

**MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS PARA CUMPLIR CON EL “PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE COMPROMISOS DE LA ADMINISTRACIÓN PORTUARIA INTEGRAL MANZANILLO S.A. DE C.V. (API MANZANILLO) DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS ORDENADAS POR LA PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE (PROFEPA) EN LA RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NO. PFFPA13.5/2C.27.5/0028/17/0110” PARA LOGRAR LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS: VALLE DE LAS GARZAS Y CUYUTLÁN, COLIMA.**

**MEDICIONES DE LA FAUNA EN LAS LAGUNAS DEL VALLE DE LAS GARZAS Y SAN PEDRITO.**

**AGOSTO 2019-JULIO 2020**

**Responsable: Dr. Andrés García Aguayo**



**Elaboró: Dr. Andrés García Aguayo**



**Revisó Dr. Andrés García Aguayo**



**Agosto 2020**

## Índice

<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>3</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>4</b>
<b>I. Introducción</b> .....	<b>5</b>
<b>I.1. Antecedentes</b> .....	<b>6</b>
<b>I.2. Objetivos del programa</b> .....	<b>7</b>
I.2.1. Objetivo General.....	7
I.2.2. Objetivos particulares .....	7
<b>II. Indicadores ambientales y metas del programa</b> .....	<b>8</b>
<b>III. Descripción de trabajos-metodología empleada</b> .....	<b>9</b>
<b>III.1 Área de estudio.</b> .....	<b>9</b>
<b>III.2 Listado de especies de potencial registro y su estado de conservación.</b> .....	<b>9</b>
<b>III.3 Sitios de muestreo para el registro de especies y monitoreo de indicadores</b>	<b>10</b>
<b>III.4 Actividades en campo y registro de especies</b> .....	<b>11</b>
<b>III.5. Actividades de gabinete</b> .....	<b>12</b>
III.5.1. Integración de una base datos.....	12
III.5.2. Análisis de datos .....	13
<b>IV. Resultados</b> .....	<b>15</b>
<b>IV.1 Listado de especies de potencial registro y su estado de conservación.</b> .....	<b>15</b>
<b>IV.2 Registro de especies en campo y medición de indicadores</b> .....	<b>15</b>
IV.2.1. Condiciones durante el muestreo. ....	15
IV.2.2. Composición y riqueza, estado de conservación. ....	16
IV.2.3. Distribución espacial de la riqueza, abundancia, abundancia relativa y diversidad por áreas de muestreo. ....	19
IV.2.4. Distribución de especies por gremio. ....	20
<b>V. Interpretación de resultados</b> .....	<b>21</b>
<b>V.I. Consideraciones generales</b> .....	<b>21</b>
<b>V.II. Tendencia de la Calidad Ambiental</b> .....	<b>31</b>
<b>V.III. Sugerencias para Mejorar la Calidad Ambiental</b> .....	<b>32</b>
<b>VI. Conclusiones</b> .....	<b>33</b>
<b>VII. Bibliografía</b> .....	<b>34</b>
<b>VIII. Anexo fotográfico.</b> .....	<b>36</b>
<b>IX Responsables</b> .....	<b>38</b>

## Índice de Figuras

<i>Figura 1. Ubicación de la Laguna del Valle de las Garzas, San Pedrito y Tapeixtles</i> .....	9
<i>Figura 2. Ubicación de las áreas de muestreo (rojo) y punto central (amarillo).</i> .....	10
<i>Figura 3. Instalación y revisión de trampas.</i> .....	12
<i>Figura 4. Búsqueda e identificación de huellas.</i> .....	12
<i>Figura 5. Condiciones del muestreo durante julio 2020.</i> .....	16
<i>Figura 6. Distribución de registros por especie después de un año de muestreos.</i> .....	23
<i>Figura 7. Frecuencia de especies por sitio de muestreo.</i> .....	24
<i>Figura 8. Variación de la riqueza por sitio.</i> .....	25
<i>Figura 9. Variación de la abundancia relativa por sitio</i> .....	26
<i>Figura 10. Variación de la diversidad por sitio</i> .....	26
<i>Figura 11. Variación mensual de la riqueza.</i> .....	27
<i>Figura 12. Variación mensual de la abundancia relativa</i> .....	28
<i>Figura 13. Variación mensual de la diversidad.</i> .....	29
<i>Figura 14. Esfuerzo de muestreo de agosto 2019 a julio 2020.</i> .....	30
<i>Figura 15. Dendograma del índice de similitud de especies mensualmente, los meses están representados por el número de muestreo que aparece cercano a la gráfica (e.g. 1= agosto 2019; 12 = julio 2020).</i> .....	31
<i>Figura 16. Aspidoscelis lineatissima.</i> .....	36
<i>Figura 17. Ctenosaura pectinata</i> .....	36
<i>Figura 18. Sciurus colliaei</i> .....	37
<i>Figura 19. Crocodylus acutus</i> .....	37

## Índice de tablas

<i>Tabla 1. Coordenadas UTM (Q13N) y geográficas de las áreas de muestreo en el zona de estudio y características generales.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 2. Especies registradas durante el muestreo de julio 2020 y su estado de conservación.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 3. Acumulación de especies registradas. ....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 4. Índice de similitud de especies registradas mensualmente.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 5. Riqueza, composición, abundancia y diversidad de especies de la fauna por área de muestreo durante el mes de julio 2020. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 6. Porcentaje de especies por gremio alimenticio registrado en julio 2020.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 7. Listado de especies de fauna registradas en todos los muestreos y su estado de conservación. ....</i>	<i>21</i>

## I. Introducción.

Las especies de vertebrados son un componente sustancial de la fauna y biodiversidad desde la escala mundial, nacional, regional y local. La biodiversidad mexicana es específico una de las más importantes del mundo, debido a su considerable riqueza de especies y endemismos. México es considerado un país megadiverso ya que junto con quince otros países concentra más de 70 % de las especies del mundo; México por si solo alberga un poco más del 10 % de toda la biodiversidad mundial (Sarukhán *et al.*, 2009). Las especies de vertebrados terrestres mexicanos incluyen 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) y 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 %.

A nivel regional, el occidente de México, y en específico las tierras bajas de la vertiente del Pacífico albergan una de las mayores concentraciones de especies de vertebrados ya que un tercio de la riqueza de especies y endemismos de México están presentes en esta región en la cual alrededor del 40 % de las aves son 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 nivel estatal, el estado de Colima es refugio de un poco más de una 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 de 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 comprende un área de transición entre los componentes marinos y continentales del planeta que se caracteriza 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 (Marcovecchio y Freije, 2013). La considerable riqueza y congregación de recursos naturales de la zona costera ha provocado la gran concentración de actividades, polos de desarrollo y asentamientos humanos en esta zona en la que se estima que más del 65 % de la población humana vive en o cerca de las costas (Small y Nichols, 2003) lo que a su vez ha afectado gravemente las condiciones ambientales y de conservación de estas zonas que ahora enfrentan fuertes problemas 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 incluyen 7,828 km del Océano Pacífico y 3,294 km al 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) y donde se ubican más de 128 ecosistemas costeros (Contreras, 2000) cubiertos en su mayoría por mangle y donde más de 500 especies de peces y 250 de aves acuáticas se encuentran de forma exclusiva en ellos (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 (Tepaixtles) 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. Estos crecimiento demando 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**

Realizar un inventario faunístico 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 para este elemento de la biodiversidad que sea útil para el resto de los estudios realizándose en paralelo a éste, para la elaboración de un análisis integral necesario para el

planteamiento de un programa de mejoramiento y remediación de la Laguna de las Garzas.

- Elaboración de un listado faunístico que incluya las especies relevantes, migratorias, endémicas, en riesgo (SEMARNAT, 2010), confirmadas y potenciales.
- Identificar las especies objetivo que servirán como bioindicadoras para la evaluación 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 (3 días) de la fauna en los sitios de muestreo.

## 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 Tapeixtles

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

Con la finalidad de compilar un lista 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 Tapeixtles se hizo 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 pueden 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).

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

Se seleccionaron 10 áreas de muestreo que son representativas de las condiciones actuales de Laguna de las Garzas, San Pedrito y Tapeixtles (Figura 2). En la Tabla 1 pueden consultarse las coordenadas UTM (Q13N) del centro de cada una de las áreas de muestreo y las condiciones generales de la vegetación.



Figura 2. Ubicación de las áreas de muestreo (rojo) y punto central (amarillo).

**Tabla 1. Coordenadas UTM (Q13N) y geográficas de las áreas de muestreo en el zona de estudio y características generales**

Sitio	Punto X	Punto Y	Latitud	Longitud	Características
1	572836.00	2110668.00	19° 5'15.48"N	104°18'27.44"O	Laguna-Selva Mediana-Mangle
2	572078.73	2111503.12	19° 5'42.75"N	104°18'53.26"O	Cultivos-Mangle-Laguna
3	571515.35	2112031.60	19° 5'60.00"N	104°19'12.46"O	Selva Mediana-Canal-Pastizal inundable-Mangle
4	572247.05	2112208.58	19° 6'5.66"N	104°18'47.38"O	Vaso lagunar seco-Mangle-Canal-Veg. Riparia
5	572278.00	2111682.00	19° 5'48.54"N	104°18'46.39"O	Laguna-Mangle-Canal-Veg. Riparia
6	573028.36	2111518.98	19° 5'43.11"N	104°18'20.75"O	Laguna-Selva Mediana-Canal-Pastizal inundable-Mangle
7	573189.65	2110713.59	19° 5'16.90"N	104°18'15.35"O	Mangle-Laguna
8	573255.28	2110132.24	19° 4'57.99"N	104°18'13.17"O	Mangle-Canal
9	573445.46	2109533.04	19° 4'38.48"N	104°18'6.75"O	Mangle-Canal
10	575002.38	2108596.89	19° 4'7.79"N	104°17'13.60"O	Laguna-Selva Mediana-Mangle

### 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 2019 y hasta julio 2020 que incluye etapa de lluvias (julio a octubre), la de transición (noviembre a febrero) y de secas (marzo a mayo). Las actividades de muestreo incluyen el registro de individuos de las diferentes especies de fauna en los sitios establecidos mediante la aplicación de técnicas estándar establecidas para este fin. Las actividades de muestreo incluyen el registro de individuos de las diferentes especies de vertebrados terrestres, excluyendo aves, en los sitios establecidos mediante la aplicación de técnicas estándar establecidas para este fin las cuales comprenden el uso de transectos visuales, las búsqueda e identificación de huellas y trampas para la captura y registro de ejemplares (Figura 3 y Figura 4). La identificación de las especies se realiza gracias a las guías de campo especializadas existentes para la región (García & Ceballos, 1994, Ceballos & 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.





**Figura 3. Instalación y revisión de trampas.**



**Figura 4. Búsqueda e identificación de huellas.**

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

#### **III.5.1. Integración de una base 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 NOM0592010, 10) Tipo de

Alimentación, 11) Tipo de hábitat donde fue registrado, 12) abundancia registrada y 13) Abundancia relativa.

### III.5.2. Análisis de datos

La riqueza de especies se define como 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 formula:

$$Ar = \frac{Ax}{A\_total} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia Relativa

Ax = Número total de individuos de la especie x

A\_total = 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 nuestro caso se utilizó el

Índice de Shannon y Weaver que utiliza la siguiente expresión para su estimación:  
(Magurran, 1991):

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

Donde:

$P_i$  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 seis 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 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 el Reporte No. 1 para el mes de agosto 2019 en el que se reporta un listado potencial de 128 especies que incluyen 16 anfibios, 54 reptiles y 58 mamíferos lo en su conjunto equivale al 45 % del total (282) registrado para estos grupos en el estado de Colima. La identidad de las especies, endemismos (34 %) y especies en riesgo (25 %) así como los principales gremios alimenticios y tipo de vegetación puede consultarse en dicho reporte.

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

#### **IV.2.1. Condiciones durante el muestreo.**

En esta ocasión el muestreo se llevo a cabo bajo condiciones nubladas y en ocasiones soleadas (Figura 5).



**Figura 5. Condiciones del muestreo durante julio 2020.**

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

Durante el doceavo muestreo (julio 2020) se registraron 14 especies pertenecientes a 11 familias y 7 Órdenes y tres clases (2 anfibios, 8 reptiles y 4 mamíferos). Las especies registradas este mes representan tan solo el 10.9 % del total (128) que podrían ser potencialmente registradas en la región de acuerdo a las fuentes consultadas. Ocho de las especies observadas en campo o el equivalente al 57.14 % del total registrado son endémicas de México, mientras que siete (50 % del total) están incluidas en la NOM059-SEMARNAT-2010 (Tabla 2).



**Tabla 2. Especies registradas durante el muestreo de julio 2020 y su estado de conservación**

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endémico	NOM059	Cate_NOM
Amphibia	Anura	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Ranita			
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita			
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón			
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache			
Mammalia	Marsupialia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache			
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla	End		
Reptilia	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de río		NOM059	Pr
Reptilia	Sauria	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Garrobo	End	NOM059	A
Reptilia	Sauria	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde		NOM059	Pr
Reptilia	Sauria	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Roñito	End		
Reptilia	Sauria	Polychrotidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Roño de paño	End		
Reptilia	Sauria	Teiidae	<i>Aspidoscelis communis</i>	Cuije de cola roja	End	NOM059	Pr
Reptilia	Sauria	Teiidae	<i>Aspidoscelis lineattissimus</i>	Cuije de cola azul	End	NOM059	Pr
Reptilia	Serpentes	Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Tilcuate o Apalcuate			

Hasta la fecha, se han registrado 37 especies de fauna en los doce muestreos (Tabla 3); el valor del índice de composición de especies estimado a través de los meses de muestreo sugiere un recambio importante de las especies, se observa si embargo una mayor similitud de especies entre los dos últimos meses de muestreo (Tabla 4)

**Tabla 3. Acumulación de especies registradas.**

Clase	Especies	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio
Amphibia	<i>Agalychnis dacnicolor</i>	X											
Amphibia	<i>Eleutherodactylus modestus</i>			X	X							X	
Amphibia	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	X	X				X	X				X	X
Amphibia	<i>Exerodonta smaragdina</i>		X					X					
Amphibia	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Amphibia	<i>Lithobates forreri</i>	X											
Amphibia	<i>Tlalocohyla smithii</i>		X										
Mammalia	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	X		X			X		X				
Mammalia	<i>Didelphis virginiana</i>	X	X	X	X	X				X	X	X	X
Mammalia	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	X					X						
Mammalia	<i>Nasua narica</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Mammalia	<i>Odocoileus virginianus</i>	X			X						X		
Mammalia	<i>Pecarie tajacu</i>										X		
Mammalia	<i>Procyon lotor</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mammalia	<i>Sciurus colliaei</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mammalia	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>					X							
Reptilia	<i>Anolis nebulosus</i>	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reptilia	<i>Aspidoscelis communis</i>	X	X		X					X	X	X	X
Reptilia	<i>Aspidoscelis deppei</i>		X										
Reptilia	<i>Aspidoscelis lineatissima</i>	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Reptilia	<i>Basiliscus vittatus</i>				X								
Reptilia	<i>Boa constrictor</i>	X					X						
Reptilia	<i>Coluber mentovarius</i>		X	X									
Reptilia	<i>Crocodylus acutus</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reptilia	<i>Ctenosaura pectinata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reptilia	<i>Drymarchon melanurus</i>		X										X
Reptilia	<i>Hemidactylus frenatus</i>		X					X		X			
Reptilia	<i>Holcosus undulatus</i>							X					
Reptilia	<i>Iguana iguana</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reptilia	<i>Kinostemon chimahuaca</i>								X				
Reptilia	<i>Lampropeltis triangulum</i>	X											
Reptilia	<i>Phyllodactylus lanei</i>	X											
Reptilia	<i>Salvadora mexicana</i>			X									
Reptilia	<i>Sceloporus melanorhinus</i>							X	X		X		
Reptilia	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>			X						X			
Reptilia	<i>Sceloporus utiformis</i>									X			
Reptilia	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	X								X	X	X	X

**Tabla 4. Índice de similitud de especies registradas mensualmente.**

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Agosto	1	0.42	0.36	0.43	0.41	0.52	0.36	0.39	0.46	0.42	0.43	0.55
Septiembre		1	0.41	0.43	0.4	0.38	0.55	0.38	0.52	0.35	0.43	0.63
Octubre			1	0.48	0.5	0.44	0.4	0.52	0.53	0.4	0.5	0.47
Noviembre				1	0.6	0.39	0.42	0.47	0.56	0.5	0.53	0.59
Diciembre					1	0.53	0.56	0.64	0.53	0.56	0.6	0.67
Enero						1	0.53	0.6	0.42	0.37	0.47	0.53
Febrero							1	0.63	0.53	0.47	0.5	0.56
Marzo								1	0.51	0.53	0.47	0.53
Abril									1	0.53	0.56	0.71
Mayo										1	0.69	0.56
Junio											1	0.69
Julio												1

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

La presencia o frecuencia de registros de cada especie a través de las áreas de muestreo mostró diferencias entre especies (Tabla 5). El número de áreas habitadas por especie vario de 2 (ej. *Aspidoscelis communis*) a 8 (ej. *Procyon lotor*) con un promedio de 3.2 áreas habitadas por especie. En total se registraron 108 individuos siendo el sapito (*Leptodactylus melanonotus*) la especie registró la mayor abundancia relativa en la muestra (27.78), mientras que entre las de menor (0.93) fue registraron por *Drymarchon melanurus*.

La riqueza de especies registrada por área de muestreo va de 0 (área 8) a 9 (área 6) mientras que el promedio de la riqueza por área de muestro fue de 3.1 especies. La abundancia relativa de especies registrada por área de muestreo va de 0.0 (área 2) a 41.67 (área 3) mientras que el promedio de la abundancia relativa por área de muestro fue de 10. La diversidad de especies para el total de la muestra (14 especies) fue de 2.15 mientras que el promedio del índice de

diversidad de especies por área de muestreo fue 0.78 con un rango que va desde 0.0 (área 2) al 2.0 (áreas 6: Tabla 5).

**Tabla 5. Riqueza, composición, abundancia y diversidad de especies de la fauna por área de muestreo durante el mes de julio 2020.**

ESPECIE	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	Abun	Abun_rel	Frecuencia
Anolis nebulosus			1						1		2	1.85	3
Aspidoscelis communis							3				3	2.78	2
Aspidoscelis lineattissimus				5		1					6	5.56	3
Crocodylus acutus	5						3	1			9	8.33	4
Ctenosaura pectinata					1	1				1	3	2.78	4
Didelphis virginiana				5							5	4.63	2
Drymarchon melanurus							1				1	0.93	2
Eleutherodactylus nitidus			10		2						12	11.11	3
Iguana iguana						2		1		2	5	4.63	4
Leptodactylus melanotus			30								30	27.78	2
Nasua narica			1	3							4	3.70	3
Procyon lotor	1		3	12	1	5		1	2		25	23.15	8
Sciurus colliyai							1	1			2	1.85	3
Urosaurus bicarinatus							1				1	0.93	2
<b>Abundancia</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>100.00</b>	
<b>Abun_rel</b>	5.56	0.00	41.67	23.15	3.70	16.67	0.93	2.78	2.78	2.78	100.00		
<b>Riqueza</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>14</b>		
<b>Diversidad de especie</b>	0.45	0.00	0.95	1.25	1.04	2.00	0.00	1.10	0.64	0.64	2.15		

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

Las especies registradas este mes pertenecen a 4 gremios alimenticios de entre los cuales el insectívoro y omnívoro fueron los más comunes entre las 13 especies observadas (Tabla 6).

**Tabla 6. Porcentaje de especies por gremio alimenticio registrado en julio 2020.**

Grupo	Especie	%
Carnívora	2	14
Herbívora	2	14
Insectívora	6	43
Omnívora	4	29
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

## V. Interpretación de resultados

### V.I. Consideraciones generales

Este es el doceavo muestreo, y último de los programados en esta etapa. El objetivo fue determinar el estado actual de la fauna en la zona de interés que incluye las lagunas del Valle de las Garzas, San Pedrito y Tapeixtles. Al interpretar los resultados de estos muestreos mensuales debe tomarse en cuenta las condiciones actuales de perturbación de las áreas muestreadas y su grado de aislamiento, su extensión, así como de los efectos de la estacionalidad y el esfuerzo de muestreo para analizar los resultados objetivamente. Además, es importante señalar que algunos sitios de muestreo (e.g. el 4, 5, 7) estuvieron constantemente cambiando por actividades propias del API.

Durante los doce muestreos se registró un total de 37 especies enlistadas en la Tabla 3 y que presentan con toda su información en la Tabla 7 e incluyen, 3 Clases, 9 Ordenes, 22 familias, 16 especies endémicas (43.24 % del total) y 13 dentro de alguna categoría de riesgo (35.13 %).

**Tabla 7. Listado de especies de fauna registradas en todos los muestreos y su estado de conservación.**

Clase	Orden	Familia	Especie	N. Comun	End	Cat. Nom059
Amphibia	Anura	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus modestus</i>	Ranita	End	Pr
Amphibia	Anura	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Ranita	End	
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Agalychnis dacnicolor</i>	Rana verde	End	
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Exerodonta smaragdina</i>	Ranita	End	Pr
Amphibia	Anura	Hylidae	<i>Tlalocohyla smithii</i>	Ranita	End	
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanotus</i>	Ranita		
Amphibia	Anura	Ranidae	<i>Lithobates forreri</i>	Rana		Pr
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca		
Mammalia	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Jabalí		
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra		
Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi		A
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón		
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache		

Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	
Mammalia	Edentata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus colliaei</i>	Ardilla	End
Reptilia	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de río	Pr
Reptilia	Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa	A
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Coluber mentovarius</i>	Chirionera	End Pr
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Drymarchon melanurus</i>	Apalcuate	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coral	
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Salvadora mexicana</i>	Culebra	End Pr
Reptilia	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tequereque	
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona	
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	<i>Phyllodactylus lanei</i>	Pata de res	
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura pectinata</i>	Garrobo	End A
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus melanorhinus</i>	Roño de árbol	
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus pyrocephalus</i>	Roño	End
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus utiformis</i>	Roño de suelo	End
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus bicarinatus</i>	Roñito	End
Reptilia	Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis nebulosus</i>	Roño de paño	End
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis communis</i>	Cuije de cola roja	End Pr
Reptilia	Squamata	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Cuije de cola oscura	
Reptilia	Squamata	Telidae	<i>Aspidoscelis deppei</i>	Cuija de siete líneas	
Reptilia	Squamata	Telidae	<i>Aspidoscelis lineatissima</i>	Cuije de cola azul	End Pr
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	<i>Kinosternon chimahuaca</i>	Tortuga de pantano mexicana	End Pr

Las 37 especies observadas a través de un año de muestreo de las 128 de posible registro representa el 28.9 %, lo que considera un porcentaje relativamente bajo, sin embargo debe tomarse en cuenta las condiciones actuales de la laguna ya que el número de especies que tomamos como referencia (128) es considerando todos los registros en la literatura a lo largo de los años y que se han ido acumulando en mejores condiciones ambientales de la laguna. La lista potencial de especies se basa en registros incluidos en publicaciones y sitios especializados que han recabado a través de muchos años en toda la región de Manzanillo y Cuyutlán donde el estado de conservación y extensión de los ecosistemas es más adecuada que la actualmente prevaleciente en las lagunas del Valle de las Garzas, San Pedrito y Tapeixtles, lagunas rodeadas por la infraestructura del

Puerto y propias de las zonas residenciales y comerciales de la ciudad de Manzanillo. La laguna del Valle de las Garzas en la actualidad tiene su espejo de agua reducida y modificada su hidrología y partes de la vegetación perturbada, la de San Pedrito esta reducida a un canal y una franja de manglar que, hay que decirlo tiene buena apariencia pues ha conservado su estructura. La laguna de Tapeixtle ha sido reducida y aislada por el Puerto y zonas comerciales y residenciales, conserva una vegetación con aparente adecuada estructurada.

El esfuerzo de muestreo ha sido adecuado (Figura 6) y ha registrado 2,695 individuos, 4 especies obtuvieron el 79.92 % de esos registros (2,154), sobresaliendo entre ellas *Leptodactylus melanonotus* (1385) y *Eleutherodactylus nitidus* (401).

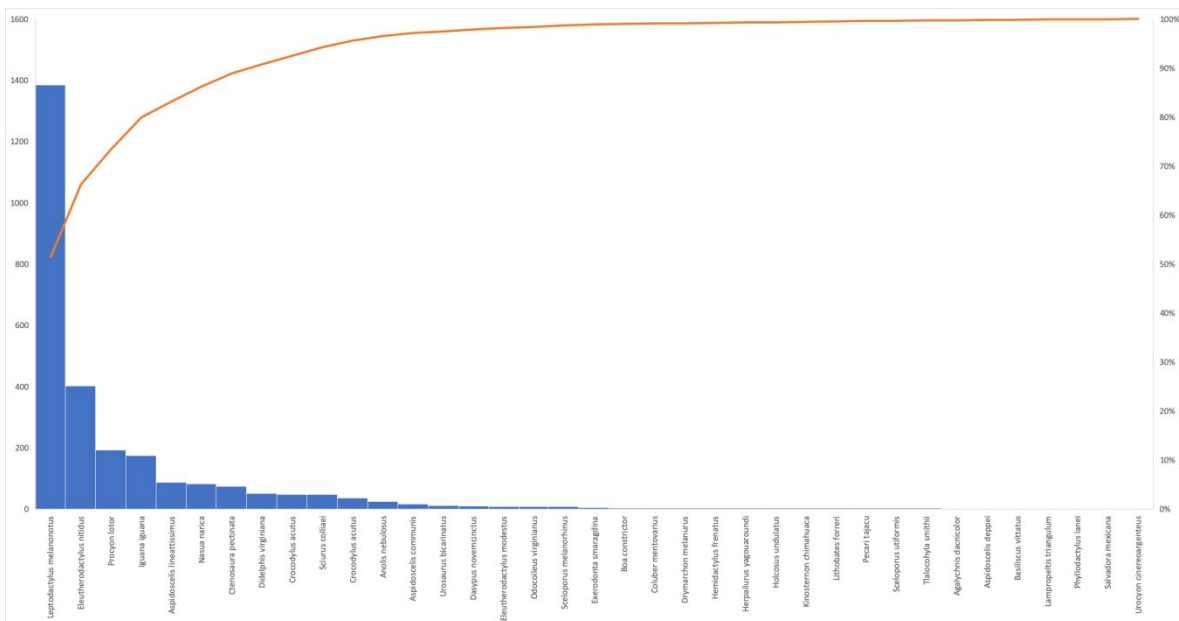


Figura 6. Distribución de registros por especie después de un año de muestreos

Se considera que la selección y ubicación de los sitios de muestreo fueron representativos de las condiciones de tipos de vegetación y grado de perturbación

actuales en la las lagunas de interés. En las áreas de muestreo hay sitios con solo mangle y un canal adyacente, otros con la combinación de cultivos y mangle con laguna, y otros con más variación de condiciones que se traduce en un mayor número de especies. Sin embargo, un porcentaje importante (22 o el 59.46 % del total) de las especies solo se presento en 1 o 3 de los sitios, mientras que solo el 21.62 % de las especies (8) se distribuyen en 7 a 9 sitios (Figura 7).

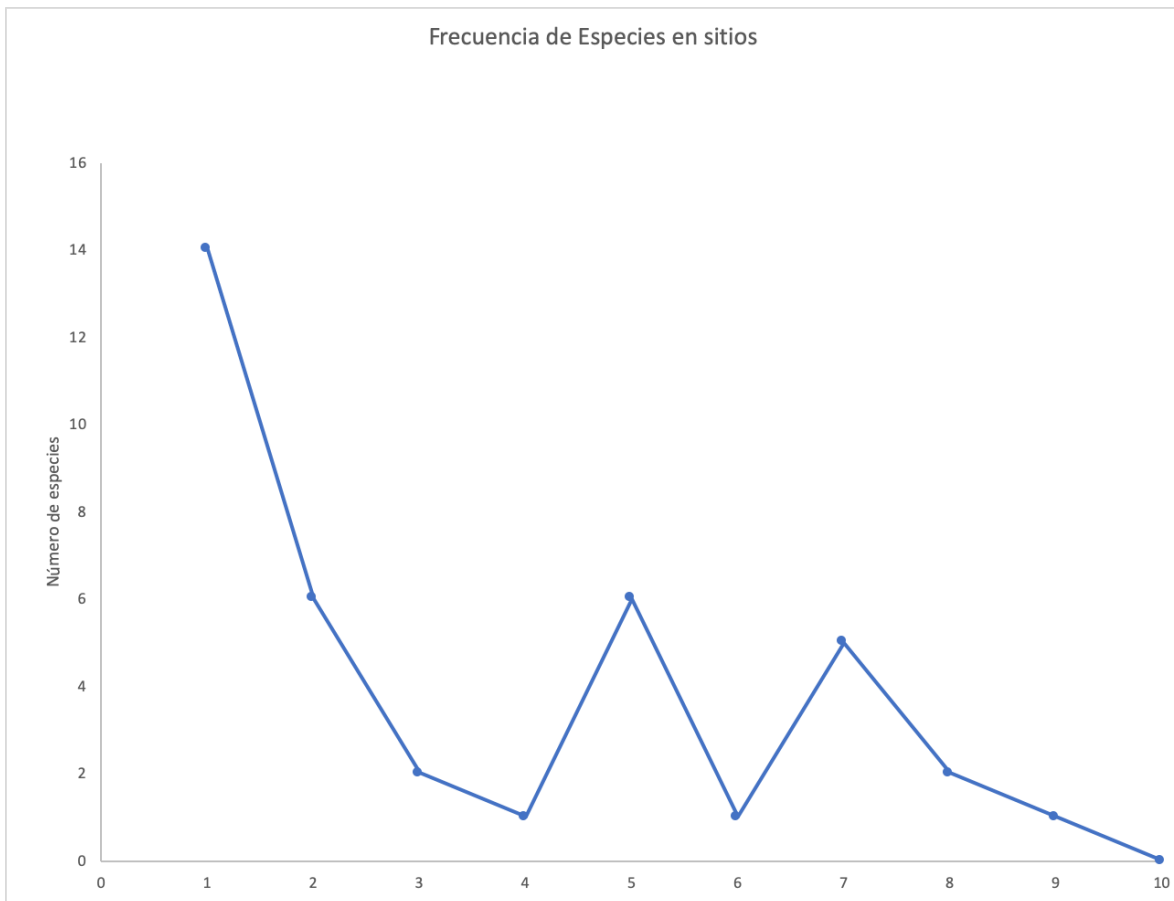
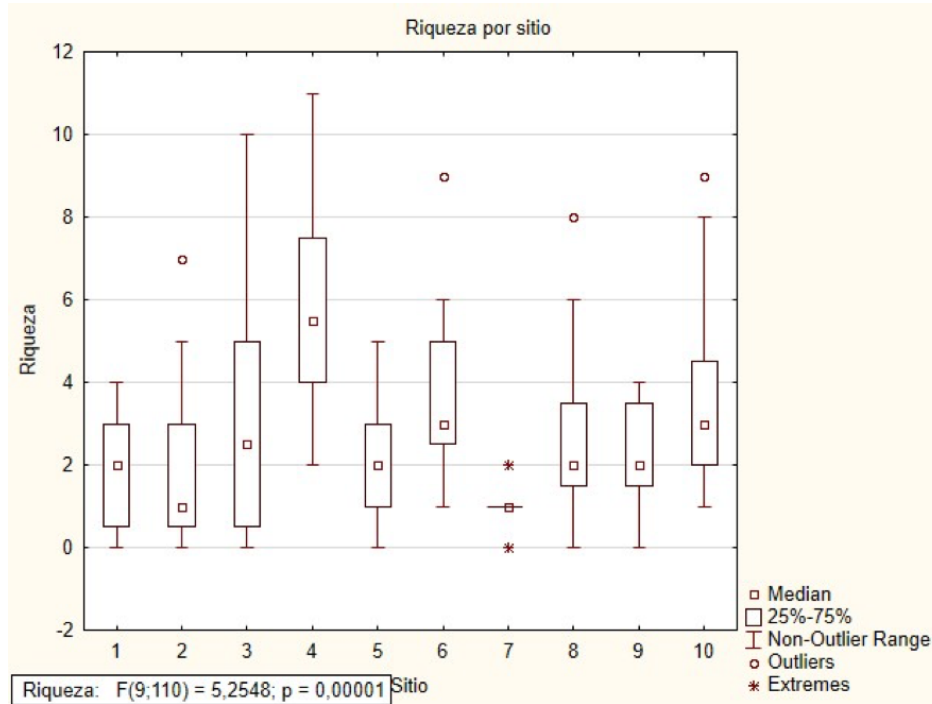


Figura 7. Frecuencia de especies por sitio de muestreo.

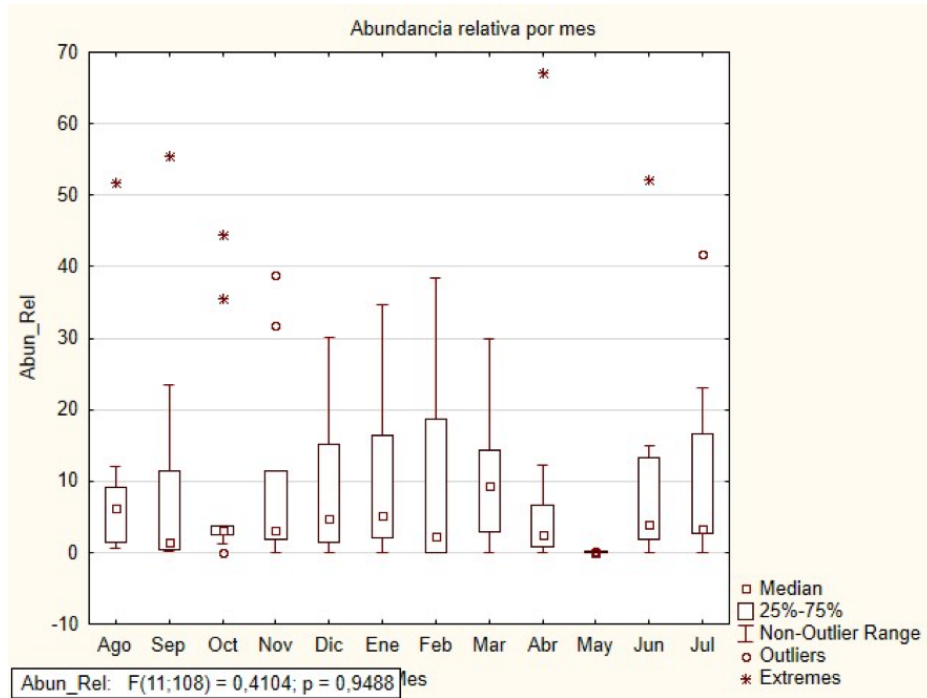
Al analizar las variaciones espaciales de la riqueza de la fauna a través de los sitios de muestreo que los sitios 3, 4 y 5 fueron los de mayor riqueza, sin embargo los sitios 3, 4 y 10 registraron una mayor variacion mensual que el resto de los sitios. El sitio 7 registra muy pocas especies debido a la naturaleza del mismo, el mirador en el bulevar (Figura 8).



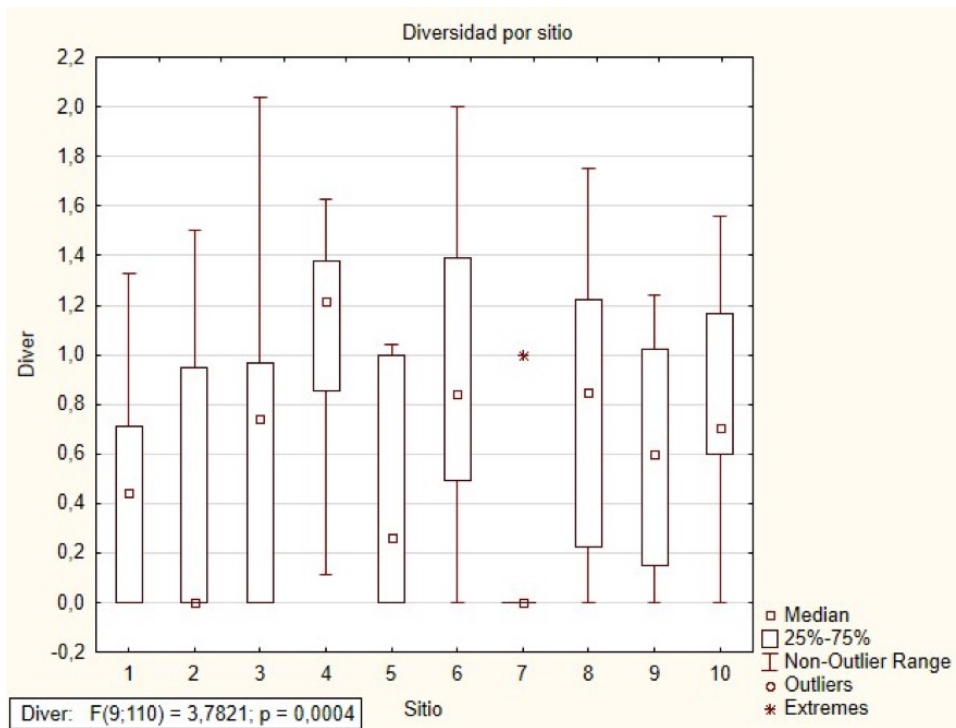


**Figura 8. Variación de la riqueza por sitio**

La abundancia relativa de las fauna por sitio muestra poca variación (Figura 9), la diversidad de especies es notablemente mayor en los sitios 4, 6, y 8; el 7 tiene escasa diversidad ya que la riqueza en ese sitio fue escaza (Figura 10).

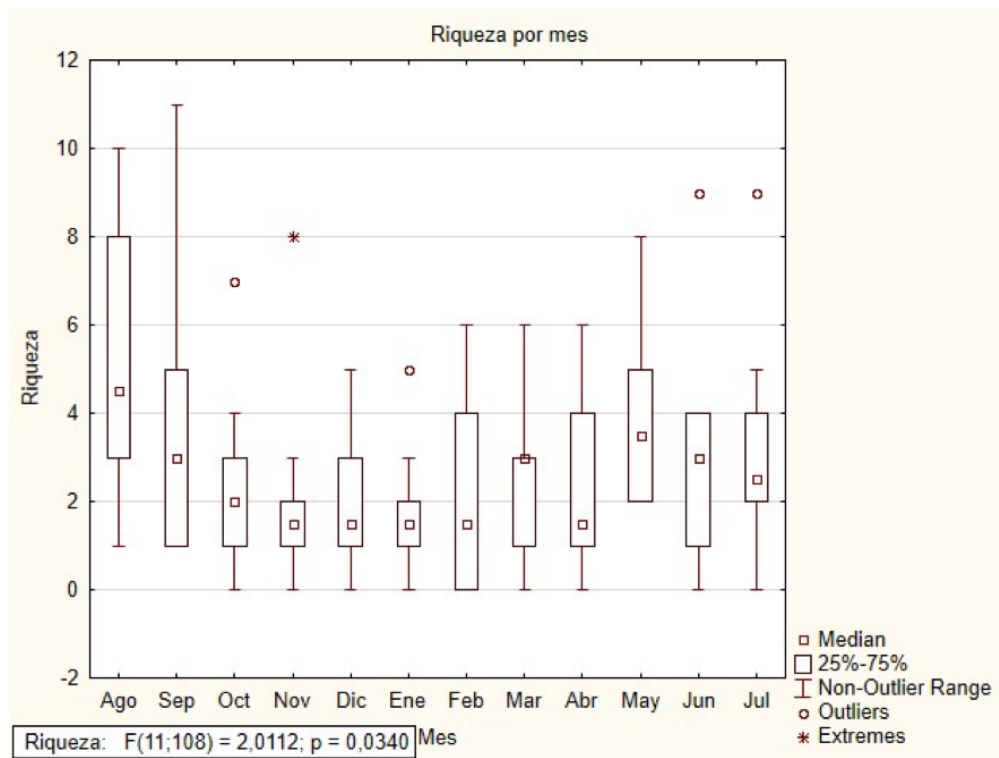


**Figura 9. Variación de la abundancia relativa por sitio**

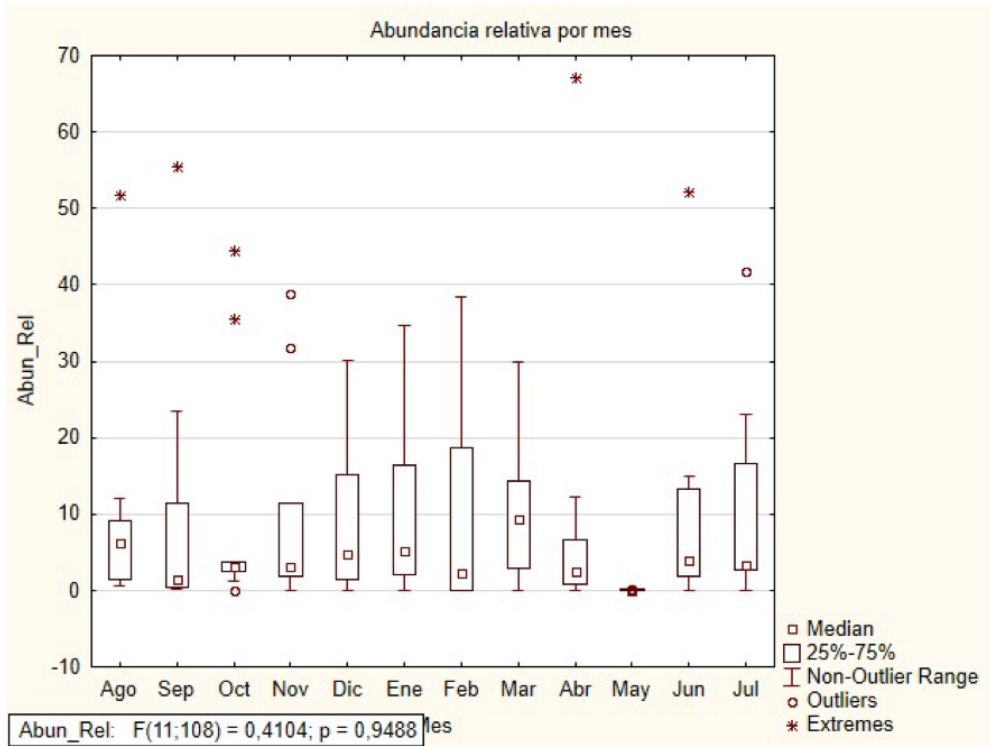


**Figura 10. Variación de la diversidad por sitio**

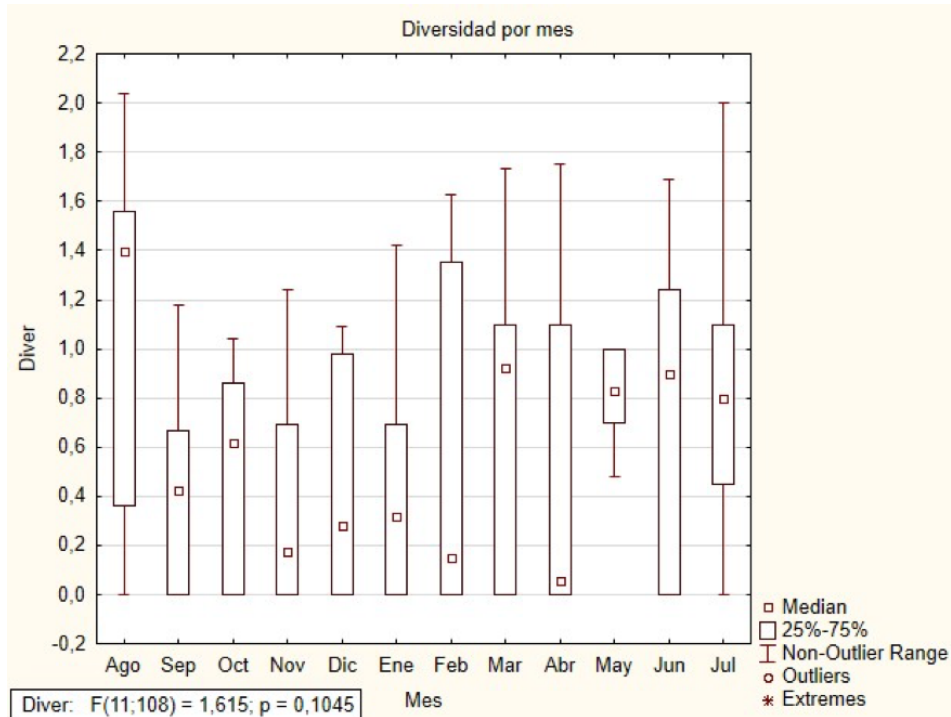
Las tendencias mensuales registradas en la riqueza indican mayores valores de mayo a septiembre (Figura 11) con nulas fluctuaciones mensuales de la abundancia relativa no significativa (Figura 12) al igual que la diversidad (Figura 13).



**Figura 11. Variación mensual de la riqueza.**

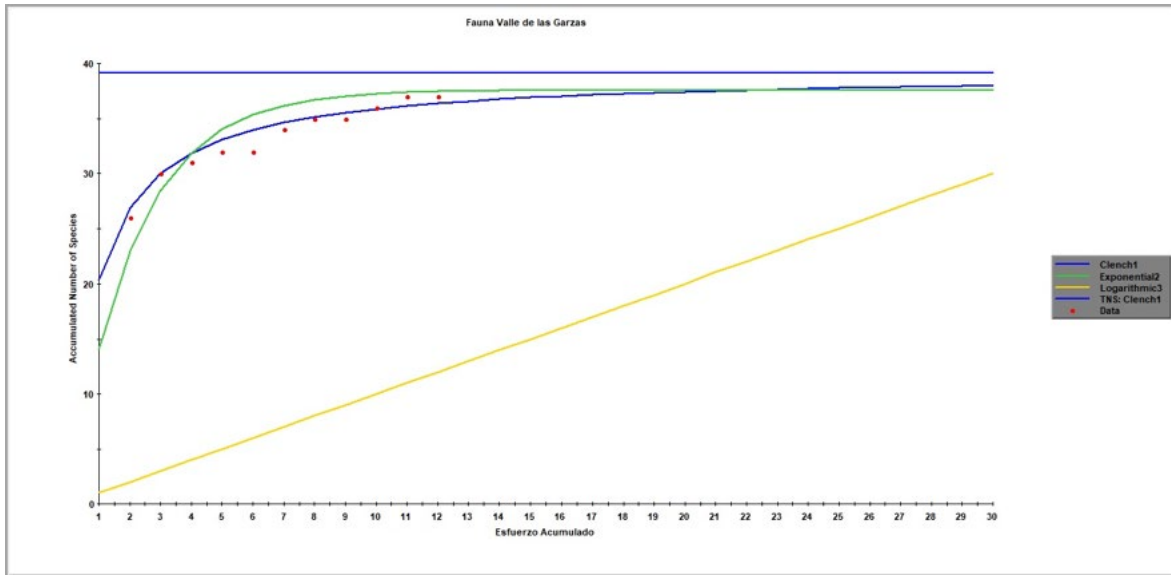


**Figura 12. Variación mensual de la abundancia relativa.**



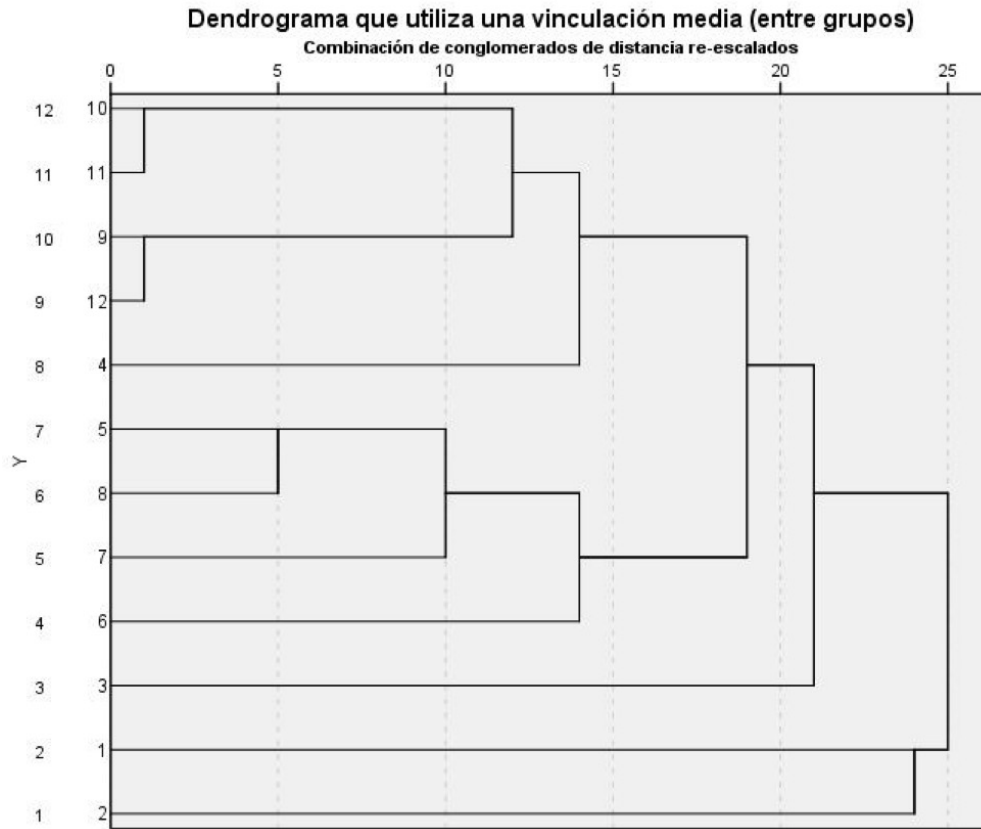
**Figura 13. Variación mensual de la diversidad.**

Al estimar el esfuerzo de muestreo mediante el programa SpeciesAccumulation® para los doce meses podemos observar que el esfuerzo de muestreo fue adecuado pues comenzó a alcanzarse la asíntota a partir del último mes de muestreo (julio 2020) y realmente si se continuara por más de tres años no se registrarían mucho más especies (Figura 14).



**Figura 14. Esfuerzo de muestreo de agosto 2019 a julio 2020.**

Al desarrollar el dendograma basado en el índice de similitud de especies registradas mensualmente, se observa con claridad la formación de dos grupos, uno más compacto y que incluye los meses de abril a julio (muestreos, 9, 10, 11, y 12 respectivamente) formándose varios grupos con los demás meses (Figura 15).



**Figura 15. Dendrograma del índice de similitud de especies mensualmente, los meses están representados por el número de muestreo que aparece cercano a la gráfica (e.g. 1= agosto 2019; 12 = julio 2020).**

La estructura trófica de la comunidad de la fauna estimada a partir de los porcentajes de especie por gremio alimenticio de las especies registradas en campo es en cierto punto similar al calculado con base a las 128 especies de potencial ocurrencia en la región; los carnívoros, omnívoros e insectívoros son los gremios más importantes en ambos casos. Lo anterior sugiere, que en principio la estructura trófica y los servicios ecosistémicos asociados se mantienen.

## V.II. Tendencia de la Calidad Ambiental

Como se comentó anteriormente puede considerarse que las condiciones actuales de vegetación y fauna presentes en las lagunas Valle de las Garzas, San Pedrito Tapeixtles no son las óptimas debido a su aislamiento, contaminación, azolve y

reducción de la cobertura vegetal y del espejo de agua. La riqueza, abundancia y diversidad de especies durante estos nuestros es relativamente bajo, pero fue posible registrar 37 especies.

### **V.III. Sugerencias para Mejorar la Calidad Ambiental**

Generales: es necesario asegurar la integridad y protección a largo plazo de la Laguna del Valle de las Garzas, por lo que se proponen las siguientes acciones:

- Delimitar con exactitud la zona de exclusión de la laguna del Valle de Las Garzas, zonas federales y de influencia.
- Detener de manera inmediata y permanente cualquier intento actual o futuro a deforestar o perturbar en mayor grado la vegetación dentro de dicho polígono.
- Detener de manera inmediata y permanente cualquier intento actual o futuro por deforestar o perturbar aún más la vegetación dentro de dicho polígono.
- Proponer la protección de dicha área como un Área Voluntaria para la Conservación con uso compatible de manejo, uso ecoturismo y de divulgación ambiental.
- Establecer un programa de restauración del hábitat que contemple acciones de reforestación y transplante de mangle, vegetación halófitas y selva mientras elimine pastizales inducidos y acahuales.

Se sugiere realizar una conexión de hábitats que mejoren sustancialmente las condiciones de la vegetación adyacente a la laguna, con el propósito de beneficiar a la fauna, para ello se propone:

- Rehabilitar los canales para mejorar el ingreso de agua, oxígeno y nutrientes.
- Reforestar las márgenes de los canales para proporcionar corredores de vegetación, lo más natural posible, que permita el desplazamiento de fauna. Existen dos sitios importantes al respecto, uno es el canal norte y el segundo el de ingreso por la escuela de turismo.
- Promover la restauración de la vegetación natural, distinta al mangle en las inmediaciones de la laguna.



- Sería interesante el determinar un sistema de camellones y calles en los que se promoviera vegetación frutal y de hoja frondosa para formar una red de corredores en las principales calles y avenidas que conecten las áreas cubiertas aun de vegetación natural alrededor de la ciudad con el área de la Laguna.

## VI. Conclusiones

Se considera que la laguna, a pesar de las afecciones que ha sufrido a través del tiempo cuenta con el potencial para ser restaurada ya que aún conserva un número importante de especies y de especies endémicas y en riesgo que podrían encontrar refugio en este sitio. La estructura trófica y el porcentaje de migratorias se ha mantenido. Existe poca variación temporal de la riqueza, abundancia y diversidad. Es muy importante restablecer la vegetación y lograr en lo posible la conectividad de la laguna con áreas de selva adyacentes o estimular el crecimiento, en las calles y avenidas aledañas, de arbolado natural o cualquiera que permita su uso como corredores biológicos.

## 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, 2013(81), 79-93.
- Brown, J. H., y M. V. Lomolino. 1998. Biogeography. Sinauer Associates.
- Ceballos, G., & Miranda, A. 2000. Guía de campo de los mamíferos de la Costa de Jalisco, México= A field guide to the mammals of the Jalisco Coast, Mexico. Fundacion Ecologica de Cuixmala A.C. – Universidad Nacional Autonoma de México. México.
- Ceballos, G., List, R., Gonzalez-Maya, J., Sierra, R., 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., & García-Vázquez, U. O. 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.
- Grosselete, M. y G. Ruiz. 2016. Aves de Colima. Gobierno del Estado de Colima
- Howell, S.N.G., 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., & Freije, R. 2013. Editores. Procesos químicos en Estuarios. Universidad Tecnológica Nacional. 394pp.
- Mellink, E., & de la Riva, G. (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., Vega-Rivera, J., Garcia-Aldrete, A. N., y Quesada-Avedaño, M. (eds). 2002. Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología-UNAM. 561pp.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O., & Mendoza-Almeralla, C. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, 460-466.

- Patiño-Barragan, M., Meyer-Willerer, O., Galicia-Pérez, M., Lezama-Cervantes, C., Lara-Chávez, B. 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., Riojas-López, M.E. y 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., Olvera, J. J. H., & Ruiz, R. P. (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).
17. Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., ... & Anta, S. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. 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., Nicholls R.J. 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 16. *Aspidoscelis lineatissima*.



Figura 17. *Ctenosaura pectinata*





Figura 18. *Sciurus colliae*



Figura 19. *Crocodylus acutus*

## **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