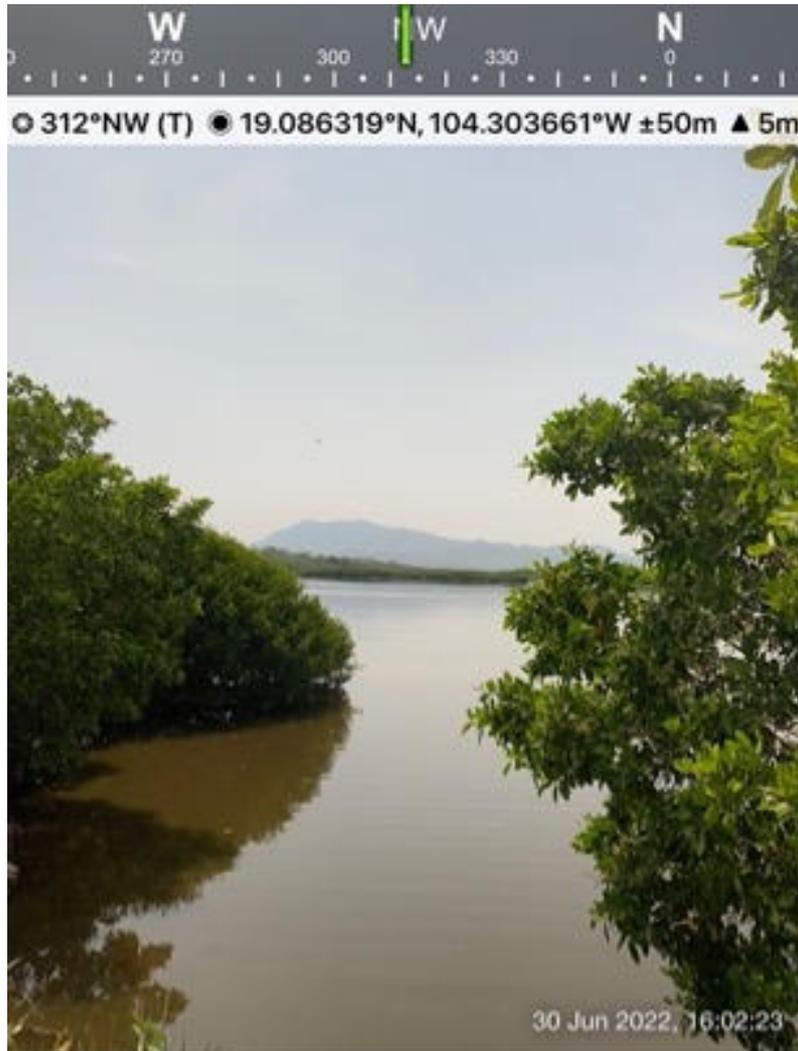


**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA



**Figura 9. Aspecto general del Sitio 1.**

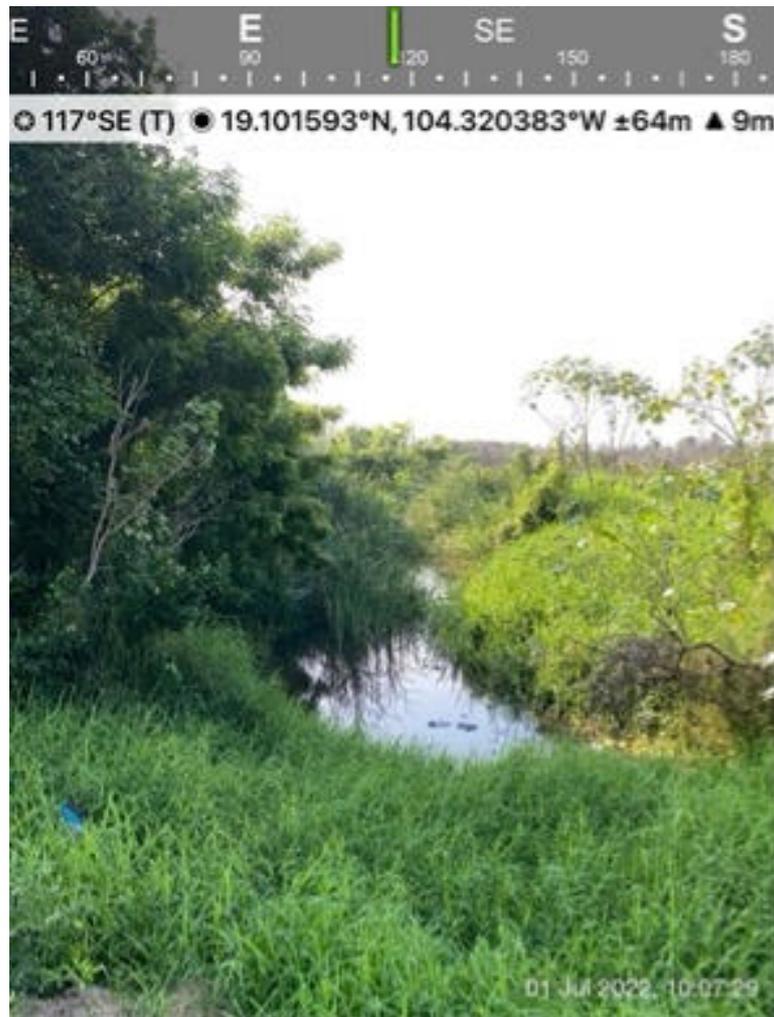


**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA



**Figura 10. Mangle, zonas inundadas y vegetación mediana en el Sitio 2.**

El sitio 3 (Figura 11), aunque presenta condiciones de perturbación en el que se han estado realizando algunas actividades del manejo de la laguna del Valle de las Garzas, muestra un mosaico de pastizales, manglar, zonas inundadas y algunas reminiscencias de selva mediana. Se han retomado las actividades de dragado, especialmente hacia el sitio 4.

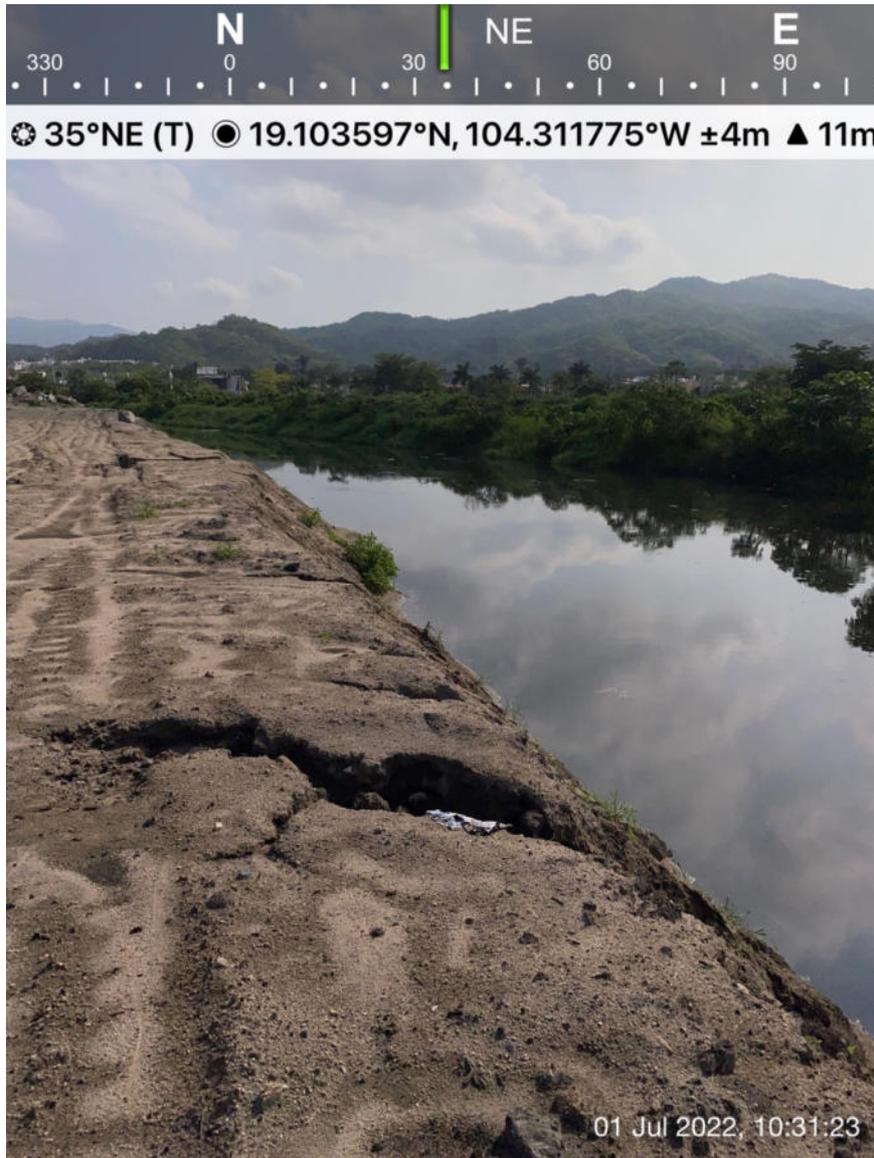


**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA



**Figura 11. Aspecto general del hábitat en el Sitio 3.**

En el sitio 5, continúa la presencia de un canal con remanentes de vegetación riparia, junto con manchones de selva mediana y manglar han permitido el registro de una fauna variada (Figura 12), mientras que en el sitio 6 (Figura 13) se observó un nivel alto de agua; en sus alrededores se aprecia la vegetación de mangle, y sobre el boulevard hay vegetación exótica y remanentes de vegetación natural; la



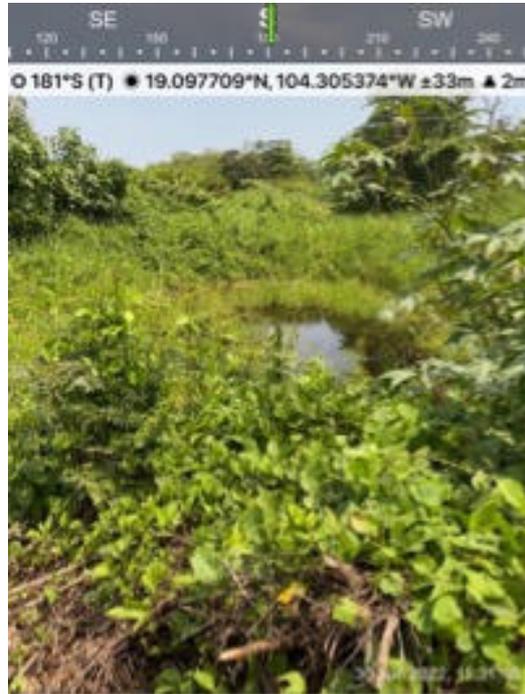
**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

presencia de personas es constante a lo largo del día; el nivel de agua es alto por lo que las aves deben perchar sobre rocas y no en el fondo de la laguna.



**Figura 12. Sitio 5, condiciones durante los muestreos.**

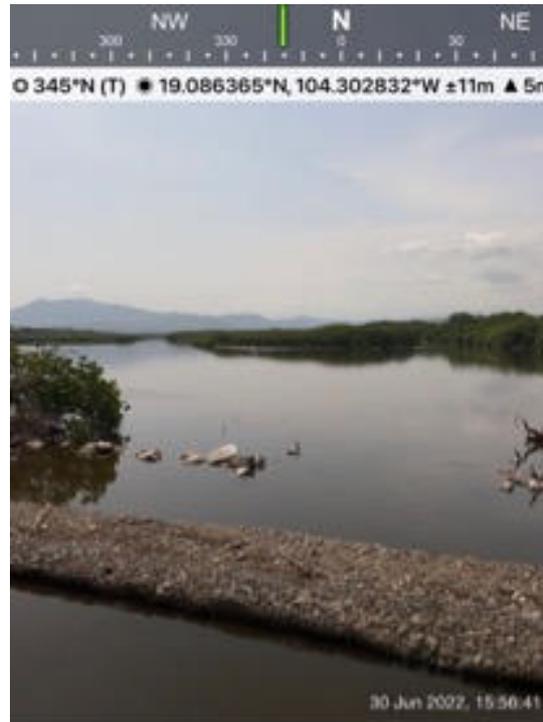


**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL

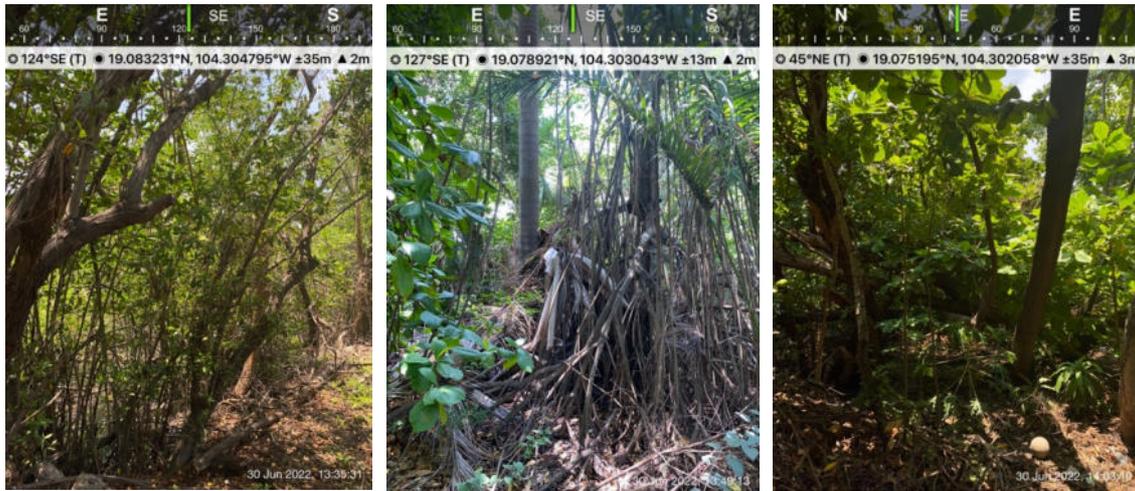


UNIVERSIDAD  
DE COLIMA



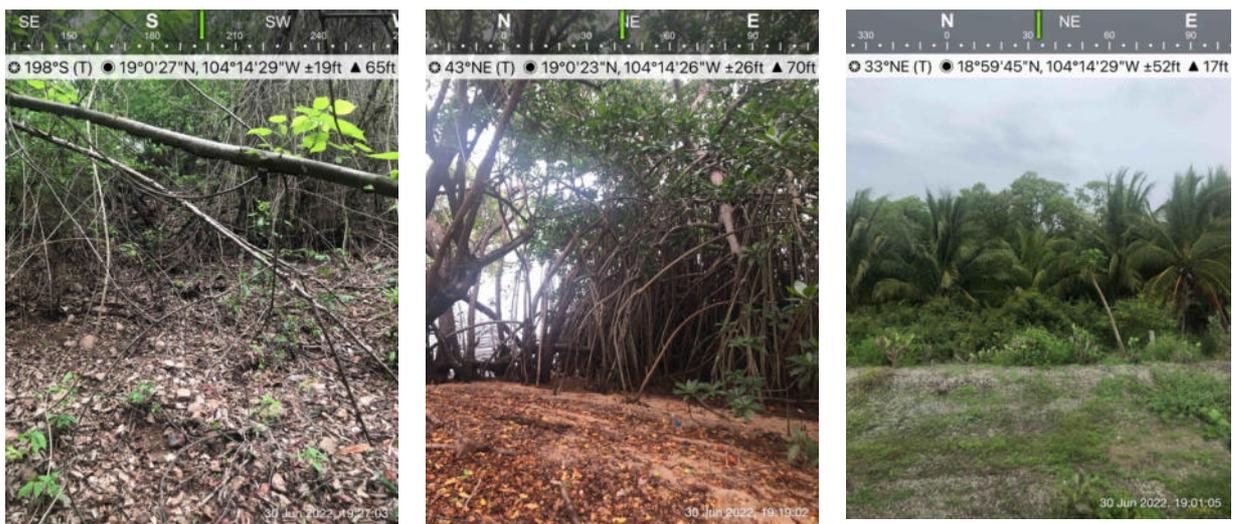
**Figura 13. Aspecto del Sitio 6 durante los muestreos.**

Los sitios 7, 8 y 9 ubicados dentro de la Laguna San Pedrito presentan buen estado general de cobertura, aunque difieren en la vegetación dominante a través de la cual se hacen los muestreos (Figura 14). En el 7 domina el mangle, en el 8 se observaron vestigios de selva mediana y mangle y en el 9 el recorrido pasa por árboles grandes de selva mediana. Durante el recorrido de los tres sitios la vegetación se encuentra en las inmediaciones de manchones importantes de mangle, por un lado, y por el otro por zonas urbanas con manchones de vegetación natural e introducida.



**Figura 14. Condiciones de los sitios 7, 8 y 9 (de izquierda a derecha) durante los muestreos.**

En el caso de los sitios 10, 11 y 12 ubicados en las inmediaciones de la Laguna de Cuyutlán, en los dos primeros sitios los recorridos atraviesan áreas de mangle y selva mediana, mientras que el 12, adyacente a manchones de mangle cuenta con zonas de palmeras, pastizales y reminiscencias de selva mediana (Figura 15).



**Figura 15. Condiciones de los sitios 10, 11 y 12 (de izquierda a derecha) durante junio 2022.**



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

#### IV.2.2. Composición y riqueza, estado de conservación.

Durante los siete meses transcurridos de enero a julio 2022 se registraron 35 especies que representan el 28 % (128) de las que podrían ser potencialmente registradas en la región de acuerdo con las fuentes consultadas. Diecisiete especies o el equivalente al 48.6 % del total registrado, son endémicas de México, mientras que 9 especies o el 25.7 % del total son especies incluidas en la NOM059-SEMARNAT-2010 (Tabla 3).

Hasta la fecha se han acumulado 45 especies registradas desde agosto 2021 (Tabla 4). El valor del índice de similitud en la composición de especies durante los once meses de muestreo es bajo, con valores que van de 0.23 a 0.83 (Tabla 5).



**Tabla 3. Especies registradas durante los muestreos de enero a julio 2022 y su estado de conservación.**

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endémico	Cate_NOM
Amphibia	Anura	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Rana fisgona deslumbrante	End	
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla smithii</i>	Rana de árbol mexicana enana	End	
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca		
Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar		
Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Yaguarundí		A
Mammalia	Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca norteño		
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí		
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		
Mammalia	Chiroptera	Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	Murcielago gris de saco		
Mammalia	Chiroptera	Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago bigotudo de Parnell		
Mammalia	Marsupialia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño		
Mammalia	Marsupialia	Didelphidae	<i>Tlacuatzin canescens</i>	Tlacuache ratón gris	End	
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Sigmodon mascotensis</i>	Rata del algodón de Jalisco	End	
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>notocitellus annulatus</i>	Ardilla de tierra de cola anillada	End	
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla vientre rojo		
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla gris del pacífico	End	
Reptilia	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de río		Pr
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Leptophis diplotropis</i>	Culebra perico del Pacífico	End	A
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirrionera neotropical		
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Salvadora mexicana</i>	Culebra chata del Pacífico	End	Pr
Reptilia	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado		
Reptilia	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	End	
Reptilia	Squamata	Dipsadidae	<i>Conophis vittatus</i>	Culebra guardacaminos rayada		
Reptilia	Squamata	Elapidae	<i>Micrurus distans</i>	Serpiente coralillo del occidente mexicano	End	Pr
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática		



Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endémico	Cate_NOM
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Iguana mexicana de cola espinosa	End	A
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde		Pr
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Lagartija espinosa de hocico negro		
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Lagartija espinosa de cabeza roja	End	
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>	Lagartija espinosa del Pacífico	End	
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Lagartija de árbol del pacífico	End	
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis communis</i>	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	End	Pr
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis deppii</i>	Huico siete líneas		
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Huico de líneas de Jalisc	End	Pr
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	End	



**Tabla 4. Acumulación de especies registradas a julio (2021-2022), endémicas (e) o en riesgo (\*).**

<b>Especies</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Enero</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abril</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>
<i>Agalychnis dacnicolor</i> <sup>e</sup>			X									
<i>Anolis nebulosus</i> <sup>e</sup>	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aspidoscelis communis</i> <sup>e+</sup>				X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aspidoscelis deppii</i> <sup>e</sup>				X		X		X				
<i>Aspidoscelis lineattissimus</i> <sup>e+</sup>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Balantiopteryx plicata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Basiliscus vittatus</i>												X
<i>Boa sigma</i> <sup>+</sup>		X										
<i>Conepatus leuconotus</i>						X		X				
<i>Conophis vittatus</i> <sup>e</sup>					X			X	X			
<i>Crocodylus acutus</i> <sup>+</sup>	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Crotalus basiliscus</i> <sup>e+</sup>				X								
<i>Ctenosaura pectinata</i> <sup>e+</sup>	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Dasypus novemcinctus</i>					X							
<i>Dicotyles tajacu</i>	X			X		X		X	X	X		X
<i>Didelphis virginiana</i>	X			X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	X	X	X		X						X	X
<i>Exerodonta smaragdina</i> <sup>e</sup>		X		X	X							
<i>Hemidactylus frenatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> <sup>*</sup>									X			X
<i>Holcosus undulatus</i>	X	X	X			X						X
<i>Iguana iguana</i> <sup>+</sup>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lampropeltis polyzona</i> <sup>e</sup>				X								
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Leptophis diplotropis</i>							X				X	



<i>Masticophis mentovarius</i>							X				X	
<i>Mircurus distans</i>							X					
<i>Nasua narica</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Notocitellus annulatus<sup>e</sup></i>											X	
<i>Phyllodactylus lanei<sup>e</sup></i>		X										
<i>Procyon lotor</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Pteronotus parnelli</i>						X						
<i>Rhinella horribilis</i>		X										
<i>Salvadora mexicana<sup>e*</sup></i>									X			
<i>Sceloporus melanorhinus</i>	X		X	X	X	X	X		X	X		
<i>Sceloporus pyrocephalus<sup>e</sup></i>				X	X			X	X	X	X	
<i>Sceloporus utiformis<sup>e</sup></i>		X		X		X		X	X			
<i>Scincella assata</i>				X								
<i>Sciurus aureogaster</i>									X	X	X	
<i>Sciurus colliaei</i>	X			X	X	X	X	X		X		
<i>Sigmodon masctotesis<sup>e</sup></i>					X		X					
<i>Smilisca baudinii</i>		X										
<i>Thamnophis validus<sup>e</sup></i>	X											
<i>Tlacuatzin canescens<sup>e</sup></i>				X							X	
<i>Tlalocohyla smithii<sup>e</sup></i>	X	X		X	X				X			
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<b>RIQUEZA</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>20</b>



**Tabla 5. Índice de similitud de especies estimado para los meses de muestreo.**

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Agosto	1	0.4	0.55	0.42	0.6	0.67	0.58	0.6	0.5	0.64	0.60	0.56
Septiembre	0.40	1	0.33	0.37	0.37	0.32	0.25	0.28	0.5	0.27	0.28	0.29
Octubre	0.55	0.33	1	0.23	0.38	0.43	0.41	0.38	0.29	0.38	0.43	0.39
Noviembre	0.42	0.37	0.23	1	0.35	0.39	0.33	0.7	0.33	0.62	0.59	0.45
Diciembre	0.60	0.37	0.38	0.35	1	0.47	0.56	0.62	0.55	0.58	0.62	0.46
Enero	0.67	0.32	0.43	0.39	0.47	1	0.56	0.83	0.58	0.58	0.56	0.52
Febrero	0.58	0.25	0.41	0.33	0.56	0.56	1	0.6	0.5	0.57	0.74	0.44
Marzo	0.60	0.28	0.38	0.7	0.62	0.83	0.6	1	0.71	0.65	0.62	0.52
Abril	0.50	0.50	0.29	0.33	0.55	0.58	0.5	0.71	1	0.61	0.58	0.60
Mayo	0.64	0.27	0.38	0.62	0.58	0.58	0.57	0.65	0.61	1	0.65	0.68
Junio	0.60	0.28	0.43	0.59	0.62	0.56	0.74	0.62	0.58	0.65	1	0.58
Julio	0.56	0.29	0.39	0.45	0.46	0.52	0.44	0.52	0.60	0.68	0.58	1



#### IV.2.3. Distribución espacial de la riqueza, abundancia, abundancia relativa y diversidad por áreas de muestreo.

A partir de la información de presencia y ausencia de especies por sitio de muestreo a través de los muestreos acumulados (Tabla 6), es posible determinar el patrón de distribución de las especies, conocer cuál es la mejor distribuida y la más restringida o la más abundante y cuales las más raras en los muestreos.

Así, tenemos que solo dos especies se distribuyen en diez de los doce sitios (Figura 16), ellas son *Iguana iguana* y *Procyon lottor*, mientras que nueve especies solo se observaron en un sitio, estas incluyen por ejemplo a, *Basiliscus vittatus*, *Conophis vittatus*, *Masticophis mentovarius*, *Micrurus distans*, *Pteronotus parnellii*, *Salvadora mexicana*, *Sigmodon mascotensis*, *Tlacuatzin canescens* y *Tlalocohyla smithii*.

Las cinco especies con mayor número acumulado de individuos registrados durante este periodo fueron: *Procyon lotor* (443), *Leptodactylus melanonotus* (251), *Balantiopteryx plicata* (174), *Iguana iguana* (150) y *Crocodylus acutus* (73), las cuales representan el 29% de todos los individuos observados en total durante este periodo.

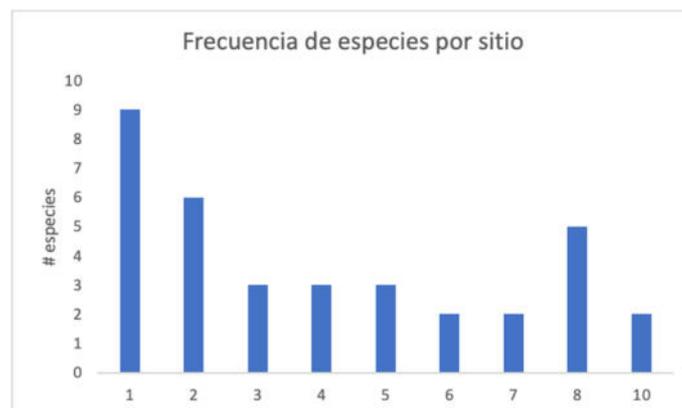


Figura 16. Frecuencia de especies por sitio.



**Tabla 6. Presencia – ausencia de especies de enero a julio 2022 por sitio, su abundancia y frecuencia**

Especies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Abundancia	Frecuencia
<i>Anolis nebulosus</i>	9		1		7		9	8	2		3	1	40	8
<i>Aspidoscelis communis</i>			1		15		1	2		4	4	4	31	7
<i>Aspidoscelis deppii</i>		1			2								3	2
<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	10	6			15		1	1		4	11	19	67	8
<i>Balantiopteryx plicata</i>						5				48		121	174	3
<i>Basiliscus vittatus</i>					1								1	1
<i>Conepatus leuconotus</i>											1	1	2	2
<i>Conophis vittatus</i>												2	2	1
<i>Crocodylus acutus</i>	9		5	19	6	20	1			2	11		73	8
<i>Ctenosaura pectinata</i>		1	1		1			3	1		1	2	10	7
<i>Dicotyles tajacu</i>		2					2		2			5	11	4
<i>Didelphis virginiana</i>		1	31		1		1		1			3	38	6
<i>Eleutherodactylus nitidus</i>		3		4	24			4	2				37	5
<i>Hemidactylus frenatus</i>					3		3	3	1			1	11	5
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>		1	1	1								1	4	4
<i>Holcosus undulatus</i>					1						1		2	2
<i>Iguana iguana</i>	10	22		3	74	8	14	10	2	4	3		150	10
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	1	50	23	34	143								251	5
<i>Leptophis diplotropis</i>									1			1	2	2
<i>Masticophis mentovarius</i>								2					2	1
<i>Micrurus distans</i>	1												1	1
<i>Nasua narica</i>		3	2	3	2		1	1	1		1		14	8
<i>notocitellus annulatus</i>		2						1					3	2
<i>Procyon lotor</i>	14	29	133	62	9		159	15	8	4		10	443	10
<i>Pteronotus parnellii</i>												60	60	1

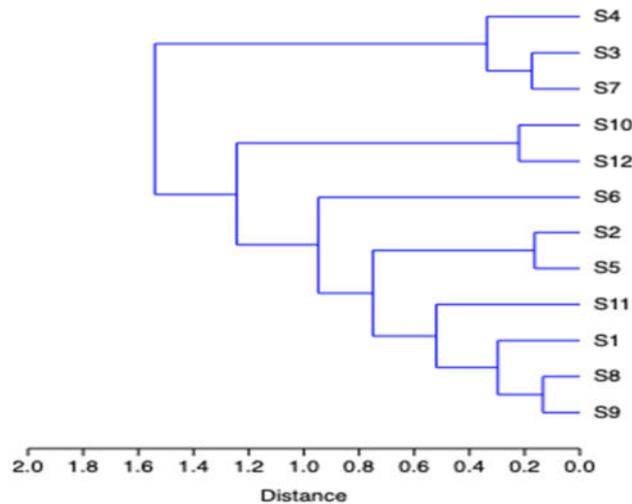


Especies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Abundancia	Frecuencia
<i>Salvadora mexicana</i>									1				1	1
<i>Sceloporus melanorhinus</i>	2	1			4			1					8	4
<i>Sceloporus pyrocephalus</i>		2								9	18		29	3
<i>Sceloporus utiformis</i>					4							2	6	2
<i>Sciurus aureogaster</i>							2	2	3				7	3
<i>Sciurus colliaei</i>		1			4		2	4	5		2		18	6
<i>Sigmodon mascotensis</i>									1				1	1
<i>Tlacuatzin canescens</i>										1			1	1
<i>Tlalocohyla smithii</i>				2									2	1
<i>Urosaurus bicarinatus</i>	1	7			6		7	8	7	1	1		38	8
<b>Abundancia</b>	<b>47</b>	<b>136</b>	<b>204</b>	<b>128</b>	<b>322</b>	<b>33</b>	<b>203</b>	<b>65</b>	<b>38</b>	<b>77</b>	<b>57</b>	<b>233</b>	<b>1543</b>	

Tomando como base la Tabla 6, fue posible crear una matriz de índice de similitud de especies (Jaccard: Tabla 7), el cual compara la composición de las especies (el listado de las especies registradas por sitio) y con ello construir el dendograma, que permite visualizar de forma más adecuada la similitud de especies entre los sitios de muestreo (Figura 17). En este dendograma se forman tres grupos principales, uno que agrupa dos sitios de Valle de las Garzas y uno de San Pedrito (sitios 3, 4 y 7), otro que separa a dos sitios de Cuyutlán (el 10 y 12) y el otro al resto de los sitios en el que queda separado el Sitio 6; los sitios con las mayores similitudes fueron el 8 y 9 (San Pedrito), 2 y 5 (zonas inundadas, pastizales y selva mediana de Valle de las Garzas) y el 3 y 7 (Valle de las Garzas y San Pedrito).

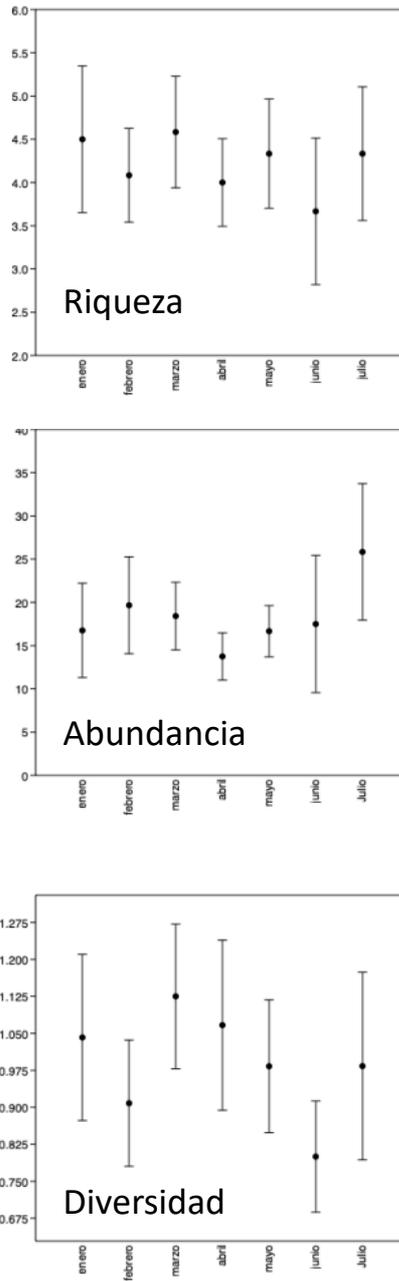
**Tabla 7. Índice de similitud de especies a través de los sitios de muestreo entre enero y julio 2022.**

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
S1	<b>1.000</b>	0.263	0.286	0.333	0.350	0.222	0.313	0.278	0.211	0.308	0.250	0.095
S2	0.263	<b>1.000</b>	0.368	0.333	0.522	0.056	0.381	0.476	0.409	0.250	0.333	0.240
S3	0.286	0.368	<b>1.000</b>	0.385	0.450	0.083	0.438	0.316	0.250	0.267	0.375	0.389
S4	0.333	0.333	0.385	<b>1.000</b>	0.286	0.222	0.235	0.211	0.211	0.214	0.176	0.095
S5	0.350	0.522	0.450	0.286	<b>1.000</b>	0.100	0.524	0.545	0.417	0.273	0.476	0.308
S6	0.222	0.056	0.083	0.222	0.100	<b>1.000</b>	0.143	0.059	0.059	0.333	0.154	0.059
S7	0.313	0.381	0.438	0.235	0.524	0.143	<b>1.000</b>	0.556	0.556	0.375	0.471	0.333
S8	0.278	0.476	0.316	0.211	0.545	0.059	0.556	<b>1.000</b>	0.500	0.263	0.421	0.250
S9	0.211	0.409	0.250	0.211	0.417	0.059	0.556	0.500	<b>1.000</b>	0.143	0.286	0.304
S10	0.308	0.250	0.267	0.214	0.273	0.333	0.375	0.263	0.143	<b>1.000</b>	0.400	0.200
S11	0.250	0.333	0.375	0.176	0.476	0.154	0.471	0.421	0.286	0.400	<b>1.000</b>	0.227
S12	0.095	0.240	0.389	0.095	0.308	0.059	0.333	0.250	0.304	0.200	0.227	<b>1.000</b>

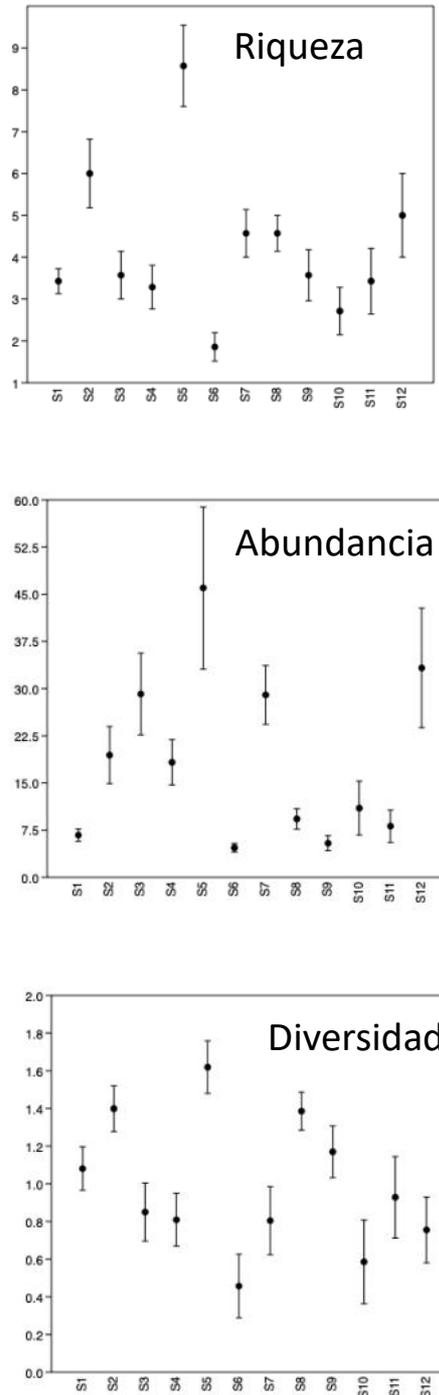


**Figura 17. Dendrograma a partir de la similitud de especies entre sitios.**

Al estimar el promedio de la riqueza y diversidad de especies por mes de muestreo entre enero a julio 2022, resulta evidente que el promedio mensual de la riqueza fue similar cada mes y que presentó amplia variación causada por la riqueza registrada en cada sitio dentro de cada mes; sólo disminuyó ligeramente en junio alcanzando el promedio más alto en abril (Figura 18). La abundancia es notablemente mayor en julio, mientras que en el resto de los meses se mantiene en valores promedio de entre 15 y 20; se observa al igual que en la riqueza una amplia variación con respecto al promedio. La diversidad fue mayor en mayo y menor en junio, siendo para el resto de los meses similar en promedio, aunque con mucha variación debido a las diferencias entre sitios. En el caso de las tendencias por sitio de muestreo es clara la mayor riqueza, abundancia y diversidad en los Sitios 5 y 2 (en las Garzas), aunque en general los otros sitios de Cuyutlán y San Pedrito registran mayor riqueza promedio que cuatro sitios en las Garzas, la abundancia tiende a ser mayor en las Valle de las y el sitio 12 (Cuyutlán), mientras que la diversidad con excepción de los sitios 1, 2 y 5 de Valle de las Garzas, tiende a ser mayor en San Pedrito y Cuyutlán (Figura 19).



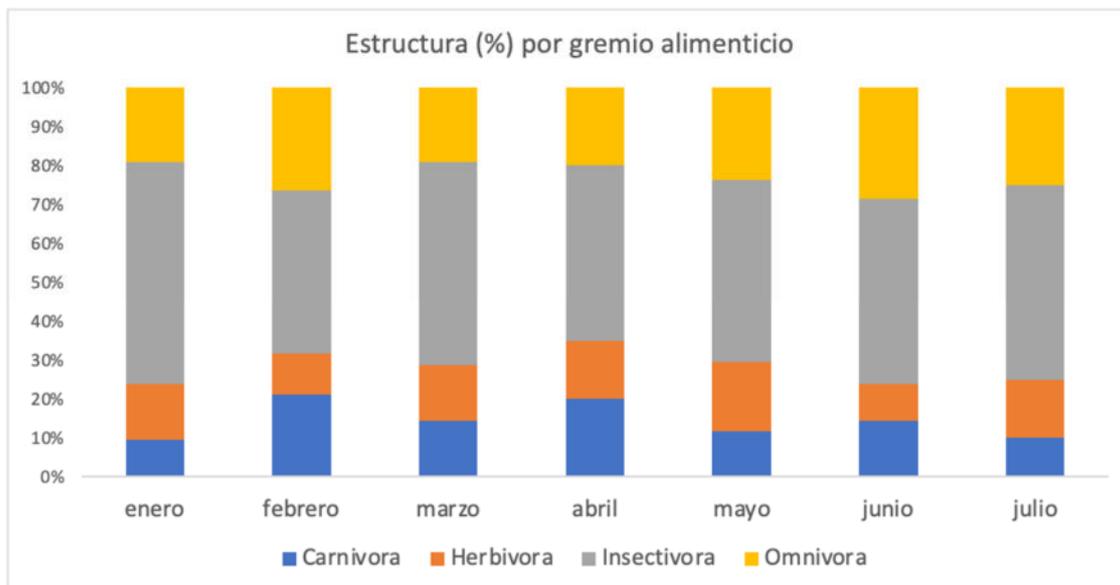
**Figura 18. Promedio y desviación estándar de la riqueza, abundancia y diversidad de especies por mes entre enero a julio 2022.**



**Figura 19. Promedio y desviación estándar de la riqueza, abundancia y diversidad de especies por sitio entre enero a julio 2022.**

#### IV.2.4. Distribución de especies por gremio.

La comparación de la estructura (% especies por tipo de alimentación) del gremio alimenticio a través de los meses, demuestra que ésta se ha mantenido de forma constante a lo largo del muestreo (Figura 20), lo cual es muy importante en relación con las funciones ecológicas, relaciones interespecíficas (cadena y red trófica) y servicios ecosistémicos que las especies proveen.



**Figura 20. Estructura del gremio alimenticio a través de los meses de muestreo.**

## **V. Interpretación de resultados desde una perspectiva integral**

Debido a que con el muestreo de julio 2022 se termina el actual ciclo de muestreo, en ésta y las siguientes secciones se presenta un análisis de las principales tendencias registradas durante estos muestreos en el contexto de los realizados anteriormente.

Se presenta información general en base a Ciclos y Periodos de muestreo, presentando primero lo general (Ciclos) y posteriormente, en algunas secciones, lo particular (Periodos), analizando los principales indicadores e incluyendo datos de

tamaño corporal, frecuencia de presencia en los muestreos, de distribución en los sitios de muestreo, amplitud de hábitos alimenticios y de tipos de vegetación, y por ultimo de estacionalidad (solo para el análisis basados en los datos por Ciclo debido a que por periodos no es posible, ya que los periodos cuentan en si con influencia de la estacionalidad ambiental, la simple comparación entre periodos indica cierta estacionalidad). A continuación, se definen los ciclos y periodos.

De aquí en adelante se utilizará el termino **Ciclo 1** para hacer referencia a los muestreos realizados entre **agosto 2019 a julio 2020** correspondiendo al **Ciclo 2** a aquellos realizados de **agosto 2021 a julio 2022**.

Además, se utilizará el termino **Periodo 1** para los meses de agosto a diciembre 2019, **Periodo 2** de enero a julio 2020, **Periodo 3** de agosto a diciembre 2021 y **Periodo 4** de enero a julio 2022. Con ello se comparan las tendencias registradas en Laguna Valle de las Garzas y San Pedrito durante esos periodos. Lo anterior no es posible para Cuyutlán y Tapeixtles pues solo tienen un periodo de muestreo.

Algunas características ecológicas de las especies han sido definidas para mejorar el análisis, ahora se incluye **categorías de tamaño corporal** como son **pequeño, mediano y grande**, en relación con el tamaño máximo alcanzado (de acuerdo con la literatura especializada) por cada especie dentro de su grupo taxonómico (e.g. anfibios o aves).

En relación a la **frecuencia de presencia de las especies** y su **distribución espacial a través de los sitios de muestreo** durante los periodos de trabajo de campo, se procedió a establecer **tres categorías de presencia** que incluyen **poco frecuente, frecuencia moderada y frecuencia alta** a partir del número de meses en que fueron observadas durante un ciclo en particular de muestreo, independientemente de su abundancia, por lo que esas categorías corresponden a 4, 8 y 12 meses de registro de presencia. En el caso de la **distribución espacial las categorías fueron restringida, moderada y amplia** que corresponde a especies que se registraron al menos una vez en por lo menos de 1 a 4, 5 a 8 o 9



a 12 sitios respectivamente durante el **Ciclo 2**, mientras que para el **Ciclo 1** las categorías fueron de 1 a 3, 4 al 7, 8 al 10 ya que solo fueron 10 en esa ocasión.

Así mismo, mediante la revisión de la literatura especializada se señaló el tipo de alimentación a mayor detalle, incluyendo las siguientes categorías; carnívora, frugívora, granívora, hematófago, insectívora, nectarívora, piscívora, moluscos y crustáceos, estas nueve categorías permiten agrupar a las especies en tres categorías que van desde consumidores especialistas (1 a 3 de las 9 posibles), moderados (4 a 6) y generalistas (7 a 9).

Se agregó a cada especie, información del tipo de vegetación en la que se ha registrado, lo que permite reconocer a aquellas que generalmente habitan en lugares perturbados como las zonas de cultivo y pastizales, o son exclusivas de sitios como dunas, mangle o selvas, ya sea mediana o baja.

Con la finalidad de determinar si existen patrones estacionales en los datos obtenidos, se realiza una agrupación de los meses **en tres categorías** con respecto a la **estacionalidad en las lluvias**, así los meses de julio a octubre serán agrupados como temporada de **lluvias**, los meses de noviembre a febrero serán los meses de **transición**, es decir, que el ambiente transita hacia la época de **secas** la cual corresponderá a los meses de marzo a junio.

### **V.I. Consideraciones generales**

En total se registraron 50 especies de aves en ambos ciclos de muestreo lo que equivale al 39 % del total de especies de posible registro en la región; durante el Ciclo 1 se registró el 72 % del total de especies, mientras que en el Ciclo 2 se registró el 90 % en campo (Tabla 8).

En términos generales la riqueza y diversidad de especies de la fauna terrestre registradas fue mayor durante el segundo ciclo de muestreo que en el primero; se registraron 7 especies más; sin embargo, la abundancia fue ligeramente mayor en el Ciclo 1 (Tabla 8).



El índice de similitud de especies (J) determinado entre ambos ciclos de muestreo es de 0.58, valor considerado bajo debido a que solo existen 29 especies comunes (el 58 % del total registrado en ambos ciclos) en ambos periodos, por lo que durante el Ciclo 1, se registraron 7 especies que posteriormente no aparecieron en el Ciclo 2, mientras durante el Ciclo 2 se registraron 16 especies que no habían sido observadas en campo anteriormente.

**Tabla 8. Valores de riqueza, abundancia y diversidad determinados para el total de especies registradas en cada ciclo de muestreo**

Indicador	Ciclo 1	Ciclo 2
Riqueza	36	45
Abundancia	2695	2294
Diversidad	1.824	2.438

Algunas de las especies que no fueron registradas nuevamente durante los muestreos del Ciclo 2 son *Drymarchon melanurus*, *Eleutherodactylus modestus*, *Kinosternon chimahuaca*, *Lampropeltis polizona* y *Urocyon cinereoargenteus*, todas estas especies registraron poca frecuencia y distribución restringida en el Ciclo 1 por lo que no sorprende que no hayan aparecido en el Ciclo 2.

La comparación por periodos entre Valle de las Garzas y San Pedrito indica algunas diferencias en las tendencias registradas en estas áreas de muestreo (Tabla 9). Por ejemplo, en el Valle de las Garzas se registra una mayor riqueza y abundancia en el primer periodo, seguido del cuarto, segundo y el tercero y que la diversidad fue más alta entre enero a julio, que, entre agosto a diciembre, mientras que San Pedrito se registra mayor riqueza y abundancia en el cuarto periodo, seguido del primero, el tercero y el segundo y que la diversidad fue más alta entre agosto a diciembre, que entre enero a julio.

**Tabla 9. Comparación de los valores de los indicadores registrados por periodo de muestreo en Las Garzas y San Pedrito**

<b>Laguna del Valle de las Garzas</b>				
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4
	Ago-dic 2019	Ene-Jul 2020	Ago-dic 2021	Ene-Jul 2022
<b>Riqueza</b>	29	23	22	26
<b>Abundancia</b>	1762	456	375	870
<b>Diversidad</b>	1.233	2.311	2.022	2.093

<b>San Pedrito</b>				
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4
	Ago-dic 2019	Ene-Jul 2020	Ago-dic 2021	Ene-Jul 2022
<b>Riqueza</b>	13	10	14	21
<b>Abundancia</b>	111	78	106	306
<b>Diversidad</b>	2.143	1.486	2.214	1.697

Los valores del índice de Jaccard que determina la similitud de especies para los periodos de muestreo sugieren que tanto en Valle de las Garzas como en San Pedrito ha existido un constante recambio de especies, mayor en San Pedrito (valores más bajos) que en Valle de las Garzas (Tabla 10). En Valle de las Garzas el índice es ligeramente mayor entre los periodos 2 y 3, mientras que el menor se registra entre el 1 y 3. En San Pedrito todas las comparaciones registran índices más bajos de similitud que en Valle de las Garzas, como se comentó anteriormente el recambio es ligeramente mayor en esta área a pesar de que su riqueza a través de los periodos fue baja; en San Pedrito la mayor similitud se registra entre los periodos 1 y 3, mientras que el menor entre el 3 y 4.

**Tabla 10. Valores del índice de Jaccard para la similitud de especies por periodo en Las Garzas y San Pedrito.**

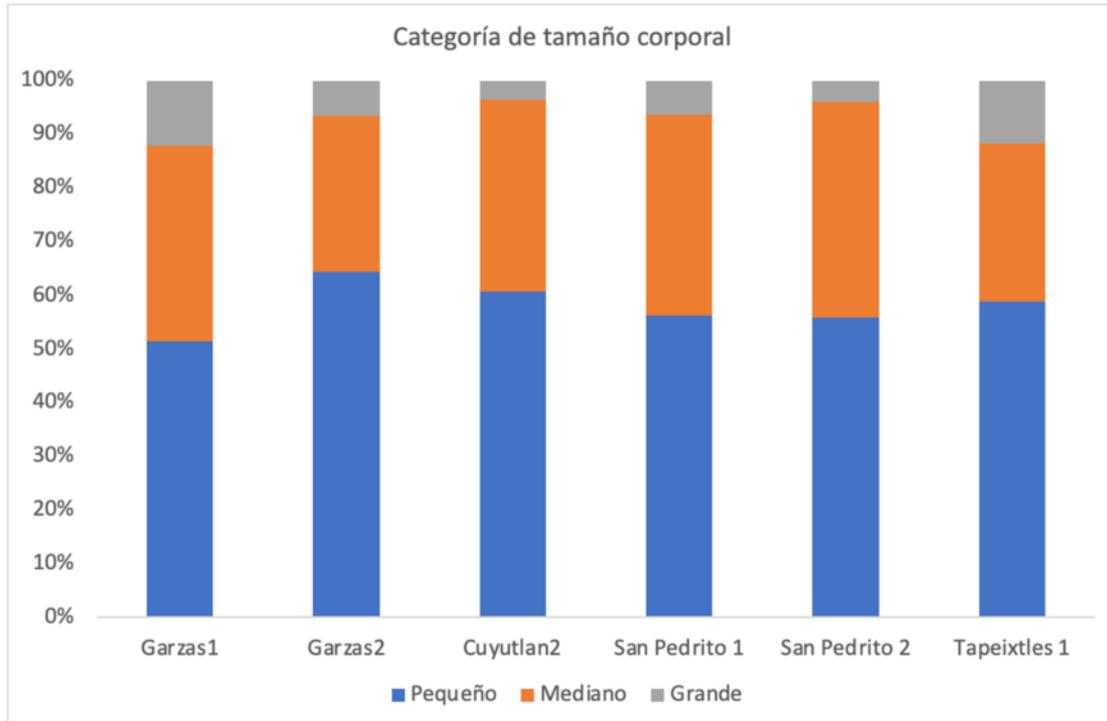
Las Garzas				
	P1	P2	P3	P4
P1	1.000	0.576	0.500	0.528
P2	0.576	1.000	0.607	0.531
P3	0.500	0.607	1.000	0.548
P4	0.528	0.531	0.548	1.000

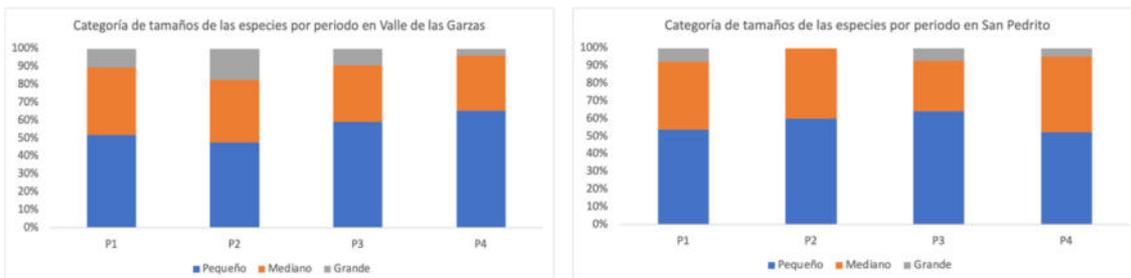
Puerto Interior				
	P1	P2	P3	P4
P1	1.000	0.438	0.588	0.417
P2	0.438	1.000	0.412	0.409
P3	0.588	0.412	1.000	0.400
P4	0.417	0.409	0.400	1.000

Al comparar la proporción por categoría de tamaños corporal de las especies de la fauna terrestre en las diferentes áreas de muestreo durante los dos ciclos de trabajo de campo (Figura 21), se puede constatar que dichas proporciones tienden a ser similares tanto en las áreas como en los ciclos de muestreo. Aproximadamente un poco más de la mitad de las especies son pequeñas, mientras que una mínima parte corresponde a especies de talla grande y el resto, un 35 o 40% son de tamaño mediano. En el caso de la laguna del Valle de las Garzas, existe un incremento en la proporción de la categoría pequeñas durante el Ciclo 2, mientras que en San Pedrito existe un ligero incremento en el Ciclo 2 en la proporción de especies de tamaño grande.

La comparación por periodos sugiere que tanto en Valle de las Garzas como en San Pedrito no hay cambios muy notorios en la estructura por tamaños, aunque resalta la mayor proporción de especies grandes en Valle de las Garzas que en San Pedrito en los cuatro periodos (Figura 22).



**Figura 21. Proporción por categoría de tamaños de las especies de la fauna durante los ciclos y diferentes áreas de muestreo.**

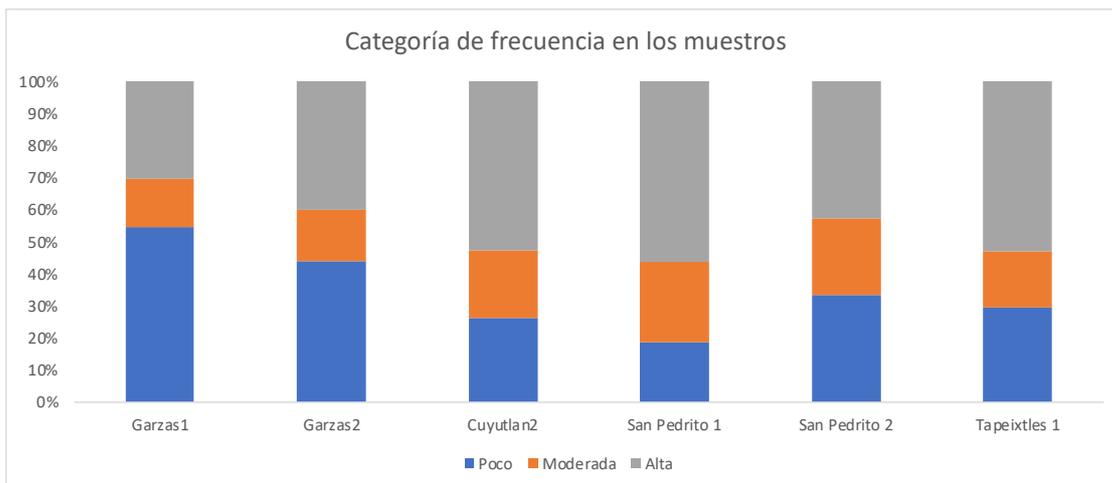


**Figura 22. Proporción por categoría de tamaños de las especies de la fauna en Valle de las Garzas y San Pedrito durante los diferentes periodos del muestreo.**

En general, durante el Ciclo 1, el 58 % de las 36 especies registradas se presentaron con poca frecuencia, mientras que en el Ciclo 2 solo el 33 % de las 45 registraron dicha frecuencia; así casi una cuarta parte de las especies registró alta

frecuencia en ambos ciclos (27 % y 23 % respectivamente), siendo la categoría moderada la de menor proporción en ambos ciclos.

Al revisar la proporción de las categorías de frecuencia registradas durante los muestreos mensuales por las especies en las diferentes áreas y ciclos de muestreo, se observan algunas diferencias (Figura 23). En la laguna Valle de las Garzas se registró un cambio del Ciclo 1 al 2, en la categoría de mayor proporción de poca a alta frecuencia. Mientras que en San Pedrito se registró la tendencia contraria, es decir, se redujeron las especies de alta frecuencia incrementándose la de poca frecuencia. Las especies registradas en los sitios de Cuyutlán se caracterizan por tener una proporción considerable (55 %) de especies de alta frecuencia mensual, proporción similar a la registrada en Tapeixtles.

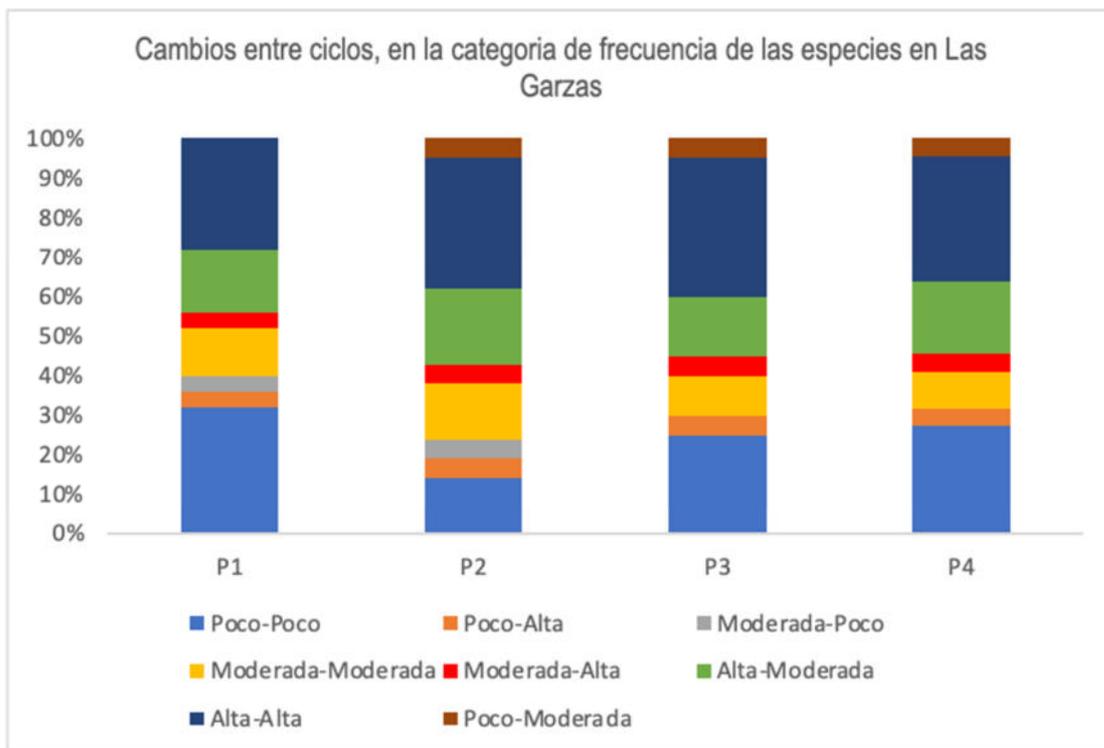


**Figura 23. Proporción por categoría de frecuencia de presencia durante los muestreos mensuales de las especies de la fauna, durante los ciclos y diferentes áreas de muestreo.**

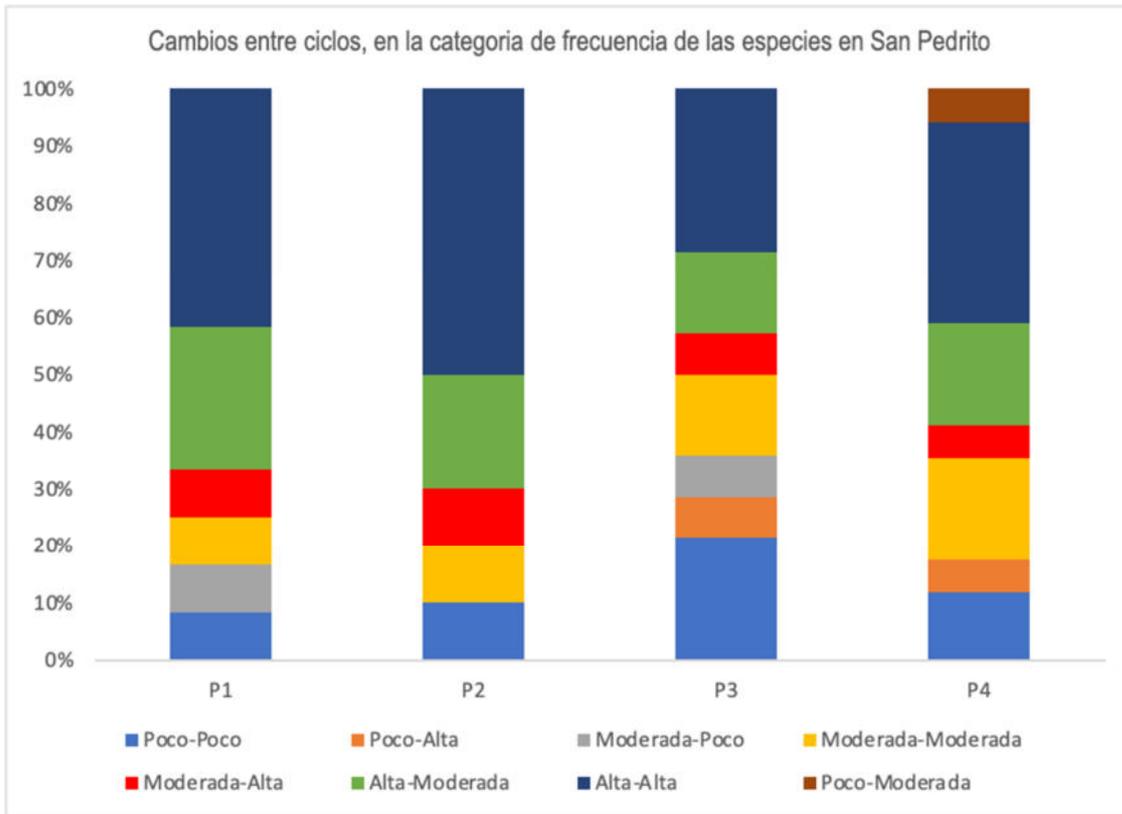
Para graficar los cambios en la categoría de frecuencia de presencia a través de los muestreos durante los diferentes periodos, se descartaron aquellas especies no presentes en ambos ciclos de muestreo (aquellas que desaparecen en el Ciclo 2 y otras no fueron registradas en el Ciclo 1) para facilitar la comparación; esta incluirá los probables cambios en categoría en el Ciclo 2 con respecto al Ciclo 1,

por ejemplo, Poco-Alta significa que en el 1 fue poco frecuente y en el 2 fue de alta frecuencia.

Así, en Laguna del Valle de las Garzas, se observa que las categorías dominantes a través de los periodos incluyen a las especies que se mantienen en alta y poca frecuencia, o que pasan de alta a moderada frecuencia a través de los ciclos. El Periodo 2 se distingue en el Valle de las Garzas por registrar la mayor variación en la proporción de las diferentes categorías aquí manejadas (Figura 24). En San Pedrito las categorías dominantes son; alta-alta, de alta a moderada, especialmente en los periodos 1 y 2, lo que contrasta con el periodo 3 que registra la mayor variación en la proporción de las diferentes categorías aquí manejadas, mientras que en el periodo 4 se compone de especies que mantienen alta o moderada frecuencia (Figura 25).



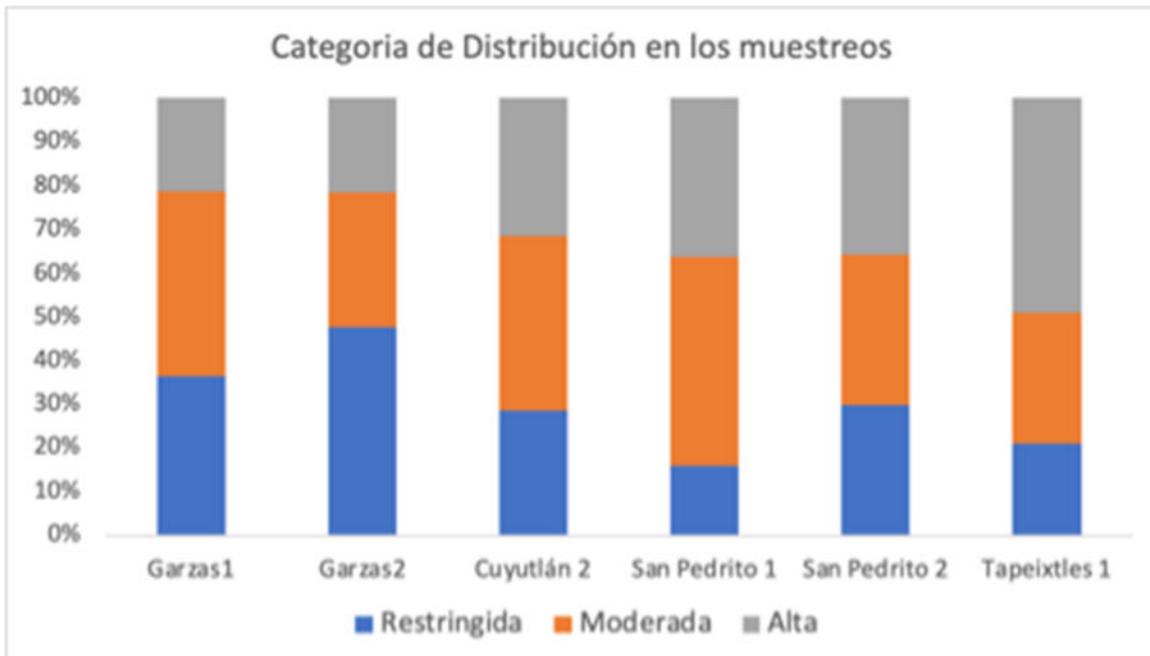
**Figura 24. Cambios entre ciclos, en la categoría de frecuencia de las especies en la Laguna Valle de las Garzas.**



**Figura 25. Cambios entre ciclos, en la categoría de frecuencia de las especies en la Laguna San Pedrito.**

La proporción de las categorías de distribución espacial registrada a través de los sitios de muestreo por las especies de aves en las diferentes áreas y ciclos de muestreo muestra variaciones dependiendo del ciclo y el área (Figura 26). En la laguna Valle de las Garzas se registró una mayor proporción de especies restringidas durante el Ciclo 2 que en el Ciclo 1, reduciéndose la proporción de las especies de distribución moderada de casi un 43 % en el Ciclo 1 a 30 % en el Ciclo 2. Las especies registradas en los sitios de Cuyutlán se caracterizan por mantener una proporción considerable (40 %) de especies de distribución moderada a través de sitios de muestreos, siendo similar la proporción de especies con distribución restringida y amplia. En San Pedrito, al igual que en Valle de las Garzas, se registró una mayor proporción de especies de poca y alta

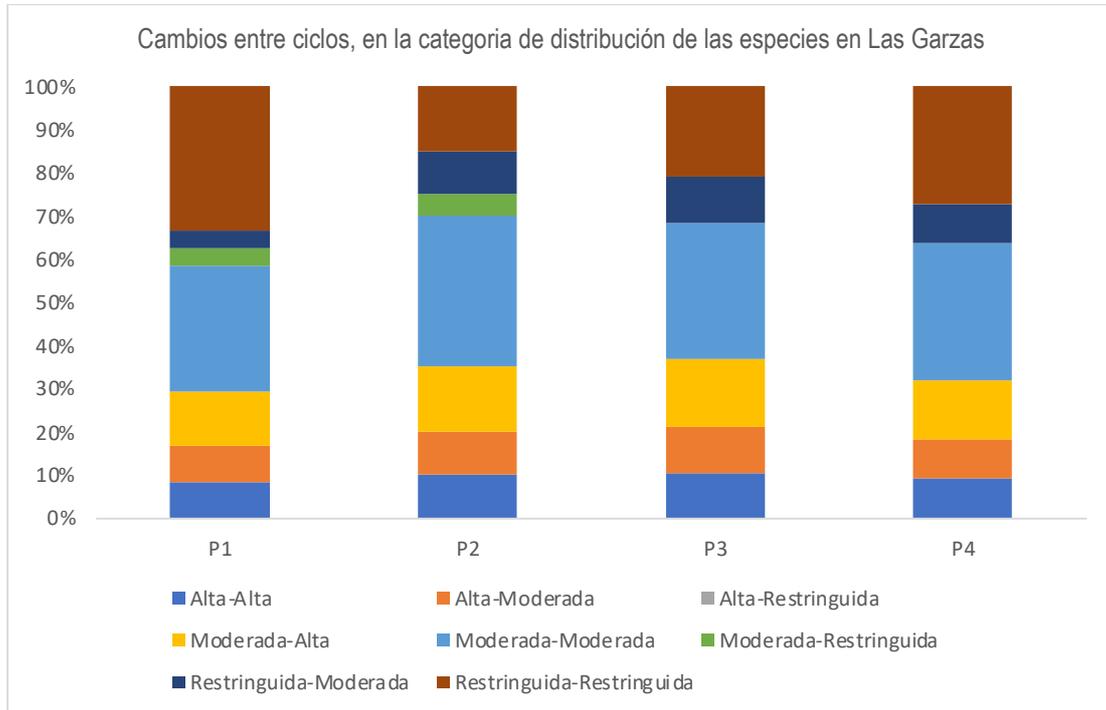
frecuencia durante el Ciclo 2 que, en el anterior, reduciéndose la proporción de las especies de frecuencia moderada de casi un 42 % en el Ciclo 1 a 27 % en el Ciclo 2. Por último, en Tapeixtles se registra la mayor proporción (45 %) de especies de alta frecuencia con respecto a las demás áreas.



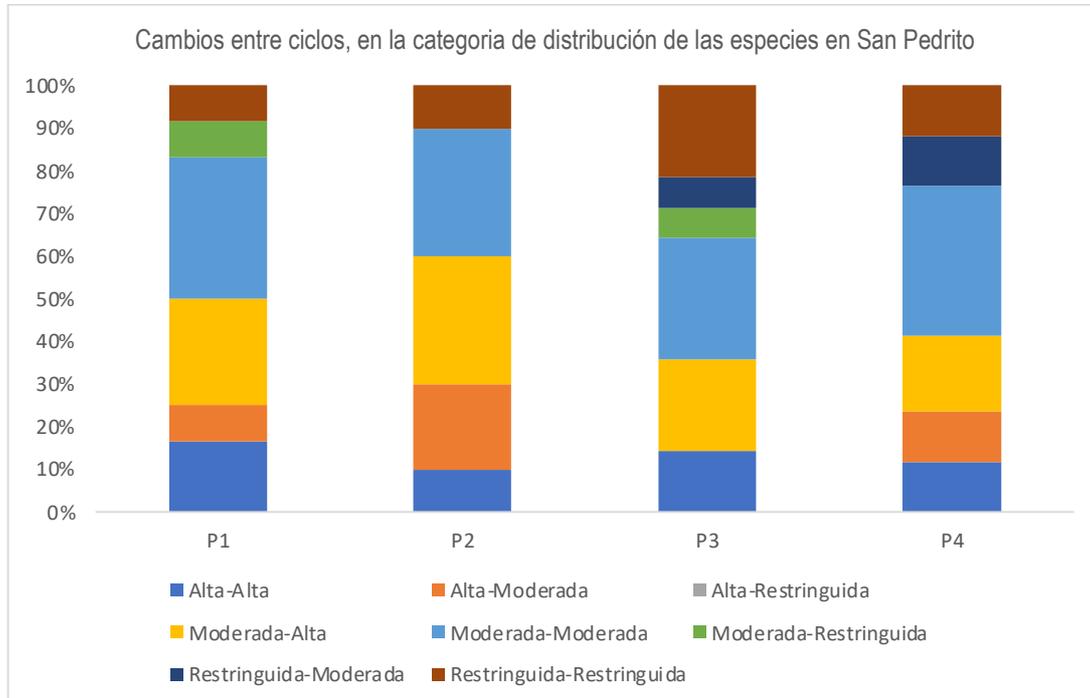
**Figura 26. Proporción por categoría de distribución espacial a lo largo de los sitios de muestreo mensuales de las especies de aves durante los ciclos y diferentes áreas de muestreo.**

Al igual que en el caso de los cambios en la categoría de frecuencia de presencia, no se tomaron en cuenta aquellas especies no presentes en ambos ciclos de muestreo, para facilitar la comparación con respecto a los cambios en la categoría de distribución.

Se encuentran algunas diferencias entre estas áreas. En el Valle de Las Garzas una mayor proporción de especies se mantienen como restringidas o con distribución moderada a través de los periodos (Figura 27), mientras que en San Pedrito es más marcada la proporción de moderada y de moderada a alta distribución (Figura 28).

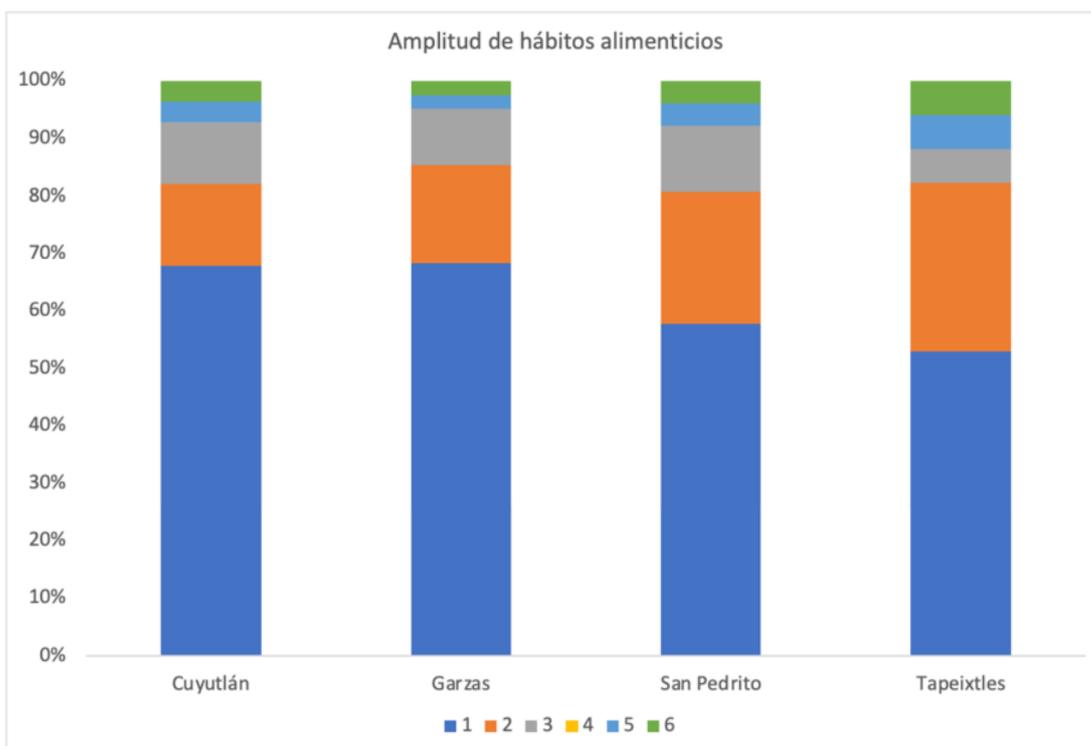


**Figura 27. Cambios entre ciclos, en la categoría de distribución de las especies en la Laguna Valle de las Garzas.**



**Figura 28. Cambios entre ciclos, en la categoría de frecuencia de las especies en la Laguna San Pedrito.**

Resulta interesante que en todas las áreas de muestreo la proporción de amplitud de hábitos alimenticios es muy semejante (Figura 29). La mayor parte de las especies son especialistas, es decir solo consumen 1 de las 6 categorías establecidas, le siguen en proporción las que consumen de 2 tipos de alimento. Así, las especialistas en alimento (categorías 1 o 2) forman entre un 80% y 85% del ensamble de especies registradas en cada área, mientras que las generalistas, digamos, las que tienen categoría 5 y 6 corresponden alrededor del 10% de las especies; San Pedrito y Tapeixtles tienen una mayor proporción de especies con amplitud 2 que Cuyutlán y Valle de las Garzas.

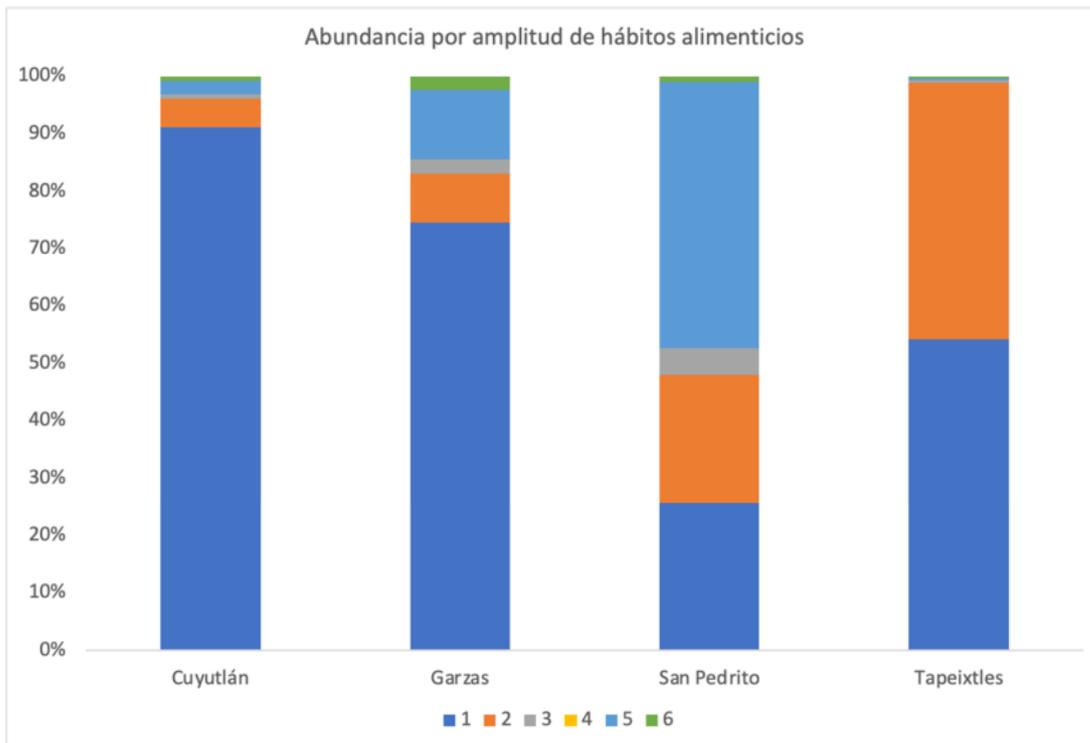


**Figura 29. Proporción por categoría de amplitud de hábitos alimenticios de las especies de aves en las áreas de muestreo.**

Al graficar la proporción de la abundancia de individuos registrados en cada área de muestreo por categoría de amplitud de alimentación, se observa una tendencia similar a la anterior (Figura 30), es decir, las especies especialistas (categorías 1 o 2 de amplitud de alimentación) son las que más contribuyen a la abundancia total

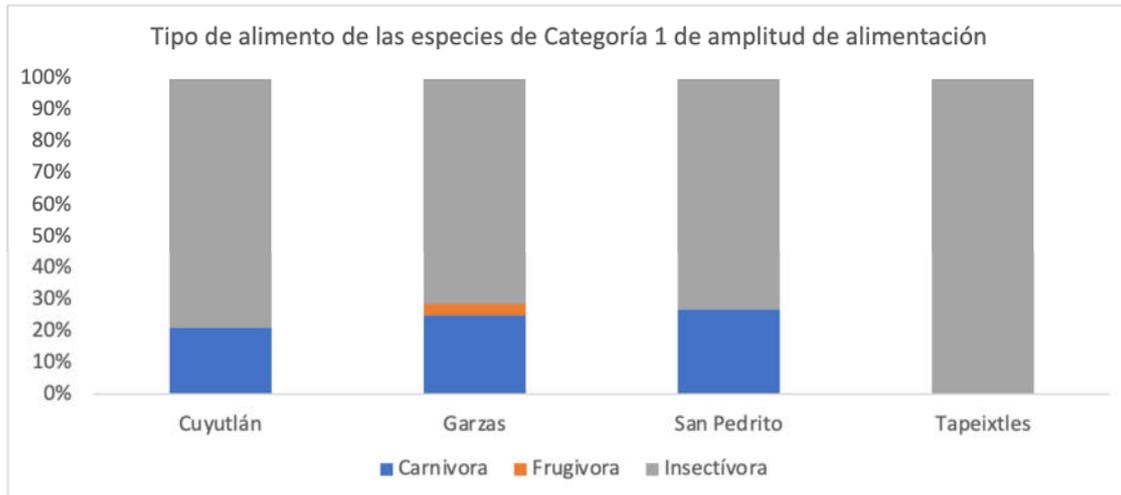


registrada en cada área, así las especialistas en cada área son la mayoría de las especies y también las de mayor abundancia, con excepción de San Pedrito, las especialistas en cada área son la mayoría de las especies y también las de mayor abundancia. En San Pedrito es notoria la abundancia de especies generalistas con amplitud alimenticia de hasta 5, se trata del mapache (*Procyon lottor*) cuya abundancia relativa a la muestra fue mayor en San Pedrito, que por ejemplo en la Laguna Valle de las Garzas.



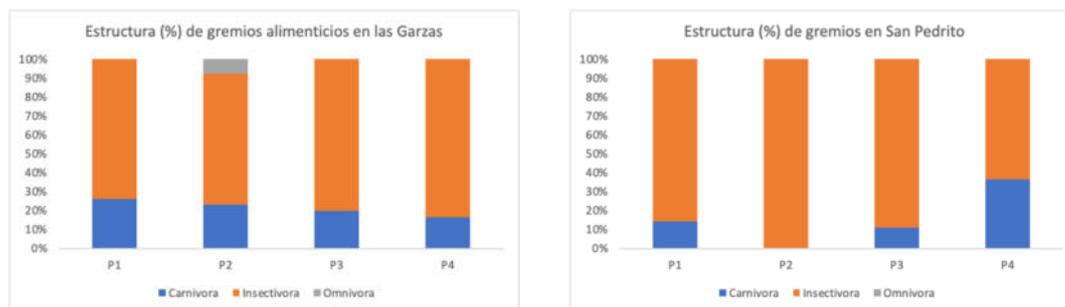
**Figura 30. Proporción de la abundancia de las especies de fauna por categoría de amplitud de hábitos alimenticios registrada en las áreas de muestreo.**

La proporción del tipo de alimentación de las especies que solo consumen un tipo de alimento (Categoría 1 o especialistas) es muy alta para las insectívoras en todas las áreas y en especial en Tapeixtles, en las otras tres áreas de muestreo se presenta algunas carnívoras estrictas (Figura 31).



**Figura 31. Tipo de alimentación de las especies de fauna de categoría 1 de amplitud de hábitos alimenticios registrada en las áreas de muestreo.**

Al comparar la estructura (%) de los gremios alimenticios en las lagunas Valle de las Garzas y en San Pedrito, no se observan cambios importantes dependientes del periodo o área de muestreo, a excepción de San Pedrito cuando en el segundo periodo se registraron solo especies insectívoras (Figura 32); en ambas áreas es claro el alto porcentaje de especies insectívoras.

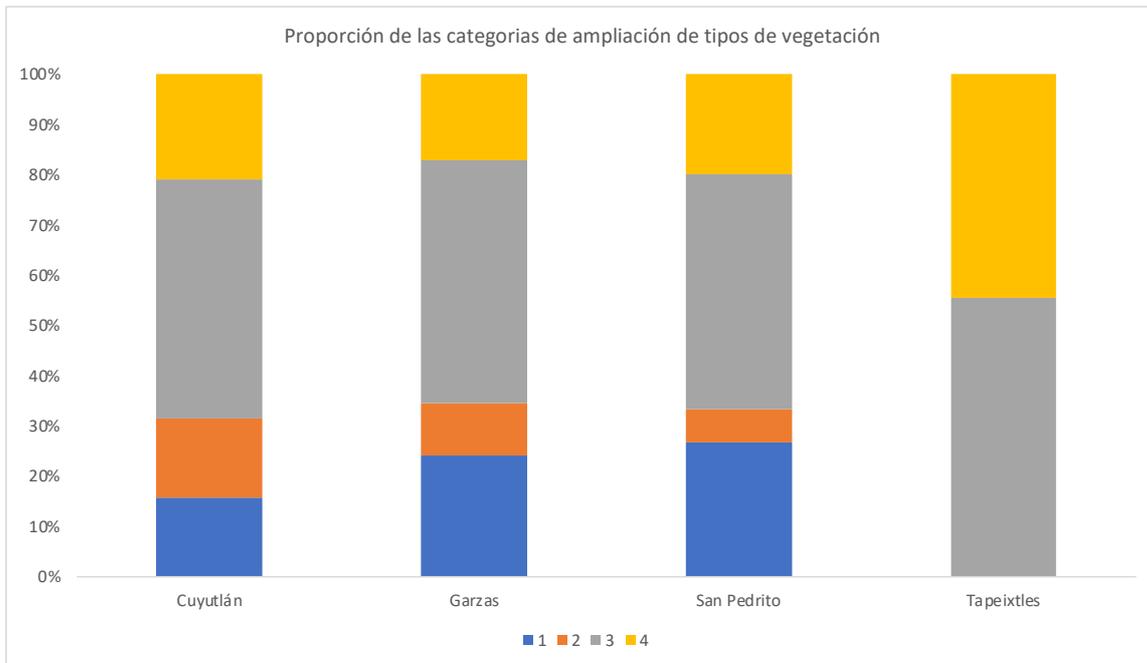


**Figura 32. Estructura de los gremios alimenticios en las lagunas Valle de las Garzas y en San Pedrito a través de los periodos de muestreo.**

La proporción de la amplitud en los tipos de vegetación utilizado por las especies registradas en las diferentes áreas de muestreo son similares, a excepción de las

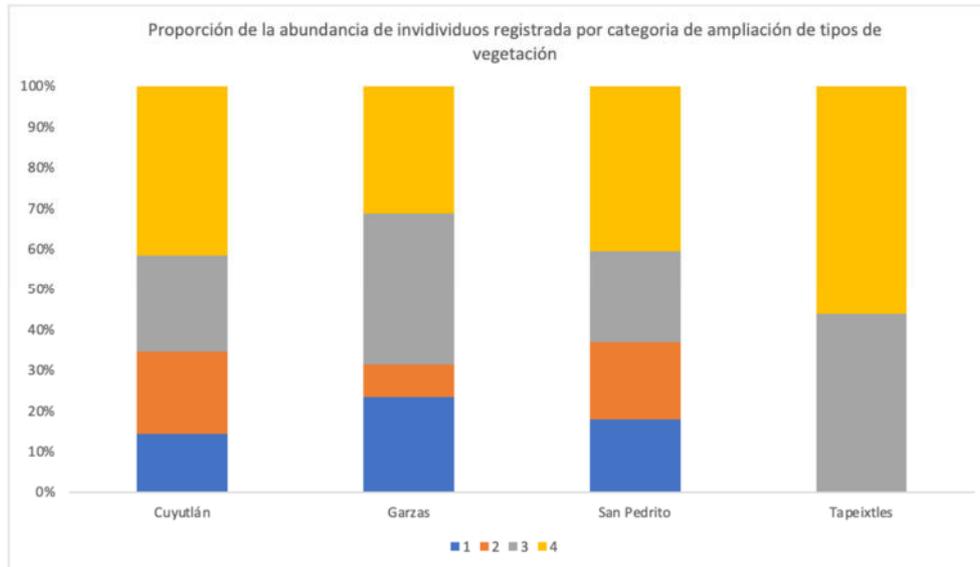


observadas en Tapeixtles (Figura 33). En todas las áreas, las especies con mayor amplitud de tipos de vegetación usados son las más registradas, lo cual es más notorio en Tapeixtles.

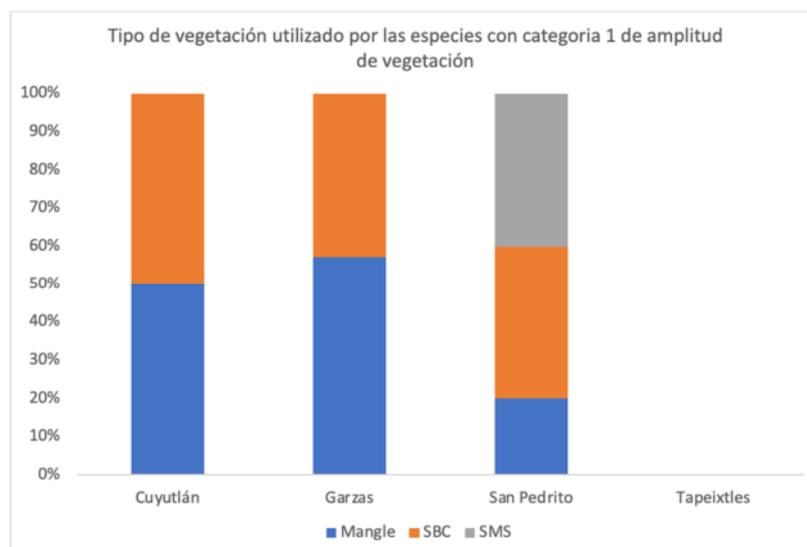


**Figura 33. Proporción por categoría de amplitud de tipos de vegetación de las especies en las áreas de muestreo.**

La proporción de la abundancia de individuos registrados en cada área de muestreo por categoría de amplitud de tipo de vegetación se observa que las especies con mayor amplitud en tipos de vegetación (3 y 4) son las que contribuyen con la mayor cantidad de individuos registrados en cada área (Figura 34).



**Figura 34. Abundancia de las especies registradas en las áreas de muestreo y que corresponden a las diferentes categorías de amplitud de tipos de vegetación.** De aquellas especies que solo ocupan un tipo de vegetación, la gran mayoría son especies de mangle y selva baja caducifolia, especialmente en Cuyutlán y Valle de las Garzas, mientras que en San Pedrito son de mangle y selva mediana (Figura 35); en Tapeixtles no se registraron especies especialistas a un tipo de vegetación.



**Figura 35. Proporción del tipo de vegetación utilizado por las especies en las diferentes áreas de muestreo y que se presentan en un solo tipo de vegetación.**



## Caracterización de las áreas de muestreo

### Laguna de Cuyutlán.

En esta área se registraron 28 especies de las cuales un 61 % son pequeñas, 36% son medianas y el resto; 3 % grande (el cocodrilo), mientras que un 36 % fueron de alta frecuencia en los muestreos, 14 % de frecuencia moderada y el resto (50 %) de poca frecuencia de presencia. El 39 % tuvo una distribución moderada en los sitios de muestreo, 18 % amplia distribución y 43 % restringida. Prácticamente un 68 % de las especies solo consumen un tipo de alimento, en su mayoría son insectívoros o carnívoros, mientras que solo el 11 % de las especies se distribuyen en un tipo de vegetación, especialmente mangle o selva baja. En síntesis, en los sitios de muestreo en Cuyutlán las especies registradas son en su mayoría pequeñas o medianas, no se registraron frecuentemente, y se distribuyeron de forma restringida alimentándose de insectos y otros vertebrados dentro del mangle o selva baja.

### Laguna Valle de Las Garzas.

Al cabo de dos ciclos de muestreo, esta área acumuló un total de 41 especies registradas en campo, 33 en el Ciclo 1 y 31 en el 2. En ambos ciclos alrededor del 60% son especies pequeñas, 35 % son medianas y el resto 5 % grandes, mientras que en promedio para los dos ciclos alrededor de un 45 % son especies poco frecuentes, un 35 % de alta frecuencia y el resto de frecuencia moderada, mientras que las categorías de distribución en ambos ciclos alrededor del 35 % y 40 % son especies de distribución restringida o moderada y el resto son de alta distribución. Prácticamente un 75 % de las especies solo consumen un tipo de alimento, en su mayoría insectos u otros vertebrados, mientras que el 50 % de las especies se distribuyen en por lo menos tres tipos de vegetación. En síntesis, en los sitios de muestreo en las Garzas las especies registradas son en su mayoría pequeñas o medianas, son poco frecuentes y tienen distribución de restringida a moderada alimentándose de insectos y otros vertebrados ya sea en el mangle, selva baja o mediana.



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

San Pedrito.

En esta área se registró un total de 26 especies, 16 en el Ciclo 1 y 25 en el 2. En ambos ciclos alrededor del 60 % son especies pequeñas, 30 % son medianas y el resto son grandes, mientras que un 70 % y 80 % son de moderada o alta frecuencia y el resto son de poca frecuencia. Las categorías de distribución es su mayoría de moderada a alta distribución a través de los sitios. Más de la mitad de las especies solo consumen un tipo de alimento, en su mayoría insectos u otros vertebrados en tres o cuatro tipos de vegetación en el caso en casi un 70 % de sus especies. En síntesis, en los sitios de muestreo en San Pedrito las especies registradas son en su mayoría pequeñas, se registraron moderada o alta frecuencia, distribuyéndose de forma moderada a alta en los sitios de muestreo, muy probablemente alimentándose de insectos y otros vertebrados en el mangle y la selva mediana.

Tapeixtles.

En esta área se registró un total de 17 especies de las cuales un 59% son de tamaño pequeño, 29 % mediano y el resto grande, mientras que un 53% son de alta frecuencia de presencia, 18 % de moderada y 29 % de poca frecuencia. La proporción de la categoría de distribución es 24 %, 47 % y 29 % respectivamente. La mitad de sus especies solo consumen insectos en mangle. En síntesis, las especies registradas en Tapeixtles son en su mayoría pequeñas, con alta frecuencia de presencia y distribución, consumiendo en su mayoría insectos y algunos vertebrados en el mangle.

## **VI. Conclusiones**

Los muestreos realizados hasta la fecha han permitido generar información de la fauna terrestre que forma parte importante de la biodiversidad. Esta información ha sido de utilidad para el resto de los estudios que se están realizando en estas áreas.



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

Las cuatro áreas de muestreo visitadas durante los dos ciclos, han registrado un importante número de individuos y especies e información entre las que resaltan, en cierta manera, las especies pequeñas, moderadamente frecuentes y distribuidas de manera restringida a moderada.

Después de dos años de muestreo se registró el 38 % de las especies de fauna potenciales en la región de interés, un porcentaje relativamente bajo sin duda, sin embargo, hay que tomar en cuenta que regionalmente muchas especies se distribuyen en los amplios bosques de selvas baja y medianas que existen en los alrededores, y que por otro lado, la mayoría de las especies registradas son de relativamente limitado desplazamiento, por lo que se restringen más los microhábitat disponibles en los sitios de muestreo.

Al revisar los indicadores (riqueza, abundancia y diversidad) así algunos aspectos de las poblaciones de las especies de la fauna como su estructura de tamaños, frecuencia de presencia, distribución espacial, tipo y amplitud de alimentos consumidos y de tipo de vegetación, se puede concluir que, si bien existen algunas diferencias en las cuatro áreas muestreadas, tienden a mantenerse a través de los muestreos y representan ensambles bien definidos que incluyen muchas especies resilientes, que aún encuentran los requerimientos mínimos para asentarse en dichas áreas.

Es importante señalar que durante los muestreos del Ciclo 2 se registró una mayor riqueza, abundancia y diversidad de especies de la fauna que durante el Ciclo 1, lo cual en parte se debe al mayor número de sitios utilizados durante el segundo periodo.

La mayor riqueza de especies registradas en el Ciclo 2 es notoria al constatar que 14 especies de fauna terrestre no habían sido registradas en el Ciclo 1, y aquellas 5 que no fueron registradas en el Ciclo 2 se debió a que éstas, observadas anteriormente, fueron en su gran mayoría especies poco frecuentes y de distribución restringida, es decir, fueron raras de observar en los sitios muestreados por lo que su presencia fue ocasional en el Ciclo 1.



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

Existen algunas similitudes y diferencias entre las áreas de muestreo con respecto a las especies de fauna terrestre registradas. En cuanto a tamaño, en todas las áreas dominan las especies pequeñas, aunque difieren en su frecuencia, dominando las poco frecuentes en Valle de las Garzas y las de alta frecuencia en el resto de las áreas, sin embargo, en todas las áreas, y en especial en Valle de las Garzas en el Ciclo 2, dominan las especies con distribución restringida a moderada. De esta manera, los ensambles muestreados están constituidos por especies con cierta moderada o alta frecuencia, pero distribuidas de forma restringida o moderada que tienen efecto en la diversidad.

En general las especies de las cuatro áreas de muestreo son especialistas con respecto a sus hábitos alimenticios y de tipos de vegetación, debido a que una gran proporción solo consumen un tipo de alimento pero llegan a estar hasta en tres tipos de vegetación, alimentándose de insectos o de otros vertebrados especialmente en el mangle, selva baja y mediana; Tapeixtles sobresale por contener especies más generalistas en su tipo de hábitat, ser totalmente insectívoros y altamente distribuidas en los sitios de muestreo.

De forma general, la mayor riqueza de especies está relacionada con especies de baja presencia mientras la abundancia está relacionada con una mayor frecuencia de presencia y la diversidad de especies con las especies de poca a moderada frecuencia. Esto tiene cierto sentido ya que las especies de poca frecuencia están relacionadas a un recambio continuo de especies y por ende a una mayor riqueza, mientras que las de frecuencia alta están relacionadas a una mayor abundancia y continuidad, por lo que tienen mayor efecto en la equitatividad y diversidad de especies.

La estructura de gremios alimenticios es semejante en cada área de muestreo y mantiene sin cambios importantes en los ciclos y periodos de muestreo lo que es un indicador, que al menos, desde que se ha monitoreado dichos lugares, los gremios se mantienen y aún continúan proveyendo los servicios ecosistémicos, al menos hasta cierto punto debido a que, ninguna de las áreas se encuentra en



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

condiciones de conservación adecuadas; esta continuidad está también relacionada a que en los vertebrados registrados dominan los insectívoros y carnívoros.

La relativa baja capacidad de desplazamiento de la mayoría de las especies pequeñas y distribuidas de forma restringida se ve en parte reflejado en el dendograma elaborado a partir del índice de similitud de especies entre los sitios de muestreo ya que no se observa un agrupamiento muy claro en relación con las áreas de muestreo, es decir no hay en general especies particulares en varios sitios.

Resulta claro que la mayor riqueza de especies registrada en la Laguna Valle de las Garzas se debe por un lado al mayor número de sitios de muestreo, pero también a que varias son de baja frecuencia o distribución lo que hace que exista un mayor número de especies registradas, sin embargo, la mayor abundancia de algunas especies en esta laguna (mapache, por ejemplo) puede estar jugando un papel importante para la diversidad de especies en algunas de las comparaciones aquí realizadas.

En términos generales, la diversidad fue mayor en la época de transición, seguida de las secas y lluvias, pero la riqueza mayor en lluvias fue en la transición que, en las secas, y la abundancia fue mayor en las lluvias, y muy baja en las secas y transición. En ambos ciclos se mantiene esta tendencia, probablemente durante las lluvias con el mayor registro de especies y la presencia de anfibios y su mayor abundancia afecta los valores de la diversidad en las lluvias.

Al analizar las tendencias por sitio de muestreo, se observa que las diferencias estacionales dependen de cada sitio y que en general las diferencias entre sitios son más marcadas en el Ciclo 1 que en el 2. No existe un patrón claro ya que los valores de los indicadores alcanzan máximos en diferentes sitios en las diferentes estaciones.



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

La laguna del Valle de las Garzas registra, con mucho, más especies de fauna terrestre endémicas e incluida en la NOM059 que las otras lagunas, registrando la mayor abundancia y diversidad de especies en riesgo no así en diversidad de endémicas, ya que registró valores ligeramente más bajos que en Cuyutlán y San Pedrito.

## **VII. Bibliografía**

- Bohórquez, J. E. T. 2013. Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método. Investigaciones geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, 81: 79-93.
- Brown, J. H., y M. V. Lomolino. 1998. Biogeography. Sinauer Associates.
- Ceballos, G., y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México: A field guide to the mammals of the Jalisco Coast, Mexico. Fundación Ecológica de Cuixmala A.C. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ceballos, G., R. List, J. Gonzalez-Maya, R. Sierra, y E. Ponce. 2014. Áreas Naturales Protegidas de México: legado de conservación. Telmex, Ciudad de Mexico. 155pp.
- Contreras, F., O. Castañeda. 2004. La biodiversidad de las lagunas costeras. Revista Ciencias. 76: 46-59.
- De la Lanza-Espino, G. 2004. Gran escenario de la zona costera y oceánica de México. Ciencias 76: 4-13.
- Flores-Villela, O., y U. O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85: 467-475.
- García, A. y G. Ceballos. 1994. Guía de Campo de los Reptiles y Anfibios de la Costa de Jalisco/Field Guide of the Reptiles and Amphibians of the Jalisco Coast. Fundación Ecológica de Cuixmala A.C.-Instituto de Biología (UNAM), México D.F.
- García, A., G. Casas-Andreu, R. Martinez-Ortega y O. Avila-Lopez. 2016. Anfibios y reptiles (Amphibia y Reptilia). En: La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado. CONABIO. Mexico, pp. 431-441.



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

- Grosselete, M. y G. Ruiz. 2016. Aves de Colima. Gobierno del Estado de Colima.
- Howell, S. N. G., y S. Webb. 1994. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press.
- INEGI 2003. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Edición 2002. No. 61.
- Magurran, A. E. 1991. Ecological diversity and its measurement. Chapman & Hall, London.
- Marcovecchio, J., y R. Freije. 2013. Editores. Procesos químicos en Estuarios. Universidad Tecnológica Nacional. 394pp.
- Mellink, E., y G. de la Riva. 2005. Non-breeding waterbirds at Laguna de Cuyutlán and its associated wetlands, Colima, México. *Journal of Field Ornithology*, 76(2): 158-168.
- Noguera, F. A., J. Vega-Rivera, A. N. Garcia-Aldrete, y M. Quesada-Avedaño. 2002. Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología-UNAM. 561pp.
- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela, y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85: 460-466.
- Patiño-Barragan, M., A. O. Meyer-Willerer, M. A. Galicia-Pérez, C. Lezama-Cervantes, y B. Lara-Chávez. 2009. Zona de mayor afección en el Puerto de Manzanillo, Colima, México, por eventos hidrometeorológicos intensos y su periodicidad. *Boletín Técnico IMME* 47(1): 47-60.
- Pérez Valadez, N., M. E. Riojas-López, y E. Mellik, E. 2013. Aves de Manzanillo, Colima a El Salto, Jalisco. *Guía de Campo*. Universidad de Colima, Energía de Occidente de México, S de R.L. de C.V., Colima, México.
- Sagardi, M. C., J. J. H. Olvera, y R. P. Ruiz. 2013. Consideraciones en torno a la dinámica cultural del sitio costero Valle de las Garzas, Manzanillo, estado de Colima, durante el 450 al 650 dC. *Trace. Travaux et recherches dans les Amériques du Centre*, (64).
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente-Bousquets, J., ... y S. Anta. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

**PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE**  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma 059. Protección ambiental especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre 2010.

Small C., R. J. Nicholls. 2003. A global analysis of human settlement in coastal zones. J. Coast. Res. 19: 584-599.

Villa-Jaime, L. 2014. Espacio urbano y vulnerabilidad: construcción social del riesgo hidro-meteorológico. El caso de Valle de las Garzas, Manzanillo. Tesis de Maestría. Departamento de estudios socioculturales maestría en comunicación de la ciencia y la cultura. Universidad Jesuita de Guadalajara. Guadalajara. 169 pp.

### **VIII. Anexo fotográfico**



**Figura 36. *Tlacuatzin canescens* en el Sitio 10.**



**Figura 37. Iguana en el sitio 5.**



**Figura 38. *Crocodylus acutus*.**



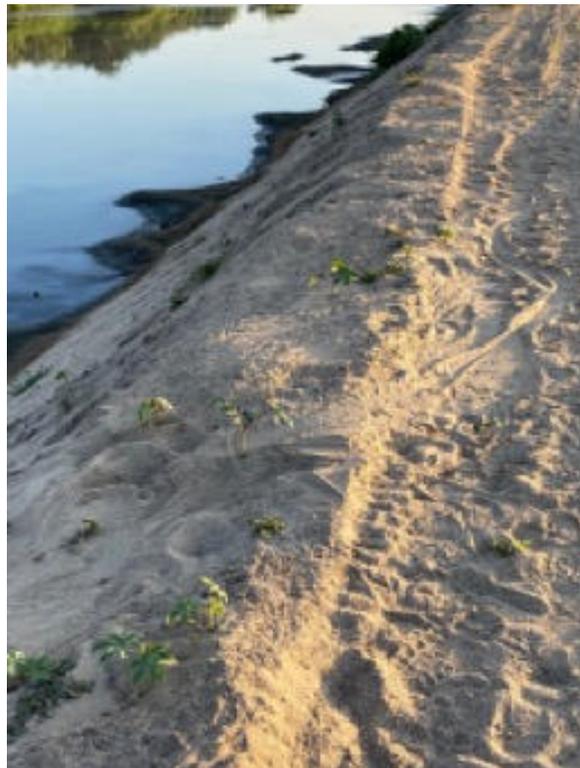
**Figura 39. *Iguana iguana***



**Figura 40 *Leptophis diplotropis*.**



**Figura 41. Ctenosaura pectinata.**



**Figura 42. Rastros de Crocodylus acutus en el Sitio 3.**



**MARINA**  
SECRETARÍA DE MARINA

PUERTOS  
Y MARINA  
MERCANTE  
COORDINACIÓN GENERAL



UNIVERSIDAD  
DE COLIMA



**Figura 43. Huella de mapache.**

## **IX Responsables**

### **Responsable de la elaboración del reporte**

Dr. Andrés García Aguayo

### **Responsables de la ejecución del programa**

Dr. Andrés García Aguayo

Biól. Enrique Alejandro Mujica Ibarra

Biól. Leticia Guadalupe Toscano Dolores