

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. PFPA13.5/2C.27.5/0028/17/0110” PARA LOGRAR LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS: VALLE DE LAS GARZAS Y CUYUTLÁN, COLIMA.

ESTUDIO DE LA ICTIOFAUNA EN LAS LAGUNAS DEL VALLE DE LAS GARZAS Y SAN PEDRITO.

PERIODO AGOSTO 2019-JULIO 2020.

Responsable J. Leticio B.
Elaboró J. Leticio B.
Revisó J. Leticio B.

Índice

I. Introducción	6
I.1. Antecedentes	7
I.2. Objetivos del programa	8
I.2.1. Objetivo General	8
I.2.2. Objetivos particulares	8
II. Indicadores ambientales y metas del programa	8
III. Descripción de trabajos-Metodología empleada.	9
III.1 Área de estudio	9
III.2 Actividades en campo	10
III.3. Actividades en laboratorio	15
IV. Resultados	17
V. Interpretación de resultados.....	27
VI Tendencia de la Calidad Ambiental	33
VII Sugerencias para Mejorar la Calidad Ambiental	33
VIII. Conclusiones	34
IX. Bibliografía	36

Índice de Tablas

Tabla 1. Coordenadas de los sitios de muestreo en la zona de estudio.	11
Tabla 2. Porcentaje de organismos capturados por especie en el periodo agosto 2019 – julio 2020.	17
Tabla 3. Clasificación taxonómica de las especies capturadas por mes en la zona de estudio (Agosto 2019-Julio 2020).	18
Tabla 4. Biometrías de los organismos capturados en la zona de estudio (Agosto 2019 – Julio 2020).	19

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de la Laguna del Valle de las Garzas	10
Figura 2. Lagunas del Valle de las Garzas, San Pedrito y Puerto Interior de Manzanillo Colima	10
Figura 3. Ubicación de las estaciones en las Lagunas del Valle de las Garzas, San Pedrito y Puerto Interior.	11
Figura 4. Acciones para la captura de ictiofauna en la Laguna del Valle de las Garzas.....	13
Figura 5. Aspecto que presentaron algunas zonas y la calidad del agua durante la captura de la ictiofauna en el mes de julio 2020.....	14
Figura 6. Peso y numero de especies de peces capturados en el periodo agosto 2019 – julio 2020.	20
Figura 7. Captura de la ictiofauna en las diferentes estaciones de la zona de estudio durante el periodo agosto 2019-julio 2020.....	21
Figura 8. Distribución espacial de la biomasa capturada durante los meses de diciembre (2019), enero y febrero (2020) en la Laguna del Valle de las Garzas, Manzanillo, Colima.	23
Figura 9. Distribución espacial de la biomasa capturada durante los meses de marzo, abril y mayo (2020) en la Laguna del Valle de las Garzas, Manzanillo, Colima.	24
Figura 10. Distribución espacial de la biomasa capturada durante el mes de Junio (2020) en la Laguna del Valle de las Garzas, Manzanillo, Colima.	25
Figura 11. Distribución espacial de la biomasa capturada durante 12 meses (agosto 2019 – julio 2020) en la Laguna del Valle de las Garzas, Manzanillo, Colima.....	26

Figura 12. Concentración de oxígeno disuelto en la zona de estudio durante el periodo agosto 2019-julio 2020.	27
Figura 13 Presencia de arqueas en la Laguna del Valle de las Garzas en el mes de julio 2020.	30
Figura 14. Número de peces capturados en la zona de estudio y concentración de oxígeno disuelto durante el periodo agosto 2019-julio 2020.	31
Figura 15. Aspecto que presentaron algunos sitios de la Laguna del Valle de las Garzas durante el periodo estudiado.	32

I. Introducción.

El litoral del Pacífico mexicano abarca 7,828 km, de los cuales a Colima le corresponden tan solo 142 km que representan el 1.2 % del total del Pacífico, sin embargo, en este litoral están presentes variados y ricos ecosistemas costeros como: bahías, ensenadas, lagunas y acantilados que, por siglos, han representado un recurso y sustento importante para los colimenses. Entre las lagunas costeras más importantes del estado de Colima se encuentran la de Cuyutlán, Juluapan y San Pedrito.

Dentro de las lagunas costeras, existen biotopos que se clasifican como humedales costeros en los cuales se agrupan numerosas comunidades que abarcan manglares, marismas, selvas, palmares inundables y tulares, entre otros. Esta gran variedad de composiciones y estructuras forman mosaicos a lo largo de gradientes microtopográficos, donde variaciones en salinidad e inundación resultan en composiciones ecosistémicas dinámicas y distintas con una variabilidad espaciotemporal, particular y compleja.

Estos cuerpos de agua tienen comunicación efímera o permanente con el mar; al ser zonas de encuentro de dos masas con características diferentes (marina y dulce), en su interior se producen fenómenos particulares en su comportamiento físico, químico y biológico, con las consiguientes repercusiones ecológicas (Contreras, 1985). Lo anterior los hace ecosistemas susceptibles de ser aprovechados para distintas actividades productivas, ya que constituyen un punto estratégico para diversos desarrollos y son una alternativa para abastecer de recursos a los lugares que se desarrollen en su periferia (Flores-Verdugo et al., 2007).

Las especies que habitan las lagunas costeras deben ser capaces de afrontar la presión ambiental, o bien aprovechar las temporadas en las que las condiciones abiótico ambientales le son propicias para efectuar incursiones con diferentes objetivos. En lo que respecta a la ictiofauna, la salinidad es posiblemente el factor abiótico de mayor importancia (Yáñez, 1978).

Por lo descrito, es importante el estudio y seguimiento de la disponibilidad, distribución y explotación de sus recursos; con esta finalidad se planteó el presente estudio, para dar seguimiento a la evolución del sistema lagunar del Valle de las Garzas debido a las modificaciones antropogénicas que controlan el flujo y reflujos de la marea con el propósito de que medir las variaciones en los parámetros físico químicos, como consecuencia de la modificación de los patrones de circulación.

I.1. Antecedentes

En la década de los cuarenta la Laguna de San Pedrito se localizaba en una franja costera desde el barrio de San Pedrito ubicado en la zona del antiguo Hospital Civil (muy cerca del centro histórico) hasta la población de Salahua. En aquella época en el vaso de la Laguna de San Pedrito, existía una isla con una extensión de seis hectáreas, 80 acres de palmeras, mangos, ciruelas, y marañones, y en las fechas de madurez de las frutas las mujeres iban a hacer sus compras. La playa del mar en ese lugar era hermosa y una angosta franja de arena llegaba junto al cerro en donde se localizaba el tanque de agua que almacenaba el preciado líquido para abastecer al puerto.

A la altura del lugar en donde ahora se encuentra el canal del puerto interior, se encontraba la fauna y los altos mangles hasta llegar a unos 100 metros más allá de donde estaba la peña del Polvorín, iniciando las huertas de cocos, mangos y ciruelas, propiedad de Diego Carreón. Para entrar a la isla había un pequeño terraplén, siendo atendido por su propietario. Toda la pequeña isla era bordeada de mangles y árboles frutales que la hacía parecer pintoresca, en la casa existente había equipales y hamacas para las personas que iban a hacer sus compras.

La construcción del Puerto Interior de Manzanillo y el proceso de urbanización seccionaron la Laguna de San Pedrito en diferentes pedazos, iniciando un drástico

deterioro ambiental y un progresivo deterioro. Uno de esos vasos se conoce ahora como la Laguna del Valle de las Garzas donde la Planta de Tratamiento más importante del puerto vierte sus aguas.

I.2. Objetivos del programa.

I.2.1. Objetivo General

Medición mensual (periodo agosto 2019-julio 2020) de la ictiofauna en la Laguna del Valle de las Garzas como un parámetro indicativo para evaluar el avance de su recuperación ambiental en función de las Consideraciones del Término Séptimo, Condicionante 7 inciso b) de la Resolución Administrativa No. PFPA13.5/2C.27.5/0028/17/0110 de PROFEPA.

I.2.2. Objetivos particulares

- Identificar las especies ícticas presentes y su abundancia.
- Presentar una base de datos de registro de especies.
- Determinar el Índice de Diversidad y la Riqueza Específica.

II. Indicadores ambientales y metas del programa

Los indicadores ambientales de este programa son las especies ícticas, su abundancia y los índices de diversidad y la riqueza específica que ayuden a determinar el avance de la recuperación ambiental de la Laguna del valle de las Garzas para atender a la Condicionante 7 inciso b) de la Resolución Administrativa No. PFPA13.5/2C.27.5/0028/17/0110 de PROFEPA.

La meta del programa se relaciona con determinar el avance de la restauración y recuperación de la calidad ambiental de la Laguna del Valle de las Garzas tomando como referencia la ictiofauna que permita demostrar que se han alcanzado condiciones de buena calidad ambiental y equilibrio dinámico.

III. Descripción de trabajos-Metodología empleada.

III.1 Área de estudio.

La Laguna del Valle de Las Garzas se localiza al Norte de la Laguna del Puerto Interior San Pedrito se encuentra aproximadamente dentro de las coordenadas $19^{\circ} 05' 05''$ y $19^{\circ} 06' 10''$, latitud Norte y $104^{\circ} 18' 00''$ $104^{\circ} 19' 20''$ de longitud Oeste. Colinda al Norte con la comunidad de Salagua al Este con la comunidad de Las Garzas y la carretera costera Manzanillo-Cihuatlán y al Sur con la carretera Manzanillo-Santiago y a 25 m aproximadamente el puerto interior de San Pedrito (Figura 1 y Figura 2).

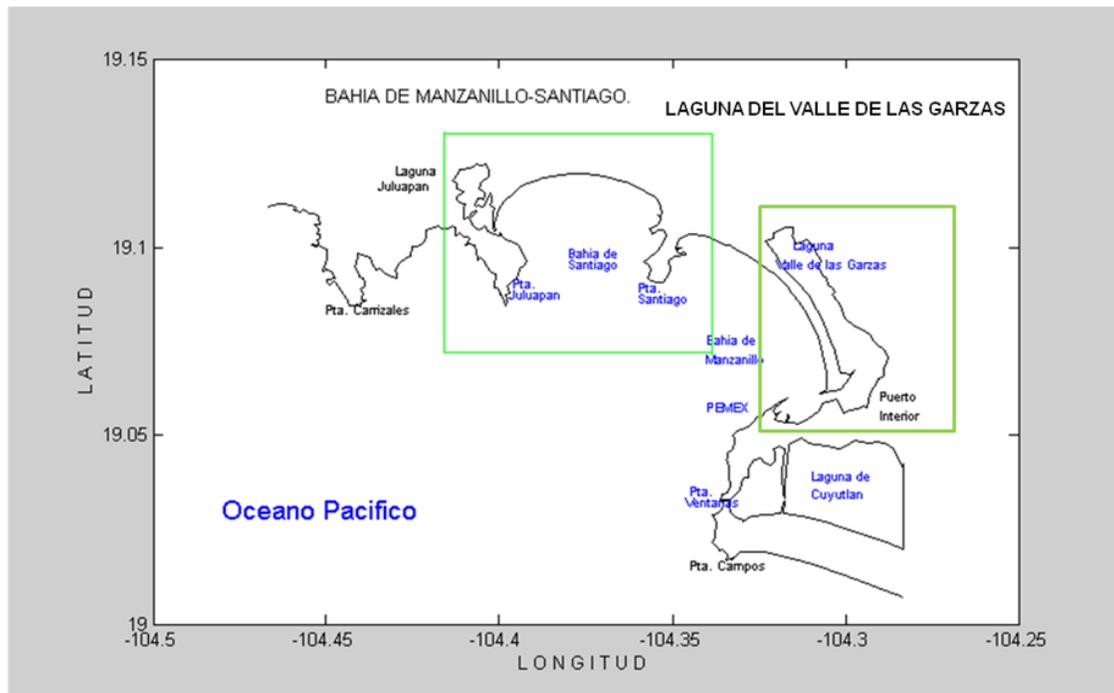


Figura 1. Ubicación de la Laguna del Valle de las Garzas

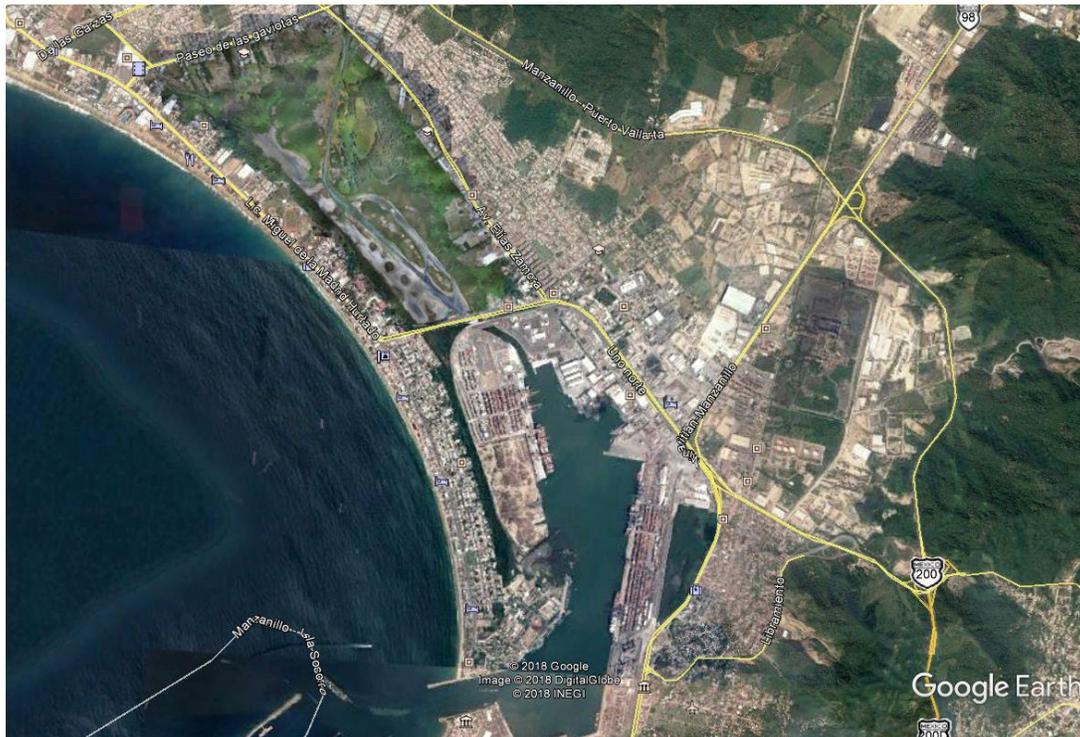


Figura 2. Lagunas del Valle de las Garzas, San Pedrito y Puerto Interior de Manzanillo Colima

III.2 Actividades en campo

Se realizaron muestreos durante los días 21 y 22 de agosto, 14 y 15 de septiembre, 12 y 13 de octubre, 23 y 24 de noviembre, 14 y 15 de diciembre del 2019 y 22 y 23 de enero, 18 y 19 de febrero, 15 y 16 de marzo, 13 y 14 de abril, 17 y 18 de mayo, 15 y 16 de junio, y los días 18 y 20 de julio de 2020, entre las 8:00 y las 17:00 h a bordo de lanchas con motor fuera de borda en 9 estaciones, 6 en la Laguna del Valle de las Garzas, 3 en el Puerto Interior y una en la Laguna de San Pedrito (Tapeixtles) (Tabla 1; Figura 3) para determinar la ictiofauna presente.

Tabla 1. Coordenadas de los sitios de muestreo en la zona de estudio.

Estación	POINT_X	POINT_Y	Latitud	Longitud
6	573284.0000	2110564.0000	19° 5' 29.55" N	104° 18' 44.75" O
4	572920.0000	2110923.0000	19° 5' 55.53" N	104° 18' 31.08" O
5	572719.0000	2111409.0000	19° 5' 43.90" N	104° 18' 26.38" O
1	572204.0000	2111542.0000	19° 5' 20.86" N	104° 18' 35.60" O
3	572347.0000	2111432.0000	19° 5' 59.38" N	104° 18' 36.52" O
2	572323.0000	2111972.0000	19° 5' 23.23" N	104° 18' 54.41" O
E7	573855.9405	2110106.3298	19° 4' 57.08" N	104° 17' 52.61" O
SP-Intersticial	574152.8424	2108801.1527	19° 4' 14.58" N	104° 17' 42.63" O
E8	573352.5850	2107711.3649	19° 3' 39.23" N	104° 18' 10.16" O
E9	574911.5738	2108578.9077	19° 4' 07.25" N	104° 17' 16.70" O



Figura 3. Ubicación de las estaciones en las Lagunas del Valle de las Garzas, San Pedrito y Puerto Interior.

En cada una de las estaciones se realizó el muestreo mensual de peces en el periodo (agosto 2019-julio 2020), usando una red agallera de 2.0 pulgadas de luz de malla, de nylon monofilamento, de 100 m de largo y un ancho de 150 cm. El arte de pesca se cambió de acuerdo a las condiciones actuales de la batimetría (2.0 pulgadas de luz de malla, 30.0 metros de largo y un ancho de 100 cm), durante 15 minutos. En la (Figura 4) se muestran las actividades realizadas para capturar la ictiofauna.





Figura 4. Acciones para la captura de ictiofauna en la Laguna del Valle de las Garzas.

En algunos sitios se registraron condiciones de mala calidad de agua con presencia de sedimentos (Figura 5).





Figura 5. Aspecto que presentaron algunas zonas y la calidad del agua durante la captura de la ictiofauna en el mes de julio 2020.

III.3. Actividades en laboratorio

Los organismos capturados, se depositaron en bolsas de polietileno con su respectiva etiqueta y se colocaron en hielo para su traslado al laboratorio. Posteriormente el material se identificó a nivel de especie con ayuda de las claves taxonómicas de Fisher et al (1995) y Castro-Aguirre et al. (1999).

La información se analizó con un enfoque de comunidad, por lo que se usaron tres indicadores para analizar las variaciones:

El índice de diversidad de Shannon-Weaver (H')

Considera el número de especies y su abundancia (Margalef, 1972, Margalef, 1980, Odum, 1983, Pérez-España et al., 1996)

$$H' = \sum (n_i/N) * \log(n_i/N)$$

Donde:

n_i = número de individuos de la especie i

N = el número total de individuos

b) La riqueza específica (d) o variedad de especies

Contrasta el número de especies en una comunidad en el tiempo o grupo de poblaciones (Odum, 1983):

$$d = (S - 1) / \log(N)$$

Donde:

S = número de especies

N= número de individuos

La uniformidad o equitatividad (e)

Está referida a la distribución de los individuos por especie (Odum, 1983). Este índice toma valores entre 0 y 1, a mayor equitatividad se obtendrá un valor más cercano al cero (Ludwig et al., 1988, Pérez-España et al., 1996, Espino Barr, 2000). La equitatividad se calcula:

$$e = H' / \log S$$

Donde:

H' = *índice de diversidad de Shannon-Weaver*

S = *número de especies*

Se presentará un listado de peces de acuerdo con el arreglo sistemático establecido por Nelson (1994).

IV. Resultados

En el ciclo anual medido, en cinco (agosto, septiembre, octubre y noviembre del 2019 y julio del 2020) de los doce meses no se registraron peces. Solo se registraron capturas de peces en 7 meses (diciembre 2019, enero, febrero, marzo abril, mayo y junio 2020), es decir en el 41.67 % del año medido se tuvo ausencia de ictiofauna. Por otra parte, solo se capturaron un total de nueve especies, de las cuales el chococo (*Dormitator latifrons*) y la lisa (*Mugil Curema Valenciennes*), representaron el 76.72 % (Tablas 2 y 3, Figura 6).

Tabla 2. Porcentaje de organismos capturados por especie en el periodo agosto 2019 – julio 2020.

Nombre Común	No. de individuos capturados	(%)
Lisa	51	19.47%
Chococo	150	57.25%
Constantino	23	8.78%
Sábalo	28	10.69%
Sierra	2	0.76%
Cocinero	1	0.38%
Chivo	1	0.38%
Sardina Crinuda	3	1.15%
Catalina	3	1.15%
TOTAL	262	100%

Tabla 3. Clasificación taxonómica de las especies capturadas por mes en la zona de estudio (Agosto 2019-Julio 2020).

Mes	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	No. de Organismos	(%)	Total (%)
Agosto				0	0%	0%
Septiembre				0	0%	0%
Octubre				0	0%	0%
Noviembre				0	0%	0%
Diciembre	Scombridae	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Sierra	1	4.54%	99.96%
	Clupeidae	<i>Opisthonema libertate</i>	Sardina Crinuda	3	13.63%	
	Mullidae	<i>Mulloidichthys dentatus</i>	Chivo	1	4.54%	
	Carangidae	<i>Caranx caballus</i>	Cocinero	1	4.54%	
		<i>Chloroscombrus orqueta</i>	Catalina	3	13.63%	
	Mugilidae	<i>Mugil Curema Valenciennes</i>	Lisa	10	45.45%	
Centropomidae	<i>Centropomus Robalito</i>	Constantino	3	13.63%		
Enero	Scombridae	<i>Scomberomorus sierra</i>	Sierra	1	2.22%	99.99%
	Mugilidae	<i>Mugil Curema Valenciennes</i>	Lisa	38	84.44%	
	Centropomidae	<i>Centropomus Robalito</i>	Constantino	6	13.33%	
Febrero	Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	Sabalo	5	10.64%	100%
	Fundulidae	<i>Dormitator latifrons</i>	Chococo	42	89.36%	
Marzo	Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	Sabalo	8	7.14%	99.99%
	Electridae	<i>Dormitator latifrons</i>	chococo	98	87.50%	
	Centropomidae	<i>Centropomus Robalito</i>	Constantino	6	5.35%	
Abril	Centropomidae	<i>Centropomus Robalito</i>	Constantino	6	60%	100%
	Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	Sabalo	4	40%	
Mayo	Centropomidae	<i>Centropomus Robalito</i>	Constantino	1	4.76%	99.99%
	Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	Sabalo	11	52.38%	
	Mugilidae	<i>Mugil Curema Valenciennes</i>	Lisa	3	14.28%	
	Electridae	<i>Dormitator latifrons</i>	Chococo	6	28.57%	
Junio	Centropomidae	<i>Centropomus Robalito</i>	Constantino	1	20%	100%
	Electridae	<i>Dormitator latifrons</i>	Chococo	4	80%	
Julio				0	0%	0%

La variabilidad de las biometrías estuvo en función de la abertura y longitud del trasmallo, siendo de 2" y 25 m (Tabla 4).

Tabla 4. Biometrías de los organismos capturados en la zona de estudio (Agosto 2019 – Julio 2020).

Meses de Captura	Nombre común	No. de organismos	Peso total (g)	Promedio			Desviación estándar		
				Longitud total (cm)	Altura (cm)	Peso entero (g)	Longitud total (cm)	Altura (cm)	Peso entero (g)
Diciembre	Sierra	1	220.3	32.00	5.00	220.3	1.767766953	0.212132034	5.444722215
Enero		1	212.6	29.5	4.7	212.6			
Diciembre	Sardina Crinuda	3	186.75	62.12	6.03	62.25	0.72	0.35	1.49
Diciembre	Chivo	1	198.42	20.00	7.00	198.42			
Diciembre	Cocinero	1	82.15	27.00	5.80	82.15			
Diciembre	Catalina	3	142.35	16.00	5.16	47.45	1.67	0.28	2.2
Diciembre	Lisa	10	1856.4	22.28	5.26	185.64	1.12529996	0.603517467	16.41398895
Enero		38	7142	23.45	5.29	187.94			
Mayo		3	475.3	21.2	4.23	158.43			
Diciembre	Constantino	3	312.78	24.00	6.03	104.26	2.614807195	1.38548788	5.118681145
Enero		6	634.5	24.6	8.85	105.75			
Marzo		6	628.93	27.23	5.75	109.32			
Abril		6	679.9	27.5	5.32	113.32			
Mayo		1	109.8	24.4	5.4	109.8			
Junio		1	98.7	20.3	5.2	98.7			
Febrero	Sábalo	5	953.8	32.5	6.9	190.76	5.260275658	0.468259187	27.78221313
Marzo		8	1498.13	31.42	6.97	187.26			
Abril		4	745.3	36.28	6.88	186.33			
Mayo		11	975.2	43.06	7.85	243.55			

Febrero	Chococo	42	4825.4	17.82	4.77	114.89	0.594222181	0.075883683	1.644799887
Marzo		98	11267.82	17.67	4.72	114.97			
Mayo		6	688.8	17.47	4.9	114.8			
Junio		4	446.4	16.5	4.8	111.6			

Peso (g) y numero de organismos capturados en el periodo Agosto 2019 - Julio 2020

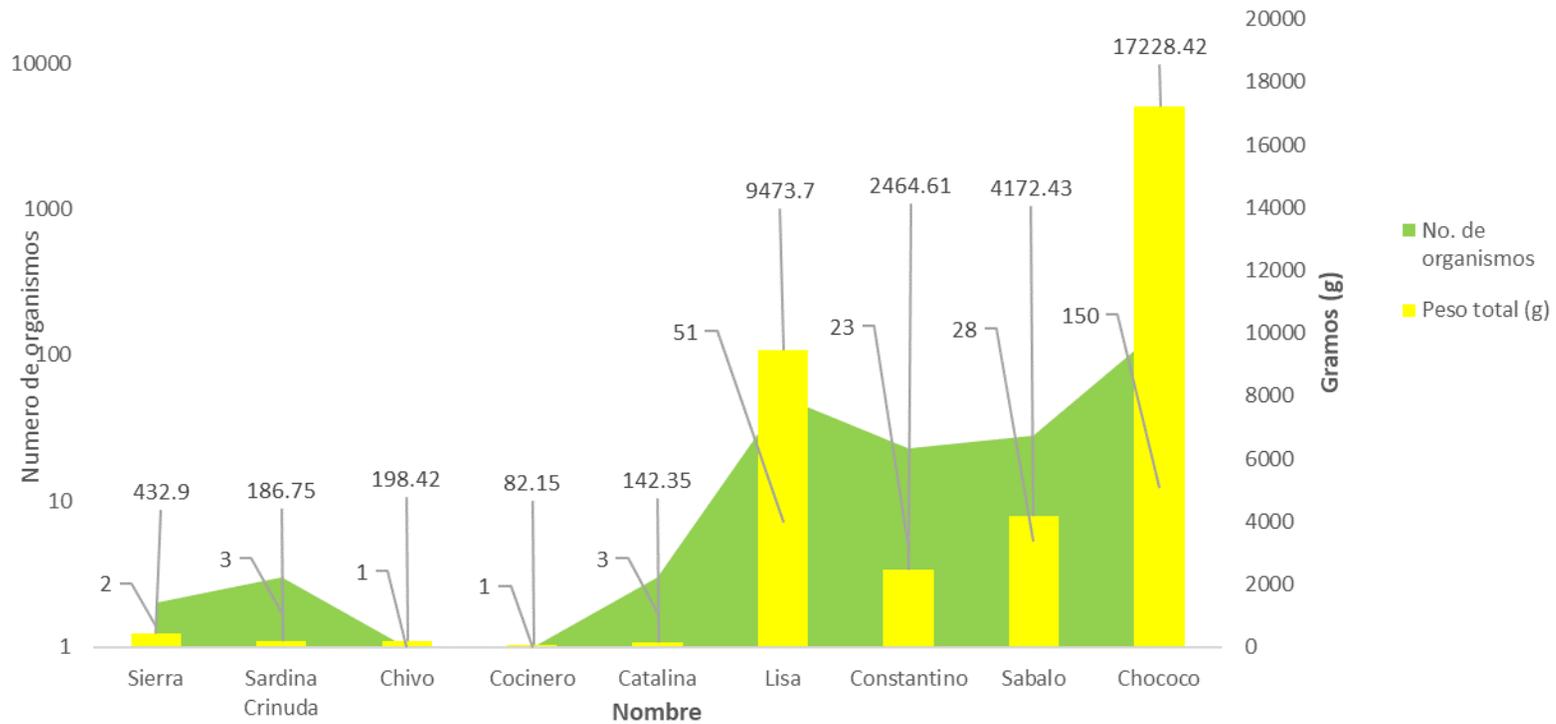


Figura 6. Peso y numero de especies de peces capturados en el periodo agosto 2019 – julio 2020.

La totalidad de capturas realizadas fueron en las estaciones E3, E4, E6, E7 y E8, es decir LVG y PI, mientras que en las estaciones E1, E2, y E5, (LVG) no se registraron peces (Figura 7).

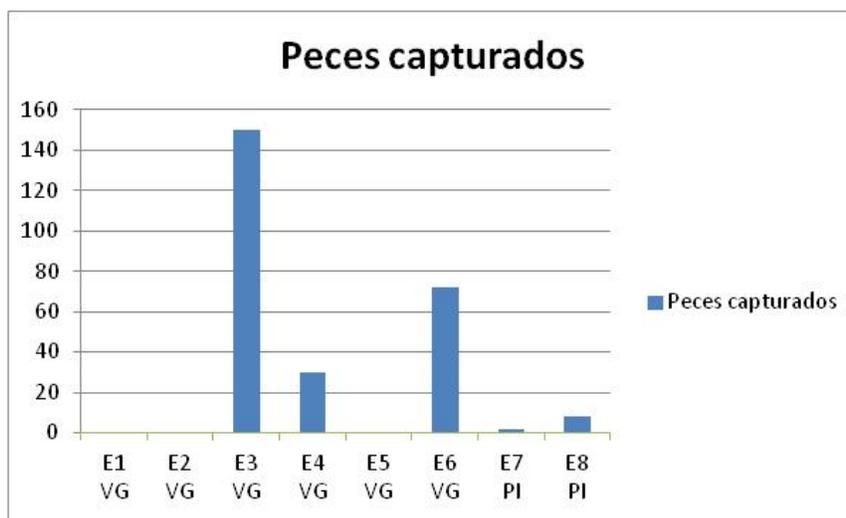


Figura 7. Captura de la ictiofauna en las diferentes estaciones de la zona de estudio durante el periodo agosto 2019-julio 2020.

El mes de marzo se determinó como el mes con la mayor biomasa de la ictiofauna, comprendido por 112 peces haciendo un total de 13.394 kg dentro de la zona que comprende la Laguna del Valle de las Garzas y el Puerto Interior, mientras que la de menor biomasa se determinó en el mes de junio comprendido por 5 peces con una biomasa de 545.1 g (Figura 8, 9, 10 y 11)

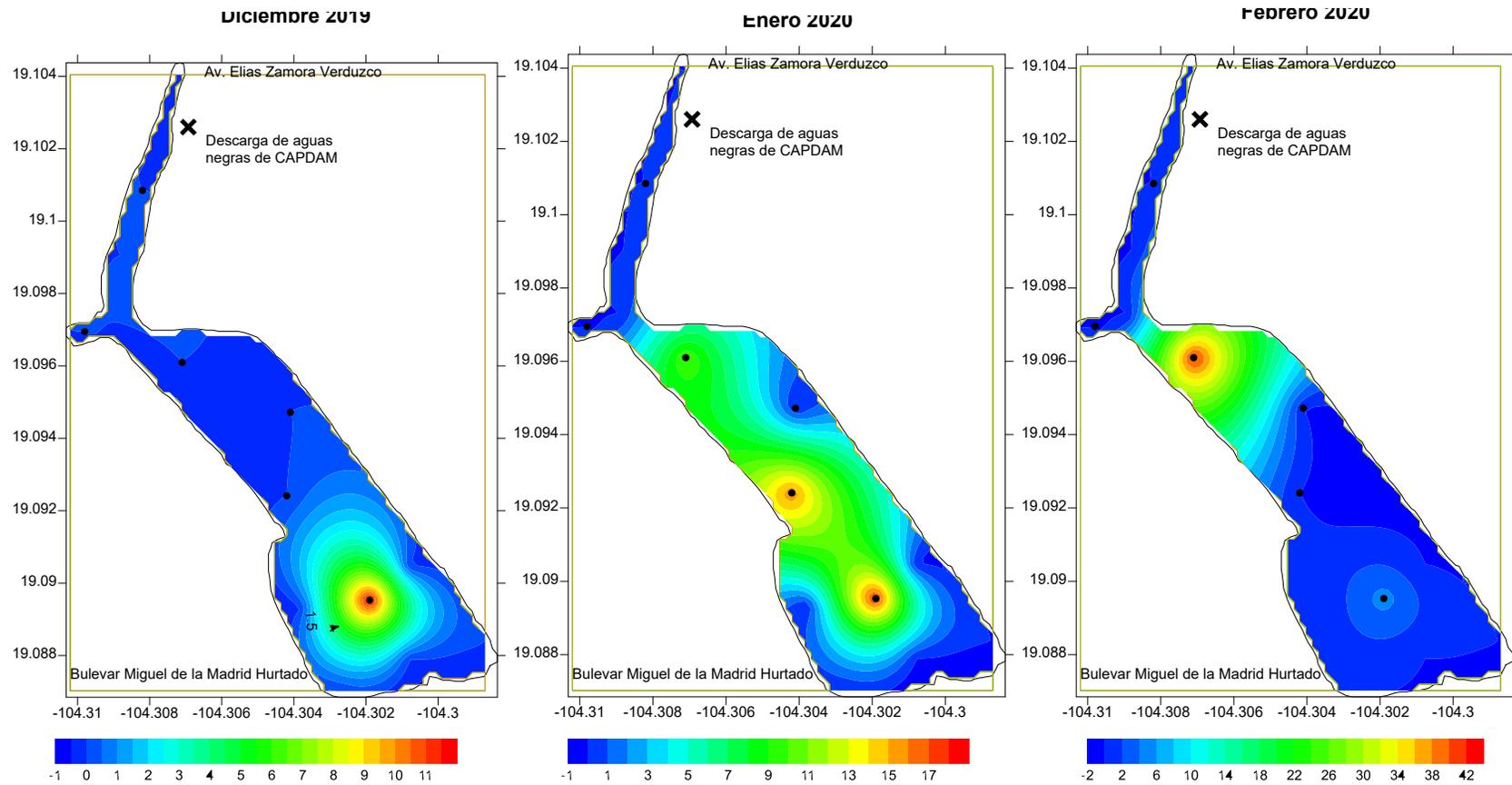


Figura 8. Distribución espacial de la biomasa capturada durante los meses de diciembre (2019), enero y febrero (2020) en la Laguna del Valle de las Garzas, Manzanillo, Colima.

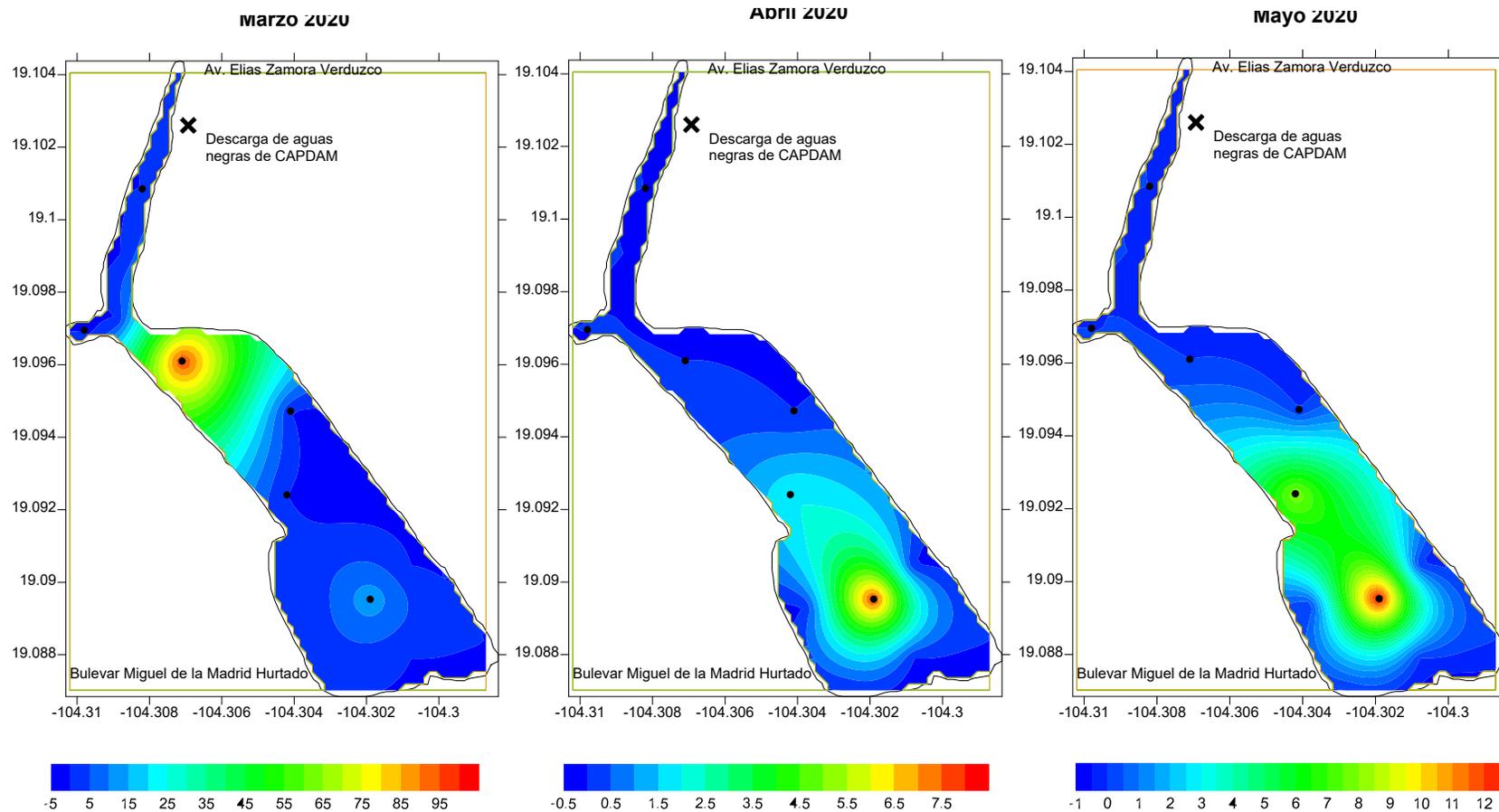


Figura 9. Distribución espacial de la biomasa capturada durante los meses de marzo, abril y mayo (2020) en la Laguna del Valle de las Garzas, Manzanillo, Colima.

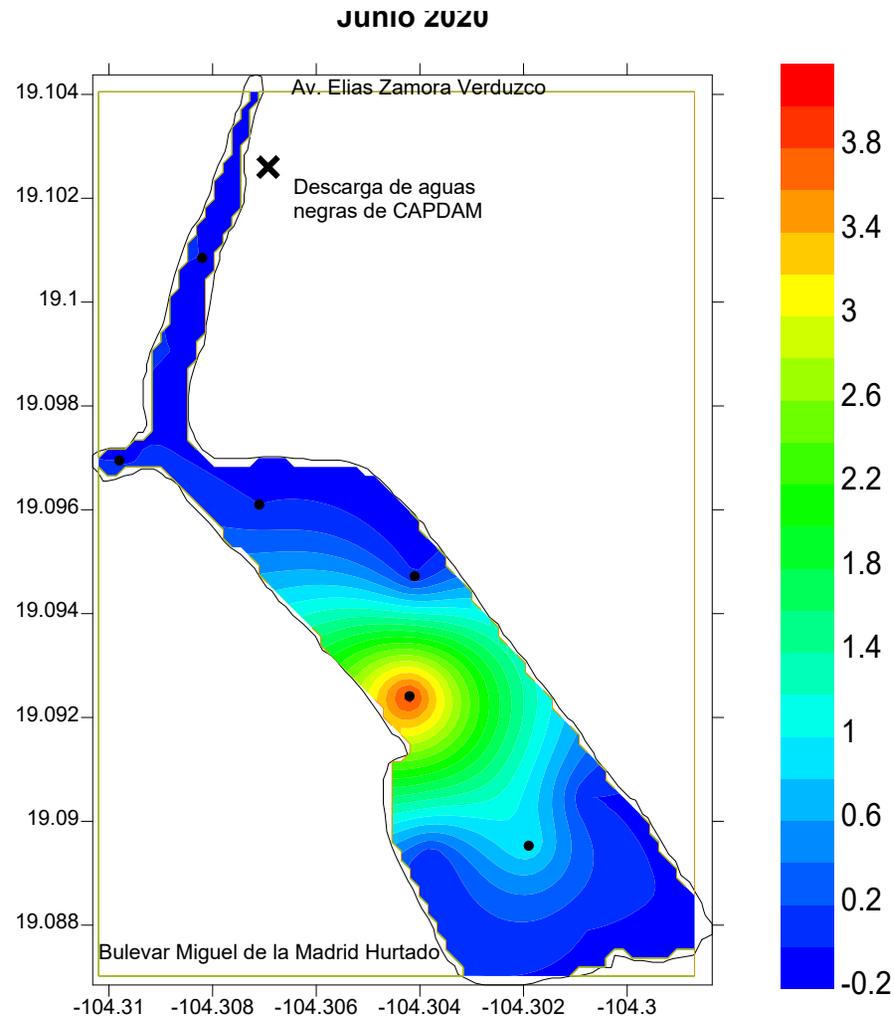


Figura 10. Distribución espacial de la biomasa capturada durante el mes de Junio (2020) en la Laguna del Valle de las Garzas, Manzanillo, Colima.

Periodo Anual Agosto 2019 - Julio 2020

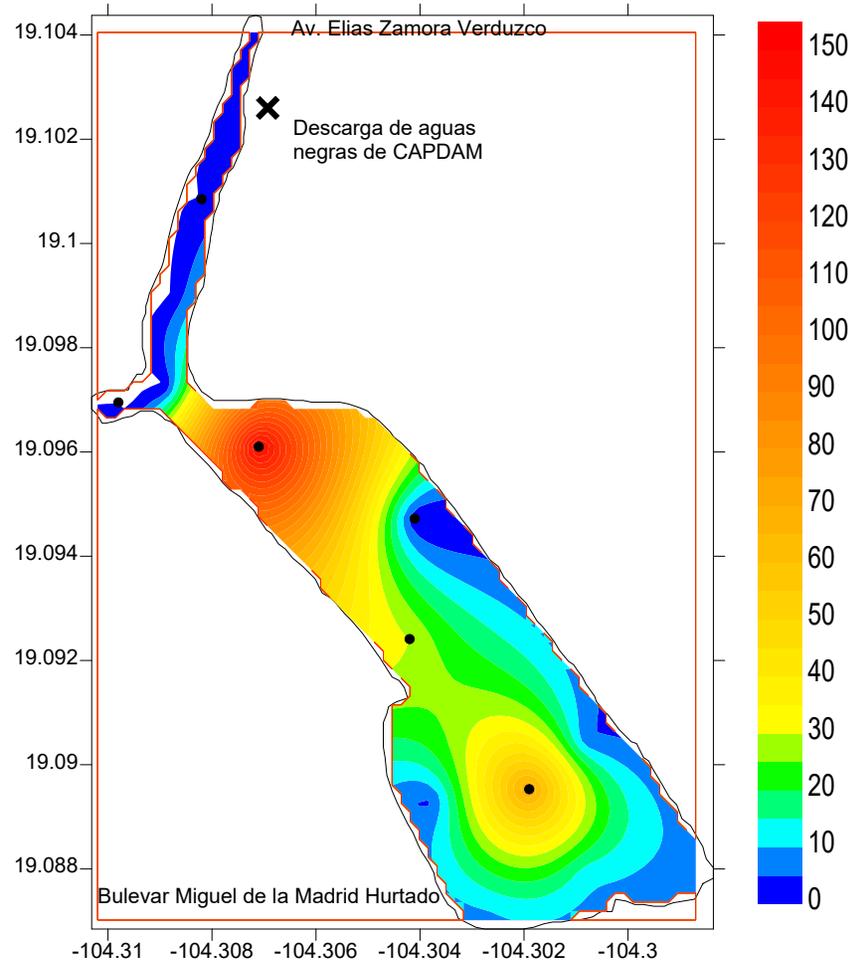


Figura 11. Distribución espacial de la biomasa capturada durante 12 meses (agosto 2019 – julio 2020) en la Laguna del Valle de las Garzas, Manzanillo, Colima.

V. Interpretación de resultados

Durante el periodo estudiado, en la LVG fueron vertidas durante 24 horas todos los días del año las aguas de desecho de la PTAR con sólidos suspendidos, materia orgánica y sustancias diversas, además, la influencia marina fue casi nula, pues su alcance llegó muy levemente a menos de la mitad de la laguna, y las actividades de dragado adicionaron materia orgánica, sólidos y diversas sustancias desde el fondo lagunar a la columna de agua y colocando los sedimentos en la tarquina en el área de la LVG, afectaron drásticamente la calidad del agua del vaso lacustre. Entre otros parámetros indicativos, se midieron bajos valores de oxígeno disuelto en todo el periodo medido (agosto 2019-julio 2020), que impidieron la presencia de peces (Figura 12).

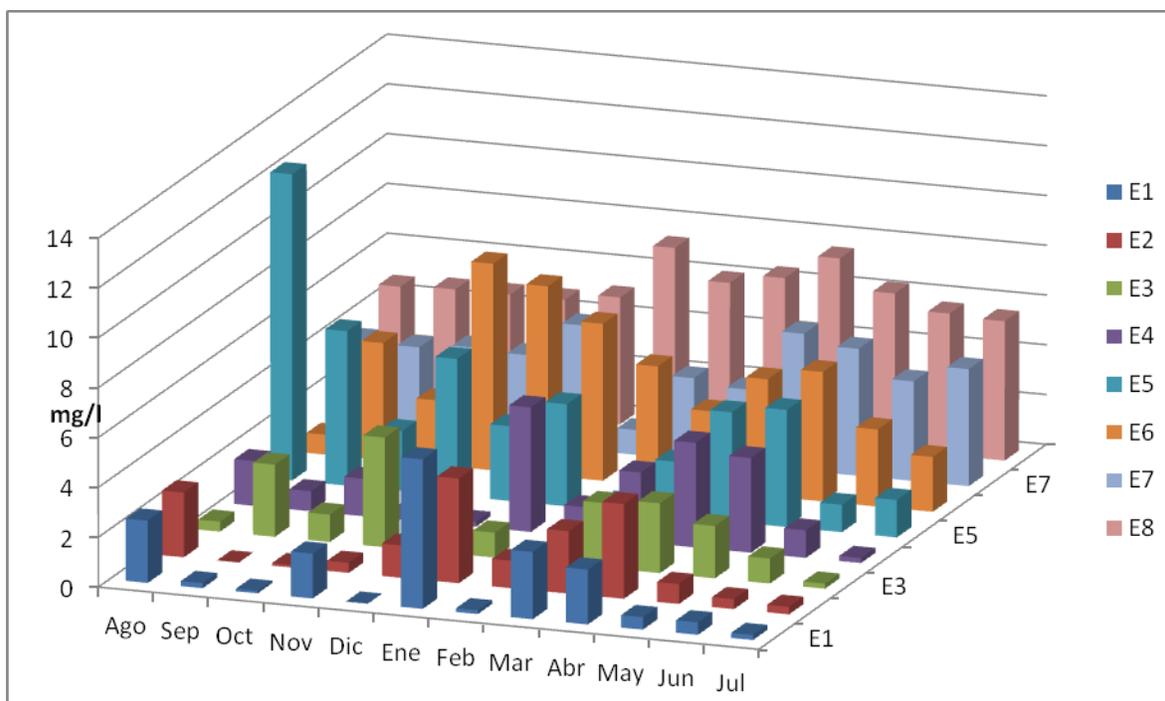


Figura 12. Concentración de oxígeno disuelto en la zona de estudio durante el periodo agosto 2019-julio 2020.

Entre las afectaciones observadas, se registraron mortalidades de peces en diferentes sitios de la LVG en los meses de mayo y junio 2020. Las drásticas condiciones anóxicas en la Laguna del Valle de las Garzas produjeron una inusual presencia de elevadas cantidades de arqueas (Figura 13), en el mes de julio 2020, este es un indicador contundente de que la calidad del agua en la laguna se encuentra en condiciones críticas.

Las arqueas son microorganismos procariotas unicelulares parecidas a las bacterias, no presentan núcleo ni órganos en su membrana, existen en muchos hábitas y muchas de ellas son extremófilas, es decir toleran condiciones extremas como es el caso de esta, en particular, que tolera condiciones anóxicas.





Figura 13 Presencia de arqueas en la Laguna del Valle de las Garzas en el mes de julio 2020.

Durante el periodo de estudio, la zona Norte (E1, E2, E3 y E4) ha sido la más afectada, la influencia de la planta de tratamiento es muy marcada, y la calidad del agua ha sido muy mala con un gradiente que mejora desde la parte Norte a la zona marina afectando la presencia de peces (Figura 14). Al ingresar a la zona Norte del ecosistema lagunar la impresión es la estar en un sitio de descarga de un drenaje urbano, el intenso olor es típico de líquidos cloacales. Es por ello, que en las estaciones de la zona interna de LVG, solo se han capturado chococos (*Dormitator latifrons*). La característica más sobresaliente de esta especie de la ictiofauna es su alta resistencia fisiológica, sostenible en su capacidad para sobrevivir en ambientes deficientes de oxígeno y resistir variaciones notables de salinidad y temperatura, es una especie que transforma la energía potencial del detritus en energía utilizable por niveles tróficos superiores donde se ubican otros peces y aves acuáticas (Ecocostas, 2006). Además, tiene una elevada resistencia a enfermedades por lo que su presencia es común en aguas de drenaje urbano.

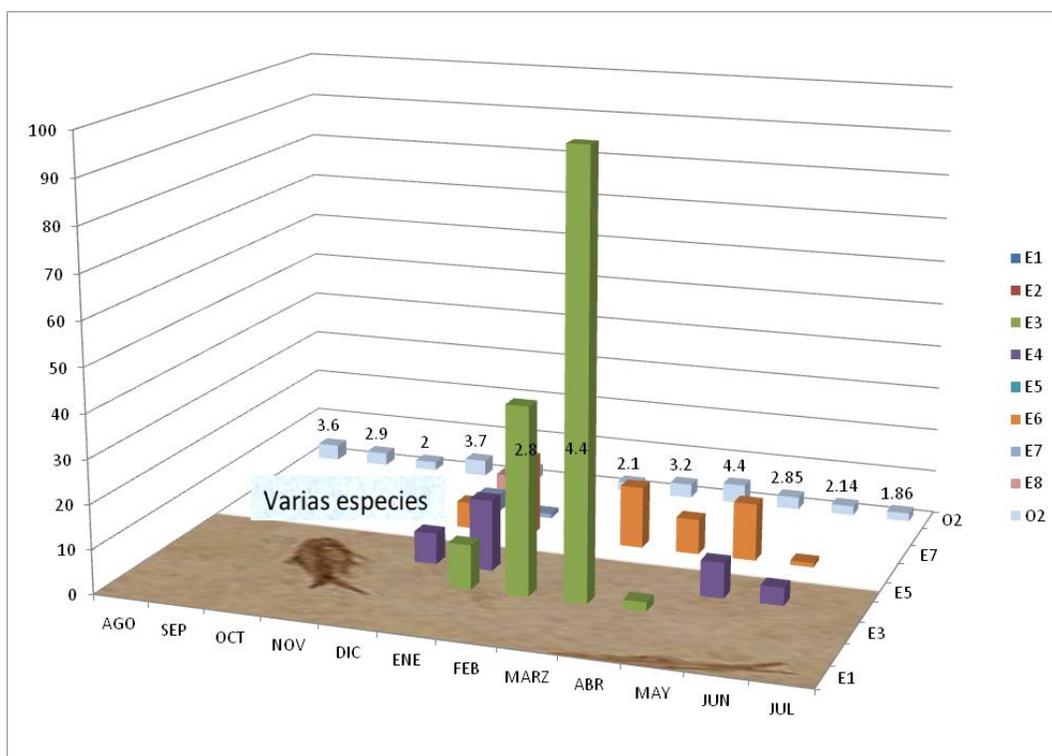


Figura 14. Número de peces capturados en la zona de estudio y concentración de oxígeno disuelto durante el periodo agosto 2019-julio 2020.

Con la presencia de muy pocos peces en algunas estaciones (E6, E4) del Valle de las Garzas, se evidencia una muy leve mejora en la calidad de agua entre enero y marzo 2020 debido al dragado, sin embargo, con las lluvias nuevamente se azolvó, y son comunes zonas anóxicas en LVG donde el agua presenta elevada carga orgánica con restos de vegetales, espumas en la superficie, restos orgánicos animales, basura y material fecal (Figura 15).



Figura 15. Aspecto que presentaron algunos sitios de la Laguna del Valle de las Garzas durante el periodo estudiado.

Con un total de tan solo nueve especies de peces registrados en la zona de estudio, los resultados sobre la presencia de ictiofauna, indican un ecosistema lagunar ambientalmente en mal estado, y un Puerto Interior con influencia de la mala calidad de agua de la laguna.

En la Laguna de San Pedrito la baja profundidad no permitió colocar el arte de pesca necesario para el muestreo de peces.

VI Tendencia de la Calidad Ambiental

La tendencia de la calidad ambiental de la Laguna del Valle de las Garzas en relación a la presencia y desarrollo de la ictiofauna es de un deterioro constante, la superficie de agua del sistema lagunar es pequeña, la laguna se encuentra en un proceso de azolve y la calidad del agua es muy mala, especialmente en la zona Norte de VG.

VII Sugerencias para Mejorar la Calidad Ambiental

Las aguas residuales, antes de ser vertidas en la Laguna del Valle de las Garzas, deben recibir un tratamiento adecuado, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, para evitar que su disposición cause los problemas antes mencionados.

Se sugiere desazolvarla toda, no solamente los canales, para que esté en condiciones de proporcionar verdaderos servicios ambientales, además, retirar toda la basura que se acumuló producto de los ciclones Lorena y Narda en el 2019.

VIII. Conclusiones

Cuatro aspectos fueron determinantes en relación a la ausencia de la ictiofauna en la zona de estudio durante el periodo estudiado: 1. En la LVG fueron vertidas durante 24 horas todos los días del año las aguas de desecho de la PTAR con sólidos suspendidos, materia orgánica y sustancias diversas. 2. La influencia marina fue casi nula, pues su alcance llegó muy levemente a menos de la mitad de la LVG. 3. Las actividades de dragado adicionaron materia orgánica, sólidos y diversas sustancias desde el fondo lagunar a la columna de agua y colocando los sedimentos en la tarquina en el área de la LVG. 4. La concentración de basura y azolve en el sitio de estudio por los eventos de Lorena y Narda.

Como consecuencia, en el ciclo anual medido, en cinco (agosto, septiembre, octubre y noviembre del 2019 y julio del 2020) de los doce meses no se registraron peces. Solo se registraron capturas en 7 meses (diciembre 2019, enero, febrero, marzo abril, mayo y junio 2020), es decir, en el 41.67 % del año medido, se tuvo ausencia de ictiofauna.

Solo se capturaron un total de nueve especies (una diversidad muy baja para una laguna costera), de las cuales, el chococo (*Dormitator latifrons*) y la lisa (*Mugil Curema Valenciennes*), representaron el 76.72 %.

La característica más sobresaliente del chococo (*Dormitator latifrons*). es su alta resistencia fisiológica, sostenible en su capacidad para sobrevivir en ambientes deficientes de oxígeno y resistir variaciones notables de salinidad y temperatura,

Los cuatro aspectos mencionados, ocasionaron bajos valores de oxígeno disuelto en la columna de agua en todo el periodo medido causando mortalidades de peces en diferentes sitios de la LVG en los meses de mayo y junio. Además, las drásticas condiciones anóxicas en la Laguna del Valle de las Garzas produjeron una inusual presencia de elevadas densidades de arqueas en el mes de julio

2020, este es un indicador contundente de que la calidad del agua en la laguna se encuentra en condiciones críticas y que impiden la presencia de la ictiofauna.

Durante el periodo de estudio, la zona Norte (E1, E2, E3 y E4) (LVG) ha sido la más afectada, la influencia de la planta de tratamiento es muy marcada, y la calidad del agua ha sido muy mala con un gradiente que mejora levemente desde la parte Norte a la zona marina (PI).

La ausencia de ictiofauna indica un ecosistema lagunar (LVG) ambientalmente afectado que influye directamente en el Puerto Interior.

IX. Bibliografía

- Castro-Aguirre, J. L., Pérez, H. E. & Schmitter-Soto, J. J. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Editorial Limusa,
- Contreras, F. 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo/Secretaría de Pesca, México.
- Ecocostas 2006. Estudio de factibilidad para la implementación de un centro de capacitación para el cultivo de Chame en el estuario del río Cojimíes Guayaquil., pp. 36.
- Espino Barr, E. 2000. Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. & Niem, V. 1995. Guia FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacifico centro-oriental. Vol. I. Plantas e Invertebrados. *Food and Agriculture Organization, Rome*.
- Flores-Verdugo, F., Moreno-Casasola, P., Agraz-Hernández, C. M., López-Rosas, H., Benítez-Pardo, D. & Travieso-Bello, A. C. 2007. La topografía y el hidroperiodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*:33-47.
- Ludwig, J. A., QUARTET, L., Reynolds, J. F. & Reynolds, J. 1988. *Statistical ecology: a primer in methods and computing*. John Wiley & Sons,
- Margalef, R. 1972. Ecología Marina Fundación La Saie de Ciencias Naturales. Caracas.
- Margalef, R. 1980. La biosfera. *Ediciones Omega, Barcelona*.
- Nelson, J. 1994. Fishes of the world John Wiley and Sons. *Inc. New York*.
- Odum, H. T. 1983. Systems Ecology; an introduction.
- Pérez-España, H., Galvan-Magaña, F. & Abitia-Cárdenas, L. A. 1996. Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del suroeste del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas* **22**:273-94.