



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Boca del Río  
Subdirección Académica  
División de Estudios de Posgrado e Investigación

“2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria”

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

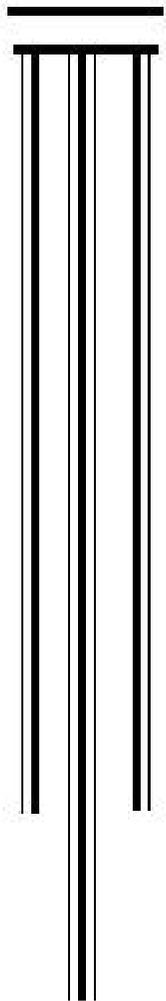
“FACTORES AMBIENTALES QUE DETERMINAN LA  
DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE POSTLARVALES Y  
JUVENILES DE CARÍDEOS EN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ”

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PRESENTA  
CLEVER RAMIREZ ISOBA

DIRECTOR DE TESIS  
DR. JESUS MONTOYA MENDOZA



Km. 12 Carr. Veracruz-Córdoba, Boca del Río, Ver. C.P. 94290  
Tel. (229) 690 5010 correo: dir01\_bdelrio@tecnm.mx  
www.tecnm.mx | www.bdelrio.tecnm.mx





Instituto Tecnológico de Boca del Río  
Subdirección Académica  
División de Estudios de Posgrado e Investigación

“2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria”

Boca del Río, Ver **11/NOVIEMBRE/2020**

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

**CLEVER RAMIREZ ISOBA  
PASANTE DEL PROGRAMA MAESTRÍA EN  
CIENCIAS EN INGENIERÍA AMBIENTAL  
PRESENTE**

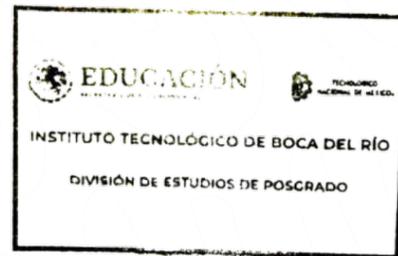
De acuerdo con el fallo emitido por los integrantes del Comité Revisor de la TESIS PARA OBTENCIÓN DE GRADO, desarrollada por usted cuyo título es:

“FACTORES AMBIENTALES QUE DETERMINAN LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE POSTLARVALES Y JUVENILES DE CARÍDEOS EN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ.”

Esta División de Estudios de Posgrado e Investigación le concede AUTORIZACIÓN para que proceda a su impresión.

ATENTAMENTE  
*Excelencia en Educación Tecnológica®  
Por nuestros mares responderemos*

M.C. ANA LETICIA PLATAS PINOS  
JEFA DE LA DIVISION DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



c.c.p. Coordinación del Programa MCIAMB  
c.c.p. Expediente





Instituto Tecnológico de Boca del Río  
Subdirección Académica  
División de Estudios de Posgrado e Investigación

“2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria”

Boca del Río, Ver., **11/NOVIEMBRE/2020**  
ASUNTO: SOLICITUD DE FECHA DE  
EXAMEN DE GRADO

**LIC. MAGALI DE LOURDES MARTÍNEZ CANALES**  
**JEFA DEL DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**Presente.**

**AT N.LIC. SONIA CONCEPCIÓN SOLÍS SOLÍS**  
**GESTOR DE TITULACIÓN**  
**Presente.**

Por este medio me permito informar que el candidato(a) al Grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Ambiental que a continuación se indica, fue liberado(a) por su Comité Revisor de Tesis, por lo que le solicito de la manera más atenta tenga a bien apoyarle en los trámites correspondientes a la generación de expediente, y calendarización de fecha para el examen de grado; con la siguiente fecha sugerida de examen:

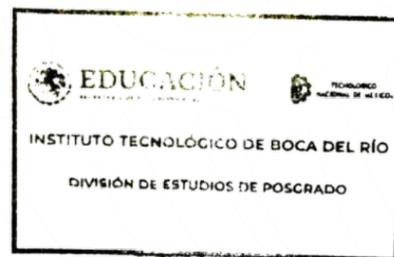
ESTUDIANTE	FECHA DE EXAMEN	COMITÉ DE TESIS
CLEVER RAMIREZ ISOBA	26 DE NOVIEMBRE DE 2020  12:00 HORAS	DIRECTOR DE TESIS DR. JESUS MONTOYA MENDOZA  CODIRECTOR DR. SERGIO CHAZARO OLVERA  ASESOR DRA. FABIOLA LANGO REYNOSO  ASESOR DRA. MARÍA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ

Sin otro particular, agradezco de antemano la atención que sirva brindar al presente.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica®*  
*Por nuestros mares responderemos*

**M.C. ANA LETICIA PLATAS PINOS**  
**JEFA DE LA DIVISION DE ESTUDIOS DE**  
**POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

c.c.p. Coordinador del Programa MCIAMB  
c.c.p. Archivo





Instituto Tecnológico de Boca del Río  
Subdirección Académica  
División de Estudios de Posgrado e Investigación

“2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria”

Boca del Río, Ver, **11/NOVIEMBRE/2020**

ASUNTO: AVISO Y FECHA DE REALIZACIÓN  
DE EXAMEN DE GRADO

**C. INTEGRANTES DEL COMITÉ DE EXAMEN PROFESIONAL**

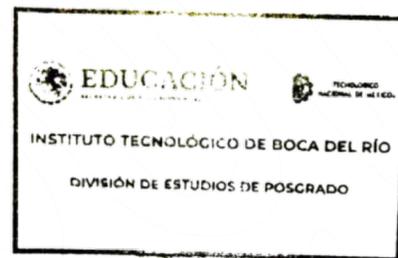
PRESIDENTE	DR. JESUS MONTOYA MENDOZA
SECRETARIO	DR. SERGIO CHAZARO OLVERA
VOCAL	DRA. FABIOLA LANGO REYNOSO
SUPLENTE	DRA. MARÍA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHÁVEZ

Por este medio le informo que la DEFENSA DEL EXAMEN DE TESIS para la obtención del GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS del (la) C. CLEVER RAMIREZ ISOBA egresado (a) del INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO, y candidato a MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA AMBIENTAL, se realizará el día 26 de noviembre de 2020 a las 12:00 horas en EL AULA MAGNA “Ing. Sergio S. García Márquez” de este Instituto, por lo que se le extiende una cordial invitación para que participe, y se le agradece de antemano su puntual asistencia.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica®*  
*Por nuestros mares responderemos*

M.C. ANA LETICIA PLATAS PINOS  
JEFA DE LA DIVISION DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

c.c.p. Coordinador del Programa MCIAMB  
c.c.p. Archivo





Instituto Tecnológico de Boca del Río  
Subdirección Académica  
División de Estudios de Posgrado e Investigación

“2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria”

Boca del Río, Ver., **11/NOVIEMBRE/2020**  
Asunto: CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

**LIC. MAGALI DE LOURDES MARTÍNEZ CANALES**  
**JEFA DEL DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**Presente.**

**AT N.LIC. SONIA CONCEPCIÓN SOLÍS SOLÍS**  
**GESTOR DE TITULACIÓN**  
**Presente.**

Por medio del presente, me permito hacer constar que el(a) candidato(a) a Maestro en Ciencias en Ingeniería Ambiental C. CLEVER RAMIREZ ISOBA de la generación agosto 2018 – julio 2020 con número de control 18990319, cumplió con todos los requisitos para su liberación como tesista, mismos que incluyen la presentación del manuscrito final de tesis autorizado por su director de tesis DR. JESUS MONTOYA MENDOZA, y el envío del artículo derivado de su tesis de grado a una revista indexada.

Por lo anterior no tengo inconveniente en que realice los trámites correspondientes para el acto recepcional para la obtención del grado de Maestro en Ciencias, en la fecha y hora que defina el candidato con su Director de tesis.

Sin otro particular y para los fines legales que corresponda, quedo de usted.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica®*  
*Por nuestros mares responderemos*

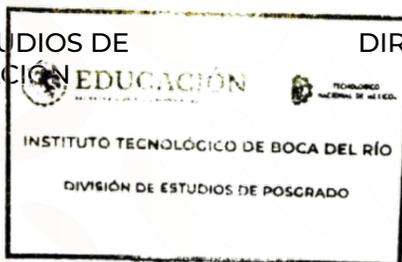
Vo.Bo.

M.C. ANA LETICIA PLATAS PINOS

DR. JESUS MONTOYA MENDOZA

JEFA DE LA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

DIRECTOR DE TESIS



c.c.p. Coordinador de MCIAMB  
c.c.p. Expediente





"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Número Registro: **A-0805-150119**

En la ciudad de Boca del Río, Ver., siendo las 10:00 horas del día 09 del mes de noviembre de 2020 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Consejo del Posgrado de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental del ITBOCA, para examinar la Tesis de Grado titulada:

**"FACTORES AMBIENTALES QUE DETERMINAN LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE POSTLARVALES Y JUVENILES DE CARÍDEOS EN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ."**

Que presenta el (la) alumno(a):

**CLEVER RAMIREZ ISOBA**

Aspirante al Grado de:

**Maestro en Ciencias en Ingeniería Ambiental**

Después de escuchar las opiniones sobre el documento escrito e intercambiar puntos de vista, los miembros de la Comisión manifestaron SU APROBACIÓN, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes para su defensa ante el jurado correspondiente.

### LA COMISIÓN REVISORA:

**DR. JESUS MONTOYA MENDOZA**  
Director

**DR. SERGIO CHAZARO OLVERA**  
Co-Director

**DRA. FABIOLA LANGO REYNOSO**  
Asesor

**DRA. MARIA DEL REFUGIO CASTAÑEDA CHAVEZ**  
Asesor





**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Tecnológico de Boca del Río

"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

SERETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RIO  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“FACTORES AMBIENTALES QUE DETERMINAN LA DISTRIBUCIÓN Y  
ABUNDANCIA DE POSTLARVALES Y JUVENILES DE CARÍDEOS EN BOCA  
DEL RÍO, VERACRUZ”**

**TESIS**

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PRESENTA

**Biol. Clever Ramírez Isoba**

DIRECTOR:

Dr. Jesús Montoya Méndoza

CO-DIRECTOR:

Dr. Sergio Cházaro Olvera

ASESORES:

Dra. Fabiola Lango Reynoso

Dra. María del Refugio Castañeda Chávez

OCTUBRE, 2020

BOCA DEL RÍO, VERACRUZ



Km. 12 Carretera Veracruz-Córdoba C.P. 94290  
Boca del Río, Veracruz. Tel. (229) 690-5010 e-mail: dir01\_bdelrio@tecnm.mx  
www.tecnm.mx | www.bdelrio.tecnm.mx



*Todo lo que puedas imaginar, la naturaleza ha creado ya.*

*- Albert Einstein*

## Dedicatoria

El esfuerzo realizado para la obtención de este grado académico, es dedicado:

A Dios que existe en mi corazón y en mi mente; así como a todas las personas que siempre me han apoyado para la obtención del mismo:

A mi madre Roció, quien en vida me comprometió a la superación académica y en su partida me incito a cumplir con todas las enseñanzas que me brindo.

A mi padre Ángel, que con su ejemplo ha trazado una línea a seguir llena de éxitos académicos, caracterizada por su diligencia y esfuerzo constantes.

A mis abuelos: Columba, Juan y Clever, quienes a pesar de que ya no están, el recuerdo de su cariño, pero sobre todo de sus enseñanzas y la vida ejemplar que vivieron me motiva a seguir adelante para lograr hacerlos sentir orgullosos con logros alcanzados.

A mi abuelita: Aurora, que todos los días me sigue cuidando con el mismo cariño y dedicación que sentí desde que tengo memoria.

A mis hermanos: Eillene e Hiram, quienes con su cariño, alegría y apoyo incondicional que me ayudan a cumplir todo lo que me propongo.

A mis tíos, tías y primos: saber que cuento con ustedes me permite seguir trazando metas.

A Abby, que me ha brindado apoyo incondicional y que durante la realización de este trabajo siempre me motivo a cumplir con todo lo que se necesitara.

## Agradecimientos

El trabajo de investigación realizado fue gracias al apoyo brindado por CONACYT con la beca número 928924, durante el periodo de formación, bajo el programa Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental, en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río.

A las instituciones que brindaron apoyo de instalaciones y cursos académicos para la realización de este proyecto: ITBOCA, COLPOS-Veracruz y UNAM FES-Iztacala.

Al comité Tutorial:

Dr. Jesús Montoya Mendoza, por aceptarme en el laboratorio y los conocimientos proporcionados para la investigación.

Dr. Sergio Cházaro Olvera, por su gran ayuda y asesoría para el cumplimiento de este proyecto.

Dra. Fabiola Lango Reynoso, por su apoyo e indicaciones en todos los trámites que fueron necesarios para la investigación.

Dra. María del Refugio Castañeda Chávez, por sus comentarios y puntos de vista realizados a la investigación.

A mis amigos: profesores, colegas, compañeros de clase y conocidos que, durante mi estancia en Veracruz, me hicieron sentir como en casa.

En especial al Biol. Raúl Jiménez por hacer siempre más divertidos los momentos lúdicos durante la investigación y a la Biol. Ma. Perlita Reyes por el tiempo que compartimos durante la estancia en Boca del Río.



"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

Boca del Río, Ver a, 15/Octubre/2020

**ASUNTO:** SOLICITUD DE TRÁMITE DE TITULACIÓN

**M.C. ANA LETICIA PLATAS PINOS**

**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**PRESENTE.**

Por este conducto me permito informarle que el (la) estudiante Clever Ramírez Isoba, del programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental de este Instituto, cumplió satisfactoriamente con las actividades referentes a su tema de tesis denominado "FACTORES AMBIENTALES QUE DETERMINAN LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE POSTLARVALES Y JUVENILES DE CARÍDEOS EN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ", cumpliendo con los requisitos para la obtención de Grado, de acuerdo al punto 2.13.4 del Lineamiento para la operación de los estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos; por lo que no existe inconveniente de aprobar de inicio a su trámite de titulación.

Sin otro particular, quedamos de usted.

ATENTAMENTE

Comité tutorial	
<p><b>Dr. Jesús Montoya Mendoza</b></p> <p><b>Director</b></p>	<p><b>Dr. Sergio Cházaro Olvera</b></p> <p><b>Codirector</b></p>
<p><b>Dra. Fabiola Lango Reynoso</b></p> <p><b>Asesor</b></p>	<p><b>Dra. María del Refugio Castañeda Chavez</b></p> <p><b>Asesor</b></p>





"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

Boca del Río, Ver a, **15/Octubre/2020**

**ASUNTO:** INICIO DE TRAMITE OBTENCION DE GRADO

**M.C. ANA LETICIA PLATAS PINOS**

**JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**ITBOCA**

**P R E S E N T E.**

Por medio del presente solicito autorización para iniciar Trámites de Obtención de grado:

Nombre del Estudiante:	Clever Ramírez Isoba
Programa:	Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental
No. de Control:	18990319
Generación:	
Nombre del proyecto:	"FACTORES AMBIENTALES QUE DETERMINAN LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE POSTLARVALES Y JUVENILES DE CARÍDEOS EN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ"
Director:	Dr. Jesús Montoya Méndoza
Fecha propuesta:	19 Noviembre 2020

En espera del dictamen correspondiente, quedo a sus órdenes.

**A T E N T A M E N T E:**

Alumno: Clever Ramírez Isoba

<b>Dirección:</b>	Priv. De Fisicos #259, Col. El Sifón, Alcaldía: Iztapalapa, CDMX, C.P.:09400
<b>Teléfono particular o de contacto:</b>	55 6200 9462
<b>Correo electrónico del estudiante:</b>	clever_70bio@hotmail.com



## Resumen

El río Jamapa consta de 368 km, a su paso transporta organismos exponiéndolos a cambios en los niveles de los factores ambientales del agua, los cuales, cada etapa de su desarrollo de vida está adaptada a rangos específicos de distintas condiciones ambientales, los cambios drásticos en los niveles a los que están habituados representan un peligro en la cadena trófica marina. El presente estudio tuvo como objetivos el identificar a las especies del Infraorden Caridea, obtener su distribución, abundancia y determinar su relación con los factores ambientales. Se realizaron recolectas nocturnas con trampas de luz durante las estaciones climáticas de secas, lluvias y frentes fríos; en cinco sitios del estuario de Boca del Río, Veracruz, así mismo, se midieron la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y sólidos disueltos totales con un multiparamétrico Hanna® modelo HI 9828. Los parámetros fisicoquímicos promedio registrados son: el más alto de oxígeno disuelto que se presentó en marzo con  $9.65 \pm 1.89 \text{ mg l}^{-1}$ , el valor menor se registró en noviembre con  $4.36 \pm 2.75 \text{ mg l}^{-1}$ ; en cuanto a pH enero con  $10.51 \pm 0.84$ , septiembre con  $8.71 \pm 0.28$ ; temperatura mayo  $29.68 \pm 1.39^\circ$  enero  $22.02 \pm 0.48^\circ \text{C}$ ; sólidos disueltos totales noviembre  $2993.5 \pm 2773.28 \text{ ppm}$ , mayo  $27.13 \pm 1.53 \text{ ppm}$ ; salinidad mayo con  $31.57 \pm 3.15 \text{ ups}$  y septiembre  $4.98 \pm 3.39 \text{ ups}$ . Se recolectaron e identificaron, un total de 7692 carideos pertenecientes a dos familias, dos géneros y tres especies: *Potimirim mexicana* (7376), *Macrobrachium acanthurus* (33) y *Macrobrachium olfersi* (283). Las variaciones en la comunidad se relacionaron a los factores: temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, con rangos de preferencia de  $26.27^\circ\text{C}$  a  $27.96^\circ\text{C}$ ;  $4.36 \text{ mg l}^{-1}$  a  $4.53 \text{ mg l}^{-1}$  y  $4.98 \text{ ups}$  a  $11.845 \text{ ups}$ .

## Abstract

The Jamapa river consist of 368 km, in its way carries organisms exposed to changes in the environment levels in the water, each level of development in their lives has been adapted to a specific range of environmental conditions, the drastic changes in this habitual levels means a danger in the marine trophic chain. The present investigation had the purpose to indentify the species of the Infraorden Caridea, know their distribution, abundance and the influence of the environmental factors on them. The samples were obtained in night collections with a light trap under dry, rainy and cold front weather conditions; on five stations placed in the estuary of Boca del Río, Veracruz. The temperature, salinity, dissolved oxygen, pH and total dissolved solids were measured *in situ* with a multiparametric Hanna® model HI 9828. The media values registered were: the highest media value obtained for dissolved oxygen in march were  $9.65 \pm 1.89$  mg l<sup>-1</sup>, and the lowest in November  $4.36 \pm 2.75$  mg l<sup>-1</sup>; pH in January  $10.51 \pm 0.84$ , September  $8.71 \pm 0.28$ ; temperature in May  $29.68 \pm 1.39$  °C, in January  $22.02 \pm 0.48$  °C; total dissolved solids in November  $2993.5 \pm 2773.28$  ppm, and in May  $27.13 \pm 1.53$  ppm; salinity in May  $31.57 \pm 3.15$  ups, and in September  $4.98 \pm 3.39$  ups. There were collected and identified 7692 caridean shrimps that belong two families, two genera and three species: *Potimirin mexicana* (7376), *Macrobrachium acanthurus* (33) and *Macrobrachium olfresi* (283). The variations in the community were related to the factors: temperature, dissolved oxygen and salinity, with the next preference ranges: 26.27°C to 27.96°C; 4.36 mg l<sup>-1</sup> to 4.53 mg l<sup>-1</sup> and 4.98 ups to 11.845 ups.

## Índice

1.	Introducción	1
1.1.	Sistemas estuarinos	1
1.2.	Zooplankton	2
2.	Antecedentes	3
2.1.	Taxonomía	3
2.2.	Ecología	4
2.3.	Hábitat	7
2.4.	Contaminación	8
2.5.	Registros de factores ambientales que modifican biomas	10
3.	Justificación	14
4.	Pregunta de investigación	15
5.	Hipótesis	15
6.	Objetivos	16
7.	Material y métodos	17
7.1.	Área de estudio	17
7.2.	Trabajo de campo	21
7.3.	Trabajo de laboratorio	23
7.4.	Análisis estadístico	23
8.	Resultados	25
8.1	Parámetros fisicoquímicos	25
8.1.1.	<i>Macrobrachium acanthurus</i> (Weigmann, 1836)	27
8.1.2.	<i>Macrobrachium offersi</i> (Weigmann, 1836)	29
8.1.3.	<i>Potimirim mexicana</i> (De Saussure, 1857)	28
8.1.4.	Especies encontradas	33
8.1.5.	Análisis de datos de la comunidad	35
8.1.5.1.	Análisis espacial	35
8.1.5.2.	Análisis temporal	38
8.2.	Parámetros fisicoquímicos	41
8.2.1.	Oxígeno disuelto	43
8.2.2.	pH	44
8.2.3.	Temperatura	45
8.2.4.	Sólidos disueltos	46
8.2.5.	Salinidad	47
8.3.	Modelo lineal generalizado	49
8.4.	Análisis de componentes principales	52
9.	Discusión	57
9.1.	Taxonomía	57
9.2.	Ecología	57
9.3.	Hábitat	59
9.3.1.	Variaciones en la abundancia por temperatura y salinidad del hábitat	59
9.3.2.	Factores biológicos del hábitat	60
9.4.	Contaminación	62
9.5.	Registros de factores ambientales que modifican biomas	63
10.	Conclusión	66
10.1.	Modificaciones en la estructura de la comunidad	66
10.2.	Composición de la estructura	66
10.3.	Dinámica de los factores ambientales	66
10.4.	Relación entre los factores ambientales y la estructura de la comunidad	67
11.	Referencias	68
12.	Anexo 1 Fotografías	79

## Índice de tablas

Tabla 1.	Presencia(1) / ausencia especies (0) <i>P. mexicana</i> , <i>M. acanthurus</i> , <i>M. olfersi</i> . En los puntos 1: ITBOCA, 2: ICIMAP, 3: Buque, 4: Venecia y 5: Estero, durante 2018 y 2019.	25
Tabla 2.	Número de especies encontradas en cada muestra colectada en los puntos 1: ITBOCA, 2: ICIMAP, 3: Buque, 4: Venecia y 5: Estero, durante 2018 y 2019.	33
Tabla 3.	Abundancia de las especies colectadas en cada sitio de muestreo	37
Tabla 4.	Abundancia de las especies colectadas en cada mes de muestreo	39
Tabla 5.	Parámetros fisicoquímicos registrados en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz. En los puntos 1: ITBOCA, 2: ICIMAP, 3: Buque, 4: Venecia y 5: Estero, durante los meses: septiembre y noviembre del año 2018 y enero, marzo y mayo del año 2019.	42
Tabla 6.	Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para el oxígeno disuelto en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz durante 2018 y 2019. a. $r^2 = 0.743$ , $p = 0.05$	43
Tabla 7.	Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para el pH en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz durante 2018 y 2019. $r^2 = 0.768$ , $p = 0.05$ .	44
Tabla 8.	Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para la temperatura en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz durante 2018 y 2019. $r^2 = 0.729$ , $p = 0.05$	45
Tabla 9.	Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para los sólidos disueltos totales en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz durante 2017 y 2018. $r^2 = 0.615$ , $p = 0.05$ .	46
Tabla 10.	Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para la salinidad en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz durante 2017 y 2018. $r^2 = 0.904$ , $p = 0.05$ .	47
Tabla 11.	Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para los factores ambientales	48
Tabla 12.	Modelo lineal generalizado para los datos de abundancia de la especie <i>M. olfersi</i> . Sitios y meses de muestreo como variables y parámetros ambientales como covariantes	50
Tabla 13.	Modelo lineal generalizado para los datos de abundancia de la especie <i>P. mexicana</i> . Sitios y meses de muestreo como variables y parámetros ambientales como covariantes.	51
Tabla 14.	Análisis de componentes principales. Eigenvalores y porcentaje de explicación de la varianza del agrupamiento de los sitios de muestreo utilizando los parámetros ambientales como variables explicativas.	52
Tabla 15.	Análisis de componentes principales. Eigenvectores del agrupamiento de los sitios de muestreo utilizando los parámetros ambientales como variables explicativas.	53
Tabla 16.	Análisis de componentes principales. Eigenvalores y porcentaje de explicación de la varianza del agrupamiento de los meses de muestreo utilizando los parámetros ambientales como variables explicativas.	55
Tabla 17.	Análisis de componentes principales. Eigenvectores del agrupamiento de los meses utilizando los parámetros ambientales como variables explicativas.	55

## Índice de figuras

Figura 1.	República Mexicana, Veracruz. Realizado en el programa ArcGIS.	17
Figura 2.	Desembocadura de Río Jamapa en Veracruz. Realizado en el programa ArcGIS.	18
Figura 3.	Localización de los sitios de muestreo en la desembocadura del Río Jamapa, Boca del Río Veracruz. Realizado en el programa ArcGIS.	20
Figura 4.	Microfotografía <i>Macrobrachium acanthurus</i> (Weigmann, 1836)	28
Figura 5.	Esquema <i>Macrobrachium acanthurus</i> (Weigmann, 1836) Realizado en Corel Draw X8.	28
Figura 6.	Microfotografía <i>Macrobrachium olfersi</i> (Weigmann, 1836).	30
Figura 7.	Esquema <i>Macrobrachium olfersi</i> (Weigmann, 1836) Realizado en Corel Draw X8.	30
Figura 8.	Microfotografía <i>Potimirim mexicana</i> (De Saussure, 1857).	32
Figura 9.	Esquema <i>Potimirim mexicana</i> (De Saussure, 1857) Realizado en Corel Draw X8.	32
Figura 10.	Valores promedio de organismos colectados bimestralmente en el esturio: Boca del río, Veracruz, durante 2018 y 2019.	35
Figura 11.	A) Abundancia por sitio, B) Abundancia por mes, C) Diversidad por sitio, D) Diversidad por mes, E) Dominancia por sitio, F) Dominancia por mes, G) Equitatividad por sitio y H) Equitatividad por mes. En los puntos 1: ITBOCA, 2: ICIMAP, 3: Buque, 4: Venecia y 5: Estero, durante los meses: septiembre y noviembre del año 2018 y enero, marzo y mayo del año 2019.	40
Figura 12.	Análisis de componentes principales. Agrupamiento de los sitios de muestreo utilizando los parámetros ambientales obtenidos en los puntos 1: ITBOCA, 2: ICIMAP, 3: Buque, 4: Venecia y 5: Estero, durante los meses: septiembre y noviembre del año 2018 y enero, marzo y mayo del año 2019.	54
Figura 13.	Análisis de componentes principales. Agrupamiento de los meses de muestreo utilizando los parámetros ambientales como variables explicativas.	56
Anexo	Fotografías	79
Figura 1.	Trampa de luz. Tomada de Cházaro-Olvera <i>et al.</i> , 2018.	79
Figura 2.	Colocación de la trampa.	79
Figura 3.	Recolecta de muestras.	80
Figura 4.	Etiquetado de muestras.	80
Figura 5.	Multiparamétrico Hanna HI 9828.	81
Figura 6.	Identificación de material biológico.	81

## 1. Introducción

México se encuentra entre los países costeros más grandes del mundo, este extenso litoral representa una longitud de costa de 6,608 km, de los cuales 2,611 Km. se encuentran en el Golfo de México y Mar Caribe (Lankford, 1977; Ruiz, 1992). A lo largo de línea de costa nacional, existen de 123 a 125 lagunas costeras de muy variados tipos y características, con gran valor económico y ecológico; estas áreas representan 12,555 km. de superficie de zonas estuarinas (Lankford, 1977; Bravo-Nuñez y Yáñez-Arancibia, 1977; Ruiz, 1992).

### 1.1. Sistemas estuarinos

Un sistema estuarino se considera como uno de los más productivos, puesto que la biota presente en este tipo de ecosistemas es variada por lo que deben presentar un elevado grado de adaptaciones, debido a las presiones ambientales y a su origen, marino, dulceacuícola o terrestre (García, 1995). En las bocas de comunicación de los sistemas costeros por efecto del flujo de las mareas ingresan y egresan una gran diversidad de organismos. Entre los grupos de organismos que se presentan en estos lugares destacan: peces, camarones, cangrejos, zooplancton, fitoplancton y microorganismos, todos juntos participan en los ciclos biogeoquímicos de los sistemas estuarinos (Yáñez-Arancibia, 1986).

## 1.2. Zooplancton

Entre los distintos organismos que ocupan estos tipos de sistemas se encuentran los crustáceos decápodos, estos son importantes ecológicamente ya en sus estadios larvales y postlarvales representan una considerable fracción del zooplancton debido a que enriquecen la producción secundaria de las aguas costeras por estar ubicadas en las ramas tróficas del segundo y tercer nivel (McConnaughey, 1974; Barnes, 1986).

Son organismos con importancia comercial indirecta, ya que son un componente importante para la subsistencia de la pesca, están asociados con ambientes salobres de aguas poco profundas, particularmente en la etapa juvenil; su distribución se modifica por migraciones a lo largo de su vida lo cual ha sido poco estudiado. Se sabe que los juveniles habitan en las áreas menos salinas que la especie puede soportar y que existen migraciones estacionales para la liberación de huevos hacia aguas más profundas y salinas (De Grave, 2008; Hatfield, 1985).

## 2. Antecedentes

### 2.1. Taxonomía

En el estado de Veracruz el Orden Decapoda Latreille, 1802 está representado por 374 especies de estos, el 77.8% son especies marinas; 8.5%, de estuarios; 10.4%, de agua dulce; y el 3.2%, semiterrestre (Álvarez *et al.*, 1999; Álvarez *et al.*, 2011).

El Infraorden Caridea está compuesto aproximadamente por 2500 especies agrupadas en 31 familias. La familia Atyideae y Palaemonidae cuentan un mayor número de especies que el resto de las familias. Los hábitos y características alimenticias de los organismos que pertenecen a estas familias son diferentes, ya que los organismos pertenecientes a la familia Atyideae cuenta con chelípedos especiales para la alimentación con cerdas filtradoras en el primer y segundo pereopodo, alimentándose al filtrar materia suspendida; de manera alterna los miembros de la familia Palaemonidae presentan una gran variedad de hábitos alimenticios, desde el comportamiento generalista de *Palaemonetes* hasta los hábitos depredadores de *Macrobrachium* (De Grave, 2008).

Los camarones carideos cuentan con 16 especies de la Familia Atyidae y 61 especies de la Familia Palaemonidae (De Grave, 2008; Hatfield, 1985).

## 2.2. Ecología

Durante el desarrollo larvario, algunas especies de decápodos pueden tener etapas de nauplio, protozoa o zoea y postlarva. La abreviación del desarrollo larval sucede en muchas especies de la familia Atyidae con miembros que llegan a perder por completo el desarrollo larval eclosionando con características de postlarvas, lo que les permite completar su ciclo de vida en agua dulce (Hatfield, 1985; Pessani *et al.*, 2004; De Grave, 2008; Cházaro-Olvera *et al.*, 2014).

Cada estadio presenta características específicas, las cuales están condicionadas a los hábitos alimenticios, modos de locomoción y comportamiento ante estímulos ambientales; estos estímulos ambientales pueden significar el éxito reproductivo efectivo de un organismo ya que influyen en: la edad de primera reproducción, esperanza de vida, duración de la temporada de reproducción, la cantidad de huevos y tamaño de puesta. Las especies de carideos de agua dulce está dominada en su mayoría por organismos de la familia Atyidae y las especies de aguas marinas por la familia Palaemonidae el género dominante es *Machrobrachium* sin embargo está restringido a algunas excepciones, ya que el ciclo de vida de las especies de camarones estuarinos comúnmente envuelve migraciones entre el estuario y las aguas marítimas cercanas a la costa (McConnaughey, 1974; Barnes, 1986; King y Butler, 1985; De Grave, 2008).

En particular la dispersión de algunas especies de invertebrados planctónicos ha sido interpretada como un proceso activo, donde los organismos controlan su

movimiento horizontal por migración vertical, o bien, por un proceso pasivo, donde el movimiento es dado por el transporte de las corrientes. El transporte hacia los estuarios se relaciona con los periodos de flujo (noche), durante los cuales los organismos entran al sistema estuarino, así mismo, previenen la exportación dirigiéndose hacia el fondo durante el período de reflujo (día) (Epifanio, 1988).

Dado lo anterior se sugiere que la dispersión pasiva es el factor que determina la permanencia o ingreso a los sistemas estuarinos. Los mecanismos de reclutamiento a las poblaciones adultas dentro del estuario dependen de la migración de las larvas, postlarvas y juveniles. Uno de los factores que controlan la locomoción en los decapodos es la variación en la cantidad de luz, ya que es un importante sincronizador para los comportamientos poblacionales debido a que los crustáceos constituyen una fuente de alimento para una gran cantidad de especies de peces y el riesgo de depredación disminuye al realizar la actividad de forrajeo en las horas de oscuridad (Dittel y Epifanio, 1982; Guerao, 1995).

Sobre reclutamiento, Sandifer (1975), determinó la importancia del movimiento de las larvas pelágicas hacia las zonas donde se encuentran las poblaciones adultas en particular de los decápodos. Dittel y Epifanio (1982), examinaron la abundancia estacional y distribución vertical de larvas de cangrejos en la Bahía de Delaware en Estados Unidos, encontraron 15 especies, determinaron que la distribución vertical está sujeta a los reflujos de agua. Epifanio *et al.* (1984), hizo observaciones del reclutamiento y dispersión de las etapas larvales del cangrejo azul *Callinectes*

*sapidus*, Rathbun, 1896 en la Bahía de Delawere y concluyeron que las megalopas son transportadas hacia las aguas continentales y estuarios por una combinación de corrientes de marea alta y migraciones verticales. Sulkin y Epifanio (1986), examinaron la variación en la duración de la megalopa de *C. sapidus* y sus consecuencias en la dispersión y reclutamiento, mencionan que la duración en dicho estadio puede incrementar la probabilidad de que algunos miembros de la población puedan ser transportados desde el océano hacia el hábitat estuarino del adulto. Luckenbach y Orth (1992), determinaron las velocidades de nado y el comportamiento de la megalopa del cangrejo azul *C. sapidus* en aguas fluidas y lentas; sugieren que en bajas a moderadas velocidades de corriente la megalopa de esta especie tiene la habilidad de activar su movimiento y buscar los sitios de establecimiento y mantener esa posición y confiar en los movimientos pasivos de las corrientes. Cházaro-Olvera (1996) encontró que la abundancia de las megalopas del género *Callinectes* es mayor en colectas nocturnas (02:00 hrs) durante el periodo de flujo. Cházaro-Olvera *et al.* (2007) estudiaron el transporte de *Pachygrapsus gracilis*, Saussure, 1857 en la boca de comunicación de un sistema lagunar en el Golfo de México, los autores encontraron picos de reclutamiento entre las 19:00 h y las 03:00 h. Cházaro-Olvera *et al.* (2007) estudiaron el reclutamiento de *C. sapidus* en las bocas de comunicación de tres sistemas estuarinos del Golfo de México. Cházaro-Olvera *et al.* (2009) estudiaron el transporte de *Peaneus aztecus*, Ives, 1891 en las bocas de comunicación de tres sistemas estuarinos del Golfo de México, durante este estudio, se estableció la existencia de picos de reclutamiento entre las 20:00 h y las 02:00h.

### 2.3. Hábitat

Las poblaciones de decápodos han mostrado una distribución relacionada directamente con el entorno donde se desarrollan; los valores altos de diversidad en decápodos resultan de contar con una alta diversidad de ambientes para los distintos sitios, los hábitats heterogéneos presentan los índices de diversidad más altos y los sustratos más duros ofrecen mayor cantidad de microhábitats y protección que los sedimentos suaves, la distribución de las especies también es influenciada por una interacción entre temperatura, salinidad, madurez, sexo y condición reproductiva ya que los camarones jóvenes se encuentran río arriba en el estuario en comparación con otras etapas de su vida, debido a su tolerancia a los niveles bajos de salinidad y altas temperaturas, mientras que las hembras ovigeras se encuentran en altos niveles de salinidad (Hatfield, 1985; Hermoso *et al.* 2005).

#### 2.4. Contaminación

Downs *et al.* (2001) realizan un estudio donde expuso a organismos adultos de *Palaeomonetes pugio*, Collins, 1981, a diferentes tratamientos de estrés, dentro de los cuales el cadmio resulto ser perjudicial ya que mostro inhibición de actividad enzimática, además de generar estrés oxidativo, los resultados fueron obtenidos a través de marcadores biológicos usados específicamente para esta especie, también mostraron niveles significativamente más altos de Lípidos Peroxidados indicadores de afecciones en la membrana celular y Super Oxidasas Dismutasas las cuales se acumulan ante un estrés oxidativo ya que son uno de los principales caminos de defensa antioxidante, en los grupos con mayor exposición a cadmio; además los niveles de Glutathione el cual es un indicativo de desarrollo de tolerancia a toxicidad por metales, se elevaron significativamente , así como la ubiquitina y la aB-crystallin indicando que también se produjo una afección al citoesqueleto. La exposición a combustibles diesel, provoco un aumento en los niveles de Hps60 y Hsp70, protectores moleculares que guardan de la desnaturalización a las proteínas ante un factor de estrés.

Shafirina *et al.* (2018) investigo el riesgo ecológico para la salud al evaluar los metales traza utilizando índices de contaminación química para heterogeneidad ambiental que se produce a escala espacial en tres estuarios subtropicales a lo largo de las partes del norte del Golfo Pérsico y el Golfo de Omán. Este estudio destaca los metales traza relacionados a las actividades antropogénicas industriales, aguas residuales y cría de camarones. La descripción general del estado de calidad

ambiental, según concentración de metales traza y análisis de sedimentos, mostraron que las aguas residuales industriales y los cultivos de camarón son las principales fuentes de contaminación antropogénica. La contaminación alrededor de los estuarios estudiados detectó mayores niveles de contaminación en estaciones cercanas a las áreas urbanas, vertidos industriales, y efluentes de cría de camarón. Por lo tanto, los resultados demostraron claramente que la exposición a trazas de metales y sedimentos enriquecidos orgánicamente de estas estaciones causaron impactos ambientales adversos en comparación con las estaciones de bajo impacto.

Cabral-Tena *et al.* (2019) evaluaron las concentraciones de Cu y Pb biodisponibles en los sedimentos del sistema fluvial Jamapa-Atoyac, que nos señala un sistema no contaminado, de acuerdo a los estándares que marcan las regulaciones mexicanas, sin embargo, algunas estaciones de muestreo que se localizaban después de la ciudad de Córdoba y Miguel Alemán, mostraron una mayor concentración de Cu y Pb.

## 2.5. Registros de factores ambientales que modifican biomas

Alon y Stancyk (1982) estudiaron una población de *Palaemonetes pugio*, Holthius 1949, que habita en un ambiente de alta salinidad de manera constante en North Inlet, Estados Unidos, en este ambiente, la especie mostró un crecimiento más rápido, presentó primera reproducción más temprana, un número menor de organismos eclosionados, una relación de sexos más fluctuante, y una menor esperanza de vida; también estudiaron una población de la misma especie en un ambiente con menor nivel de salinidad en Minim Creek, Estados Unidos, en este ambiente los organismos mostraron un crecimiento más lento, un retardo en la primera reproducción, mayor número de organismos eclosionados, dominancia de hembras en la relación de sexos y una mayor esperanza de vida. El crecimiento en ambas áreas fue más rápido en verano y más lento en invierno, además las hembras crecieron a mayor tamaño que los machos. La generación de hembras del verano se reprodujo a la edad de 3.5 meses en North Inlet y a los 4.8 meses en Minim creek. Las hembras de Minim creek que crecieron 30mm más LT cargaron más huevos que las hembras de North Inlet con tamaños LT similares. La esperanza de vida en North Inlet estaba calculada en 6 a 7 meses para la generación de verano y 9 a 10 meses para la generación de invierno; en Minim Creek, la longevidad correspondiente fue estimada para 9 a 10 meses y 12 a 13 meses, respectivamente, debido a esto Alon y Stancyk afirman que: las variaciones en los patrones de historia de vida se pueden atribuir a ser el resultado de variaciones en numerosos factores ambientales que actúan diferente en las diversas etapas de vida del organismo. El

resultado sugiere que la flexibilidad en la reproducción de algunas especies aumenta su habilidad de persistir en varios ambientes.

Costa *et al.* (2004) estudiaron la abundancia y distribución ecológica del camarón *Pleoticus muelleri*, Bate, 1888, como una consecuencia de ciertos factores ambientales de enero de 1998 a diciembre de 1999 en la región de Ubatuba, Sao Paulo, Brazil. Las colectas fueron hechas mensualmente en las bahías de Ubatumirim (UBM), Ubatuba (UBA) y Mar Virado (MV). Cada bahía fue dividida en seis transectos de muestreo, cuatro transectos paralelos a la costa y dos cerca de la orilla rocosa en el lado opuesto. Un total de 6252 camarones fueron colectados, incluyendo 3321 de MV, 1467 de UBM, y 1464 de UBA. La mayoría de los camarones fueron atrapados en las áreas más profundas y salinas. La alta abundancia de *P. muelleri* se observó en la parte más al sur de la región estudiada y estuvo relacionada a sedimentos con un mayor porcentaje de arcilla y limo. Las abundancias mayores de *P. muelleri* estuvieron correlacionadas positivamente con los periodos de temperaturas más frías. Debido a esto Costa *et al.* afirman que: la temperatura y el tipo de sedimento son factores determinantes en la distribución de algunos camarones.

Dudgeon (1985) realizó 15 meses de investigación de la dinámica poblacional de tres especies de camarones carideos en el río Lam Tsuen, Nuevos territorios, Hong Kong, en donde observó que las abundancias de la especie más común: *Neocardiana serrata*, Stimpson, 1860, fueron disminuyendo cuando la temperatura disminuía. En contraste, *Caridina laceifrons*, Richters, 1810, llegó a ser más abundante durante el invierno. El relativamente escaso *Macrobrachium hainanense*,

Parisi, 1919, fue más abundante durante el verano; la abundancia de estas especies estuvo directamente relacionada con la de *N. Serrata*. El tamaño de la población de estas dos especies estuvo correlacionado positivamente con las temperaturas del agua, pero no existió una relación significativa entre la abundancia de *C. lanceifrons* y la temperatura del agua. Todas las especies mostraron patrones de desarrollo con una variación al lograr la madurez sexual, ocurriendo después de lo asumido, en la muda número catorce en *N. serrata* y en lo esperado en la muda número 13 y 18 para *C. laceiformis* y *M. hainanensis* respectivamente. Los camarones ovigeros de todas las especies solo se registraron cuando la temperatura del agua excedió los 20° C y el porcentaje de incidencia de ovigeras en *N. serrata* fue correlacionado positivamente con las temperaturas predominantes. Debido a esto Parisi sugiere que la restricción en los periodos de eclosión de los camarones carideos por temperaturas bajas puede ser común en los subtropicos mientras las eclosiones perennes son probablemente típicas de las regiones tropicales.

La longitud del carapacho en las poblaciones de *N. serrata* estuvo correlacionada negativamente con las temperaturas predominantes, pero fuertemente correlacionada con las temperaturas registradas dos meses antes del muestreo. Los tamaños más pequeños se registraron en la última etapa del verano tras el cese del reclutamiento de juveniles. *N. serrata* tiene una longevidad máxima de aproximadamente 12 meses y la reproducción ocurre en el 7º mes de vida o después. El tamaño de las puestas no estuvo relacionado al tamaño de las hembras. Un ciclo de vida anual, como el que se observó en *N. serrata*, puede ser típico de muchos camarones carideos.

Gladics *et al.* (2014) realiza un estudio para conocer como las condiciones variables del océano pueden impactar de gran manera los ensambles entre presas y depredadores en los ecosistemas marinos. El objetivo fue el mejor entendimiento de como un cambio en las condiciones oceánicas influyó en la superposición de nichos dietéticos entre un conjunto de depredadores de nivel medio. Se estudiaron las dietas de tres peces y un ave marina afuera del centro de Oregon, Estados Unidos; durante dos periodos de verano con el contraste del fenómeno El niño en el 2010 y la Niña en el 2011. Se encontró una mayor especialización en el nicho durante el fenómeno de El niño y un incremento en el solapamiento durante La niña; en el necton y el micronecton de la composición dietaría; especialmente en los depredadores más grandes que habitan fuera de la costa. Solo los dos depredadores más pequeños que habitan más cerca a la costa mostraron una variación interanual en la composición de la dieta. Los estudios de arrastre simultáneos confirmaron que los cambios en los componentes de las dietas de los depredadores reflejaron cambios en las comunidades de las presas. Debido a esto Gladics *et al.* sugieren que usando múltiples depredadores de diversos taxas a través de sus historias de vida se proveerá de un entendimiento mayor de las dinámicas de la cadena alimenticia durante los cambios en las condiciones de los océanos.

### 3. Justificación

El Sistema Estuarino: Boca del Río comunica al río Jamapa, el cual está compuesto de dos corrientes que en su confluencia se conocen con los nombres de río Cotaxtla y Jamapa. El cuerpo de agua cruza el estado de Veracruz, pasando por diversos tipos de ambientes transportando nutrientes, contaminantes y diversos organismos a su paso. El ambiente que se crea en la zona de su desembocadura al mar, reúne todo el material que arrastro por 368 km desde las faldas del volcán Pico de Orizaba en el estado de Puebla hasta el Golfo de México en el estado de Veracruz, proporcionando un lugar de estudio de interés; debido a que los organismos que se encuentran en este hábitat han estado expuestos a variaciones en los factores ambientales, lo cual provoca modificaciones en su comportamiento. Los camarones en estadios larvales y juveniles pertenecientes al Infraorden Caridea requieren de condiciones específicas que encuentran en el estuario para completar el desarrollo ontogenético de su historia de vida. Estos organismos cambian sus rangos de tolerancia a diversos factores ambientales, dependiendo la etapa de desarrollo en la que se encuentren, por lo que el conocimiento de las variaciones en los valores poblacionales de la comunidad de camarones carideos relacionadas a las variaciones de los factores ambientales permitirá predecir el estado de la comunidad, a través de la utilización únicamente de los parámetros ambientales, además de proyectar la posible afectación a los depredadores inmediatos en la cadena trófica, que utilizan a los camarones carideos como presas en su dieta regular, como lo son: peces y aves, organismos que representan recursos aprovechados por el hombre.

#### 4. Pregunta de Investigación

¿Cómo se modifica la estructura de las comunidades de camarones en estadios larvales y juveniles pertenecientes al Infraorden: Caridea, influenciados por la dinámica de los factores ambientales: pH, temperatura, sólidos disueltos, oxígeno disuelto y salinidad, en el estuario Boca del Río, Veracruz?

#### 5. Hipótesis

Las variaciones en la dinámica de los factores ambientales: pH, temperatura, sólidos disueltos, oxígeno disuelto y salinidad; de los lugares donde habitan los estadios larvales y juveniles de los camarones pertenecientes al infra orden: Caridea, modifican el comportamiento de los organismos alterando la estructura de la comunidad, provocando que los valores de la riqueza específica, diversidad y abundancia cambien, haciendo a la comunidad de camarones vulnerable en ciertas temporadas en sitios específicos en el estuario Boca del Río, Veracruz.

## 6. Objetivos

### 6.1 Objetivo general

Determinar la modificación de la estructura de la comunidad de camarones en estadios larvales y juveniles pertenecientes al Infra orden: Caridea relacionada con la dinámica de los factores ambientales en los lugares donde habitan en el estuario Boca del Río, Veracruz.

### 6.2 Objetivos particulares

6.2.1 Describir la estructura de la comunidad de camarones en estadios larvales y juveniles pertenecientes al Infraorden: Caridea en el estuario Boca del Río, Veracruz.

6.2.2 Definir la dinámica de los factores ambientales en el estuario Boca del Río, Veracruz.

6.2.3 Señalar la relación entre los factores ambientales y la estructura de la comunidad de camarones en estadios larvales y juveniles pertenecientes al Infrarden: Caridea en el estuario Boca del Río, Veracruz.

## 7 Material y métodos

### 7.1 Área de estudio

El río Jamapa está compuesto de dos corrientes que en su confluencia se conocen con los nombres de río Cotaxtla y Jamapa. El río Cotaxtla drena un área de 1,679 km<sup>2</sup> y nace gracias a los deshielos del volcán Citlaltépetl o pico de Orizaba a una elevación de 5610 msnm en una zona limítrofe de los estados de Puebla y Veracruz llamada río Barranca de Chocomán.

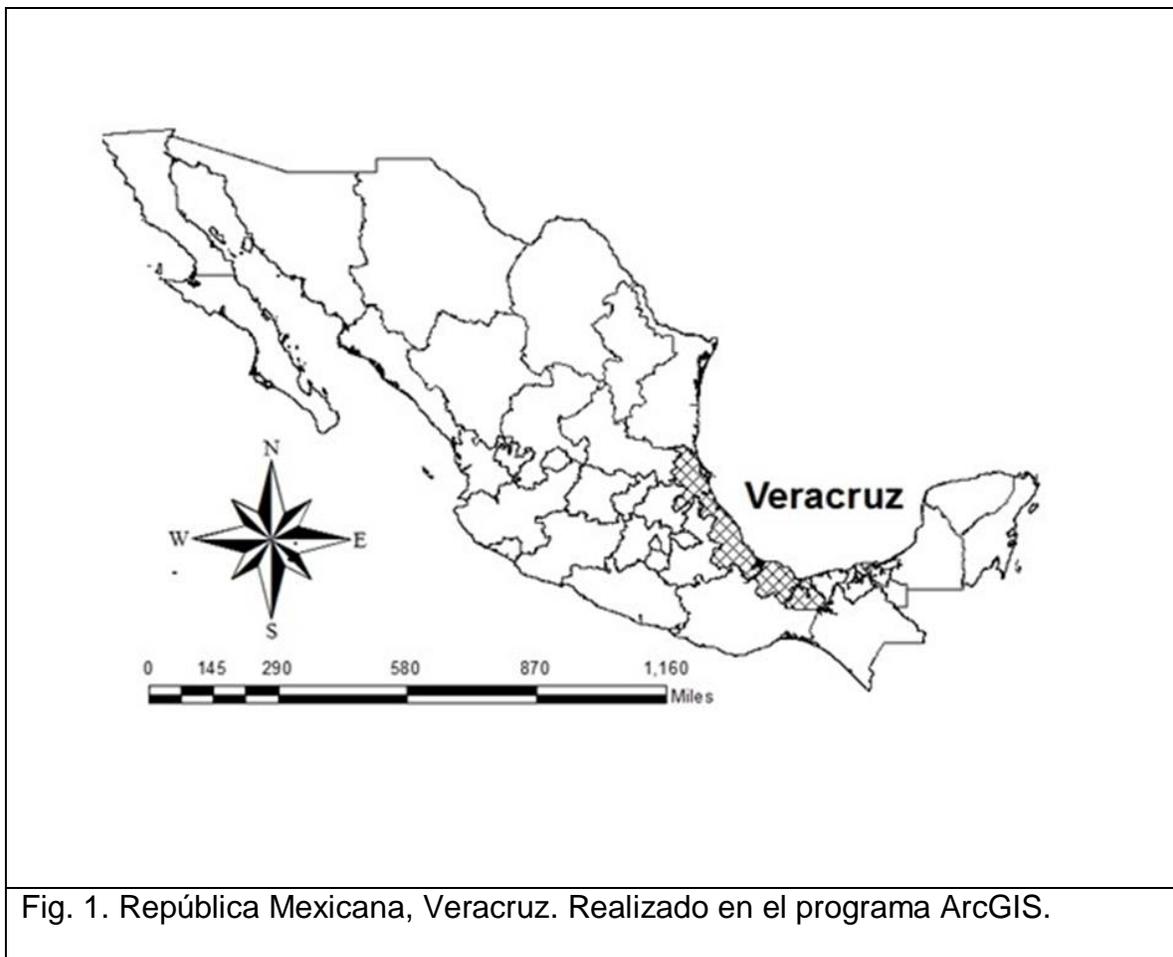


Fig. 1. República Mexicana, Veracruz. Realizado en el programa ArcGIS.

Avanza en dirección oriente a través de terrenos de topografía accidentada, de fuertes pendientes, colectando a su paso las corrientes formadas en las laderas

nororientales del Pico de Orizaba. Alcanzando las cercanías de la población de Coscomatepec, Ver., varía su curso hacia el sureste fluyendo 25 km en esta dirección y captando en su recorrido, por ambas márgenes, corrientes de pequeña magnitud. A la altura de la ciudad de Córdoba, Ver., desvía su curso hacia el este-sureste y cambia su nombre a río Seco; fluye 22 km en terreno servible para el cultivo, rodea el Cerro Chiyoltuite y por su margen izquierda afluye el río Atoyac.

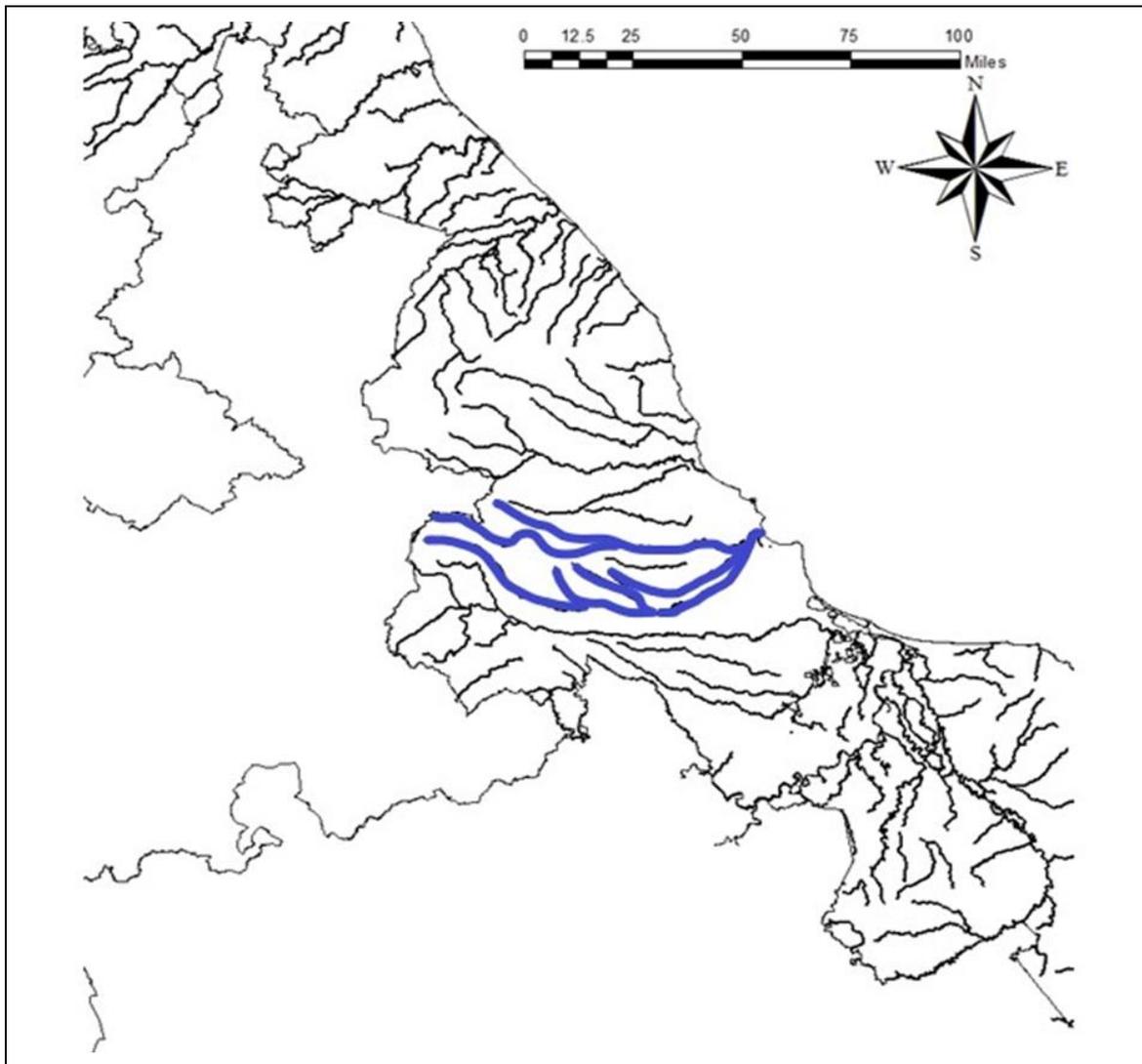


Fig. 2. Desembocadura de Rio Jamapa en Veracruz. Realizado en el programa ArcGIS.

El río Jamapa nace con el nombre de Barranca de Coscomatepec en el límite de los estados de Puebla y Veracruz, a 4 700 msnm. Su curso sigue un rumbo oriente, por terreno de topografía montañosa, en donde colecta corrientes que nacen en la Sierra Madre Oriental, en la zona comprendida entre las porciones norte del Pico de Orizaba y suroriente del cerro de La Cumbre. Aproximadamente, a 50 km de su nacimiento afluye por su margen izquierda el río Paso de los Gasparines, que se origina a 9 km al noreste de Huatusco, Ver., a 1 500 msnm, su cauce sigue un rumbo sureste en zonas de topografía media. Después de la afluencia anterior, el colector de afluentes fluye como río Paso de los Gasparines bordeando cerro y cambiando la trayectoria de su curso, de oriente a suroriente, para continuar a través de 38 km en terreno de topografía accidentada y en parte plana. Al penetrar en la zona plana forma un gran número de meandros, cambiando su nombre a río Jamapa y afluyendo en él, por su margen izquierda, el río Xicuintla que nace en Tlaltetela, Ver., a 1 450 m de altitud.

A partir de esta confluencia el río Jamapa sigue un curso hacia el oriente, cruza terrenos de cultivo, forma meandros y terrazas aluviales hasta la afluencia, por la margen derecha, del arroyo Ixcualco. Este arroyo drena un área de 753 km<sup>2</sup> y se origina como arroyo Montalvo a 5 km al noreste de Paso del Macho, Ver., a 450 msnm. El colector de afluentes, después de la aportación del arroyo Ixcualco, pasa por Medellín de Bravo, Ver., 5 km aguas abajo afluye en el río Cotaxtla conservando su nombre. A partir de esta confluencia el río Jamapa fluye con rumbo hacia el norte en terrenos planos cultivados; forma meandros y se desvía hacia el oriente adonde

fluye por la margen izquierda y derecha el río Moreno y la Laguna Mandinga Grande, respectivamente; finalmente desemboca en el Golfo de México en la población de Boca del Río, Veracruz (Fig. 3).

El clima es Cálido subhúmedo (Aw2) con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 mm y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. En cuanto a la edafología del sitio, la región presenta una gran variación de tipos de suelo, de un total de 6 tipos de suelo, los que presentan mayor predominancia son los de tipo Regosol y Vertisol. En la estación Paso del Toro se ha registrado un gasto promedio diario de 838.8 m<sup>3</sup>/s y en la estación el Tejar, se registró un gasto promedio diario de 540.28 m<sup>3</sup>/s (Fuentes-Mariles *et al.*, 2014).

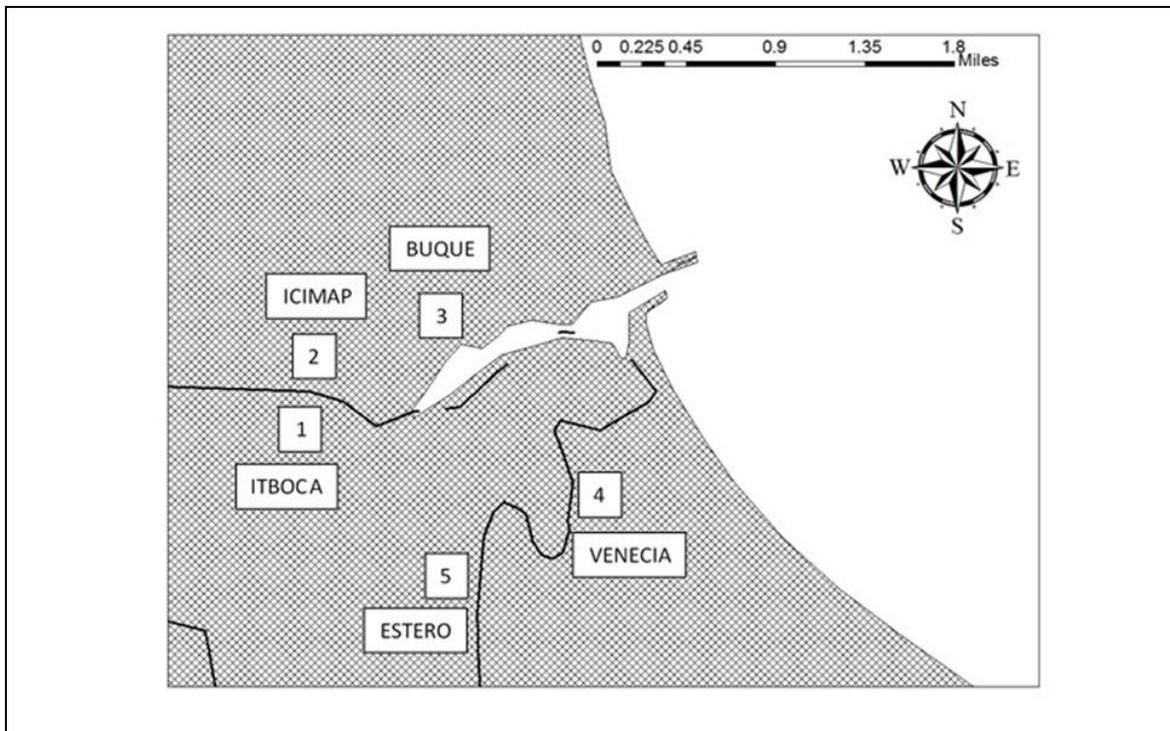


Fig. 3. Localización de los sitios de muestreo en la desembocadura del Río Jamapa, Boca del Río Veracruz. Realizado en el programa ArcGIS.

## 7.2 Trabajo de campo

La recolecta de los organismos se realizó en cinco estaciones próximas a la desembocadura del Río Jamapa (Fig. 3), utilizando una trampa de luz blanca. La trampa de Luz (Fig. 1. Anexo Fotos) se compone de cajas plásticas con dimensiones de 40 cm de largo, 25 cm de ancho y 30 cm de altura, cada lado de la trampa tiene una perforación de 2.5 cm de diámetro. La parte inferior cuenta un receptor de la muestra, el cual tiene colocada una malla con apertura de 375  $\mu\text{m}$ . Dentro de la caja se colocó “rafia” que permitirá a los organismos sujetarse y protegerse. En un recipiente plástico sellado se colocó una lámpara de luz blanca. Asimismo, se colocó en la parte interna dos “pesas” de dos kilogramos cada una que ayudaron a sumergir la trampa.

La colocación de la trampa (Fig. 2. Anexo Fotos) se realizó a las 18:00 h del día 1. Consistió en: el traslado de cada una de las trampas hasta el punto de localización de los sitios de muestreo; amarrar la trampa con un cabo a un punto fijo dejando aproximadamente 1 metro de cuerda suelta para los cambios en el nivel de flotación, y la verificación del funcionamiento de las lámparas.

La recolecta de las muestras (Fig. 3. Anexo Fotos) se realizó a las 6:00 h del día 2. La recolecta consiste en la colocación de la trampa en una caja de plástico, que asegurara que no se pierda parte de la muestra en su traslado.

Toda la muestra colectada fue filtrada en el receptor de la muestra, que se colocó en la trampa con apertura de 375  $\mu\text{m}$  y el material biológico obtenido en el receptor de muestra se colocó en frascos de plástico de 500 o 1000 ml de capacidad,

posteriormente, fueron fijadas con alcohol etílico al 70% y etiquetadas (Fig. 4. Anexo Fotos) con el lugar, fecha, hora y tipo de muestreo.

Se realizaron muestreos nocturnos de 13 h de duración, que iniciaron a las 18:00 h de un día y finalizaron a las 6:00 h del día siguiente. Las muestras se obtuvieron cada dos meses durante las fases de luna nueva y luna llena.

Los parámetros hidrológicos superficiales de temperatura (°C), salinidad, oxígeno (ppm) y pH se midieron *in situ* con un multiparamétrico Hanna HI 9828 (Fig. 5. Anexo Fotos).

### 7.3 Trabajo de laboratorio

El material biológico se transportó al Laboratorio: de Investigación Ambiental Acuícola del Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz, donde se revisó y separó hasta nivel taxonómico más bajo posible con ayuda de un microscopio estereoscopio y óptico marca ZEISS (Fig. 6. Anexo Fotos) siguiendo los criterios de Cházaro-Olvera (1996), Pessani y Salton (1998), Paula (1996), Boltovskoy (1999), Bullard (2003) y Medellín-Mora *et al.* (2009) Cházaro-Olvera *et al.* (2014) y Martin (2014).

### 7.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó una prueba de ANOVA en el caso en que los datos sigan una distribución normal o bien Kruskal-Wallis en caso de no seguir esta distribución, con el fin de comparar las abundancias de las larvas y postlarvas de cada especie, mes y punto de muestreo (Sokal y Rohlf, 2012). Se obtuvo la diversidad de Shannon-Wiener, la dominancia de Simpson y la equitatividad de Pielou (Magurran, 1988). Para los análisis se utilizó el programa PAST versión 2.12 para Windows (Harmer *et al.*, 2001).

Para obtener relación entre las abundancias de las especies de macrocrustáceos y los parámetros ambientales se utilizó el análisis de correlación canónica con el programa Xlstat 2009 para Windows.

El modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) se utilizó para comparar la temperatura ( $^{\circ}$  C), la salinidad y el oxígeno disuelto ( $\text{mg l}^{-1}$ ), pH y sólidos disueltos totales de los meses de muestreo enero, marzo, mayo, septiembre y noviembre en cinco sitios de muestreo ITBOCA, ICIMAP, Barco, Venecia y Estero (Zuur *et al.*, 2007). El modelo lineal generalizado (GLM) con modelo log lineal de Poisson para recuentos ( $\log(\mu) = \alpha + \beta x$ ) de la abundancia en los cinco sitios y cinco meses de muestreo, donde la interpretación es la siguiente: Si  $\beta = 0$ , entonces  $\exp(\beta) = 1$ , y el recuento esperado,  $\mu = E(y) = \exp(\alpha)$ , de modo que Y y X no están relacionados; si  $\beta > 0$ , entonces  $\exp(\beta) > 1$ , y el recuento esperado  $\mu = E(y)$  es  $\exp(\beta)$  veces mayor que cuando  $X = 0$ ; si  $\beta < 0$ , entonces  $\exp(\beta) < 1$ , y el recuento esperado  $\mu = E(y)$  es  $\exp(\beta)$  veces menor que cuando  $X = 0$  (Zuur *et al.*, 2007). GLS y GLM, se realizó en el SPSS V25. Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para determinar que parámetros ambientales definen la variación de la abundancia de los carideos durante los meses y sitios de muestreo. El ACP fue realizado con el software PAST (Harmer *et al.*, 2001).

## 8. Resultados

### 8.1 Muestras biológicas

Se analizaron 25 muestras, las cuales fueron obtenidas de cinco trampas por colecta bimestral, abarcando un periodo de 10 meses y tres periodos climáticos: estiaje, nortes y lluvias. Se identificaron tres especies de decápodos carideos de los cuales uno resulto pertenecer a la familia Atyidae (De Haan, 1849) del género *Potimirim* (Mueller, 1881) y dos a la familia Palemonidae (Rafinesque, 1815) del género *Macrobrachium* (Spence Bate, 1868) todos miembros del infra orden Caridea (Dana, 1852).

Tabla 1. Presencia(1) / ausencia especies (0) *P.mexicana*, *M. acanthurus*, *M. olfersi*. En los puntos 1: ITBOCA, 2: ICIMAP, 3: Buque, 4: Venecia y 5: Estero, durante 2018 y 2019.

Muestra			<i>P. mexicana</i>	<i>M. acanthurus</i>	<i>M. olfersi</i>
2018	Septiembre	1			
		2			
		3		0	0
		4		0	
		5		0	
	Noviembre	1			
		2		0	0
		3		0	
		4		0	
		5			
2019	Enero	1		0	0
		2		0	0
		3		0	
		4		0	
		5		0	0
	Marzo	1		0	0
		2		0	0
		3		0	
		4		0	0
		5	0	0	0
	Mayo	1		0	
		2		0	
		3		0	
		4		0	0
		5		0	

Los organismos pertenecientes a la especie *Potimirim mexicana* (De Saussure, 1857) se presentaron con más ocurrencia en las muestras, siendo ausente solo en la muestra tomada el 21 de marzo del año 2019 en los puntos de muestreo: uno, cuatro y cinco.

Los organismos pertenecientes a la especie *Macrobrachium offersi* (Weigmann, 1836) fueron encontrados en cuatro de los cinco puntos estudiados en el mes de septiembre del año 2018, estando ausentes en la estación tres; durante el mes de noviembre del año 2018 solo fueron ausentes en la estación dos; en el mes de enero del año 2019 se encontraron en tres de los cinco puntos estudiados: uno, tres y cuatro; en el mes de marzo del año 2019 solo se encontró presente en la estación tres; en el mes de mayo estuvo presente en los puntos : uno, dos, tres y cinco ausente solo en el punto cuatro.

Los organismos pertenecientes a la especie *Machrobrachium acanthurus* (Weigmann, 1836) únicamente estuvieron presentes en dos puntos de muestreo durante el mes de setiembre del año 2018: uno y dos; y en dos puntos durante el mes de noviembre del año 2018: uno y cinco.

### 8.1.1 *Macrobrachium acanthurus* (Weigmann, 1836)

Descripción GBIF Global Biodiversity Information.

Rostrum casi sinuoso, ápice levemente curvado hacia arriba, escafoquerita generalmente sobrepasada, margen superior con 8 a 12 dientes, dientes proximales con menos receso entre ellos que los distales, incluyendo 1-3 dientes completamente postorbitarios, margen inferior 4 a 7 dientes; Margen terminal telson que termina en un punto medio agudo, flanqueado por dos pares de espínulas, un par interno que se extiende por encima del punto medio y un par externo. Primer par de pereópodos que sobrepasa la escafoquerita con la porción distal del carpo. Segundo par de pereópodos alargados, prominentes, similares en forma y tamaño, escafoquerita sobrepasando la longitud total del carpo, filas longitudinales de espinas desde el isquion hasta la palma.

Se distribuye desde Carolina del Norte en Estados Unidos hasta Río Grande del Sur en Brasil (Torati *et al.*, 2011). La tolerancia al agua dulce es limitada en la etapa de larva, mostrando que las condiciones adecuadas que permiten su vida en cuanto a salinidad 14 ups y 25 °C (Morerira *et al.*, 1982; Ismael y Moreria, 1997). Los requerimientos de oxígeno de la especie disminuyen en ambientes de alta salinidad, y aumentan con la disminución de los niveles de temperatura (Gasca-Leyva *et al.*, 1991).



Fig. 4. Microfotografia *Macrobrachium acanthurus* (Weigmann, 1836).

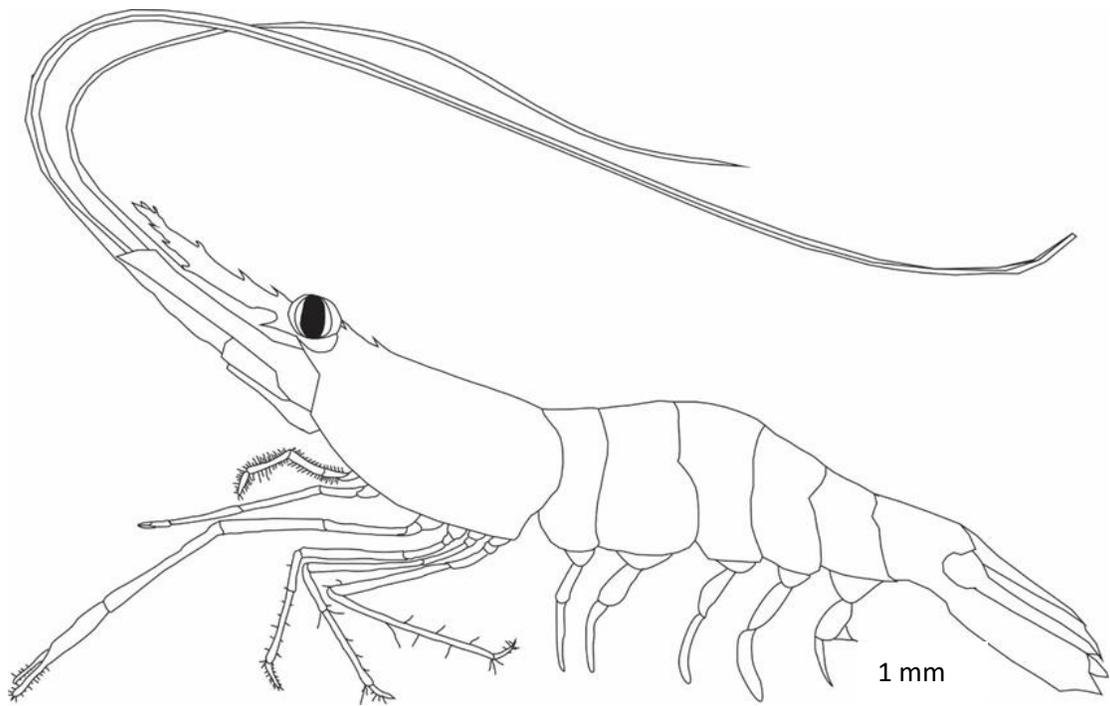


Fig. 5. Esquema *Macrobrachium acanthurus* (Weigmann, 1836) Realizado en Corel Draw X8.

### 8.1.2 *Macrobrachium olfersi* (Weigmann, 1836).

Descripción GBIF Global Biodiversity Information.

Rostrum casi recto, parte distal ligeramente recurvada hacia abajo, más corta que el escafocerito, tan larga como el pedúnculo antenular; margen superior con 11 a 14 dientes regularmente espaciados, incluidos 4-5 dientes completamente post orbitales, margen inferior con 2 a 4 dientes; carapacho liso; abdomen liso; margen terminal del telson termina en un punto medio agudo, con dos pares de espinulas laterales, el par interior sobrepasa al punto medio y al par exterior. Primer par de pereópodos sobrepasa la escafocerita con la porción distal del carpo. Segundo par de pereópodos prominentes, diferentes en forma y tamaño, cubiertos con espinas conspicuas y largas setas, el segundo pereópodo más grande sobrepasando la escafocerita. Palma prominente con margen ventral convexo, superficies externa e interna con hileras de espinas y setas conspicuas, margen ventral con hilera de espinas que van disminuyendo en tamaño distalmente, tan largo como ancho; borde cortante en cada dedo con un diente en la porción media proximal, seguido de dentículos en su porción distal.

Se distribuye en la costa atlántica desde los Estados Unidos en Florida, Misisipi, Louisiana y Texas, en México desde al norte de Tamaulipas hasta las costas de Brasil (Bowles et al., 2000; Villalobos-Figueroa, 1969, 1982).



Fig. 6. Microfotografia *Macrobrachium olfersi* (Weigmann, 1836).

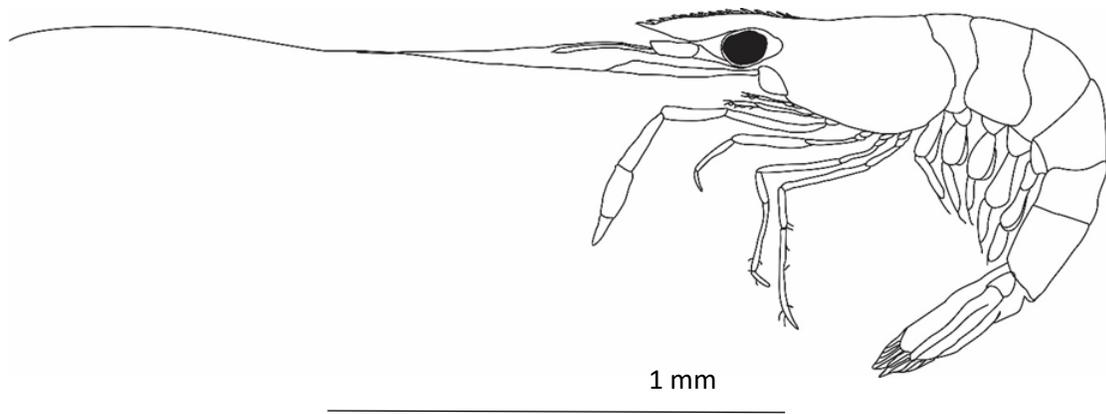


Fig. 7. Esquema *Macrobrachium olfersi* (Weigmann, 1836) Realizado en Corel Draw X8.

*Potimirim mexicana* (De Saussure, 1857).

Descripción GBIF Global Biodiversity Information.

En los machos se ha registrado la madurez sexual en machos a 8 mm de Lto. y en hembras desde 11 mm de Lto. Se presenta un patrón de longitudes por sexo que la describe como una especie protándrica secuencial, comenzando con individuos sexualmente indiferenciados, que son los más pequeños; machos de longitud intermedia, y organismos de mayor longitud de la población que son las hembras (Alonso-Reyes et al., 2010). En los carídeos con hermafroditismo secuencial protándrico los machos exhiben tallas pequeñas, un par de apéndices masculinos en el segundo par de pleópodos, y gónadas que producen espermatozoides, que pasan a través de los vasos deferentes terminando en ductos eyaculatorios ubicados en la base del quinto par de pereiópodos. Con el incremento de edad, longitud y la presencia de algunos fenómenos fisiológicos como la falta de una glándula androgénica (Charnov, 1982; Hasegawa et al., 2002). Las diferentes fases del hermafroditismo secuencial están fuertemente asociadas al tamaño del organismo y a algunos caracteres morfológicos en *P. mexicana* (Martínez et al., 2004; Alonso-Reyes et al., 2010).

*P. mexicana* se distribuye en la costa del Golfo de México (Villalobos, 1959), desde el norte de México hasta Panamá, incluyendo Cuba, Jamaica y Puerto Rico (Abele y Kim, 1989).

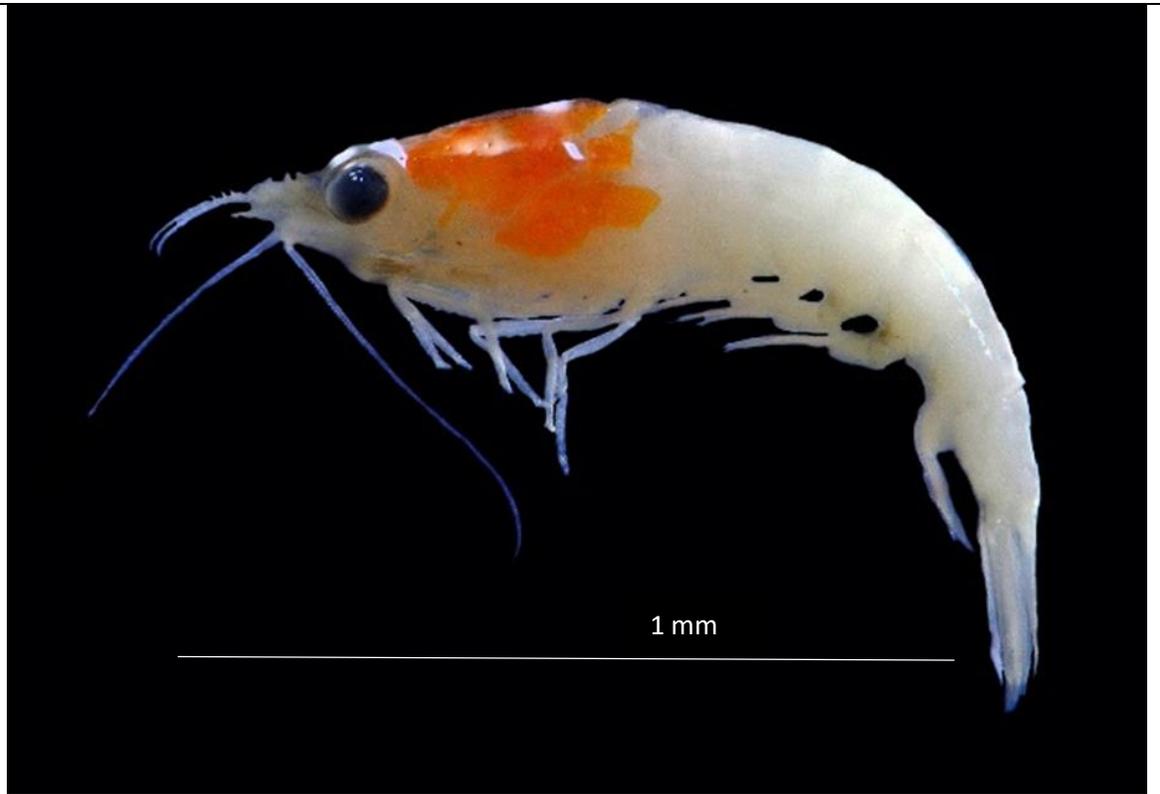


Fig. 8 Microfotografia *Potimirim mexicana* (De Saussure, 1857).

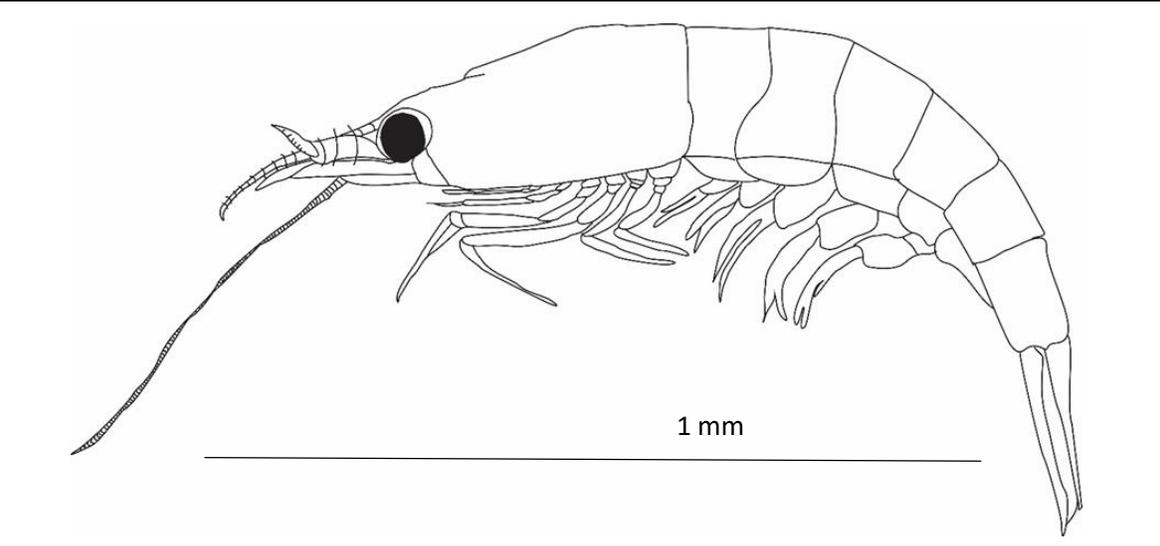


Fig. 9 Esquema *Potimirim mexicana* (De Saussure, 1857) Realizado en Corel Draw X8.

Tabla 2. Número de especies encontradas en cada muestra colectada en los puntos 1: ITBOCA, 2: ICIMAP, 3: Buque, 4: Venecia y 5: Estero, durante 2018 y 2019.

Año	Mes	Punto de muestreo	Sp encontradas
2018	Septiembre	1	3
		2	3
		3	1
		4	2
		5	2
	Noviembre	1	3
		2	1
		3	2
		4	2
		5	2
2019	Enero	1	2
		2	1
		3	2
		4	2
		5	1
	Marzo	1	0
		2	1
		3	2
		4	0
		5	0
	Mayo	1	2
		2	2
		3	2
		4	1
		5	2

#### 8.1.4. Especies encontradas

Los puntos donde fueron encontradas las tres especies de camarones carideos resultaron ser: en el punto uno y dos en el mes de septiembre correspondiente a la época de estiaje y en el punto uno y cinco en el mes de noviembre del 2018, durante la estación climática catalogada como: lluvias.

Fueron encontradas dos especies en la muestra colectada en los puntos: cuatro y cinco en el mes de septiembre, tres y cuatro en el mes de noviembre del año 2018, correspondiente a la estación climática: lluvias. En la muestra colectada en los puntos tres y cuatro del mes enero y tres en el mes de marzo del año 2019, correspondiente a la estación climática: frente frío. En los puntos uno, dos, tres y cinco en el mes de mayo del 2019, correspondiente a la época de estiaje.

Fue encontrada una especie en el punto de colecta tres del mes de septiembre, y en el punto dos del mes de noviembre, del año 2018 correspondiente a la estación climática: lluvias. En la muestra colectada en los puntos: dos y cinco del mes de enero y en el punto dos en el mes de marzo del año 2019, correspondiente a la estación climática: frente frío. En el punto de colecta cuatro del mes de mayo del año 2019 correspondiente a época de estiaje.

No fueron encontrados camarones carideos, en los puntos uno, cuatro y cinco durante el mes de marzo del año 2019, perteneciente a la estación catalogada como: frente frío.

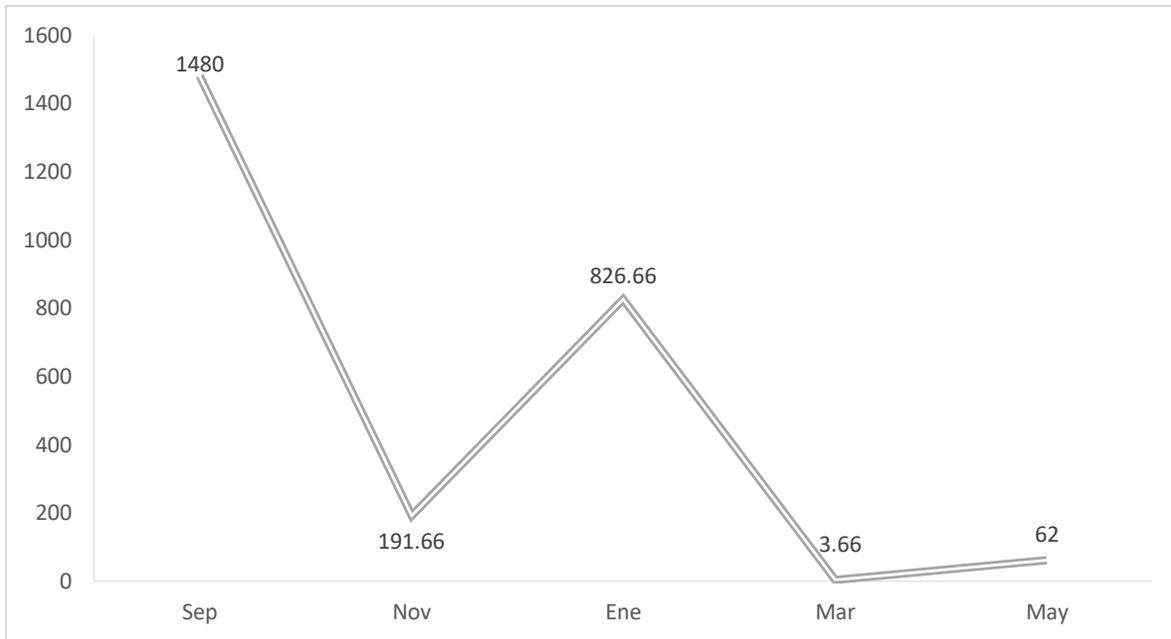


Fig. 10. Valores promedio de organismos colectados bimestralmente en el esturio:  
Boca del río, Veracruz, durante 2018 y 2019.

Los valores promedio de colecta son los siguientes: septiembre  $1480 \pm 2405.76$ , noviembre  $191.66 \pm 296.92$ , enero  $826.66 \pm 1395.61$ , marzo  $3.66 \pm 4.72$  y mayo  $62 \pm 70$ .

#### 8.1.5. Análisis de datos de la comunidad

Se identificaron 7692 camarones carideos, de los cuales 33 resultaron pertenecer a la especie *M. acanthurus*, 283 a la especie *M. olfersi*, y 7376 a la especie *P. mexicana*.

##### 8.1.5.1. Análisis espacial

Al comparar las abundancias de las muestras colectadas entre los distintos puntos de muestreo, el punto en el cual se encontraron más organismos fue en el sitio 1. ITBOCA con 5938 organismos colectados de los cuales, 28 resultaron pertenecer a la especie *M. acanthurus*, 164 a la especie *M. olfersi* y 5746 a la especie *P. mexicana*, el valor de diversidad presentado en este punto de muestreo fue de 0.15 indicando una alta dominancia de 0.93 y baja equitatividad de 0.14.

El punto con menor número de organismos colectados fue el 2. ICIMAP, con 239 organismos colectados de los cuales, 3 resultaron pertenecer a la especie *M. acanthurus*, 48 a la especie *M. olfersi* y 188 a la especie *P. mexicana*, el valor de diversidad presentado en este punto de muestreo fue de 0.54, un valor de dominancia de 0.66 y un valor de equitatividad de 0.5.

En el punto 3. Buque, se colectaron 836 organismos de los cuales, 31 resultaron pertenecer a la especie *M. olfersi* y 805 a la especie *P. mexicana*, el valor de diversidad presentado en este punto de muestreo fue de 0.15, un valor de dominancia de 0.92 y un valor de equitatividad de 0.26.

En el punto 4. Venecia se colectaron 336 organismos de los cuales, 25 resultaron pertenecer a la especie *M. offersi* y 311 a la especie *P. mexicana*, el valor de diversidad presentado en este punto de muestreo fue de 0.26, un valor de dominancia de 0.86 y un valor de equitatividad de 0.38.

En el punto 5. Estero se colectaron 343 organismos de los cuales, 2 resultaron pertenecer a la especie *M. acanthurus*, 15 a la especie *M. offersi* y 326 a la especie *P. mexicana*, el valor de diversidad presentado en este punto de muestreo fue de 0.18, un valor de dominancia de 0.91 y un valor de equitatividad de 0.26.

Tabla 3. Abundancia de las especies colectadas en cada sitio de muestreo

Especie	ITBOCA	ICIMAP	Buque	Venecia	Estero	Total
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	28	3	0	0	2	32
<i>Macrobrachium offersi</i>	164	48	31	25	15	283
<i>Potimirin mexicana</i>	5746	188	805	311	326	7376
Total	5938	239	836	336	343	7692

#### 8.1.5.2. Análisis temporal

Al comparar las abundancias de las muestras colectadas entre los distintos meses, el mes en el cual se encontraron más organismos fue en septiembre durante la época de lluvias, con 4400 organismos totales identificados, de los cuales 29 resultaron ser pertenecientes a la especie *M. acanthurus*, 154 de la especie *M. offersi* y 4257 de la especie *P. mexicana*, el valor de diversidad que se presentó en ese mes fue de 0.18, indicando una alta dominancia con un valor de 0.92 y una baja equitatividad de 0.17.

En el mes de noviembre se identificaron 575 organismos, de los cuales 4 resultaron ser pertenecientes a la especie *M. acanthurus*, 37 de la especie *M. offersi* y 534 a la especie *P. mexicana*, el valor de diversidad que se presentó en este mes fue de 0.27, un valor de dominancia de 0.86 y equitatividad de 0.25.

En el mes de enero se identificaron 2480 organismos, de los cuales 42 resultaron ser pertenecientes a la especie *M. offersi* y 2438 a la especie *P. mexicana*, el valor de diversidad que se presentó en este mes fue de 0.08, un valor de dominancia de 0.96 y equitatividad de 0.12.

El mes con menor número de organismos colectados, resultó ser marzo, durante la época de nortes, con 11 organismos identificados, de los cuales nueve resultaron pertenecer a la especie *P. mexicana* y dos a la especie *M. offersi*; con un valor de diversidad de 0.47, una dominancia de 0.7 y una equitatividad de 0.68.

En el mes de mayo se identificaron 186 organismos, de los cuales 48 resultaron ser pertenecientes a la especie *M. offersi* y 138 a la especie *P. mexicana*, el valor de diversidad que se presentó en este mes fue de 0.57, un valor de dominancia de 0.61 y equitatividad de 0.82.

Tabla 4. Abundancia de las especies colectadas en cada mes de muestreo

Especie	Septiembre	Noviembre	Enero	Marzo	Mayo	Total
<i>Macrobrachium acanthurus</i>	29	4	0	0	0	33
<i>Macrobrachium offersi</i>	154	37	42	2	48	283
<i>Potimirin mexicana</i>	4257	534	2438	9	138	7376
Total	4440	575	2480	11	186	7692

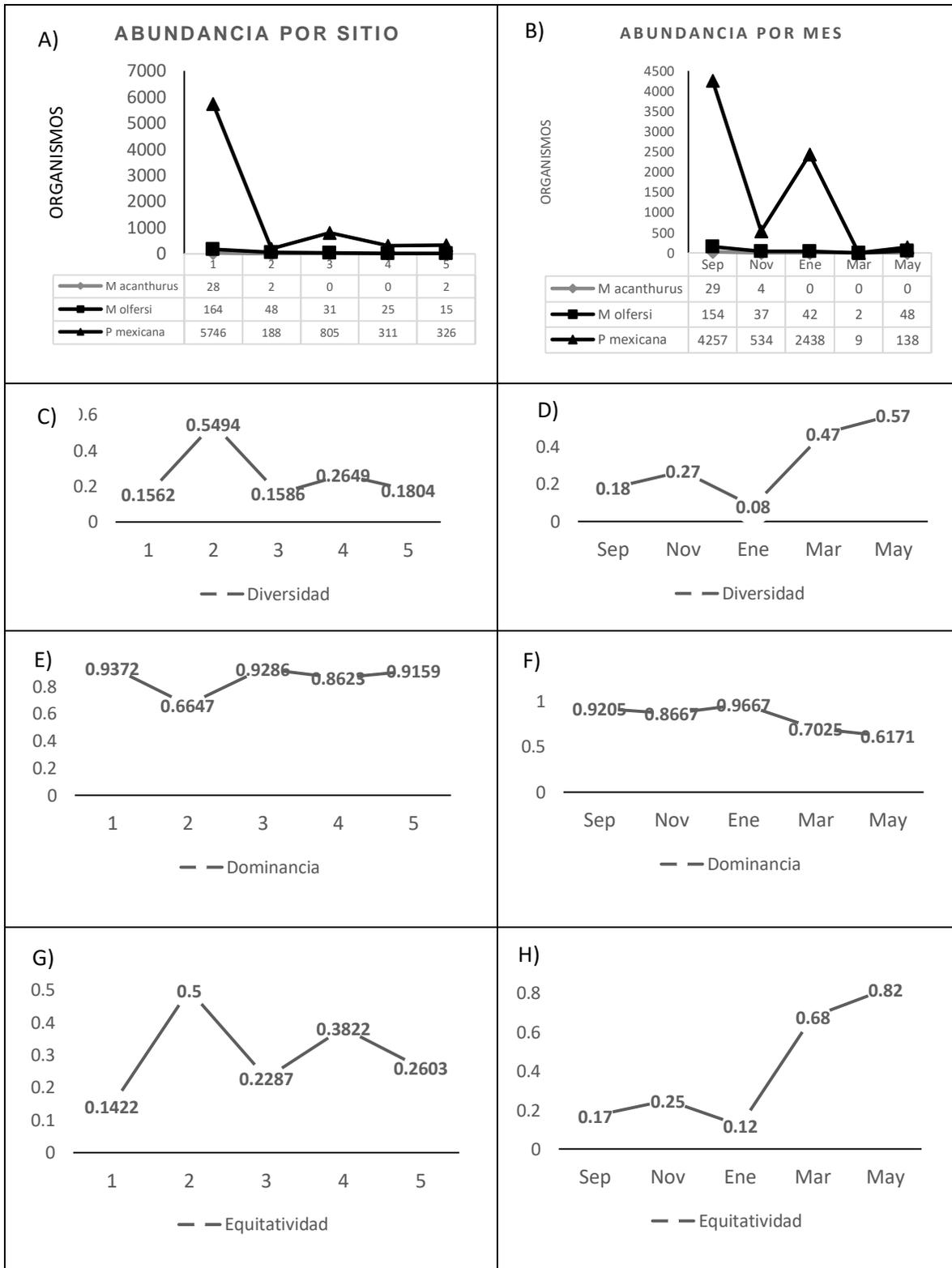


Fig. 11. A) Abundancia por sitio, B) Abundancia por mes, C) Diversidad por sitio, D) Diversidad por mes, E) Dominancia por sitio, F) Dominancia por mes, G) Equitatividad por sitio y H) Equitatividad por mes. En los puntos 1: ITBOCA, 2: ICIMAP, 3: Buque, 4: Venecia y 5: Estero, durante los meses: septiembre y noviembre del año 2018 y enero, marzo y mayo del año 2019.

## 8.2. Parámetros fisicoquímicos

Respecto a los parámetros fisicoquímicos se encontró que el valor promedio más alto de oxígeno disuelto se presentó en marzo con  $9.65 \pm 1.89 \text{ mg l}^{-1}$ , mientras que el valor menor se registró en noviembre con  $4.36 \pm 2.75 \text{ mg l}^{-1}$ . El valor promedio más alto de pH se presentó en enero con  $10.51 \pm 0.84$ , mientras el valor más bajo se registró en septiembre con  $8.71 \pm 0.28$ . La temperatura promedio osciló entre  $22.02 \pm 0.48 \text{ }^\circ\text{C}$  en enero a  $29.68 \pm 1.39 \text{ }^\circ\text{C}$  en mayo. Los sólidos disueltos totales presentaron una gran variación pues el valor promedio más alto fue de  $2993.5 \pm 2773.28 \text{ ppm}$  en noviembre, mientras que el más bajo fue de  $27.13 \pm 1.53 \text{ ppm}$  en mayo. La salinidad presentó el valor más alto en mayo con  $31.57 \pm 3.15 \text{ ups}$  y el valor más bajo fue en  $4.98 \pm 3.39 \text{ ups}$  en septiembre. La prueba de lambda de Wilks mostro que algunos de los conjuntos de datos de los parámetros no presentaban una distribución normal, por lo que se procedió a la aplicación del modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS).

De acuerdo con el modelo lineal general, considerando la concentración de oxígeno disuelto, tanto los sitios como meses de muestreo mostraron una relación positiva ( $r^2 = 0.682$ ) y significativa con los valores registrados ( $p < 0.001$ ). Así mismo, no se encontraron diferencias significativas entre los sitios de muestreo ( $p = 0.148$ ), pero sí entre los meses de muestreo ( $p < 0.001$ ). La prueba de Tukey mostro que los meses de septiembre y noviembre fueron los que presentaron diferencias significativas con enero, marzo y mayo ( $p < 0.05$ ).

Tabla 5. Parámetros fisicoquímicos registrados en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz. En los puntos 1: ITBOCA, 2: ICIMAP, 3: Buque, 4: Venecia y 5: Estero, durante los meses: septiembre y noviembre del año 2018 y enero, marzo y mayo del año 2019.

MUESTRA		PARÁMETROS DEL AGUA				
2018		DO mg L <sup>-1</sup>	pH	°C	tds ppm	salinidad
Septiembre	1	5.24	8.97	28.93	925	0.93
	2	3.2	8.23	30.77	912	0.91
	3	4.93	8.85	29.92	1949	2.17
	4	5	8.73	29.95	667.2	7.65
	5	4.3	8.75	20.23	1109	13.25
	promedio ± ds	4.53 ± 0.82	8.71 ± 0.28	27.96 ± 4.37	1112.44 ± 493.3	4.98 ± 3.39
Noviembre	1	8.19	10.72	22.17	5853	5.79
	2	0.67	8.72	29.75	4750	5.29
	3	3.19	9.13	27.71	4330	4.8
	4	4.85	9.45	25.83	17.29	21.71
	5	4.91	9.18	25.88	17.21	21.6
	promedio ± ds	4.36 ± 2.75	9.44 ± 0.76	26.27 ± 2.80	2993.5 ± 2773.28	11.84 ± 8.97
2019						
Enero	1	12.99	11.43	22.52	5448	6.19
	2	8.1	9.67	21.63	5527	6.29
	3	7.81	10.32	22.55	10.2	12.21
	4	6.25	9.8	21.62	26.3	34.73
	5	7.26	11.35	21.76	25.74	33.9
	promedio ± ds	8.48 ± 2.62	10.51 ± 0.84	22.02 ± 0.48	2207.45 ± 2094.40	18.66 ± 14.49
Marzo	1	10.21	9.15	24.21	5259	5.95
	2	12.66	9.21	24.27	6447	7.41
	3	8.18	9.17	24.61	13.35	16.34
	4	8.03	9.18	22.61	26.28	34.48
	5	9.17	9.18	22.76	26.73	35.35
	promedio ± ds	9.65 ± 1.89	9.18 ± 0.03	23.69 ± 0.93	2354.47 ± 2221.21	19.95 ± 14.32
Mayo	1	7.72	9.69	31.72	25.45	33.18
	2	10.68	9.33	30.57	26.76	33.68
	3	9.08	9.49	28.8	27.03	35.65
	4	8.44	9.56	28.58	26.76	35.78
	5	8.24	9.4	28.75	29.63	35.54
	promedio ± ds	8.83 ± 1.14	9.49 ± 0.14	29.68 ± 1.39	27.13 ± 1.53	31.57 ± 3.15

### 8.2.1. Oxígeno disuelto

De acuerdo con el modelo lineal general, considerando la concentración de oxígeno disuelto, tanto los sitios como meses de muestreo mostraron una relación positiva ( $r^2 = 0.682$ ) y significativa con los valores registrados ( $p < 0.001$ ). Así mismo, no se encontraron diferencias significativas entre los sitios de muestreo ( $p = 0.148$ ), pero sí entre los meses de muestreo ( $p < 0.001$ ). La prueba de Tukey mostro que los meses de septiembre y noviembre fueron los que presentaron diferencias significativas con enero, marzo y mayo ( $p < 0.05$ ) (Tabla 8).

Tabla 6. Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para el oxígeno disuelto en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz durante 2018 y 2019. a.  $r^2 = 0.743$ ,  $p = 0.05$

Origen	Oxígeno disuelto				
	SS	gl	MC	F	p
Modelo corregido	172.951	8	21.619	5.792	<0.001
Intersección	1345.276	1	1345.276	360.439	<0.0001
Sitios	29.359	4	7.340	1.967	0.148
Meses	143.592	4	35.898	9.618	<0.001
Error	59.717	16	3.732		
Total	1577.944	25			
Total corregido	232.669	24			

### 8.2.2. pH

El pH mostró que los sitios y los meses de muestreo mostraron una relación positiva ( $r_2 = 0.682$ ) y significativa con los valores registrados ( $p < 0.001$ ). Así mismo, se encontraron diferencias significativas entre los sitios ( $p = 0.039$ ) y los meses de muestreo ( $p < 0.001$ ). La prueba de Tukey evidenció que los sitios que presentaron diferencias significativas fueron ITBOCA con ICIMAP ( $p = 0.022$ ) y que enero se diferenció de marzo, mayo, septiembre y noviembre ( $p < 0.05$ ).

Tabla 7. Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para el pH en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz durante 2018 y 2019.  
 $r^2 = 0.768$ ,  $p = 0.05$ .

Origen	SS	gl	MC	pH	
				F	p
Modelo	11.285	8	1.411	7.436	0.000
corregido					
Intersección	2240.318	1	2240.318	11810.169	<0.001
Sitios	2.483	4	0.621	3.273	0.039
Meses	8.802	4	2.200	11.600	<0.001
Error	3.035	16	0.190		
Total	2254.638	25			
Total	14.320	24			
corregido					

### 8.2.3. Temperatura

La temperatura presentó una relación positiva ( $r^2 = 0.594$ ) y significativa ( $p = 0.002$ ) con los sitios y meses de muestreo, sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los sitios ( $p = 0.208$ ), pero sí entre los meses de muestreo ( $p < 0.001$ ). La prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre enero-mayo, enero-septiembre, marzo-mayo ( $p < 0.05$ ).

Tabla 8. Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para la temperatura en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz durante 2018 y 2019.  $r^2 = 0.729$ ,  $p = 0.05$

Temperatura					
Origen	SS	gl	Mc	F	p
Modelo	228.478	8	28.560	5.393	0.002
corregido					
Intersección	16801.344	1	16801.344	3172.723	<0.001
Sitios	35.200	4	8.800	1.662	0.208
Meses	193.278	4	48.319	9.125	0.000
Error	84.729	16	5.296		
Total	17114.551	25			
Total	313.207	24			
corregido					

#### 8.2.4. Sólidos disueltos

Los sólidos disueltos totales mostraron relación positiva ( $r^2 = 0.423$ ) y estadísticamente significativa ( $p = 0.023$ ) con los sitios y meses de muestreo, sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los meses ( $p = 0.13$ ) pero si entre los sitios ( $p = 0.015$ ). Con la prueba de Tukey se encontró que los sitios que presentaron diferencias significativas fueron Estero-ICIMAP, Estero-ITBOCA, Venecia-ICIMAP y Venecia-ITBOCA ( $p < 0.05$ ).

Tabla 9. Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para los sólidos disueltos totales en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz durante 2017 y 2018.  $r^2 = 0.615$ ,  $p = 0.05$ .

Sólidos disueltos					
Origen	SS	gl	MC	F	p
Modelo	84011962.859a	8	10501495.357	3.196	0.023
Modelo corregido					
Intersección	75602781.540	1	75602781.540	23.009	<0.001
Sitios	56536414.924	4	14134103.731	4.302	0.015
Meses	27475547.935	4	6868886.984	2.091	0.130
Error	52571919.656	16	3285744.979		
Total	212186664.055	25			
Total corregido	136583882.515	24			

### 8.2.5. Salinidad

La salinidad mostró una relación positiva ( $r^2 = 0.855$ ) y estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ) con los sitios y meses de muestreo. Este parámetro mostro diferencias significativas tanto entre sitios como entre meses ( $p < 0.001$ ). Las diferencias encontradas con la prueba de Tukey mostraron que los sitios ITBOCA-Estero, ITBOCA-Venecia, ICIMAP-Estero, ICIMAP-Venecia, Barco-Estero y Barco-Venecia ( $p < 0.05$ ).

Tabla 10. Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para la salinidad en la boca de comunicación del Río Jamapa, Boca del Río, Veracruz durante 2017 y 2018.  $r^2 = 0.904$ ,  $p = 0.05$ .

Salinidad					
Origen	SS	gl	MC	F	p
Modelo	4409.690a	8	551.211	18.735	<0.001
corregido					
Intersección	8426.506	1	8426.506	286.409	<0.001
Sitios	1668.034	4	417.009	14.174	<0.001
Meses	2741.656	4	685.414	23.297	<0.001
Error	470.739	16	29.421		
Total	13306.935	25			
Total	4880.429	24			
corregido					

Tabla 11. Modelo de mínimos cuadrados generalizados (GLS) para los factores ambientales

Factor ambiental	Relación positiva	Relación significativa	Diferencias significativas meses	Agrupaciones	Diferencias significativas sitios	Agrupaciones
DO mg/L	+ ( $r^2=0.682$ )	+ ( $p<0.001$ )	+ ( $p<0.05$ )	Sep – Nov / Ene - Mar – May	- ( $p=0.148$ )	
pH	+ ( $r^2=0.682$ )	+ ( $p<0.001$ )	+ ( $p<0.05$ )	Ene / Mar – May – Sep- Nov	+ ( $p=0.022$ )	1/2
Tds ppm	+ ( $r^2=0.423$ )	+ ( $p=0.023$ )	- ( $p=0.13$ )		+ ( $p< 0.05$ )	5/2, 5/1, 4/2, 4/1
Salinidad	+ ( $r^2=0.855$ )	+ ( $p<0.001$ )	+ ( $p<0.001$ )	Sep / Ene May/Ene-Mar	+ ( $p< 0.05$ )	1/5, 1/4, 2/5, 2/4, 3/5, 3/4
Temperatura	+ ( $r^2=0.594$ )	+ ( $p=0.002$ )	+ ( $p<0.001$ )	Ene / May Ene / Sep	- ( $p=0.208$ )	

### 8.3. Modelo lineal generalizado

Con el modelo lineal generalizado aplicado a la abundancia de *Potimirim mexicana* se observó que la variación de dicha abundancia es determinada por los registros en los sitios Barco, Estero e ICIMAP ( $p < 0.0001$ ). Así mismo, por enero, marzo, mayo y noviembre ( $p < 0.0001$ ) y por los cinco parámetros ambientales medidos ( $p < 0.05$ ). Considerando los meses de muestreo la variación de abundancia también es determinada por los registros en los sitios Barco, Estero e ICIMAP ( $p < 0.05$ ). Así mismo, por enero, mayo y noviembre ( $p < 0.0001$ ) y por los cinco parámetros ambientales medidos ( $p < 0.05$ ) (Tabla 12).

Los análisis realizados mostraron que las abundancias registradas para *Macrobrachium olfersi* fue determinada por los registros en los sitios Barco e ICIMAP ( $p < 0.0001$ ). Así mismo, por enero, mayo y noviembre ( $p < 0.0001$ ) y por los cinco parámetros ambientales medidos ( $p < 0.05$ ). Considerando los meses de muestreo la variación de abundancia también es determinada por los registros en los sitios Barco e ICIMAP ( $p < 0.05$ ). Así mismo, por enero, mayo y noviembre ( $p < 0.0001$ ) y por los cinco parámetros ambientales medidos ( $p < 0.05$ ) (Tabla 13).

Tabla 12. Modelo lineal generalizado para los datos de abundancia de la especie *M. offersi*. Sitios y meses de muestreo como variables y parámetros ambientales como covariantes.

<i>Macrobrachium offersi</i>							
	B	Desviación del error	Inferior	Superior	X <sup>2</sup> de Wald	gl	p
(Intersección)	75,895	10,0297	56,237	95,553	57,260	1	<0,001
Barco	-2,145	0,4679	-3,062	-1,228	21,024	1	<0,001
Estero	-1,039	0,3522	-1,729	-0,349	8,701	1	0,003
ICIMAP	-3,074	0,5614	-4,174	-1,974	29,990	1	<0,001
ITBOCA	-0,440	0,4721	-1,366	0,485	0,870	1	0,351
Venecia	0 <sup>a</sup>						
Enero	5,282	0,8278	3,659	6,904	40,713	1	<0,001
Marzo	0,724	1,2677	-1,761	3,209	0,326	1	0,568
Mayo	13,856	1,5062	10,904	16,808	84,625	1	<0,001
Noviembre	5,727	0,7677	4,223	7,232	55,656	1	<0,001
Septiembre	0 <sup>a</sup>						
Oxígeno disuelto mg L <sup>-1</sup>	5,568	1,4971	2,634	8,503	13,833	1	<0,001
pH	-4,404	0,5012	-5,386	-3,422	77,213	1	<0,001
Temperatura °C	-33,784	5,8686	-45,286	-22,282	33,140	1	<0,001
SDT ppm	-5,170	1,1896	-7,501	-2,838	18,886	1	<0,001
Salinidad	-0,086	0,0117	-0,109	-0,063	53,513	1	<0,001

a. Definido en cero porque este parámetro es redundante.

Tabla 13. Modelo lineal generalizado para los datos de abundancia de la especie *P. mexicana*. Sitios y meses de muestreo como variables y parámetros ambientales como covariantes.

<i>Potimirim mexicana</i>							
	B	Desviación del error	Inferior	Superior	X <sup>2</sup> de Wald	gl	p
(Intersección)	55,789	2,8584	50,186	61,391	380,943	1	<0,001
Barco	-3,610	0,2320	-4,065	-3,156	242,259	1	<0,001
Estero	0,372	0,1053	0,165	0,578	12,459	1	<0,001
ICIMAP	-6,076	0,2553	-6,577	-5,576	566,624	1	<0,001
ITBOCA	-0,183	0,2063	-0,588	0,221	0,791	1	0,374
Venecia	0 <sup>a</sup>						
Enero	10,218	0,3473	9,537	10,899	865,776	1	<0,001
Marzo	4,121	0,5255	3,091	5,151	61,496	1	<0,001
Mayo	10,117	0,4646	9,206	11,027	474,200	1	<0,001
Noviembre	6,000	0,2395	5,531	6,470	627,575	1	<0,001
Septiembre	0 <sup>a</sup>						
Oxígeno disuelto mg L <sup>-1</sup>	2,128	0,4152	1,314	2,942	26,259	1	<0,001
pH	-4,573	0,1898	-4,945	-4,201	580,180	1	<0,001
Temperatura °C	-28,323	1,7689	-31,790	-24,856	256,356	1	<0,001
SDT ppm	0,773	0,3967	-0,005	1,550	3,793	1	0,049
Salinidad	-0,075	0,0030	-0,081	-0,069	643,997	1	<0,001

a. Definido en cero porque este parámetro es redundante.

#### 8.4. Análisis de componentes principales

Con el análisis de componentes principales se obtuvo el agrupamiento de los sitios de muestreo y se formaron fundamentalmente dos grupos: por un lado, los sitios Barco, Venecia y Estero y por el otro los sitios del ITBOCA e ICIMAP. Se encontró que con el agrupamiento de los meses se forman dos grupos, el primero con septiembre y noviembre y el segundo grupo a enero, marzo y mayo. La suma de la varianza de los dos primeros componentes principales fue de 78.761 %. De acuerdo con los eigenvectores, el primer componente es explicado por el pH, Temperatura y sólidos disueltos totales, mientras que el segundo componentes es explicado por el Oxígeno disuelto y la salinidad.

Tabla 14. Análisis de componentes principales. Eigenvalores y porcentaje de explicación de la varianza del agrupamiento de los sitios de muestreo utilizando los parámetros ambientales como variables explicativas.

Componente	Eigenvalor	% varianza
1	2.20484	44.097
2	1.73322	34.664
3	0.580933	11.619
4	0.317071	6.3414
5	0.16393	3.2786

Tabla 15. Análisis de componentes principales. Eigenvectores del agrupamiento de los sitios de muestreo utilizando los parámetros ambientales como variables explicativas.

Parámetro	Componente 1	Componente 2
Temperatura °C	0.5918	-0.1575
SDT ppm	0.5272	0.2447
pH	-0.5927	-0.09523
Salinidad	0.1434	-0.6339
Oxígeno disuelto mg L <sup>-1</sup>	-0.001904	0.7102

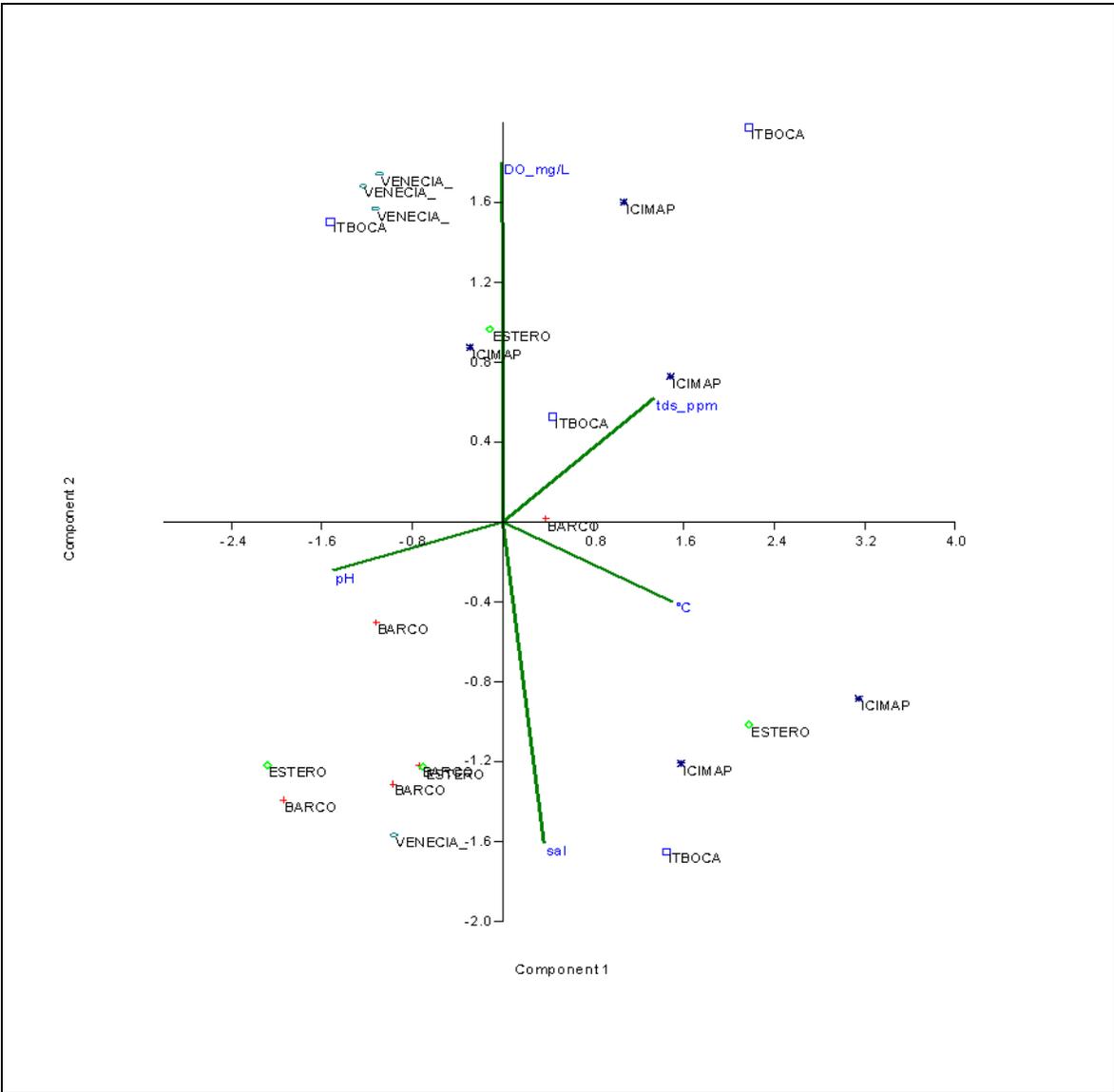


Fig. 12. Análisis de componentes principales. Agrupamiento de los sitios de muestreo utilizando los parámetros ambientales obtenidos en los puntos 1: ITBOCA, 2: ICIMAP, 3: Buque, 4: Venecia y 5: Estero, durante los meses: septiembre y noviembre del año 2018 y enero, marzo y mayo del año 2019.

Tabla 16. Análisis de componentes principales. Eigenvalores y porcentaje de explicación de la varianza del agrupamiento de los meses de muestreo utilizando los parámetros ambientales como variables explicativas.

Componente	Eigenvalor	% varianza
1	2.20484	44.097
2	1.73322	34.664
3	0.580933	11.619
4	0.317071	6.3414
5	0.16393	3.2786

Tabla 17. Análisis de componentes principales. Eigenvectores del agrupamiento de los meses utilizando los parámetros ambientales como variables explicativas.

Parámetro	Componente 1	Componente 2
SDT ppm	0.5272	0.2447
Temperatura °C	0.5918	-0.1575
pH	-0.5927	-0.09523
Salinidad	0.1434	-0.6339
Oxígeno disuelto mg/L	-0.001904	0.7102

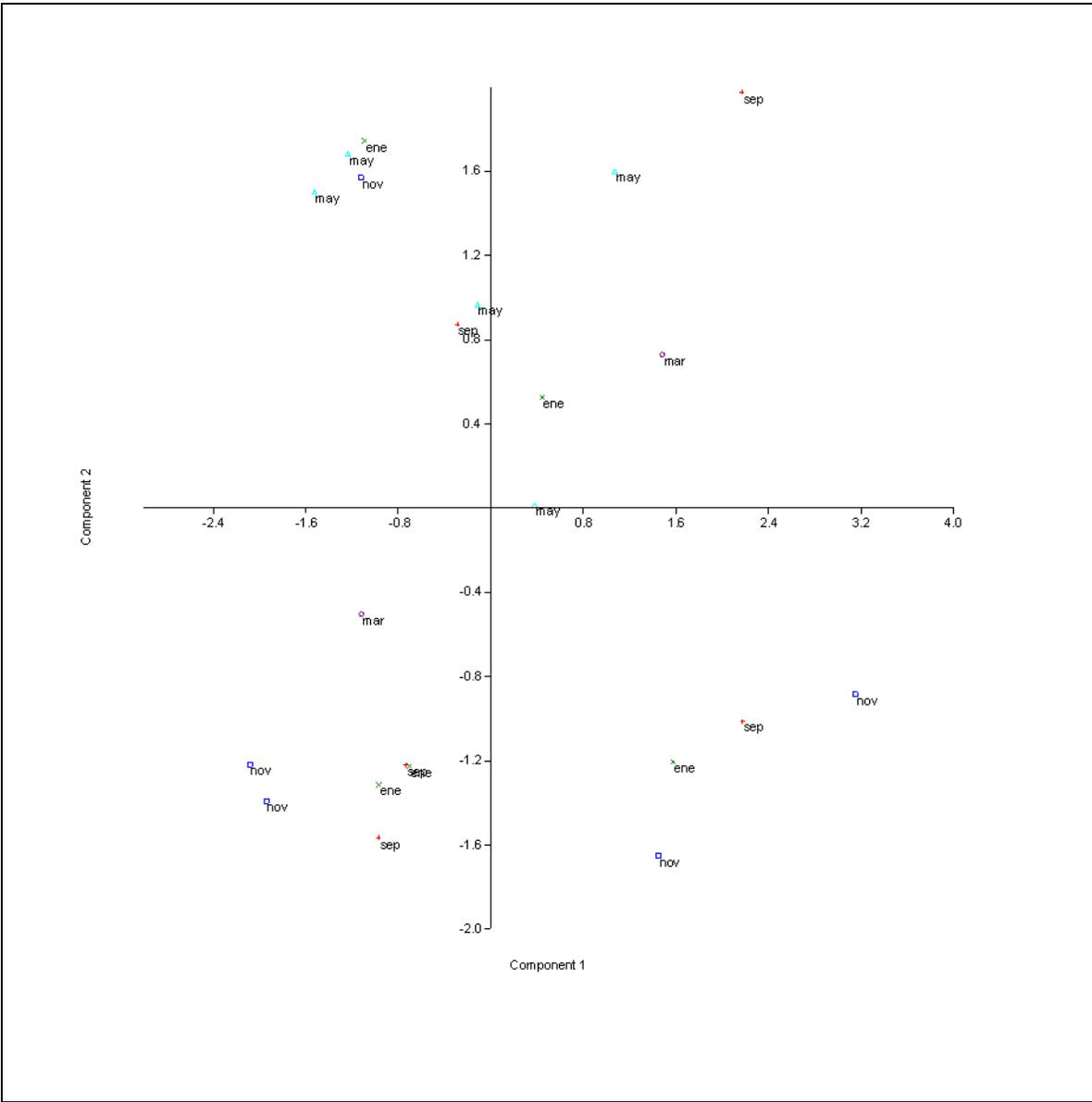


Fig. 13. Análisis de componentes principales. Agrupamiento de los meses de muestreo utilizando los parámetros ambientales como variables explicativas.

## 9. Discusión

### 9.1. Taxonomía

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto a la estructura de la comunidad de camarones pertenecientes al Infraorden: Caridea, en el estuario: Boca del Río, del Río Jamapa, Veracruz, se registraron organismos pertenecientes a las familias Atyidae y Palaemonidae las cuales según De grave (2008) son las familias con mayor número de especies de camarones carideos, estos organismos estuvieron asociados a ambientes de agua salobre con poca profundidad a nivel mundial, concordando con lo reportado por el mismo autor.

### 9.2. Ecología

Se observó que la acumulación de especies fue mayor durante las estaciones climáticas catalogadas como: lluvias y frente frío, la acumulación de especies observada, en estas estaciones climáticas, concuerda con el comportamiento reportado por Vázquez *et al.* (2015) quienes demostraron que organismos en estadios larvales pertenecientes a la especie *Palaemon macrodactylus* (Rathbun, 1902) miembros del infra orden Caridea, tienen una gran plasticidad fisiológica y de desarrollo, permitiendo a estos organismos a pasar por más estadios larvales cuando las condiciones ambientales son adversas, como niveles de salinidad bajos (12) con temperaturas bajas (20 °C) ya que provocan costos metabólicos, resultando individuos juveniles pequeños que tienen que permanecer por más tiempo en el estuario. La tolerancia a rangos menores de salinidad ha sido documentada también para tres especies de palaemonidos: *Palaemon serratus*, *P.*

*longirostris* y *Palaemonetes varians* (Antonopolou y Emson, 1989) de los cuales solo *P. varians* es capaz de alcanzar el estadio juvenil en condiciones estuarinas y las otras dos especies requieren condiciones marinas para lograr la metamorfosis. Lo cual podría indicar que la mayor acumulación de especies encontradas en las estaciones catalogadas como lluvias y frente frío, se debe a que los organismos encontrados en el presente estudio, pertenecientes a la especie *P. mexicana* en los estadios larvales toleran rangos de menor salinidad y temperatura para completar su metamorfosis al estadio juvenil, ya que las especies que pertenecen a esta familia De Grave (2008) mencionó que se han registrado casos en los que eclosionan con características de etapa postlarval, eliminando parte del desarrollo larval mientras que los organismos pertenecientes a la especie *M. acanthurus* y *M. offersi* probablemente necesitan condiciones marinas para completar la metamorfosis.

Los cambios registrados en los factores ambientales registran las fechas probables de migraciones entre el estuario y las aguas marinas para este caso específico, por lo que la disminución de las abundancias registradas en los meses de enero, marzo y mayo nos indican los meses en los que los organismos se encuentran sujetos a los estímulos ambientales mencionados por King y Butler (1985) quienes determinaron aspectos vitales dentro de la historia de vida de cada organismo, como: éxito reproductivo efectivo de un organismo ya que influyen en: la edad de primera reproducción, esperanza de vida, duración de la temporada de reproducción, la cantidad de huevos y tamaño de puesta.

### 9.3. Hábitat

La supervivencia de los organismos que se encuentran en esta etapa en el estuario es importante para la abundancia submareal de las etapas tardías, debido a que existe una relación positiva entre la producción estimada de subadultos de los sitios de cría poco profundos y el regreso de los camarones durante el otoño, invierno y primavera (Hatfield, 1985) por lo que las abundancias obtenidas en el presente estudio permiten conocer que la población de *P. mexicana* es más abundante que las otras dos especies en el estuario, pero muy probablemente también fuera del estuario, en aguas más profundas.

#### 9.3.1. Variaciones en la abundancia por temperatura y salinidad del hábitat

Hatfield (1985) demostró que la temperatura afecta a la distribución de los adultos durante el invierno, mientras que la salinidad es más importante durante el verano; factores ambientales a los que en el presente estudio se correlacionaron los valores de abundancias; ya que conforme los camarones van completando su ciclo de vida toleran en menor grado los niveles bajos de salinidad, aunque algunos organismos han desarrollado la capacidad de tolerar niveles altos y bajos de salinidad.

En nuestro estudio la estructura completa de la comunidad completa no se presentó en los registros más altos de temperatura promedio, durante la primavera en el mes de mayo  $29.68 \pm 1.39$ , ni en los registros más bajos de temperatura promedio, en invierno durante el mes de enero  $22.02 \pm 0.48$  y primavera en el mes de marzo  $23.69 \pm 0.93$ ; sino que la estructura completa solo se presentó en los valores

obtenidos en verano en el mes de septiembre  $27.96 \pm 4.37$  y otoño durante el mes de noviembre  $26.27 \pm 2.80$ , mostrando que existe una selección en el rango de temperatura que los organismos de esta etapa toleran y en los meses que se colecto durante el verano la temperatura parece ser determinante para que los organismos habiten en el estuario, además de indicar las fechas en las que termina una etapa de desarrollo de su vida y comienza la migración fuera del estuario.

### 9.3.2. Factores biológicos del hábitat

King y Butler (1985) mencionaron que la depredación en los adultos disminuye conforme sus hábitos son de mayores profundidades, permitiendo a las especies que habitan en aguas más profundas tener una extendida esperanza de vida que a su vez incrementa su esfuerzo reproductivo, pero también existe un costo en la supervivencia, ya que representa un aumento en el riesgo de la mortalidad parental, con el aumento de la producción reproductiva. La edad específica de mortalidad en aguas profundas de los camarones no se sabe, pero existe evidencia que la depredación en los adultos aumenta en las laderas exteriores menos profundas de los arrecifes. La colecta por trampas de manera extensiva sugiere que el número de especies y el total de biomasa potencial, disminuyen al incrementar la profundidad y la distancia del arrecife, ya que las especies de camarones en aguas más profundas parecen ser más longevas, estas aumentan el tiempo de posible reproducción si aumentan su distribución en la profundidad; sin embargo para las larvas planctónicas el movimiento en la columna de agua, disminuye la probabilidad de la supervivencia debido al incremento de la distancia que se necesitan mover y

el incremento del tiempo utilizado en el cuerpo de agua, una estrategia para compensar los riesgos de aguas profundas es la producción de huevos más grandes.

La producción de un gran número de huevos es de menor importancia que la producción de huevos más grandes en cuanto a la oportunidad de supervivencia ya que el riesgo de la mortalidad de las larvas, particularmente si es irregular en el tiempo, puede ser compensado por un esfuerzo reproductivo mayor; son otros factores como la capacidad de alimentarse de camarones más grandes en situaciones de falta de alimento disponible en mar profundo y los requerimientos de la dispersión de las larvas, lo que puede aumentar la importancia ecológica de ciertas especies. En nuestro estudio los organismos que son conocidos por tener hábitos alimentarios carnívoros mostraron abundancias de larvas menores que los organismos que dependen del alimento que se encuentre disponible en la columna de agua, el esfuerzo reproductivo que mostraron las especies que han desarrollado la capacidad de depredar puede ser menor, en cuanto el número de larvas se refiere, ya que las especies filtradoras se encuentran expuestas a una menor probabilidad de supervivencia, indicando también una probable menor longevidad de estos organismos, debido a que el esfuerzo reproductivo máximo es un comportamiento característico de especies con una esperanza de vida corta.

Los camarones han sido descritos por muchos investigadores como omnívoros que se alimentan de una amplia variedad de organismos bentónicos incluyendo grandes

cantidades de detritus y arena. Algunas especies han mostrado obtener nutrientes del detritus y de las bacterias asociadas a este; otras especies son exclusivamente carnívoras. La abundancia de carnívoros o detritívoros estará regulada por la disponibilidad de alimento, algunos camarones se alimentan de la micro fauna bentónica y epibentónica más abundante como: amphipodos, misidos, bivalvos, foraminíferos, isópodos, poliquetos y camarones (Hatfield, 1985; Guerao, 1995).

#### 9.4. Contaminación

Los estudios para catalogar la calidad ambiental son diversos, con diferentes metodologías, un ejemplo es el de Shafirina *et al.* (2018) quienes mencionan que la contaminación alrededor de los estuarios estudiados detectó mayores niveles de contaminación en estaciones cercanas a las áreas urbanas, vertidos industriales, y efluentes de cría de camarón. Por lo tanto, los resultados demostraron claramente que la exposición a trazas de metales y sedimentos enriquecidos orgánicamente de estas estaciones causaron impactos ambientales adversos en comparación con las estaciones de bajo impacto.

Otro ejemplo de estudios de hábitats, es el aporte de Cabral-Tena *et al.* (2019) que evalúa las concentraciones de Cu y Pb biodisponibles en los sedimentos del sistema fluvial Jamapa-Atoyac, que nos señala un sistema no contaminado, de acuerdo a los estándares que marcan las regulaciones mexicanas, sin embargo, algunas estaciones de muestreo que se localizaban después de la ciudad de Córdoba y Miguel Alemán, mostraron una mayor concentración de Cu y Pb. La utilización de

organismos como biomarcadores o bioindicadores de ciertos niveles en los parámetros fisicoquímicos en algunos hábitats, podrían permitir la predicción que indiquen zonas de alta abundancia y diversidad de peces, a futuras épocas de pesca, basadas en picos de crecimiento en las poblaciones de organismos que se encuentran en los primeros niveles de las redes tróficas marítimas, como los camarones carideos, organismos que en el presente estudio demostraron que bajo condiciones óptimas para la reproducción se registraron crecimientos importantes en el número de organismos colectados en ciertas épocas; además de las predicciones; la importancia de los estudios que relacionan factores fisicoquímicos y ecológicos, permite también evaluar la calidad del hábitat, no solo para los recursos que el humano aprovecha, sino que también evalúan los niveles de contaminación, basado en afectaciones en los comportamientos de las poblaciones de organismos que utilizan los hábitats para el desarrollo de sus actividades y no en normas gubernamentales.

La evaluación periódica de estos niveles de los factores fisicoquímicos, y su relación con los datos ecológicos de las comunidades, fortalecerá los datos que permitirán desarrollar predicciones más certeras y también proveerán de información del estado de calidad ambiental de un sitio determinado.

#### 9.5. Registros de factores ambientales que modifican biomas

En el presente estudio se concuerda con la investigación de Alon y Stancyk 1982 ya que las variaciones en el patrón de vida de las tres especies estudiadas fueron

correlacionadas con cambios en los niveles de los factores ambientales del estuario, aun cuando los aspectos de reproducción de las especies no formaron parte de los objetivos del presente estudio, se confirma la flexibilidad en las épocas de reproducción de algunas especies, debido a la permanencia en los registros de larvas y postlarvas de *P. mexicana*, lo que sugiere una época de reproducción con mayor amplitud de las especies del estuario.

Los resultados presentados, concuerdan con lo reportado por Costa *et al.* 2004, ya que la temperatura mostro ser un factor determinante que señala finales de temporadas de permanencia en el estuario para los organismos, indicándoles el inicio de movimientos migratorios.

En el estudio realizado por Parisi 1919, menciona que: la restricción en los periodos de eclosión de los camarones carideos por temperaturas bajas puede ser común en los subtropicos mientras las eclosiones perennes son probablemente típicas de las regiones tropicales. Veracruz se encuentra en el inicio de la zona tropical, por lo que la presencia de las larvas de *P. mexicana* en todos los meses estudiados confirma el comportamiento predicho por Parisi para poblaciones tropicales y el comportamiento de las demás especies encontradas es típico de organismos que habitan en los subtropicos, por lo que el estuario marca un sitio en donde se da una diferencia de comportamiento, ya que se registró comportamiento tropical y subtropical en un mismo sitio.

Gladics *et al.* a través de la utilización de depredadores de diversos taxas realizaron aportes al conocimiento de las dinámicas de la cadena alimenticia ya que asociaron los cambios en los niveles de los factores ambientales oceánicos a la composición

de las dietas de cuatro organismos depredadores de distintos hábitos territoriales. Las modificaciones registradas en las dietas pueden indicar cambios nutricionales que afecten la historia de vida de los depredadores, quienes en ocasiones representan recursos aprovechados por el hombre. La composición de la dieta puede ser interpretada como una muestra del contenido de la biota estuarina, indicando un cambio en la estructura de la comunidad. La investigación presente registra variaciones similares en la estructura de la comunidad por lo que podríamos sugerir que los niveles superiores de la cadena trófica de Boca del Río, Veracruz fueron afectados.

## 10 Conclusión

### 10.1 Modificaciones en la estructura de la comunidad

Se registraron tres modificaciones en la estructura de la comunidad de camarones en estadios larvales y juveniles pertenecientes al Infraorden: Caridea, estuvieron ausentes dos de las tres especies que conforman la estructura de la comunidad. Estuvieron relacionadas a la temperatura, mostrando preferencia de los 26.27 °C a los 27.96 °C; al oxígeno disuelto mostrando preferencia de:  $4.36 \pm 2.75$  a  $4.53 \pm 0.82$  y a la salinidad mostrando preferencia de:  $4.98 \pm 3.39$  a  $11.84 \pm 8.97$ .

### 10.2 Composición de la estructura

La estructura total de la comunidad de camarones carideos en el estuario de Boca del Río está compuesta por 7692 organismos, pertenecientes a tres especies: *Macrobrachium acanthurus* (33), *Macrobrachium olfersi* (283) y *Potimirin mexicana* (7376).

### 10.3 Dinámica de los factores ambientales

El oxígeno disuelto no mostro diferencias entre los sitios de muestreo; los meses: septiembre y noviembre fueron diferentes a enero, marzo y mayo. La temperatura no mostró diferencias entre los sitios de muestreo; el mes de enero fue diferente a mayo y septiembre. El factor pH sí mostro diferencias entre el sitio 1 y 2; el mes de enero fue diferente al resto de los meses. Los sólidos disueltos en el sitio 5 y 4 mostraron ser diferentes al sitio 1 y 2; no mostraron diferencias entre los meses. La

salinidad, en el sitio 1, 2 y 3 mostro ser diferente al sitio 4 y 5; el mes de septiembre fue diferente que enero y el mes de mayo diferente que enero y marzo.

#### 10.4 Relación entre los factores ambientales y la estructura de la comunidad

Las abundancias de *Potimirin mexicana* fueron modificadas por los valores de los factores ambientales monitoreados en los sitios: Barco, Estero e ICIMAP ( $p < 0.0001$ ); y en los meses: enero, marzo, mayo y noviembre ( $p < 0.0001$ ). Las abundancias de *Macrobrachium offersi* fueron modificadas por los valores de los factores ambientales monitoreados en los sitios: Barco e ICIMAP ( $p < 0.0001$ ).; y en los meses: enero, mayo y noviembre ( $p < 0.0001$ ).

## 11. Referencias

Abele, L. G. y W. Kim, 1989. The decapod crustaceans of the Panama Canal. *Smithson. Contributions to Zoology*, 482:1-50.

Alon, N., y Stancyk, N. E. 1982. Variation in life-history patterns of the grass shrimp *Palaemonetes pugio* in two South Carolina estuarine systems. *Marine Biology*, 68(3), 265-276.

Alonso-Reyes, M. P., J. L. Bortolini y F. Álvarez. 2010. Análisis discriminante aplicado a los grupos sexuales de *Potimirim mexicana*, camarón hermafrodita protándrico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81: S187-S192.

Álvarez, F., J. L. Villalobos y R. Robles. 1999. Lista y comentarios sobre los crustáceos decápodos de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Serie Zoología*, 70(1): 1- 27pp.

Álvarez, F., J. L. Villalobos y S. Cházaro-Olvera. 2011. Camarones y cangrejos dulceacuícolas y marinos (Crustacea: Decapoda). En A. Cruz-Angón, F.G. Lorea-Hernández, V. Hernández-Ortiz y J. E. Morales-Mavil (Eds. y comps.). *La biodiversidad en Veracruz. Estudio de estado. Diversidad de especies: conocimiento actual* (v. II, pp. 287-293). México, D. F. CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología.

Barnes, D.R. 1986. Zoología de los Invertebrados. 4a. ed. Editorial Interamericana McGraw Hill. México 1156 p.

Boltovskoy, D. 1999. Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero – INIDEP. Mar de Plata, Argentina 936 p.

Bowles, D. E., K. Aziz, y C. L. Knight. 2000. *Macrobrachium* (Decapoda:Caridea: Palamonidae) in the contiguous United States: a review of the species and the assessment of the threats to their survival. *Journal of Crustacean Biology*, 20, 158–171.

Bravo-Nuñez E. y A. Yáñez- Arancibia. 1979. Ecología en la Boca de Puerto Real, Laguna de Términos. Descripción del Área y Análisis estructural de las comunidades de peces. *Anales del Centro Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*, 6(1): 125-182.

Bullard, S. G. 2003. Larvae of anomuran and brachyuran crabs of North Carolina. A guide to the described larval stages of anomuran (Families: Porcellanidae, Albuneidae, and Hippidae) and brachyuran crabs of North Carolina, U.S.A. (Crustaceana monographs, 1). Leiden, The Netherlands: Brill. 142 p.

Cabral-Tena, R. A., A. Córdova, F. López-Galindo, A. A. Morales-Aranda, Reyes-Mata, A., Soler-Aburto, A., y Horta-Puga, G. 2019. Distribution of the bioavailable

and total content of copper and lead, in river sediments of the Jamapa-Atoyac fluvial system, Mexico. *Environmental monitoring and assessment*, 191(4), 214.

Charnov, E. L. 1982. *The theory of sex allocation*. Princeton University Press, Princeton, 355 pp.

Cházaro-Olvera, S. 1996. Descripción de megalopas de las especies *Callinectes sapidus* Rathbun, *C. similis* William, *C. gracilis* (Sausuure) de la boca de la Laguna Camaronera, Alvarado, Ver. Tesis de Maestría. . Univ. Nal. Autón. México. Pp. 113.

Cházaro-Olvera, S., I. Winfield y V. Coria-Olvera. 2009. Transport of *Farfantepenaeus aztecus* postlarvae in three lagoon-system inlets in the southwestern Gulf of Mexico. *Crustaceana*. 82 (4): 425-437.

Cházaro-Olvera, S., A. Rocha-Ramírez, A. Ramírez-Rojas, H. Vázquez-López y R. Chávez López. 2007. Recruitment of *Callinectes sapidus* rathbun 1896 megalopae from three southwestern Gulf of Mexico lagoon-system inlets, *International Journal of Zoological Research*, 3(3): 145-156.

Cházaro-Olvera, S., I. A. Windfield, M. Ortiz-Touzet, M. L. Jiménez-Badillo y M. A. Lozano-Aburto. 2014. Larvas zoeas de cangrejos (Crustacea, Decapoda, Brachyura) del estado de Veracruz, México. Claves de indentificación. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tlalnepantla Estado de México, México. 68 p.

Costa, R. C., Fransozo, A., y Pinheiro, A. P. 2004. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888)(Decapoda: Penaeoidea) in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 529(1-3), 195-203.

Crisci, J. V. y M. F. L Armengol. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington: OEA, Serie de Biología, Monografía 26: 1-132.

De Grave, S., Y. Cai y A. Anker. 2008. Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. In *Freshwater Animal Diversity Assessment* (pp. 287-293). Springer, Dordrecht.

Dittel, R.A. y C. E. Epifanio, 1982. Seasonal Abundance and Vertical Distribution of Crab Larvae in Delawere Bay. *Estuaries*, 5(3):197-202.

Downs, C. A., Fauth, J. E. y C. M. Woodley. 2001. Assessing the health of grass shrimp (*Palaeomonetes pugio*) exposed to natural and anthropogenic stressors: a molecular biomarker system. *Marine Biotechnology*, 3(4), 380-397.

Dudgeon, D. 1985. The population dynamics of some freshwater carideans (Crustacea: Decapoda) in Hong Kong, with special reference to *Neocaridina serrata* (Atyidae). *Hydrobiologia*, 120(2), 141-149.

Epifanio, C. E. 1988. Transport of invertebrate larvae between estuaries and continental shelf. *American Fisheries Society Symposium*, 3:104-114.

Epifanio, C. E., C. C. Valente y A. E. Penbroke. 1984. Dispersal and recruitment in blue crab larvae in Delaware Bay, USA. *Estuarine Coastal Shelf Science*, 18:1-12.

Fuentes-Mariles, O. A., V. Franco, F. Luna-Cruz, L. Vélez-Morales y H. L. Morales-Rodríguez. 2014. Caracterización fluvial e hidráulica de las inundaciones en México convenio CNA-SGT-GASIR-09/2014 organismo de cuenca X Golfo centro ciudad de Veracruz, Veracruz ríos Jamapa y Cotaxtla. Comisión Nacional del Agua e Instituto de Ingeniería, UNAM.

García, K. I. 1995. Análisis comparativo de Parámetros ecológicos del género *Callinectes* (Decapoda: Portunidae) en el complejo lagunar de Alvarado. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM.

Gasca-Leyva, J., C. Martínez-Palacios y L. Ross. 1991. The respiratory requirements of *Macrobrachium acanthurus* (Weigman) at different temperatures and salinities. *Aquaculture*, 93(2): 191-197.

Gladics, A. J., Suryan, R. M., Brodeur, R. D., Segui, L. M., y Filliger, L. Z. 2014. Constancy and change in marine predator diets across a shift in oceanographic conditions in the Northern California Current. *Marine biology*, 161(4), 837-851.

Guerao, G. 1995. Locomotor activity patterns and feeding habits in the prawn *Palaemon xiphias* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) in Alfacs Bay, Ebro Delta (northwest Mediterranean). *Marine Biology*, 122(1), 115-119.

Harmer, Ø., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4(1):9.

Hatfield, S. E. 1985. Seasonal and interannual variation in distribution and population abundance of the shrimp *Crangon franciscorum* in San Francisco Bay. In *Temporal Dynamics of an Estuary: San Francisco Bay* (pp. 199-210). Springer, Dordrecht.

Hasegawa, Y., A. Okuno y H. Nagasawa. 2002. Immunohistochemical study of androgenic gland hormone: localization in the male reproductive system and species specificity in the terrestrial isopods. *General and Comparative Endocrinology*, 125: 218-225.

Hermoso, M., y F. Alvarez. 2005. *Synalpheus lani*, a new species from the Mexican Pacific (Crustacea: Caridea: Alpheidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 118(3), 522-527.

Ideguchi, K., Hamano, T., y Nakata, K. 2007. Timing of egg hatch of amphidromous freshwater shrimps in a small river (the Nishida River), western Japan. *Fisheries science*, 73(4), 961-963.

Ismael, D. y G. Moreira. 1997. Effect of temperature and salinity on respiratory rate and development of early larval stages of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae). *Comparative Biochemistry & Physiology A*, 118(3): 871-876.

King, M. G., y A. J. Butler. 1985. Relationship of life-history patterns to depth in deep-water caridean shrimps (Crustacea: Natantia). *Marine biology*, 86(2), 129-138.

Lankford R. R 1977. Coastal lagoons of México. Their Origen and classification. *Estuarine Process*. 2: 182- 215.

Luckenbach, M. W. y R. W. Orth. 1992. Swimming velocities and behavior of blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) megalopae in still and flowing water. *Estuaries* 15: 186-192.

Magurran A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Chapman & Hall, London. 179 pp.

Martin, J. W., J. Olesen, y J. T. Høeg, 2014. Atlas of Crustacean Larvae. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 370 p.

Martínez, M., R. Román y A. Martínez. 2004. Growth of freshwater shrimp *Potimirim glabra* (Kingsley, 1878) (Crustacea: Decapoda: Atyidae) in the Coyuca River, Guerrero, México. In: M.E. Hendrickx (ed.). Contribuciones al estudio de los crustáceos del Pacífico Este 3. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, pp. 189-197.

McConnaughey, H. B. 1974. Introducción a la Biología Marina. Acribia. Zaragoza, España. 7-8, 103-104, 132- 136 pp.

Medellín-Mora, J., N. H. Campos, A. Franco-Herrera y J. C. Jaimes. 2009. Taxonomía de larvas zoea de crustáceos decápodos en el área nororiental del Mar Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras- INVEMAR, 38(2): 55-73.

Moreira, G. S., J. McNamara y P. Moreira. 1982. The effect of salinity on the metabolic rates of some palaemonid shrimp larvae. Aquaculture, 29(1-2): 95-100.

Paula, J. 1996. A key and bibliography for the identification of zoeal stages of brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura) from the Atlantic coast of Europe. Journal of Plankton Research, 18: 17-27.

Pessani, D., T. Tirelli y S. Flagella. 2004. Key for the identification of mediterranean brachyuran megalopae. *Mediterranean Marine Science*, 5 (2): 53-64.

Ruiz, D. M. F. 1992. Recursos pesqueros de las costas de México. 2<sup>da</sup>.ed Editorial Limusa Mex. 208 p.

Sandifer, P.A. 1975. The role of pelagic larvae in recruitment to populations of adult decapod crustaceans in the York River estuary and adjacent lower Chesapeake Bay, Virginia. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 3:269-279.

Sokal, R. R. y F. J. Rohlf 2012. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. New York: W. H. Freeman; p. 937.

Sharifinia, M., M. Taherizadeh, J. I. Namin, y E. Kamrani, 2018. Ecological risk assessment of trace metals in the surface sediments of the Persian Gulf and Gulf of Oman: Evidence from subtropical estuaries of the Iranian coastal waters. *Chemosphere*, 191, 485-493.

Sulkin, S. D. y C. E. Epifanio. 1986. Natural regulation of juvenile recruitment in the blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) and its consequences for sampling and management strategy. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 92:117-123.

Torati, L., S. de Grave, T. Page y A. Anker. 2011. Atyidae and Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Caridea) of Bocas del Toro, Panama. Check List, 7(6): 798-805.

Vázquez, M. G., C. C. Bas, M. Kittlein y E. D. Spivak. 2015. Effects of temperature and salinity on larval survival and development in the invasive shrimp *Palaemon macrodactylus* (Caridea: Palaemonidae) along the reproductive season. Journal of sea research, 99, 56-60.

Villalobos, F.A. 1959. Contribución al conocimiento de los Atyidae de México (Crustacea, Decapoda). Estudio de algunas especies del género *Potimirim* (=Ortmania) con descripción de una especie de Brasil. Anales del Instituto de Biología, UNAM, 30: 269-330.

Villalobos-Figueroa, A. 1969. Problemas de especiación en América de un grupo de Palaemonidae del género *Macrobrachium*. En M. N. Mistakidis(Ed.), Actas de la conferencia científica mundial sobre biología y cultivo decamarones y gambas (pp. 1055-1066). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Villalobos-Figueroa, A. 1982. Decapoda. En S. H. Hulbert y A. Villalobos(Eds.), Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies (pp.215–239). San Diego: San Diego State University, California, EUA.

Yáñez-Arancibia, A. 1986. Ecología de la zona costera. AGT Editor, S.A. México.  
Pp 189.

Zuur, A. F., Ieno E. N. y Smith G. M. 2007. Analysing ecological data. Springer, New  
York; London.

Anexo 1. Fotografías

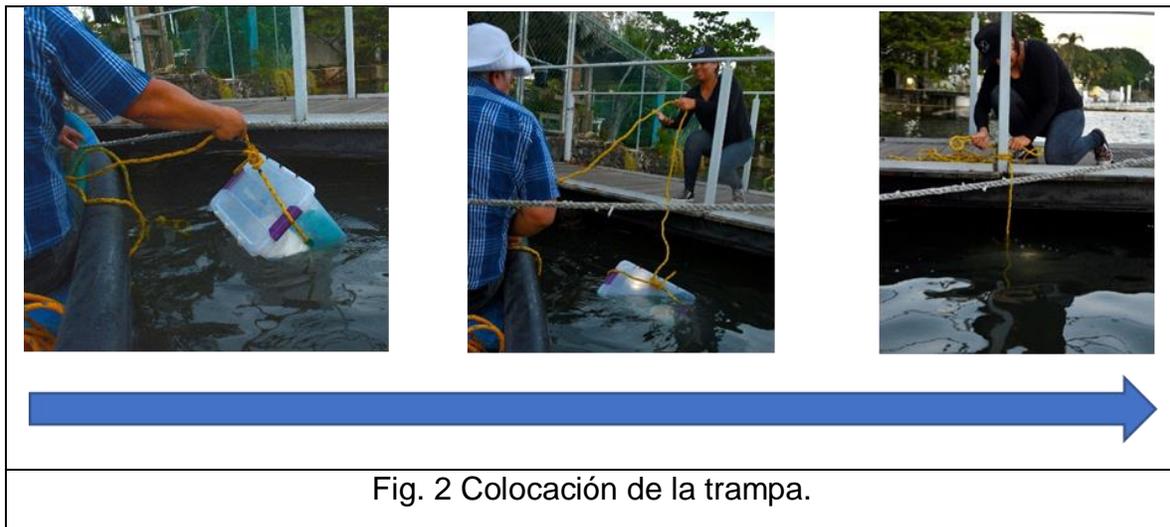




Fig. 3 Recolecta de muestras.

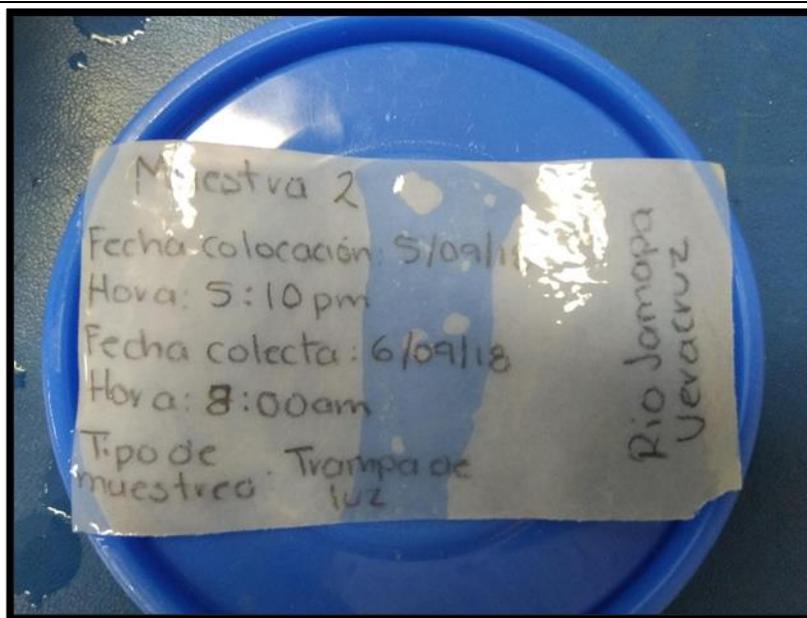


Fig. 4 Etiquetado de muestras.

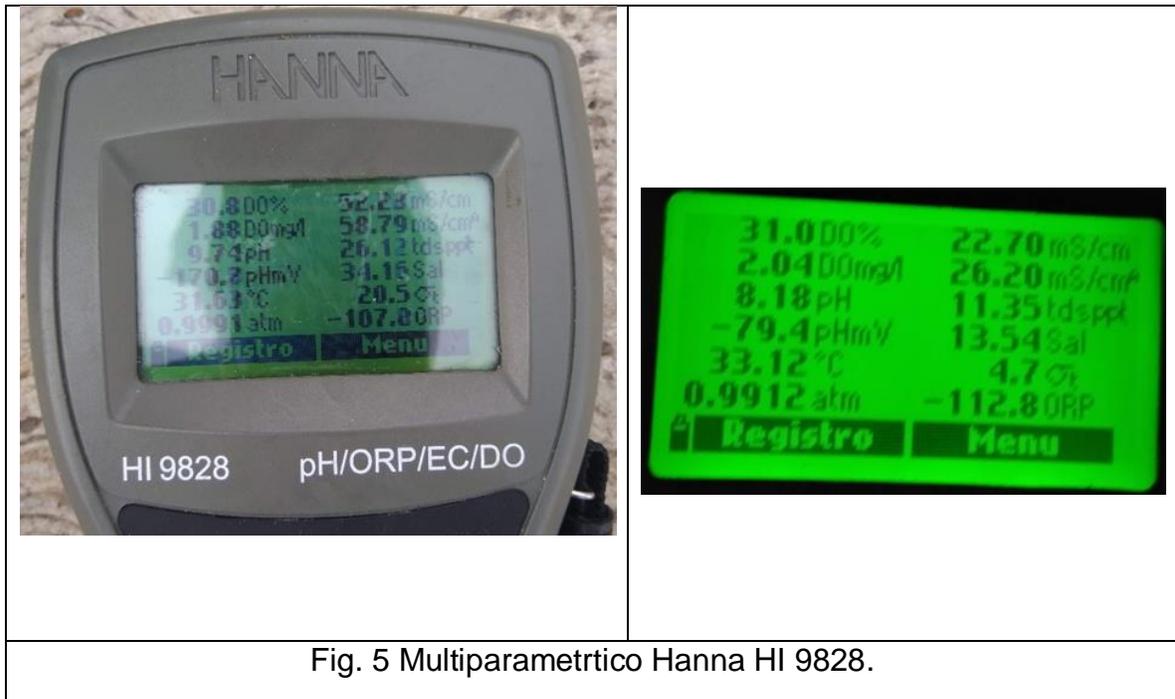


Fig. 5 Multiparametrítico Hanna HI 9828.



Fig. 6 Identificación de material biológico.