



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

INFORME DE SERVICIO SOCIAL

**Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua del
humedal La Mixtequilla y Río Blanco (poblado El
Camarón, Veracruz) y su relación con los recursos
pesqueros**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA EL ALUMNO

Yahir Jaramillo Díaz

Matrícula
206347931

ASESORA:
Dra. Patricia Castilla Hernández (30606)

VoBo. _____

Ciudad de México

Octubre 2019.

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en dos cuerpos de agua del estado de Veracruz, teniendo como objetivo principal la evaluación de parámetros físico-químicos (temperatura, sólidos suspendidos volátiles, profundidad, oxígeno, amonio, nitritos, nitratos, ortofosfatos y sulfatos) en el Río Blanco en zonas aledañas al poblado El Camarón, así como en el humedal La Mixtequilla. Por lo que, en los meses de septiembre y noviembre de 2019 en cuatro sitios del primero y en ocho sitios inundados del segundo, se registraron diferentes parámetros y en su caso colectaron muestras de agua para su análisis. En el río el parámetro que mostró una alteración considerable fue la concentración de oxígeno, que fue nula o extremadamente baja en ambos meses, relacionando esto con la abundancia de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en el cauce. En el humedal los niveles encontrados en los diferentes parámetros muestran que presenta diversos microambientes. Adicionalmente, se documentó información relacionada a la taxonomía, distribución, hábitos alimenticios y parámetros físico-químicos para el óptimo desarrollo de acocil (*Procambarus acanthophorus*), tilapia (*Oreochromis* sp.), langostino (*Macrobrachium* sp.), Jaiba (*Callinectes* sp.) y robalo (*Centropomus* sp.), cuya importancia radica en el interés comercial de éstas especies para los pobladores de la región. Finalmente, los resultados contribuyeron a profundizar en el conocimiento de los servicios ecosistémicos del humedal neotropical.

Palabras Clave: Humedal, río, calidad del agua, recursos pesqueros, servicios ambientales.

Índice

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Marco Institucional..... | 4 |
| 2. | Introducción..... | 4 |
| 3. | Antecedentes..... | 5 |
| 4. | Ubicación geográfica..... | 6 |
| 5. | Objetivo general..... | 7 |
| 6. | Especificación y fundamento de las actividades..... | 8 |
| 7. | Impacto de las actividades | 10 |
| 8. | Aprendizaje y habilidades obtenidas durante el desarrollo del Servicio Social.. | 20 |
| 9. | Fundamento de las actividades del Servicio Social..... | 21 |
| 10. | Referencias..... | 21 |

1. Marco Institucional

Los proyectos *“Humedal neotropical La Mixtequilla: recursos naturales bióticos y servicios ambientales”* aprobado por el H. Consejo Divisional de Ciencias Biológicas y de la Salud de la UAM-X y *“Evaluación y planificación de un recurso pesquero para su manejo sustentable en el humedal La Mixtequilla, Veracruz”*, aprobado por la Rectoría de Unidad, de los cuales se nutre y retribuye este trabajo, contribuyen a profundizar en el conocimiento de los servicios ecosistémicos del humedal neotropical, cuyas metas generales son: “Dar a conocer a los pobladores de la localidad El Camarón los recursos pesqueros del humedal La Mixtequilla, así como el estado actual de la calidad del agua, además promover la participación de los pescadores en los procesos de planificación y en la creación de instrumentos normativos locales para el manejo sustentable de dichos recursos que les permitan su perpetuidad. Es así como la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco reafirma su compromiso con la sociedad y con el cuidado del medio ambiente, estableciendo vínculos formales en este caso con el sector social generando proyectos de investigación en busca de orientar las políticas, estrategias y acciones a una realidad social y ecológica relevantes acordes con la misión y visión de la Institución.

2. Introducción

La calidad del agua es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica, ya que delimita la aptitud para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas. La calidad del agua puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos como los antropogénicos, por lo que es importante un monitoreo constante (MMA, 2000).

Por su parte, los ríos y humedales son de vital relevancia, pues, constituyen ecosistemas donde el agua es el elemento más importante del ambiente y el que mayor influencia tiene sobre su flora y fauna.

Los ríos constituyen una gran parte del sistema hidrológico en el mundo y contribuyen de manera sustancial a las actividades económicas, agrícolas, ganaderas y pesqueras de cada país (Galy, 2015), además tienen una enorme importancia por conectar las cuencas terrestres con la atmósfera y con el mar. De esta forma, además de agua, transportan sales, sedimentos y organismos, y las complejas reacciones químicas y biológicas que se producen en los cauces fluviales, son responsables en parte de las características químicas del agua retenida en los grandes reservorios, como lagos, océanos y por supuesto en los humedales que irrigan.

Los humedales comprenden diversos cuerpos de agua, temporales o permanentes, ámbitos que son hábitats para microorganismos, flora y fauna características (Brown *et al.*, 1997). Sin embargo, a pesar que se han logrado algunos avances encaminados a la conservación de estos ecosistemas, son los primeros que sufren presión antropogénica (Obando *et al.*, 1998).

3. Antecedentes

La cuenca del Río Blanco se considera la más deteriorada de Veracruz y una de las cinco con mayor contaminación en el país. Cubre una extensión de 3 mil kilómetros cuadrados y en ésta se aprecian tres diferentes zonas. La primera, una región montañosa, donde principalmente se concentran industrias y población urbana. La segunda, estribaciones de la sierra, en las que se producen los mayores afluentes y descargas de ingenios azucareros y de actividades del beneficio de café. Y la tercera que corresponde a la planicie costera. La cuenca del Río Blanco forma parte de la cuenca del Río Papaloapan, perteneciente a la Región Hidrológica 28, que recibe el mismo nombre (Houbron, 2010; Pereyra-Díaz *et al.*, 2010).

Se tienen reportes que en la cuenca alta del Río Blanco se concentra la mayor parte de las fuentes de contaminación, por ejemplo, las descargas urbanas de Orizaba, Río Blanco, Nogales, Ciudad Mendoza, Huiloapan, Ixtaczoquitlán. Contribuyendo también las descargas de alrededor de treinta empresas de la industria papelera,

textil, cervecera, embotelladora, de tenerías, entre otras (Houbron, 2010). El humedal de La Mixtequilla se encuentra en la tercera zona, y forma parte del sitio Ramsar Laguna de Alvarado.

Los pobladores de la localidad “El Camarón”, que viven en las cercanías del humedal La Mixtequilla, son muy dependientes de los servicios ecosistémicos que el humedal les brinda. La problemática que enfrentan es la disminución drástica de la abundancia del crustáceo *Procambarus acanthophorus*; ellos refieren que al parecer la disminución puede deberse a la excesiva extracción del crustáceo, o al paso del Huracán Karl en el estado de Veracruz (año 2010); sin embargo, el hábitat de la especie ha sido y está siendo alterado por procesos de desarrollo rural, entre estos la carretera y caminos que han fragmentado el paisaje, asimismo áreas naturales se han convertido en terrenos ganaderos y los asentamientos humanos e industriales incrementaron (Mendoza-Vargas *et al.*, 2016).

Los pobladores también comentan que los recursos pesqueros que les brindaba el río como jaiba, langostino, tilapia, carpa, robalo, entre otros, han disminuido de manera significativa en fechas recientes y consideran que es debido a la contaminación de este cauce (Comunicación personal, Yépez, 2017).

A partir de lo anterior se planteó llevar a cabo el presente estudio denominado Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua del humedal La Mixtequilla y Río Blanco (poblado El Camarón, Veracruz) y su relación con los recursos pesqueros.

4. Ubicación Geográfica

El estudio se llevó a cabo en el humedal La Mixtequilla y en El Río Blanco a la altura del poblado El Camarón, en Veracruz, México. La Mixtequilla se localiza en el municipio de Ignacio de la Llave (Figura 1). Presenta una altitud de 10 msnm; limita al Norte y Este con los municipios de Alvarado y Tlalixcoyan, al Oeste y Sur con Tierra Blanca, Cosamaloapan y Santiago Ixmiquilpan (Rivera-Becerril *et al.*, 2008).

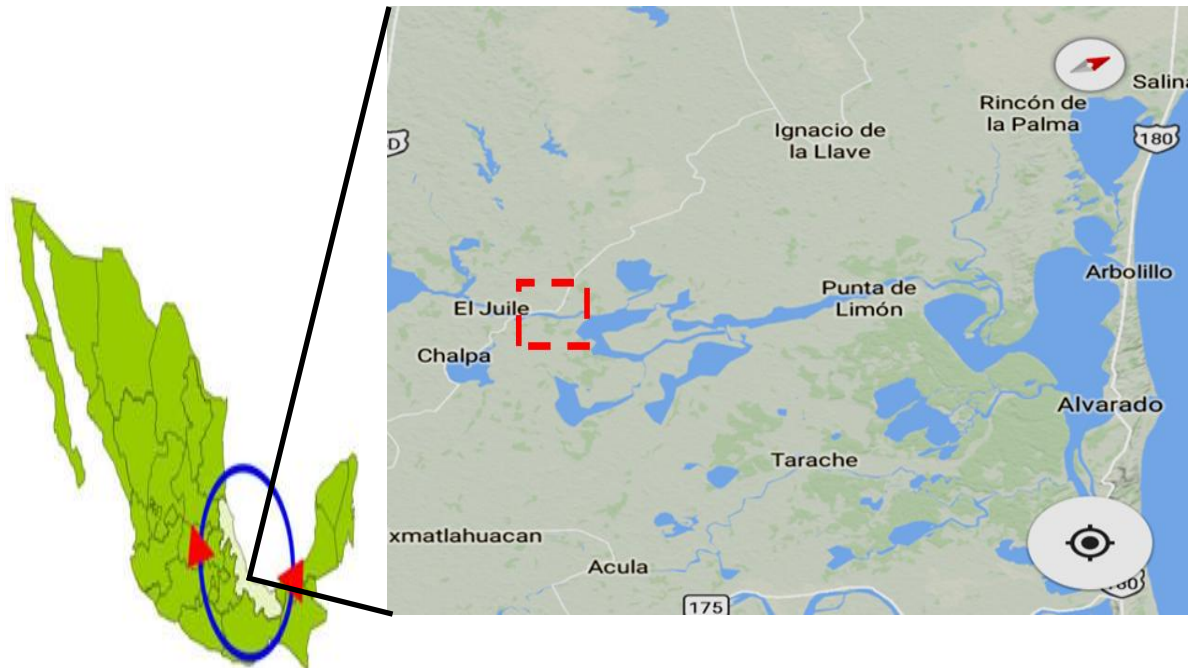


Figura 1. Localización de la zona de muestreo en el estado de Veracruz; el cuadro de líneas punteadas rojas muestra la ubicación del cauce del río en estudio y del humedal (Google Maps, 2017).

5. Objetivo general

El presente proyecto de Servicio Social tuvo como objetivo general el llevar a cabo un estudio descriptivo longitudinal sobre la calidad del agua del humedal de La Mixtequilla y Río Blanco, a la altura del poblado El Camarón en el estado de Veracruz, cuyos objetivos particulares fueron:

- Evaluar parámetros físico-químicos en diversas zonas del humedal La Mixtequilla, Veracruz.
- Determinar parámetros físico-químicos en el Río Blanco en zonas aledañas al poblado El Camarón.
- Documentar información acerca de los principales recursos pesqueros del humedal y del río en las zonas aledañas al poblado El Camarón.

- Relacionar la calidad del agua con los principales recursos pesqueros del humedal y del río.

6. Especificación y fundamento de las actividades

6.1 Trabajo de campo

En cuatro sitios en el cauce del Río Blanco en su tramo conocido como “El Camarón” y en ocho sitios inundados del humedal “La Mixtequilla”, divididos a su vez en dos bloques Don Rufino y El Llanete (Figura 2), los cuales son de interés para los pobladores, ya que son lugares en donde llevan a cabo actividades de pesca, se realizó la medición de parámetros físico-químicos, así como una recolección de muestras. Esto se llevó a cabo en los meses de Septiembre y Noviembre de 2017.

Cada sitio de muestreo se geoposicionó y se le midió la temperatura ambiental, concentración de oxígeno disuelto (OD) y profundidad. Con una sonda multiparamétrica Hydrolab DS5X se determinó la temperatura del agua, salinidad, turbidez, pH, amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-), los registros obtenidos se exportaron al programa Microsoft Excel para su posterior análisis. Además, en los respectivos sitios se colectaron muestras de agua de 1 L de volumen, que se almacenaron en frío para su procesamiento en el laboratorio. A éstas se les determinó el contenido de sólidos suspendidos totales (SST), nitritos (NO_2^-), ortofosfato (PO_4^-) y sulfato (SO_4^-).

Previo a la colecta de muestras y medición de parámetros físico-químicos *in situ*, se calibró la sonda Hydrolab DS5X, la calibración se realizó utilizando los kits e instrucciones indicadas por el fabricante, la interfaz utilizada fue el programa Hydras 3 LT.



Figura 2. Vista satelital con acercamiento de los 12 puntos de muestreo; cuatro en el Río Blanco y ocho en el humedal, divididos en dos bloques, Don Rufino (Ruf) y El Llanete (Llan) (Google Earth, 2017).

6.2 Técnicas analíticas

El análisis de OD se realizó por medio de la técnica de Winkler; SST por gravimetría; PO_4^- por el método del ácido ascórbico, NO_2^- por reacción de Griess y SO_4^- por el método turbidimétrico. Todos de acuerdo con lo establecido en el Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 1995).

6.3 Análisis de datos

Con los datos que se obtuvieron de la evaluación de los parámetros físico-químicos del agua de los diferentes sitios del humedal de La Mixtequilla y Río Blanco se cubrieron los primeros dos objetivos; para cumplir con el tercer objetivo se realizó una revisión bibliográfica de las especies pesqueras de interés para los pobladores del lugar a través de la comunicación personal; para el último objetivo se elaboró una comparación entre los niveles de los parámetros medidos y los encontrados en la literatura respecto a la calidad que debe tener el agua para el buen desarrollo de las especies de interés, apoyándose en la Carta Nacional Acuícola (DOF, 2013) y

otras fuentes de información, además de compararse con evaluaciones en el sitio reportadas previamente.

Los datos se sometieron a un análisis estadístico (prueba *t* de Student) para determinar la existencia de diferencia estadísticamente significativa de cada parámetro medido entre los meses muestreados, utilizando el programa IBM SPSS Statistics V 24.

7. Impacto de las actividades

Las actividades incluidas en los proyectos antes descritos y que apoyé a través de mi Servicio Social por actividades relacionadas con la profesión, surgen como respuesta a una problemática social, económica y ecológica de la sociedad aledaña al Río Blanco y al humedal La Mixtequilla. La medición del estado o diagnóstico de los cuerpos de agua antes mencionados es fundamental para la planeación y elaboración de un proyecto integral e interdisciplinario, que solucione las necesidades de la sociedad y que garantice la perpetuidad de los recursos naturales. Aunado a esto se contribuye con información confiable ya que se genera a través del método científico, que dicho sea de paso es escasa con la que se cuenta a pesar de la importancia ecológica y económica del lugar. Dicha información generada cumple con los objetivos planteados en este proyecto y se describe a continuación.

7.1 Parámetros físico-químicos

7.1.1 Río Blanco

En el Río Blanco en el tramo conocido como El Camarón y como se muestra en la Tabla 2, los parámetros físicos muestran una temperatura cálida y similar en ambos meses con un valor mínimo alrededor de 27 °C y una máxima de 28 °C; en septiembre la salinidad fue constante (0.1 ppt), sin embargo, para noviembre ligeramente incrementó oscilando entre 0.16-0.19 ppt, encontrando diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.001$) entre ambos meses, comparando las

medias (\bar{X}) con un 95% de confianza. Otro parámetro físico que también mostró diferencia significativa utilizando el mismo intervalo de confianza fueron los sólidos suspendidos totales ($p = 0.005$). La profundidad mostró fluctuaciones importantes dependientes del sitio muestreado y osciló entre 1.5 a 8.7 m para Septiembre y de 1.1 a 8.4 m para Noviembre sin presentar diferencias entre ambos meses.

Tabla 1. Valores mínimos y máximos, probabilidad (p) y estadístico “ t ” para los parámetros físico-químicos obtenidos en el “Río Blanco” en los meses de Septiembre y Noviembre.

| Parámetros | Septiembre | | | Noviembre | | | Valor “ p ” | Estadístico t |
|---|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|-----------------|
| | Valor Mínimo | Valor Máximo | Media \bar{X} | Valor Mínimo | Valor Máximo | Media \bar{X} | | |
| Temperatura (°C) | 27.7 | 28.1 | 27.8 | 27.0 | 28.0 | 27.2 | - | - |
| Salinidad (ppt) | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.16 | 0.19 | 0.17 | 0.001 | -11.523 |
| SST (mg/L) | 19.4 | 19.4 | 23.9 | 6.3 | 8.8 | 7.3 | 0.005 | 7.56 |
| Profundidad (m) | 1.5 | 8.7 | 5.82 | 1.1 | 8.4 | 4.2 | 0.300 | 1.22 |
| Oxígeno (mg/L) | 0.0 | 0.7 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.4 | - | - |
| Amonio (mg N-NH ₄ ⁺ /L) | 0.8 | 1.0 | 0.9 | 0.19 | 0.22 | 0.2 | 0.001 | 12.8 |
| Nitritos (µg N-NO ₂ ⁻ /L) | 4.2 | 7.1 | 5.5 | 12.1 | 14.9 | 13.3 | 0.001 | -13.17 |
| Nitratos (mg N-NO ₃ ⁻ /L) | 0.17 | 0.41 | 0.24 | 0.03 | 0.08 | 0.05 | 0.056 | 3.03 |
| Ortofosfatos (µg P-PO ₄ ⁻ /L) | 153.9 | 197.2 | 177.9 | 1.1 | 4.6 | 2.6 | 0.000 | 18.76 |
| Sulfatos (mg/L) | 21.1 | 24.3 | 22.3 | 21.3 | 21.8 | 21.5 | 0.360 | 1.05 |

En cuanto a los parámetros químicos encontramos que la concentración de oxígeno fue nula o extremadamente baja en ambos meses (0 a 0.7 mg/L y entre 0.2 a 0.5 mg/L, respectivamente), esto en contraste con los demás parámetros evaluados como también se observa en la Tabla 2. Al respecto la concentración de nitrógeno de amonio fue más elevada en septiembre (0.8 a 1.0 mg/L), mientras que para noviembre fue de 0.19 a 0.22 mg N-NH₄⁺/L, mostrando ser diferentes ($p = 0.001$). Los nitritos se registraron en baja concentración y fueron menores en septiembre (4.2 a 7.1 µg N-NO₂⁻/L) en comparación ($p = 0.001$) con los encontrados en noviembre (12.1 a 14.9 µg N-NO₂⁻/L). Los nitratos se encontraron entre 0.17 y 0.41 mg N-NO₃⁻/L en septiembre, registrándose concentraciones traza en noviembre (0.05 mg N-NO₃⁻/L). Las medias de la concentración de ortofosfatos presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) atribuibles a las contrastantes concentraciones registradas entre ambos meses (septiembre entre 153.9 y 197.2 µg P-PO₄⁻/L;

noviembre 1.1 a 4.6 $\mu\text{g P-PO}_4^-/\text{L}$). Por su parte la concentración de sulfatos fue similar en ambos meses (alrededor de 21 mg/L).

Un aspecto que hay que resaltar es la abundancia de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en el cauce, que va de cubrir algunas partes del espejo de agua, hasta invadir el 100% (Figura 3), lo que se refleja en parámetros tan importantes para el buen desarrollo de la vida acuática como lo es la concentración de oxígeno disuelto. *E. crassipes* es considerada “maleza” basados en estudios de la morfología floral. El excesivo crecimiento de este tipo de plantas acuáticas en los cuerpos de agua del país, es el resultado de los cambios provocados a las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua a partir del aporte incontrolado de nutrientes de las aguas residuales de los núcleos urbanos, agrícolas e industriales (Gutiérrez *et al.*, 1994).



Figura 3. Presencia de lirio acuático en el cauce del río a la altura del poblado El Camarón.

7.1.2 Humedal: sitios en El Llanete

En el humedal La Mixtequilla en los sitios correspondientes a El Llanete la temperatura también fue cálida, sin encontrar diferencias entre las medias de ambos meses ($p = 0.52$), sin embargo se observó una oscilación más amplia entre los sitios muestreados, siendo en septiembre entre 28 y 30 °C y para noviembre de 26 a 31 °C como se puede ver en la Tabla 2. La salinidad fue baja en ambos meses (0.1 a 0.19 ppt), sin observar diferencias ($p = 0.126$). Respecto al contenido de sólidos este fue similar ($p = 0.36$), fluctuando entre 5.8 a 18.2 mg/L y 7.8 a 28.5 mg/L. La

profundidad fue somera y similar en ambos meses ($p = 0.23$), con variaciones entre 20 y 50 cm. Respecto a las concentraciones de oxígeno, el humedal en septiembre presentó concentraciones hipóxicas (2.2 a 4.0 mg/L), mientras que en noviembre mostró una amplia variación, desde condiciones hipóxicas hasta condiciones de saturación (1.8 a 10.8 mg/L), dejando ver que el humedal presenta distintos microambientes.

Tabla 2. Valores máximos y mínimos, probabilidad (p) y estadístico “ t ” para parámetros físico-químicos obtenidos en “El Llanete” en los meses de Septiembre y Noviembre.

| Parámetros | Septiembre | | | Noviembre | | | Valor “ p ” | Estadístico t |
|--|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|-------|---------------|-----------------|
| | Valor Mínimo | Valor Máximo | Media | Valor Mínimo | Valor Máximo | Media | | |
| Temperatura (°C) | 28 | 30 | 29 | 25.9 | 30.9 | 28.4 | 0.52 | 0.71 |
| Salinidad (ppt) | 0.7 | 0.83 | 0.47 | 0.14 | 0.18 | 0.19 | 0.126 | 2.102 |
| SST (mg/L) | 5.8 | 18.2 | 13.6 | 7.8 | 28.5 | 19.9 | 0.36 | -1 |
| Profundidad (m) | 0.20 | 0.41 | 0.28 | 0.25 | 0.50 | 0.32 | 0.23 | -1.5 |
| Oxígeno (mg/L) | 2.2 | 4.0 | 2.7 | 1.3 | 10.8 | 7.0 | - | - |
| Amonio (mg N-NH ₄ ⁺ /L) | 1.3 | 1.5 | 1.4 | 0.05 | 0.12 | 0.1 | - | - |
| Nitritos (µg N-NO ₂ ⁻ /L) | 1.4 | 7.5 | 3.7 | 2.6 | 7.6 | 5.0 | 0.005 | 7.34 |
| Nitratos (mg N-NO ₃ ⁻ /L) | 0.54 | 0.92 | 0.72 | 0.14 | 0.27 | 0.21 | - | - |
| Ortofosfatos (µg P-PO ₄ ⁻ /L) | 50.4 | 2130.5 | 578.6 | 0 | 3.4 | 1.3 | - | - |
| Sulfatos (mg/L) | 19.6 | 80.9 | 37.4 | 17.7 | 19.3 | 18.6 | - | - |

En cuanto a los compuestos nitrogenados, para nitratos encontramos concentraciones que fueron de los 0.54 a los 0.92 mg N-NO₃⁻/L en septiembre, disminuyendo marcadamente en noviembre (0.14 a 0.27 mg N-NO₃⁻/L); los nitritos también se registraron en baja concentración 1.4 a 7.5 µg N-NO₂⁻/L y 2.6 a 7.6 µg N-NO₂⁻/L y sus medias difirieron ($p = 0.005$); asimismo el amonio en ambos meses se registró en niveles bajos, 1.3 a 1.5 mg N-NH₄⁺/L y 0.05 a 0.12 mg N-NH₄⁺/L, respectivamente. Los ortofosfatos presentaron en el primer mes concentraciones extremas (50.4 a 2130.5 µg P-PO₄⁻/L) y de concentraciones nulas a 3.4 µg P-PO₄⁻/L para el segundo. Los sulfatos variaron de 19.6 a 80.9 mg/L y de 17.7 a 19.3 mg/L respectivamente.

7.1.3 Humedal: Sitios en Don Rufino

A diferencia del río y El Llanete, en Don Rufino, los valores de temperatura media tuvieron una diferencia estadísticamente significativa con 95% de confianza ($p = 0.006$); el contenido de sólidos fue menor (5.2 a 10 mg/L, septiembre; 3.6 a 15 mg/L noviembre), con una profundidad también somera que no superó los 60 cm; para ambos parámetros no se observaron diferencias entre los meses (Tabla 3). Por su parte el oxígeno se registró en niveles más bajos que el anterior, pero presentando también amplia fluctuación y no difiriendo entre los meses ($p = 0.93$), contrario al contenido de amonio ($p = 0.000$), el que además se encontró en bajas concentraciones (1.3 a 1.6 mg N-NH₄⁺/L; 0.02 a 0.21 N-NH₄⁺/L), respectivamente.

Tabla 3. Valores máximos y mínimos, Probabilidad (p) y estadístico “ t ” para parámetros físico-químicos obtenidos en “Don Rufino” en los meses de Septiembre y Noviembre.

| Parámetros | Septiembre | | | Noviembre | | | Valor “ p ” | Estadístico t |
|---|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|-------|---------------|-----------------|
| | Valor Mínimo | Valor Máximo | Media | Valor Mínimo | Valor Máximo | Media | | |
| Temperatura (°C) | 27.6 | 32.2 | 29.9 | 25 | 27.3 | 26 | 0.006 | 6.85 |
| Salinidad (ppt) | 0.15 | 1.4 | 0.47 | 0.15 | 0.18 | 0.16 | 0.38 | 1 |
| SST (mg/L) | 5.2 | 10 | 6.8 | 3.6 | 15 | 9.5 | 0.36 | -1 |
| Profundidad (m) | 0.33 | 0.6 | 0.48 | 0.38 | 0.47 | 0.43 | 0.55 | 0.65 |
| Oxígeno (mg/L) | 0.9 | 5.9 | 3.0 | 0.9 | 6.4 | 3.2 | 0.93 | -0.087 |
| Amonio (mg N-NH ₄ ⁺ /L) | 1.3 | 1.6 | 1.4 | 0.02 | 0.21 | 0.08 | 0.000 | 17 |
| Nitritos (µg N-NO ₂ ⁻ /L) | 2.1 | 3.1 | 2.6 | 1.9 | 2.4 | 2.2 | 0.08 | 2.59 |
| Nitratos (mg N-NO ₃ ⁻ /L) | 0.33 | 0.99 | 0.52 | 0.05 | 0.07 | 0.09 | - | - |
| Ortofosfatos (µg P-PO ₄ ⁻ /L) | 5.7 | 127.6 | 69.3 | 0 | 1.1 | 0.26 | - | - |
| Sulfatos (mg/L) | 15.0 | 20.2 | 18.5 | 16.9 | 17.9 | 16.4 | 0.38 | 1.02 |

Las concentraciones de nitritos fueron bajas y no difirieron entre los meses ($p = 0.08$); mientras los niveles de nitrato no fueron mayores a 1.0 mg N-NO₃⁻/L para septiembre y en noviembre se registraron únicamente trazas de este nutrimento (Anexo 1). La

concentración de sulfatos fue similar en ambos meses ($p = 0.38$), fluctuando entre 15.0 y 20.2 mg/L en septiembre y de 16.9 a 17.9 mg/L en noviembre.

7.2 Principales recursos pesqueros del humedal y del río en las zonas aledañas al poblado El Camarón

Los pobladores de El Camarón comentan que los recursos pesqueros que les permiten el sustento en la localidad son principalmente acocil en el humedal, y jaiba, langostino, tilapia, carpa y robalo en el río. En la literatura para esta zona la presencia, características, dinámica poblacional y manejo del acocil *P. acanthophorus* ha sido documentada (Rivera-Becerril *et al.*, 2008; Mendoza *et al.*, 2016). En el caso del robalo *Centropomus parallelus* conocido localmente como chucumite, Franco-López *et al.* (2018), reportaron su presencia en el río cerca de su desembocadura a la Laguna de Alvarado en época de secas, lluvias y nortes, mientras que el robalo *Centropomus undecimalis* se encontró únicamente en secas y con muy baja abundancia. En este mismo estudio también señalan la presencia en época de nortes de tilapia *Oreochromis niloticus*. Miranda-Vidal *et al.* (2016) en su estudio Diversidad de crustáceos en la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México, destacan que en el Río Blanco se encontró la mayor diversidad y abundancia de crustáceos. Dentro de ésta diversidad mencionan al langostino *Macrobrachium* sp., al que agruparon como dominante, ya que apareció en todas las localidades muestreadas, aunque con baja densidad. Adicionalmente, aunque no reportan la presencia de jaiba, hacen mención que, en las zonas cercanas a la costa se puede encontrar jaiba de las especies *Callinectes rathbunae* y *Callinectes sapidus*, que suelen presentarse en sitios de aguas poco profundas, baja salinidad, sustrato fangoso y vegetación sumergida. Respecto a carpa *Cyprinus carpio* a nivel mundial es uno de los peces cultivados más relevantes. Es originaria de Asia Central y se ha difundido tanto al este de China como al noroeste de Europa; en México se ha documentado, fue introducida a fines del siglo XIX. Es un pez escamoso muy resistente, que puede tolerar condiciones adversas, alcanza grandes tallas, además de ser un pez de rápido crecimiento y muy prolífico, lo que permite sea consumido por la población en ciertas localidades del centro de la República Mexicana. Es la especie exótica con mayor amplitud de distribución geográfica debido a que se ha

adaptado con éxito a ambientes adversos como hábitats con bajas concentraciones de oxígeno y a que presenta un crecimiento rápido (Contreras-MacBeath *et al.*, 2014).

7.2.1 Acocil *Procambarus acanthophorus*

El acocil *P. acanthophorus*, también conocido en la zona como reculilla, es un crustáceo perteneciente a la familia Cambaridae, nativo de México, se distribuye en cuerpos de agua dulce de los estados de Oaxaca y Veracruz. Habita en arroyos, lagunas y zonas inundables como los humedales. Son omnívoros por lo que se nutren de detritus, vegetales y microcrustáceos, aunque también son depredadores ocasionales. Esta especie se cosecha y es una fuente de alimento para comunidades aledañas a cuerpos de agua dulce. Según la Lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, en 2010 la tendencia poblacional de *P. acanthophorus* era estable y se encontraba en la categoría de menor preocupación. En La Mixtequilla sus poblaciones se han reducido como se comentó con anterioridad. Los parámetros en los que se desarrolla este crustáceo son: una temperatura entre 22 y 28 °C, una concentración de OD de 3.8–6.0 mg/L y un pH entre 8.0 y 9.0 (Instituto Nacional de Pesca, 2018a).

7.2.2 Tilapia *Oreochromis* sp.

Son un grupo de peces cíclidos pertenecientes a la Orden Perciformes, familia Cichlidae, originarios del continente africano también conocidos como “tilapias”. Entre las especies destacan la tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*), tilapia azul (*O. aureus*), tilapia de Mozambique (*O. mossambicus*) (Pérez *et al.*, 2004). *O. niloticus* se reporta como especie exótica invasora en el Golfo de México. Se le otorga un grado de invasividad de 40, lo que significa que es una especie altamente invasiva. En los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo también se reporta como invasora (CONABIO, 2014). Las especies de género *Oreochromis* a pesar de ser exóticas y representar un riesgo ecológico, son el segundo mayor cultivo de peces en el mundo y se considera uno de los principales cultivos y componentes que estructuran a la acuicultura actual, dado que pueden consumir una gran variedad de alimentos,

además de que exhiben tolerancia a un amplio intervalo de temperaturas, y/o salinidades, gran adaptabilidad a ambientes con características desfavorables, así como una alta sobrevivencia (Wu y Yang, 2012). El óptimo e intervalo límite de diferentes parámetros para este pez son: temperatura de 24–29 °C y 22–32 °C; pH de 7.5 y 6.5–8.5; amonio 0.1 mg/L y < 0.1 mg/L; nitritos 4.6 y < 5 mg/L; la salinidad depende de la especie o de la adaptación a ésta, pero no debe superar un límite de 20; mientras que la concentración óptima de oxígeno disuelto debe ser < 5 mg/L, con un límite > 3 mg/L (Instituto Nacional de Pesca, 2018b).

7.2.3 Langostino *Macrobrachium* sp.

Son organismos pertenecientes a la orden Decapoda y a la familia de los Palaemonidae, la cual está subdividida en cuatro subfamilias, tres de las cuales se encuentran en América. Este grupo comprende aproximadamente 200 especies distribuidas principalmente en estuarios y aguas dulces circuntropicales (Hernández, 2007). De acuerdo a la región y a la especie reciben diferentes nombres: Langostino, camarón amarillo, camarón manudo o camarón serrano. Se encuentra distribuido en la vertiente del Golfo de México, en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche. Como refiere Lorán-Nuñez (2017), estos organismos tienen un papel ecológico relevante en la dinámica ambiental de ecosistemas epicontinentales como ríos y lagunas, asimismo en ecosistemas costeros. Son organismos bentónicos principalmente en su etapa juvenil y de adultos. Habitan cuevas, resquicios bajo piedras y raíces sumergidas, que les proporcionan refugio y alimento. Los langostinos son omnívoros y carroñeros, alimentándose de detritos, algas y restos de animales muertos, también son depredadores de macroinvertebrados acuáticos. Para el estado de Veracruz, de acuerdo a los registros de captura las especies de importancia comercial son *Macrobrachium acanthurus*, *Macrobrachium carcinus* y *Macrobrachium heterochirus*, la primera se encuentra presente en la parte baja de las cuencas de los ríos del estado y en aguas salobres, mientras que las otras dos especies pueden encontrarse en las partes media alta y alta de los ríos, como la cuenca del Papaloapan, entre otros. Para estas especies existe poca información sobre las condiciones fisicoquímicas en las que mejor se desarrollan, Díaz *et al.*

(2002), mencionan para *M. acanthurus* que su cultivo en la región Sureste de México no debe llevarse a cabo a temperaturas menores de 15 °C durante el invierno y deben estar por debajo de 38 °C en el verano.

7.2.4 Jaiba *Callinectes* sp.

El género *Callinectes* perteneciente a la familia Portunidae, son crustáceos de aguas costeras someras con una distribución hacia el norte y el sur, desde el centro del Atlántico Neotropical, así como en el Pacífico Tropical Oriental y a lo largo del oeste de África Tropical, el rango óptimo de temperatura es de 10 a 35 °C (Ortiz-León *et al.*, 2007). La salinidad es el factor que ejerce mayor influencia en la distribución de *Callinectes* spp. Sus patrones de distribución espacial parecen estar más relacionados con las características particulares del hábitat, como el sedimento, extensión del estuario y la cercanía a los manglares que les proveen refugio (Ortiz-León *et al.*, 2007). Debido a su capacidad adaptativa, algunas especies del género *Callinectes* pueden tolerar amplios intervalos de salinidad y así ocupar diversos hábitats de una laguna costera. En México, *C. sapidus* se ha informado en diferentes ámbitos de salinidad: 1.9-25 ‰ en Veracruz (Arreguín-Sánchez 1976); 7-38 ‰ en Campeche (Raz-Guzmán *et al.*, 1986) y 5.1-34.7 ‰ en Yucatán (Andrade, 1996). Las profundidades en las que el género *Callinectes* habita se encuentran en un promedio de 0.6-18.3 m. La presencia de *C. sapidus* se ha reportado en Alvarado, Veracruz (CNCR, 2019).

7.2.5 Robalo *Centropomus* sp.

Son organismos perciformes incluidos en la familia Centropomidae, esta comprende dos géneros y 15 especies (Secretaría de Pesca, 1994). En México del género *Centropomus* se han identificado 12 especies, las cuales presentan hábitos diadromicos, es decir migran entre agua dulce y agua salada para alimentarse o reproducirse, y características de ambientes tropicales y subtropicales eurihalinos (Perera-García *et al.*, 2008). El robalo se distribuye principalmente en el sureste del

Golfo de México. Se sabe de la existencia de la especie *C. parallelus* en los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco; en el caso de *C. undecimalis* es común en aguas mexicanas y alcanza gran importancia pesquera; abunda en los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco, extendiendo su distribución a todos los estados costeros del Golfo de México y del Mar Caribe (Zarza, 2018). A pesar de la importancia económica y social de este recurso en algunas regiones del país no existen estudios recientes y accesibles que aporten información sobre sus aspectos biológicos y ecológicos. Zarza (2018) menciona que de acuerdo a lo encontrado por Tucker (2001), la temperatura óptima para el robalo es de 27-28 °C, sin embargo, pueden sobrevivir en un rango de 10-35 °C; que el pH óptimo es entre 6.9 y 7.2, con una concentración de oxígeno disuelto de 4.1 a 6.9 mg/L. Al respecto, en el Plan de Manejo Pesquero de robalo (*Centropomus undecimalis*) del Golfo de México y Mar Caribe (DOF, 2014), se informa que los parámetros adecuados para el cultivo de robalo son temperatura de 18 a 28.9 °C, salinidad de 34 a 40 ups y una concentración de oxígeno de 5.36 a 7.25 mg/L; pero *C. parallelus* tolera un espectro muy amplio de salinidad de 0.07-58.29 ups, aunque prefiere ambientes dulceacuícolas o salobres con tendencia a permanecer en estuarios, ríos o lagunas costeras.

Comparando los parámetros registrados con aquellos documentados para los recursos pesqueros (Tabla 4), se observa que el nivel de oxígeno en el río es el más crítico para el buen desarrollo de las especies antes mencionadas, ya que los niveles reportados en la bibliografía están por encima de los encontrados en este cauce, esto puede ser resultado como menciona Lorán-Nuñez (2017) para el langostino (pero que afecta a otras especies), del desarrollo urbano con escaso tratamiento de sus aguas negras; el empleo de agroquímicos y de pesticidas, por la ganadería y que son lixiviados a los cuerpos de agua cercanos; al establecimiento de diferentes empresas (ingenios, alimentos, fabricación de papel, etc.), que vierten sus desechos en los ríos, a través de los que, son llevados a lagunas e inclusive hasta el mar, modificando el hábitat y poniendo en riesgo a las especies que habitan en cada uno de estos cuerpos de agua y por lo tanto afectando también a la pesquería, que es el sustento de las comunidades aledañas. Descartamos la temperatura y el pH como factores limitantes para el buen desarrollo de las especies de acuerdo con los valores encontrados en este estudio.

Tabla 4. Muestra la comparación entre algunos de los parámetros monitoreados y los reportados para algunos recursos pesqueros.

| Recursos pesqueros | Temperatura (°C) | OD (mg/L) | pH | Amonio (mg/L) | Nitritos (mg/L) |
|---------------------------------------|------------------|-----------|-----------|---------------|-----------------|
| ¹ <i>P. acanthophorus</i> | 22–28 | 3.8–6.0 | 8.0–9.0 | | |
| ² <i>Oreochromis sp.</i> | 22–32 | 3–5 | 6.5–8.5 | < 0.1 | < 5 |
| ³ <i>Macrobrachium sp.</i> | 15–38 | | | | |
| <i>Callinectes sp.</i> | 10–35 | | | | |
| ^{4,5} <i>Centropomus sp.</i> | 10–35 | 4.1–6.9 | 6.9 –7.2 | | |
| Río Blanco | 27.0–28.1 | 0 –0.7 | 6.5 –6.6* | 0.19–1.0 | 0.0042–0.014 |
| Humedal: El Llanete | 25.9–30.9 | 1.3–10.8 | 6.3 –6.6* | 0.05–1.5 | 0.0014–0.0076 |
| Humedal: Don Rufino | 25–32.2 | 0.9–6.4 | 6.5 –6.7* | 0.02–1.6 | 0.0018–0.0031 |

¹Instituto Nacional de Pesca (2018a); ²Instituto Nacional de Pesca, 2018b; ³Díaz *et al.* (2002); ⁴Zarza (2018); ⁵DOF (2014). *Registrados en Septiembre.

Cabe mencionar que, aunque en el presente estudio los recursos pesqueros del río se seleccionaron en función de lo comentado por los pescadores del lugar y se hizo una búsqueda bibliográfica que sustentara su presencia en el río, se recomienda se realicen estudios acerca de la biodiversidad y dinámica poblacional de los recursos pesqueros en este tramo del cauce.

8. Aprendizaje y habilidades obtenidas durante el desarrollo del Servicio Social.

Reafirmé algunos conocimientos adquiridos durante la carrera y en específico del Módulo "Ciclos Biogeoquímicos", la forma en que los elementos se ciclan y como estos determinan la distribución y abundancia de las especies, amplié algunos más en materia de análisis de calidad de agua tales como técnicas analíticas para la medición

de nitritos, nitratos, ortofosfatos, oxígeno disuelto y sulfatos. El tiempo y el costo de muestreo son determinantes para la realización de cualquier proyecto, en este caso el haber aprendido a utilizar la sonda multiparamétrica Hydrolab y el software para la interfaz Hidras 3 L ayudaron a tener mayor número de datos en pocos días de toma de muestras.

Haber conocido La Mixtequilla ha sido una de mis más grandes enseñanzas profesionalmente hablando, no solo por los conocimientos que adquirí en toma de muestras y medición de parámetros físico-químicos, tanto en los humedales como en río, y por las habilidades que desarrollé tales como improvisar un laboratorio al aire libre, manipulación de equipo especializado en condiciones poco cómodas es decir, trabajo de campo, sino por reconocer de forma vivencial las necesidades sociales, ecológicas y la correlación entre ambas, la habilidad más importante que adquirí fue la sensibilidad ante estos problemas reales, tangibles e importantes de mi país.

9. Fundamento de las actividades

Las actividades realizadas de acuerdo al proyecto de Servicios Comunitarios contribuyeron en el conocimiento del estado actual de la calidad fisicoquímica del agua y la relación entre calidad y presencia o ausencia de las especies acuáticas que los pobladores pescan y que son su fuente de recursos alimenticios y económicos. Del mismo modo, según lo establecido en el proyecto divisional, los resultados contribuyeron a profundizar en el conocimiento de los servicios ecosistémicos del humedal neotropical.

10. Referencias

Andrade, M. (1996). Aspectos sobre la biología y ecología de las jaibas del género *Callinectes* de la laguna "Ría Celestún", Yucatán, México. Tesis de Maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Mérida, México. Pp. 95.

- APHA-AWWA-WEF. (1995). *Standard methods: for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation. Washington, DC.
- Arreguín-Sánchez, S.F. (1976). Notas preliminares sobre las jaibas (Portunidae, *Callinectes* spp.) en las lagunas de Mandinga, Ver., Méx. *In Mem. Recursos Pesqueros Costeros de México*. 23(25). Pp. 159–171.
- Brown, S.C., Smith, K., Batzer, D. (1997). Macroinvertebrate responses to wetland restoration in Northern New York. *Environ. Entomol.* 26: 1016–1024.
- CNCR (2019). Colección Nacional de Crustáceos (CNCR). Departamento de Zoología, Instituto de Biología (IBUNAM), *Callinectes sapidus*, ejemplar de: Colección Nacional de Crustáceos (CNCR). En *Portal de Datos Abiertos UNAM* (en línea), México, Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:CNCR:100>. Fecha de consulta: 13/03/2019.
- CONABIO. (2014). Ponderación de invasividad de especies exóticas en México (SIEI). Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/LI007 Anexo 10 Ficha Oreochromis niloticus.pdf](http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/LI007_Anexo_10_Ficha_Oreochromis_niloticus.pdf). Fecha de consulta: 25/01/ 2019.
- Contreras-MacBeath, T., Gaspar-Dillanes, M.T., Huidobro-Campos, L., Mejía-Mojica, H. (2014). Peces invasores en el centro de México, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.). *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, Pp. 413–424.
- Díaz, F., Sierra, E., Rodríguez, L. (2002). Behavioural thermoregulation and critical thermal limits of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman). *Journal of Thermal Biology*. 27(5): 423-428.
- DOF-Diario Oficial de la Federación- (2013). Carta Nacional Acuícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Publicada 9 de

septiembre de 2013. Disponible en: www.gob.mx/inapesca/carta-nacional-acuicola-2013. Consultada el 13/sep/2017. Fecha de consulta: 27/03/2019.

DOF- Diario Oficial de la Federación- (2014). Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de robalo (*Centropomus undecimalis*) del Golfo de México y Mar Caribe. Publicado 25 de marzo 2014.

Franco-López, J., Escobedo-Báez, L., Abarca-Arenas, L.G., Bedia-Sánchez, C., Silva-López, G., Vázquez-López, H. (2018). Comportamientos estacionales de la ictiofauna en bocas de comunicación de los ríos asociados a la laguna de Alvarado, Veracruz, Mexico. *The Biologist* (Lima). 16(1):139-158.

Galy, V. (2015). Rivers Regulate Global Carbon Cycle. Woods Hole Oceanographic. Disponible en: <http://www.whoi.edu/news-release/river-carbon>. Fecha de consulta: 20/09/2017.

Google, S.F. Mapa de relieve de “La Mixtequilla” Veracruz en Google Maps. Recuperado el 1 de Noviembre de 2017 de <http://maps.google.com.mx>.

Gutiérrez, L., Arreguin, C.F., Huerto D.R., Saldaña F. (1994). Control de malezas acuáticas en México. *Ingeniería Hidráulica en México*. 9:15-34.

Hernández L.G. (2007). Revisión sistemática del género *Macrobrachium* (Decapoda: Palaemonidae) de la península Baja California, México. Centro de Investigaciones Biológicas S.C. Tesis doctoral. Disponible en: http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/166/hernandez_I.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Fecha de consulta 29/01/2019.

Houbron, E. (2010). Calidad del agua. *En: Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz TOMO I (Patrimonio Natural)*. Gobierno del estado de Veracruz, Universidad Veracruzana. Pp. 147–170.

Instituto Nacional de Pesca (2018a). Especies con potencial acuícola. Diario Oficial de la Federación, 21 de marzo de 2018. Fecha de consulta: 11/03/2019. <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-acocil>

- Instituto Nacional de Pesca, (2018b). Acuicultura comercial. Diario Oficial de la Federación, 10 de abril de 2018. Fecha de consulta: 12/03/2019. <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/carta-nacional-acuicola>
- Lorán-Núñez, R.M. (2017). Observaciones de la pesquería de langostino (*Macrobrachium* sp.) en el estado de Veracruz, México. *Ciencia Pesquera*.25 (2): 31-34.
- Mendoza-Vargas, L., Castilla-Hernández, P., Meléndez-Herrada, A., Núñez-Cardona, M.T., Vela-Correa, G., Arriola-Pizano, G., Rivera-Becerril, F., Solís-Chagoyán, H. (2016). Distribution, Ecology, Harvest and conservation of *Procambarus acanthophorus* (Villalobos, 1948). *En: Geographic distribution, ecological impact and conservation strategies in North American Crayfish.* (ed). Thomas P. Simons. Nova Publishers, New York. Pp. 83–113.
- Miranda-Vidal, J.F.,Barba-Macías, E., Trinidad-Ocaña, C., Juárez-Flores,J.(2016). Diversidad de crustáceos en la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México. *Hidrobiológica*. 26 (3): 475-482.
- MMA -Ministerio de Medio Ambiente- (2000). Libro blanco del agua en España. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica. Pp.146.
- Obando, C.M., Campos, C.M., García, Z.P., Romero, N.M. (1998). Inventario de la diversidad ornitológica del humedal del Caucato Pisco durante 1997. *Ecología (Perú)*. 1: 72–75.
- Ortiz-León, H.J., Jesús-Navarrete, A., Sosa, C.E. (2007). Distribución espacial y temporal del cangrejo *Callinectes sapidus* (Decapoda: Portunidae) en la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. *Rev. Biol. Trop.* 55 (1): 235-245.
- Perera-García, M.A., Mendoza-Carranza, M., Paramo-Delgadillo, S. (2008). Dinámica reproductiva y poblacional del robalo, *Centropomus undecimalis* (perciformes: centropomidae), en Barra San Pedro, Centla, México. *Universidad y Ciencia*. 24 (1): 49-60.

- Pereyra-Díaz, D., Pérez-Sesma, J.A.A., Salas-Ortega, M.R. (2010). Hidrología. *En: Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz TOMO I (Patrimonio Natural)*. Gobierno del estado de Veracruz, Universidad Veracruzana. Pp. 85–122.
- Pérez, J.E., Muñoz, C., Huaquin, L., Nirchio M. (2004). Riesgos de la introducción de las tilapias (*Oreochromis* sp.) (Perciformes:Cichlidae) en ecosistemas acuáticos de Chile. *Rev.Chil. Hist. Nat.* 77 (1): 195–199.
- Raz-Guzmán, A., Sánchez, A., Soto, L., Álvarez, F. (1986). Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros de la laguna de Términos, Campeche (Crustacea: Brachyura: Anomura). *Anales del Instituto de Biología: Serie Zoología.* 57 (2): 343–384.
- Rivera-Becerril, F., Signoret-Poillon, M., Ayala-Zermeño, M.A., Castilla-Hernández, P., García-Mena, J., Mier, T., Núñez, Cardona M.T, Romero-Martínez, N., Sánchez-Santillán, N., Torres-Corona, N.C., Viccon-Pale, J.A. (2008). Algunos aspectos ambientales y biológicos de dos potreros inundables de la Mixtequilla. *ContactoS.* 70: 31–39.
- Secretaría de Pesca. (1994). Desarrollo Científico y Tecnológico del cultivo de Robalo. Secretaría de Fomento y Desarrollo Pesquero, Dirección General de Pesca.
- Tucker, J. R. (2001). Aquaculture snook. *Proceeding of the World Aquaculture Symposium.*
- Wu, L., Yang, J. (2012). Identification of captive and wild tilapia species existing in Hawaii by mitochondrial DNA control region sequence. *PLOS-ONE.* 7(12):1–9.
- Yépez, G. (2017). Comunicación personal. Septiembre de 2017. Poblado El Camarón, Ignacio de la Llave, Veracruz.

Zarza, M.E. (2018). Crecimiento del robalo y el chucumite en agua dulce en el estado de Veracruz, México. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*. 7(13): 1–12.