



Universidad Veracruzana
INSTITUTO DE CIENCIAS MARINAS Y PESQUERÍAS
Maestría Ecología y pesquerías

**“Distribución y abundancia diurna del
ictioplancton superficial y su relación
con la estructura termohalina en la
zona norte del Parque Nacional Sistema
Arrecifal Veracruzano”**

Que para obtener el grado de:

Maestro en Ecología y Pesquerías

Alumna:

Mayra Vázquez Luna

Director:

Dr. Mark Marín Hernández

Asesores:

Dr. César Meiners Mandujano

Dr. David Salas Monreal

Dr. Uriel Ordoñez López

Dra. Gabriela Galindo Cortes



C. MAYRA VÁZQUEZ LUNA
ESTUDIANTE DE LA MAESTRÍA EN ECOLOGÍA Y PESQUERÍAS
UNIVERSIDAD VERACRUZANA
PRESENTE

**CAMPUS
VERACRUZ**

Calle Hidalgo No. 617
Colonia Río Jamapa,
C.P. 94290,
Boca del Río,
Veracruz,
México

Teléfonos
(229) 956 70 70
956 71 27

Calle Independencia
No. 30 (antes 38)
Piso 1 y 2
Colonia Centro,
C.P. 94290,
Boca del Río,
Veracruz,
México

Teléfono
(229) 202 28 28

Habiendo sido debidamente revisado y aceptado el trabajo escrito de su tesis denominada "Distribución y abundancia diurna del ictioplancton superficial y su relación con la estructura termohalina en la zona norte del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano", por los integrantes de su comité tutorial y estando todos ellos de acuerdo que tanto el contenido como el formato de este trabajo es satisfactorio como prueba escrita para sustentar su examen final de posgrado de la MAESTRÍA EN ECOLOGÍA Y PESQUERÍAS se le autoriza a usted proceda a su impresión.

Sin otro particular, me es grato reiterarle la seguridad de mi más distinguida consideración.

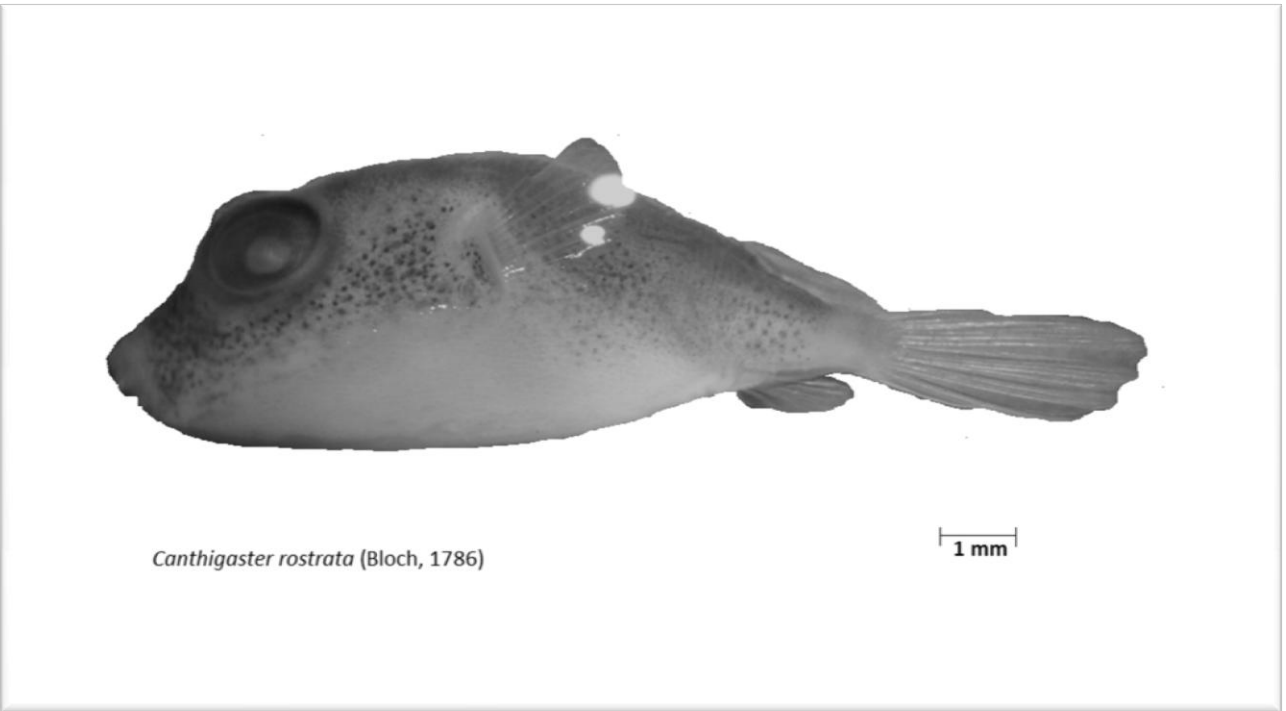
ATENTAMENTE
"LIS DE VERACRUZ: ARTE, CIENCIA, LUZ"
Boca del Río, Ver. Junio 10 del 2015


Dra. María de Lourdes Jiménez Badillo
Directora

INSTITUTO DE
CIENCIAS MARINAS
Y PESQUERÍAS
BOCA DEL RÍO, VER.



VERACRUZ, JUNIO 10 DE 2015
COORDINADORA DEL
COMITÉ TUTORIAL
BOCA DEL RÍO, VERACRUZ



El Único Sitio Donde El Éxito Llega Antes Que El Trabajo,

Es En El Diccionario.

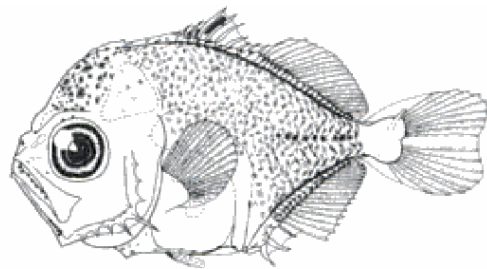
ALBERT EINSTEIN

DEDICATORIAS

A Dios, que me ha brindado estar en este punto de mi vida profesional, a pesar de mis caídas como persona, sigo en pie y en lucha por las metas que me he puesto.

A mis padres, Macario Vázquez Rivera e Irma Luna Capetillo, por el apoyo incondicional que me han brindado en todo el transcurso de mi vida, y gracias a ellos me encuentro escribiendo estas líneas para terminar mi tesis de grado de maestría.

A mis hermanas, Dinora Vázquez Luna y Mariel Vázquez Luna, les dedico este documento de tesis, aunque tomamos rumbos distintos, nos apoyamos de forma incondicional.



AGRADECIMIENTOS

A CONACYT que me dio el apoyo económico para poder realizar mis estudios de posgrado.

A la Maestría en Ecología y Pesquerías, por las enseñanzas que me brindó en todo el curso.

Al ICIMAP y al CINVESTAV por prestarme sus instalaciones.

Al proyecto PROMEP/103.5/10/5006 "Parámetros oceanográficos y su influencia sobre el transporte y abundancia del ictioplancton dentro del PNSAV" y al proyecto Ciencia Básica SEP-CONACyT 158152 "Estructura y variabilidad de temperatura, salinidad y corrientes dentro del PNSAV".

A los doctores Mark Marín Hernández, César Meiners Mandujano, David Salas Monreal, y Gabriela Galindo Cortes, por el apoyo que me brindaron para la realización de la tesis.

Al Dr. Uriel Ordoñez López por la capacitación en la identificación de las larvas de peces.

A mis profesores del posgrado, quien a través de sus enseñanzas y consejos, supieron moldear mi formación como maestro en ciencias.

A mis compañeros de generación José Otilio Avendaño Álvarez y Roberto Cruz Castan, por el apoyo incondicional que me brindaron.

A todos ellos muchas gracias...



ÍNDICE

Índice de Figuras.....	I
Índice de Tablas.....	II
Resumen.....	III
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	4
3. Hipótesis.....	6
4. Objetivos.....	7
4.1 Objetivo General.....	7
4.2 Objetivos Particulares.....	7
5. Área de estudio.....	8
6. Metodología.....	10
6.1 Fase uno: Trabajo de Campo.....	10
6.2 Fase dos: Análisis de laboratorio.....	11
6.3 Fase tres: Análisis de datos.....	13
6.3.1 Análisis clúster y variación espacial de huevos y larvas de peces.....	13
6.4 Análisis de perfiles de CTD.....	13
7. Resultados.....	14
7.1 Abundancias de huevos.....	15
7.2 Abundancia de larvas.....	15
7.3.1 Distribución espacial y densidad de las familias de larvas de peces.....	18
7.4 Variables físicas.....	19
7.4.1 Temperatura.....	19
7.4.2 Salinidad.....	21
7.4.3 Frecuencia de Brut-Väisälä.....	23
7.5 Diagramas T-S.....	24
7.6 Relación de las variables físicas y biológicas.....	25
7.6.1 Densidad promedio de larvas de peces con relación a la temperatura y la salinidad.....	25
7.6.2 Análisis de coeficiente de correlación de (R) Spearman con la temperatura y la salinidad.....	26
8. Discusiones.....	28
9. Conclusiones.....	34
10. Recomendaciones.....	35
Literatura Citada.....	36
ANEXOS.....	42

Índice de Figuras

Figura

1.	Área de estudio de la zona norte del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, donde se encuentra el Puerto de Veracruz y la ciudad de Boca del Río.....	9
2.	Diagrama de la aproximación y secuencia metodológica de estudio.....	10
3.	Distribución de los puntos de muestreo en la zona norte del PNSAV. Se presentan los dos transectos: Transecto uno presentó cinco estaciones, en la parte norte del PSAV y transecto dos tuvo siete estaciones, en la parte sur cerca al Río Jamapa.....	13
4.	Densidad media de huevos (huevos por 100 m ³) de peces por estación y temporada, en la zona norte del PNSAV..	14
5.	Densidad de huevos por estación en las tres temporadas (Individuos por 100 m ³).....	15
6.	Densidad media de larvas (huevos por 100 m ³) de peces por estación y temporada, en la zona norte del PNSAV.....	16
7.	Análisis clúster de las familias de larvas de peces en las tres temporadas secas (ES), lluvias (ELL) y nortes (EN).....	16
8.	Densidad de larvas en las tres (Individuos por 100 m ³).....	17
9.	Distribución espacial y temporal de las familias más representativas encontradas en el muestreo horizontal durante las tres temporadas individuos por 100m ³	19
10.	Secciones de temperatura de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de secas a) transecto uno b) transecto dos.....	20
11.	Secciones de temperatura de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de lluvias a) transecto uno b) transecto dos.....	20
12.	Secciones de temperatura de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de nortes a) transecto uno b) transecto dos.....	21
13.	Secciones de salinidad de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de secas a) transecto uno b) transecto dos.....	22
14.	Secciones de salinidad de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de lluvias a) transecto uno b) transecto dos.....	22
15.	Secciones de salinidad de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de nortes a) transecto uno b) transecto dos.	23
16.	Frecuencia de Brunt-Väisälä en la temporada de lluvias a) transecto uno b) transecto dos.....	23
17.	Diagrama T-S en la temporada de secas a) transecto uno b) transecto dos.....	24
18.	Diagrama T-S en la temporada de lluvias a) transecto uno b) transecto dos.....	24
19.	Diagrama T-S en la temporada de nortes a) transecto uno b) transecto dos.....	25

20.	Densidad promedio de larvas de peces con relación a la temperatura y la salinidad. (a Transecto uno. b) Transecto dos.....	26
21	Coefficientes de correlación de Spearman (R) de las densidades de la familia Clupeidae (individuos por 100 m ³), p<0.05. a) Con la Temperatura b) Con la Salinidad.....	27
22	Coefficientes de correlación de Spearman (R) de las densidades de la familia Engraulidae (individuos por 100 m ³), p<0.05. a) Con la Temperatura b) Con la Salinidad.....	27
23.	a) Grupo de arrecifes del norte del PNSAV, ubicado frente a la ciudad de Veracruz. b) Promedio vertical de corrientes medias con sus respectivas elipses de variación durante la temporada de secas (Salas-Pérez <i>et al.</i> , 2012). c) estaciones con mayor densidad de larvas de peces en la temporada de secas.....	30
24.	a) Giro ciclónico y anticiclónico semipermanentes que se generan en el PNSAV (Salas-Monreal, <i>et al.</i> , 2009) c) Mapa de las estaciones y transectos.....	31

Índice de tablas

Tabla

1.	Densidad promedio de larvas de las familias en las distintas temporadas, los muestreos horizontales se presentan por: individuo por 100 m ³	18
----	--	----

Anexos

Anexo

A.	Listado de las larvas de peces identificadas en las temporadas de secas, lluvias y nortes y su importancia pesquera (basado en la carta nacional pesquera 2012) (x) si son de importancia pesquera o son de otra (*) Posiblemente sean de importancia pesquera.	42
B.	Familias, géneros y especies de larvas de peces, encontradas en la estación cuatro del transecto uno en la temporada de secas.....	44
C.	Familias, géneros y especies de larvas de peces, encontradas en la estación cuatro del transecto uno en la temporada de lluvias.....	44
D.	Familias, géneros y especies de larvas de peces, encontradas en la estación cuatro del transecto uno en la temporada de nortes.....	45
E.	Familias, géneros y especies de larvas de peces, encontradas en la estación seis del transecto dos en la temporada de nortes.....	46

Resumen

Con el objetivo de analizar la relación de las variables físicas con la distribución y abundancia del ictioplancton, se realizaron mediciones a través de zona norte del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano en dos transectos perpendiculares a la costa. Estos transectos estuvieron constituidos por cinco estaciones en la zona norte y siete en el área sur, donde se encuentra el río Jamapa. En cada estación se hicieron lances hidrográficos con un CTD para medir la temperatura y la salinidad, paralelamente se realizó arrastres horizontales y verticales, éstos últimos únicamente en la estación cinco del transecto uno y en la estación siete del transecto dos, con una red ictioplanctonica de 330 micra. El material recolectado fue fijado con formalina y separado e identificado al nivel más bajo posible. Se realizó un análisis clúster para probar diferencias en la composición a nivel de familias, en cada una de las temporadas, se efectuó una estimación de análisis de densidad (100m^3 por individuo) para la se realización de mapas con el objetivo de analizar la variación de la densidad de huevos y larvas de peces, se realizaron análisis verticales y horizontales de temperatura y salinidad, diagramas T-S en las tres distintas temporadas. Los resultados mostraron que hubo diferencias entre las temporadas, la densidad de huevos predominó en la temporada de secas, mientras que las larvas en la temporada de lluvias. La temporada de lluvias mostró diferencias en cuanto la presencia de familias, las cuales, no fueron encontradas en otras temporadas, sin embargo; la familia Clupeidae dominó en las temporadas de secas y lluvias, mientras que la familia Atherinopsidae tuvo la mayor densidad en la temporada de nortes. La temperatura y la salinidad, mostraron una importante variabilidad en cuanto a la estructura termohalina y variación en las tres temporadas, durante secas se observó una estratificación principalmente por temperatura, para lluvias estratificación por temperatura y salinidad y para nortes sin estratificación (columna de agua mezclada). Las variaciones temperatura y la salinidad superficial, presentaron una relación directa con la distribución y la abundancia de larvas de peces superficiales, en las diferentes temporadas.

1 Introducción

El ictioplancton es un componente significativo dentro de las comunidades planctónicas (Navarro-Rodríguez, *et al.*, 2006). Estas comunidades están constituidas por estadios tempranos de los peces (Gasca & Suárez, 1996) y comprenden huevos, larvas, post-larvas y juveniles de peces neríticos y bentónicos (Ciechomski, 1981; Matsuura & Olivar, 1999; Escarria, *et al.*, 2006). La mayoría de los peces marinos y estuarinos producen huevos planctónicos, posteriormente se desarrollan como larvas y juveniles (Gasca & Suárez, 1996).

Los huevos pueden medir desde 0.5 mm hasta 5.0 mm de diámetro, en algunas anguilas, sin embargo miden en promedio alrededor de 1.0 mm de diámetro. Presentan una amplia variedad de formas y tamaños (Gasca & Suárez, 1996).

Después de la eclosión, algunas larvas tienen consigo un saco vitelino, el cual les brinda alimento y dificulta la locomoción vertical debido a que les provee de flotabilidad a las larvas, en esta etapa son más vulnerables a la depredación por otros organismos. Posteriormente, las larvas desarrollan la boca, los intestinos y los ojos, lo que les permite que tengan una nutrición exógena (Hoar & Randall, 1988), cuya fuente principal de alimento es el microzooplancton, (James, Pichford, *et al.*, 2003; Hernández, 2007). La velocidad de absorción del saco vitelino depende principalmente de la temperatura y la biología de cada especie, esto puede durar de unos días, hasta meses e inclusive de 2 a 3 años como en el caso de las anguilas (Hoar & Randall, 1988).

Tanto los huevos como las larvas de los peces derivan con las corrientes en la parte superior de la columna de agua, desde la superficie hasta 200 m de profundidad. La movilidad de las larvas de peces aumenta a medida que llegan a sus etapas juveniles (Allen *et al.*, 2006).

Los peces adultos desovan externamente en la columna de agua y los huevos fertilizados quedan sometidos a la advección y dilución oceánica (Gasca & Suárez, 1996). En las especies de peces que ponen huevos demersales o vivíparos, las larvas recién nacidas suelen entrar en el ambiente pelágico, en esos casos, las etapas pelágicas de los peces difieren notablemente de los adultos en cuanto a su morfología, preferencia de hábitat, necesidades de alimento y en el comportamiento, además; durante la fase pelágica, la mortalidad de huevos y larvas es muy alta y solo una pequeña porción de peces sobrevive (Hames, 2000).

La cercanía con la costa puede afectar la biología de las especies y la disponibilidad de alimento de los huevos y larvas de peces (James *et al.*, 2003; Hernández, 2007), también se ven afectados por los cambios en la temperatura, la salinidad, el oxígeno, la clorofila (Kinne, 1970; Boehlert & Murphy, 1994; Flores-Coto, *et al.*, 2009), las corrientes, giros, mareas, procesos de mezcla (Salas de León *et al.*, 1998; Flores-Coto, *et al.*, 2009), y los afluentes de los ríos ((De la Cruz, 1971; Álvarez-Cárdena *et al.*, 2007).

Los gradientes de temperatura y salinidad se pueden considerar como barreras físicas para el ictioplancton, dado que los organismos son más resistentes o tolerantes a ciertas condiciones físicas, la variabilidad de estos gradientes ocurren a diferentes escalas temporales y espaciales, ocasionando una alta mortalidad en las primeras fases larvarias de los peces afectando con ello su distribución y abundancia (González-Quirós *et al.*, 2003). La estabilidad de las capas superiores del océano es esencial en la temporada de desove, para la agregación de alimento y para la supervivencia de las larvas de peces (Lasker, 1981; Contreras, 2010).

Los cambios en la temperatura y la salinidad superficial, son considerados como las causas más probables de la mortalidad de la mayor parte de las larvas de peces (Bailey y Hounde 1989). Para minimizar la mortalidad de larvas de peces y reducir la depredación, muchas especies de peces adultos utilizan hábitats específicos, tales como los arrecifes de coral, con el objetivo de proteger contra depredación y de proveer de alimento a sus crías (Richards y Linderman, 1987). De este modo, seleccionan áreas de desove con relación a las condiciones físicas para mantener la integridad de los huevos y larvas (Sinclair, 1988; Contreras, 2010). Los sistemas arrecifales son importantes, debido a que albergan una elevada diversidad, comparables con una selva húmeda, y son áreas de refugio para larvas y juveniles de peces (Sorokin, 1995; Ordóñez, 2004).

Dentro del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) no se cuenta con información sobre la distribución y abundancia de huevos y larvas de peces, por lo que es de vital importancia señalar que la información sobre los estudios tempranos del ciclo de vida de los peces, son de gran ayuda para el conocimiento de los procesos físicos y biológicos de los estadios tempranos de los peces. El conocimiento de la ecología de los huevos y larvas de peces es un insumo necesario para aproximar, la distribución y la abundancia de los mismos, en etapas posteriores; así como, los requerimientos del hábitat que generalmente son distintos para los juveniles y adultos (Hermes-Silva *et al.*, 2009).

Por lo anterior, es de vital importancia este estudio con el objetivo de contribuir con los primeros conocimientos del ictioplancton en el PNSAV y ver la influencia que tiene la temperatura y la salinidad, dada que podría ser una pieza clave para ver no solo los efectos que influyen en el ictioplancton, también los procesos físicos que ocurren en el PNSAV.

2 Antecedentes

Se han hecho estudios de larvas de peces, en el golfo de México a nivel macro escala realizado por Flores-Coto *et al.*, (2009) en la zona sur del Golfo de México, donde, la mayor diversidad de larvas de peces se concentraron en las zonas costeras y esta va disminuyendo con forme se acerca a la zona oceánica.

La mayoría de los estudios realizados sobre larvas de peces se enfocan principalmente en la zona sur del Golfo de México (Campeche y Yucatán) y en particular, sobre organismos de importancia pesquera. García-Abad *et al.*, (1999) encontraron que la familia Carangidae es de importancia en la dinámica trófica del ecosistema, al actuar como transportador de materia y energía entre la plataforma continental de la Sonda de Campeche y la Laguna de Términos. Zavala-García & Flores-Coto (1994) estudiaron la abundancia y la distribución de las familias Serraninae y Lutjanidae en la zona sur del Golfo de México, quienes encontraron que aunque se hallaban en las mismas temporadas se localizaban en distintas áreas, con el fin de evadir la competencia entre las dos familias de estudio.

Otro aspecto importante en el estudio de las larvas de peces, son los factores físicos, García-Borbón *et al.* (1993) al estudiar tres especies de la familia Bregmacerontidae, encontraron que *Bregmaceros cantori* (Milliken & Houde, 1984) se localizó en la zona nerítica, en áreas de desove de 10 a 100 m de profundidad, mientras que *Bregmaceros Macclellandi* (Thompson, 1840), se halló distribuido en la zona oceánica cerca de la plataforma, debido a las corrientes locales y *Bregmaceros atlanticus* (Goode & Bean, 1886), se localizó en la zona intermedia, es decir, situada entre las dos especies anteriores, localizada en la plataforma externa y en el área oceánica adyacente, para no competir entre ellas. Falfán-Vázquez *et al.* (2008) y Rodríguez-Varela *et al.*, (2001) observaron la distribución, composición y abundancia de la familia Myctophidae en la zona económica exclusiva del Golfo de México, obteniendo que la zona con mayor abundancia fue la oceánica y las zonas costeras fueron poco abundantes y por último, las larvas de *Thunnus thynnus* (Linneaus, 1758), se determinó que su distribución estaba asociada a la corriente del lazo (Richards *et al.*, 1989).

En el estado de Veracruz, existen algunos trabajos entre los que destacan uno de abundancia y distribución de ictioplancton en la laguna de Alvarado, Veracruz, donde Flores-Coto y Méndez (1981), mencionan que las condiciones físicas no son propicias para la crianza de especies

marinas. Román *et al.*, (2006). Estudiaron la composición, abundancia ictioplantónica y la influencia de la estructura termohalina en la boca del canal de la Laguna de Tampamachoco, ellos encontraron que el mayor desove se presentó en el ocaso y en la noche, concluyen que este comportamiento lo utilizan como una estrategia reproductiva, con el fin de asegurar la alimentación y sobrevivencia de las larvas de peces

Dentro del PNSAV no se han realizado estudios específicos de ictioplancton, pero se han realizado investigaciones de vital importancia, tal es el caso del análisis e integración de la información del sureste del Golfo de México realizado por Salas-Pérez y Granados-Barba (2008), donde la circulación y los procesos atmosféricos, influyen en los procesos biológicos del PNSAV. Salas-Monreal *et al.* (2009), observaron como las corrientes interactuaban con la batimetría generando giros ciclónicos y anticiclónicos semipermanentes en la zona centro del PNSAV y como estos giros afectan la distribución del zooplancton. Okolodkov *et al.* (2011) hicieron un análisis de la biomasa zooplanctónica concluyendo que los copépodos y quetognatos son los más abundantes.

Mateos-Jasso *et al.* (2012) reportaron la variabilidad de los campos termohalinos en la zona norte del PNSAV encontrando una estructura casi homogénea de octubre a marzo, y estratificada en verano. Salas-Pérez *et al.* (2012) obtuvieron patrones estacionales de la circulación marina en la zona norte del PNSAV y por último, Chacon-Gomez *et al.* (2013) realizaron un análisis del patrón de corrientes y la dispersión larval de corales en la zona norte del PNSAV, identificando a tres arrecifes como los mayores proveedores de las larvas en la parte norte del PNSAV (arrecife isla verde, arrecife pájaros e isla sacrificios).

En este trabajo se pretende estudiar por primera vez el ictioplancton en el PNSAV, desde una perspectiva multidisciplinaria, donde se intentará integrar el análisis taxonómico de los organismos y los factores físicos (estructura termohalina) que probablemente determinen, al menos en parte, la distribución y abundancia de las larvas de peces, a lo largo de las tres distintas temporadas climáticas (secas, lluvias y nortes) a las que está sometido el PNSAV a lo largo del año.

3. Hipótesis

- ✓ Si la temperatura y salinidad varían con las temporadas del año en el PNSAV, y estas a su vez son parámetros determinantes para la viabilidad del ictioplancton, entonces la distribución y abundancia de los huevos y larvas de peces dependerán, al menos en parte, de esta variabilidad.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Describir la variación temporal de la composición, distribución y abundancia diurna del ictioplancton y analizar su relación con la temperatura y la salinidad, del PNSAV.

3.2 Objetivos particulares

- ✓ Identificar al ictioplancton al nivel taxonómico máximo posible (especie).
- ✓ Determinar la distribución superficial diurna del ictioplancton en las distintas temporadas dentro del PNSAV.
- ✓ Determinar la abundancia diurna del ictioplancton superficial del PNSAV.
- ✓ Describir la variación temporal de las variables físicas, dentro del PNSAV.
- ✓ Determinar la relación entre la distribución y la abundancia del ictioplancton con estructura termohalina de la zona norte del PNSAV.

5. Área de estudio

El PNSAV se encuentra localizado en el suroeste del Golfo de México entre las coordenadas 19°14'33" latitud norte y 96°10'34" longitud oeste y los 19°03'50" latitud norte y 95°55'40" longitud oeste (Fig. 1). Está formado por 23 arrecifes coralinos, donde 11 se encuentran localizados frente al puerto de Veracruz, mientras que los otros 12 se encuentran en la parte sureste frente a la localidad de Antón Lizardo. El PNSAV está limitado por los ríos La Antigua al norte y al sur por el Río Papaloapan (Lara *et al.*, 1992).

El Río Jamapa se halla en el centro del sistema, junto a la localidad de Boca del Río y divide a los arrecifes de coral en dos grupos. El río Jamapa es una fuente de sedimentos para el PNSAV, y junto con un par de remolinos ciclónicos y anticiclónicos que se forman en la desembocadura inhibe la formación de arrecifes de coral en esta área (Salas-Monreal *et al.*, 2009).

La profundidad en el área tiene una variación desde menos de 5 m hacia la costa, hasta 40 m hacia mar adentro (Salas-Pérez *et al.*, 2008) y sus corrientes son altamente influenciadas por el estrés del viento, que se incrementa durante el otoño e invierno (Dubranna *et al.*, 2011).

Su clima es cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano y otoño, un corto período de sequía entre los meses de abril y mayo. La temperatura media anual del aire es de 26°C, con temperaturas mínimas cercanas a los 18°C en los meses de enero y febrero (Okolodkov *et al.*, 2011). Debido a su localización, las características climatológicas sobre PNSAV son influenciadas por factores de temporalidad, que son nortes, lluvias y secas (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2003).

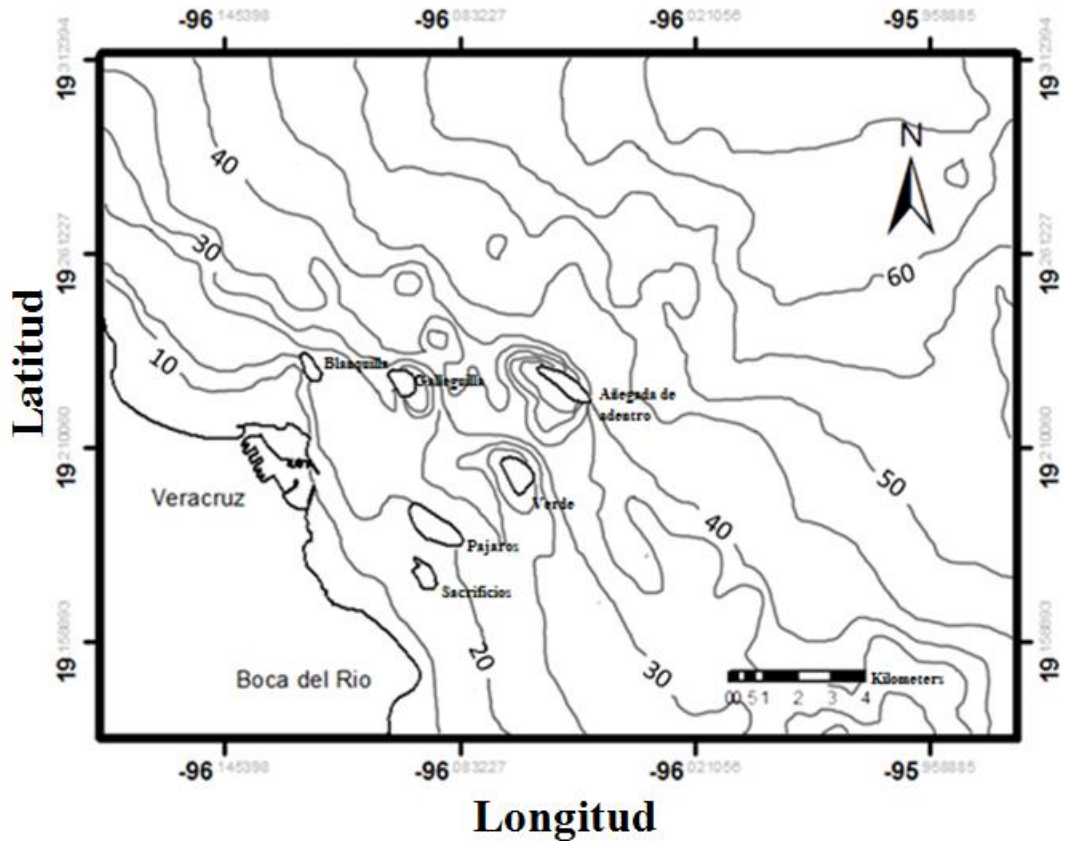


Figura 1 Área de estudio de la zona norte del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, donde se encuentra el Puerto de Veracruz y la ciudad de Boca del Río.

6. Metodología

Se dividieron en tres fases para la obtención de los resultados (Fig. 2).

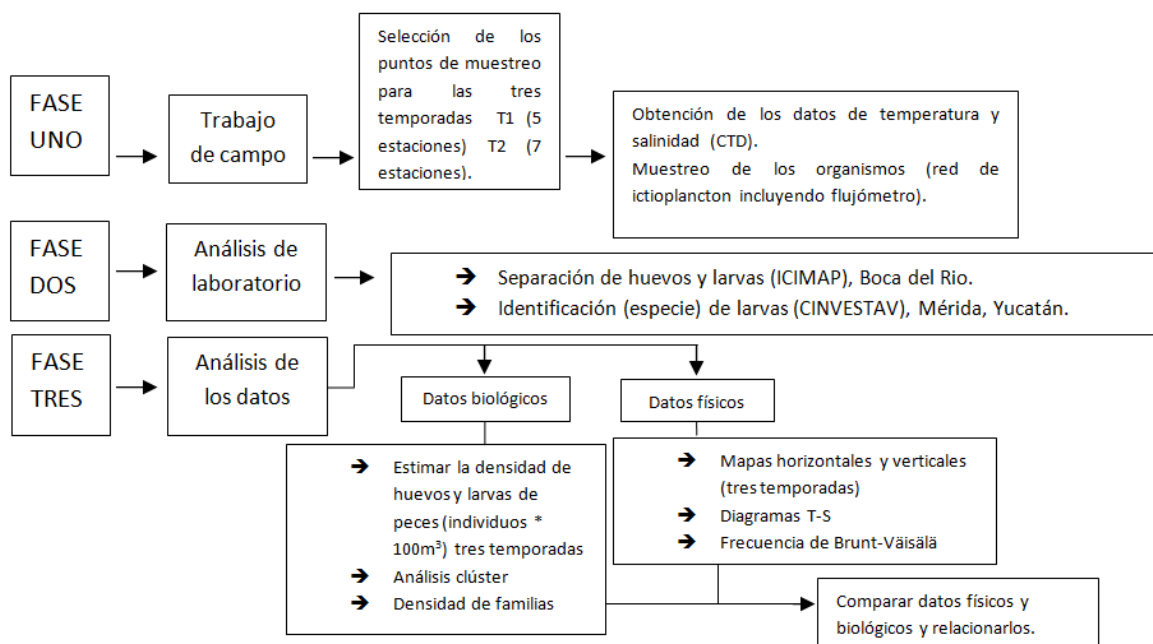


Figura 3 Diagrama de la aproximación y secuencia metodológica de estudio.

6.1 Fase uno: Trabajo de Campo

Se realizaron mediciones en la parte norte del PNSAV, durante las tres temporadas, secas (11/04/2011), lluvias (16/08/2011) y nortes (17/01/2012) a lo largo de dos transectos perpendiculares a la costa de aproximadamente 12 kilómetros, con un total de 12 estaciones, cinco estaciones se encuentran en la Bahía Vergara, la zona más al norte del PNSAV, denominando como transecto uno y el transecto dos con siete estaciones, localizadas en la parte cercana al río Jamapa (Fig. 3).

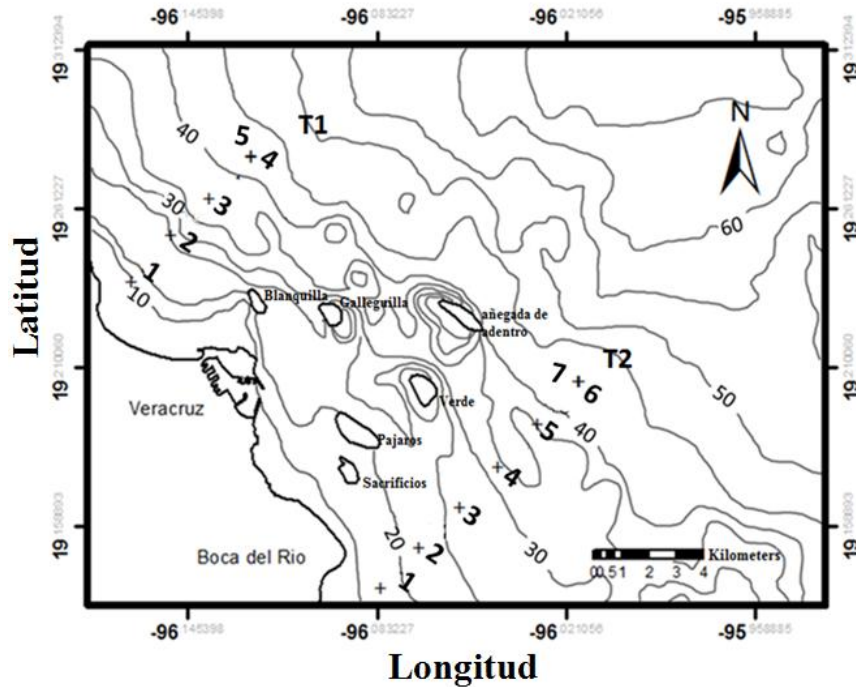


Figura 3 Distribución de los puntos de muestreo en la zona norte del PNSAV. Se presentan los dos transectos: Transecto uno presentó cinco estaciones, en la parte norte del PSAV y transecto dos tuvo siete estaciones, en la parte sur cerca al Río Jamapa.

En cada estación, se realizaron lances hidrográficos con un CTD (Conductivity-Temperature-Depth Recorder) Sea Bird Electronics-Term19, para medir temperatura y salinidad. Paralelamente en los mismos lugares en donde se realizaron los lances hidrográficos, se llevaron a cabo muestreos de ictioplancton, mediante arrastres con una red cónica de 0.5 m de diámetro y malla de 335 micras provista de un flujómetro marca General Oceanics.

6.2 Fase dos: Análisis de laboratorio

El material recolectado fue fijado con formalina al 4% con agua de mar y almacenado en botes de plástico herméticos. Después de 24 horas en formalina las muestras se pasaron a alcohol etílico al 70%. Las muestras biológicas de huevos y larvas de peces se separaron y se contabilizaron en el Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías (ICIMAP) de la Universidad Veracruzana. Después, se identificaron taxonómicamente únicamente las larvas hasta nivel de especie de acuerdo con Fahay (2007) y Richards (2006), proceso que fue realizado en el CINVESTAV-Mérida.

6.3 Fase tres: Análisis de datos

6.3.1 Análisis clúster y Variación Espacial de huevos y larvas de peces.

Se utilizó un análisis clúster con el objetivo de determinar si existían diferencias en relación entre las familias de larvas de peces y las estaciones a lo largo de las temporadas, los datos se normalizaron con $\text{Log}_{10}(x+1)$ Bray–Curtis, el análisis se realizó por medio del programa CAPIII®.

Para calcular la densidad de los huevos y larvas de peces, se normalizó por medio de la fórmula:

Donde:

$$\text{Densidad } 100\text{m}^3 = \frac{(100 * \text{total de huevos o larvas})}{\text{volumen}} \quad (1)$$

El Volumen se obtuvo por medio de las formulas estandarizadas del flujómetro General Oceanics, Inc. Modelo 2030R.

Para representar la variación espacial de la densidad se construyeron mapas de densidad total y distribución de las familias en las tres temporadas de estudio mediante ArcMap®, versión 10 ESRI, 2010.

6.3.1 Análisis de perfiles de CTD

Se tomaron perfiles verticales con el CTD, desde la superficie hasta el fondo, con frecuencia de 2 Hz, en cada una de las estaciones, con estos se construyeron mapas horizontales y verticales de la temperatura y salinidad, homogenizando los datos a cada 0.2 m en todos los lances.

Se calculó la Frecuencia de Brunt-Väisälä, para determinar el grado de estratificación y la profundidad de la pycnoclina, es decir; el cambio brusco de la densidad vinculado con la profundidad.

$$N^2 = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial z} g \quad (2)$$

Donde:

N^2 = Frecuencia de Brunt-Väisälä.
 ρ = Densidad promedio de cada perfil.
 $\frac{\partial \rho}{\partial z}$ = Cambio de densidad con respecto a la profundidad.
 g = Aceleración de la gravedad (9,8 m/s²).

Con el fin de obtener las variaciones de la temperatura y la salinidad, a lo largo de los transectos y en las diferentes temporadas del año, se construyeron diagramas T-S, para cada uno de los transectos, con ayuda del el software Matlab® versión 7.

Por último, debido que los datos físicos y biológicos no presentaron una distribución normal, se utilizo el análisis R Spearman (Ortega, *et al.*, 2009) cuyos valores están comprendidos entre -1 y 1 Esta prueba se aplicó para las familias que contribuyeran con al menos un 10% al total de las tres temporadas, por medio del software Statistica® versión 7 y se calculo los valores críticos del coeficiente de correlación de Spearman a nivel de significancia de 0.05.

Para calcular el r_s , se utilizo la siguiente fórmula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n-1)(n+1)} \quad (3)$$

7 Resultados

7.1 Abundancia de huevos

Se contabilizaron un total de 311 053 huevos durante el periodo de estudio.

En la figura 4, se muestran los valores de la densidad media en la temporada de secas, la abundancia fue máxima a diferencia de las temporadas de lluvias y nortes lo que es un indicativo de que existen diferencias entre las temporadas.

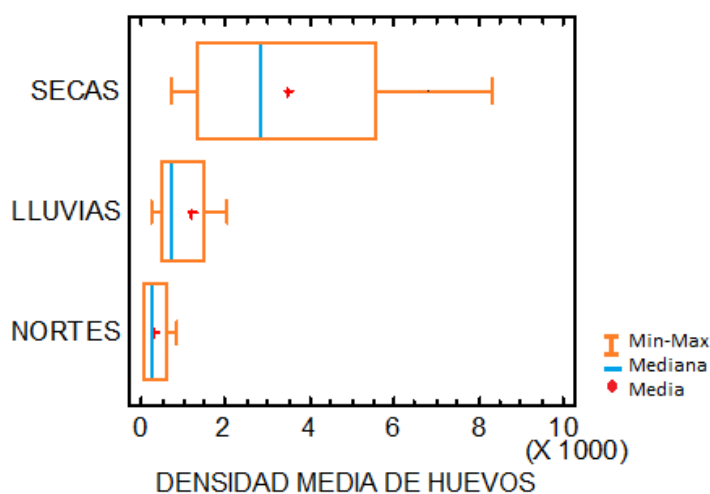


Figura 4 Densidad media de huevos (huevos por 100 m³) de peces por estación y temporada, en la zona norte del PNSAV.

La mayor densidad de huevos se presentó en la estación uno del transecto uno durante la temporada de secas. En la temporada de lluvias la mayor densidad se presentó únicamente en la primera estación del transecto uno y la temporada de nortes no mostró alta densidad, sin embargo; existe una presencia moderada de huevos en las tres últimas estaciones del transecto dos, cabe mencionar, que en las temporadas de lluvias y nortes la abundancia fue mucho menor a la de secas (Fig. 5).

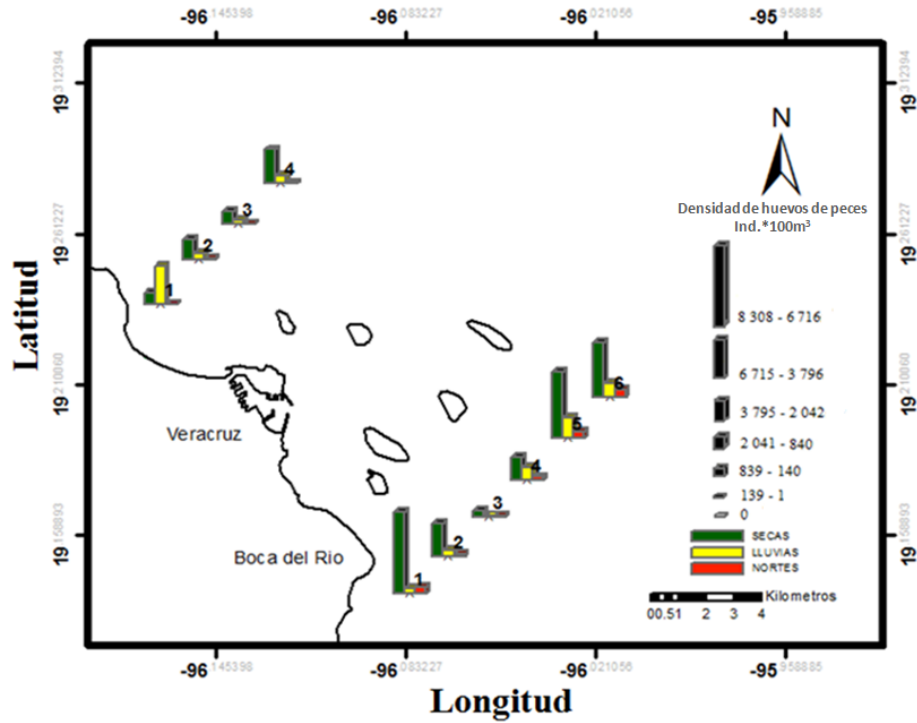


Figura 5 Densidad de huevos por estación en las tres temporadas (Individuos por 100 m³).

7.2 Abundancia de larvas

Se contabilizaron 1 143 larvas en todo el periodo de estudio. Se lograron identificar 830 individuos a nivel especies, 90 organismos a nivel de género y 223 a nivel familia. El género más conspicuo fue Anchoa. La temporada de lluvias presentó el mayor número de familias, con un total de 33 familias, mientras que nortes se hallaron un total de 13 familias.

El diagrama box-plot (Fig. 6) muestran los valores de la densidad media en la temporada de lluvias, la abundancia fue máxima a diferencia de las temporadas de lluvias y nortes lo que es un indicativo de que existen diferencias entre las temporadas.

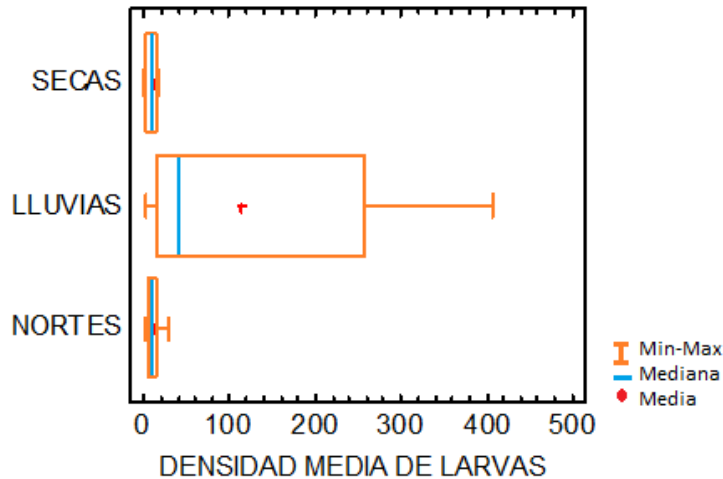


Figura 6 Densidad media de larvas (huevo por 100 m³) de peces por estación y temporada, en la zona norte del PNSAV.

Con un umbral de corte de 2.33 de escala logarítmica en el análisis de disimilitud (Fig.7), se observó que hubo diferencias en la presencia de familias de larvas de peces en las tres temporadas, debido que en ambos transectos (exceptuado las estaciones uno y cuatro) de la temporada de lluvias fueron distintas a las temporadas secas y nortes.

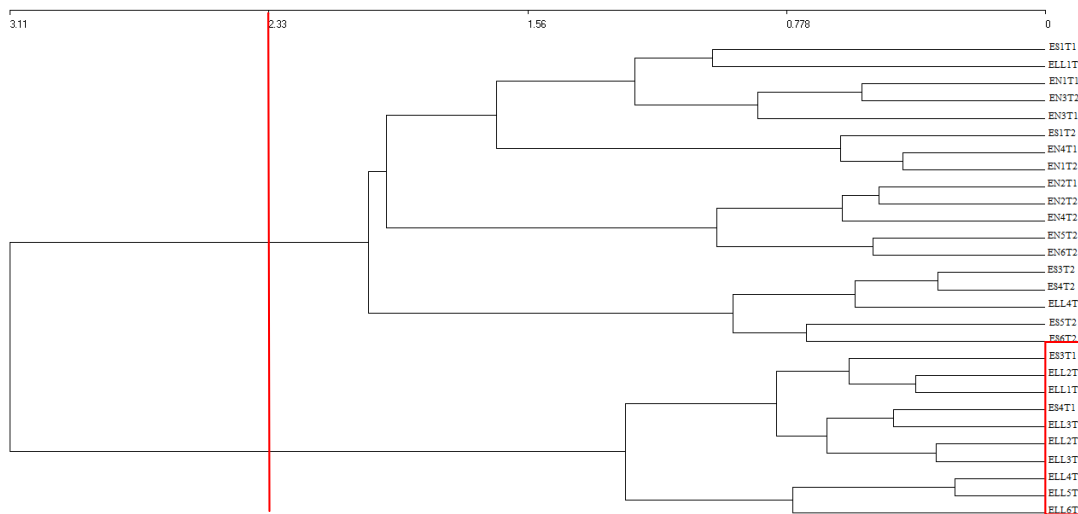


Figura 7 Análisis clúster de las familias de larvas de peces en las tres temporadas secas (ES), lluvias (ELL) y nortes (EN).

La estación con mayor densidad en la temporada de secas, fue la estación tres del transecto uno y en las temporadas de lluvias y nortes tuvieron las mayores densidades en las tres últimas

estaciones del transecto dos, donde presentó un gradiente ascendente de costa a mar; a pesar de lo anterior; la temporada de lluvias presentó una mayor densidad con respecto a secas y nortes.

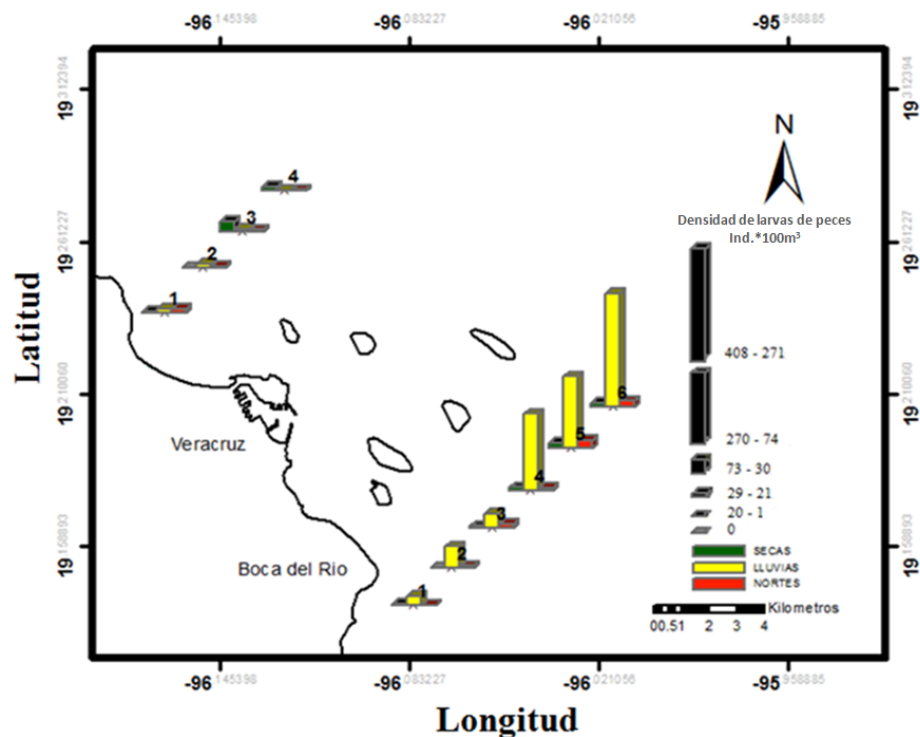


Figura 8 Densidad de larvas en las tres temporadas de estudio (Individuos por 100 m³).

En la tabla 1 se muestra la densidad larval de los arrastres horizontales, para las tres temporadas. La familia más representativa fue Clupeidae debido que se halló en dos temporadas seguidas, siendo la más abundante en ambas temporadas (secas y lluvias). En la temporada de nortes, la familia dominante fue Atherinopsidae. La época de lluvias fue la temporada que mostró un mayor número de familias con un total de 20 familias.

Las familias que se encontraron en los arrastres verticales y que no se repitieron en los muestreos horizontales fueron: Pomacentridae (*Stegastes* sp.) en la temporada de secas. En la temporada de lluvias: Synodontidae: *Saurida brasiliensis* (Norman, 1935), Myctophidae: *Myctophum nitidulum* (Garman, 1899), Labridae: *Halichoeres* sp., Bregmacerotidae: *Bregmaceros cantori* (Milliken y Houde, 1984) y Ophidiidae: *Ophidion* Sp. y en la temporada de nortes: Sciaenidae: *Menticirrhus americanus* (Linnaeus, 1758).

Tabla 1 Densidad promedio de larvas de las familias en las distintas temporadas, los muestreos horizontales se presentan por: individuo por 100 m³.

FAMILIAS	SECAS	LLUVIAS	NORTES
Engraulidae	0.08	5.94	0.08
Clupeidae	1.29	14.65	0.00
Synodontidae	0.00	0.00	0.00
Mugilidae	0.00	0.16	0.00
Atherinopsidae	0.05	0.00	1.35
Belonidae	0.00	0.16	0.00
Scorpaenidae	0.00	0.32	0.00
Triglidae	0.00	0.32	0.00
Carangidae	0.59	0.54	0.00
Lutjanidae	0.00	0.00	0.16
Gerreidae	0.16	0.16	0.00
Haemulidae	0.04	0.16	0.24
Sparidae	0.16	0.00	0.00
Sciaenidae	0.00	8.93	0.40
Pomacentridae	0.00	0.05	0.65
Dactyloscopidae	0.32	0.00	0.81
Blenniidae	0.16	0.00	0.16
Gobiidae	0.52	0.03	0.00
Sphyraenidae	0.00	1.45	0.00
Tetragonuridae	0.00	0.16	0.00
Paralichthyidae	0.00	0.57	0.00
Monacanthidae	0.16	0.00	0.00

	Familia con mayor densidad promedio.
	Familia con la segunda mayor densidad promedio.
	Familia con la tercera mayor densidad promedio

7.3.1 Distribución espacial y densidad de tres familias más abundantes de larvas de peces.

La familia Clupeidae presentó la mayor densidad en la estación cuatro el transecto dos, de la temporada de lluvias. La familia Engraulidae la mayor densidad se halló en la estación cinco del transecto dos de la temporada de lluvias y por último la familia Sciaenidae la mayor densidad se encontró en la estación seis del transecto dos en la temporada de nortes.

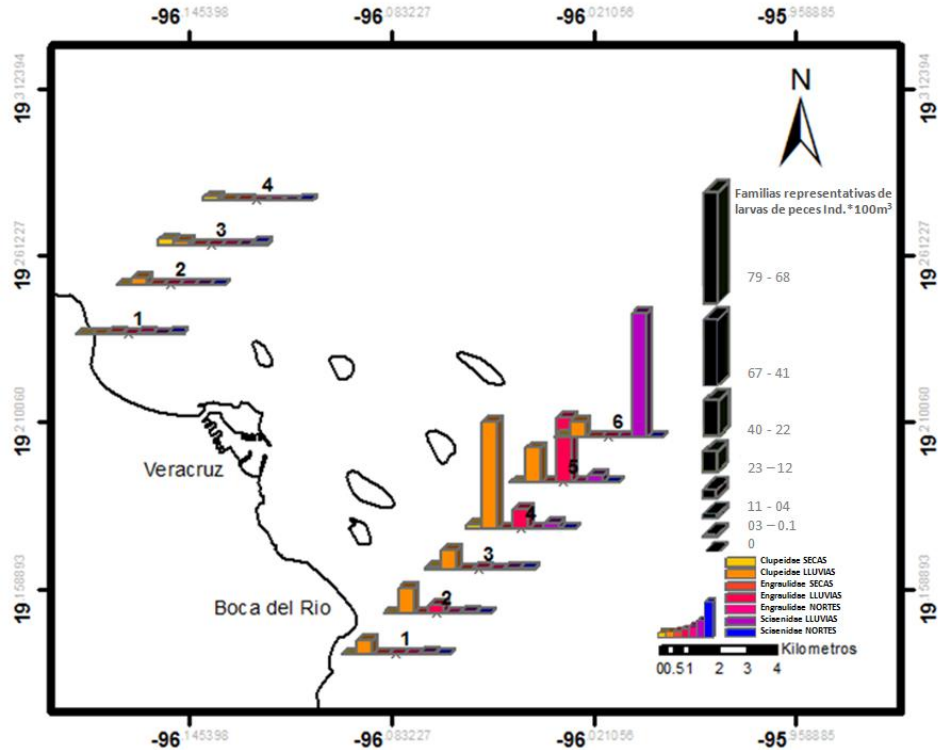


Figura 9 Distribución espacial y temporal de las familias más representativas encontradas en el muestreo horizontal durante las tres temporadas individuos por 100m³.

7.4 Variables físicas

7.4.1 Temperatura

En la figura 10 se muestran los mapas generados a partir de los lances de CTD para la temporada de secas, en el panel a), correspondiente al transecto uno se observó un gradiente térmico vertical descendente, de superficie a fondo de 5.5°C y un gradiente superficial menos acentuado que aumenta hacia fuera de la costa. En el transecto dos, la temperatura superficial fue más elevada en superficie en comparación con el transecto uno, en más de 2°C, por lo que el gradiente vertical fue de 6.8°C, en la parte superficial el gradiente fue inverso al del transecto uno, donde en este caso fue disminuyendo hacia fuera de la costa, esto probablemente sea debido a la influencia de la desembocadura del río Jamapa.

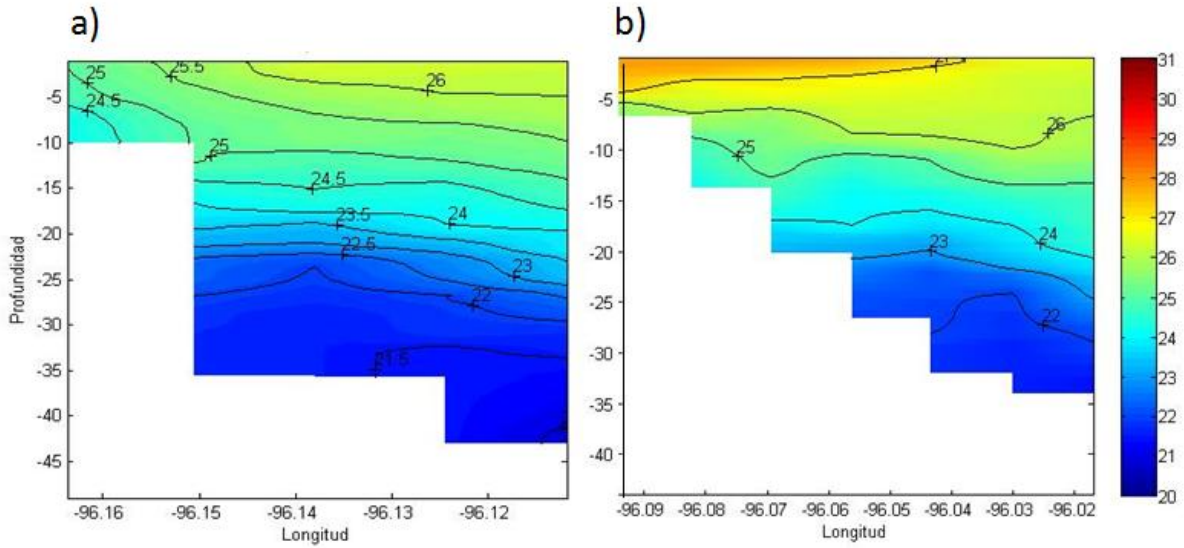


Figura 10 Secciones de temperatura de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de secas a) transecto uno b) transecto dos.

En la temporada de lluvias (Fig. 11), la columna de agua está estratificada, la temperatura superficial se encuentra por arriba de los 29°C y va disminuyendo a medida que aumenta la profundidad, hasta una temperatura de 21°C para ambos transectos, en el fondo se mantuvo la temperatura casi igual que en la temporada de secas, para esta temporada se obtuvo una diferencia de temperatura de la columna de agua de 8.3°C en el transecto uno y 8.6°C en el transecto dos, y no existe un gradiente horizontal en la parte superior como en la temporada de lluvias.

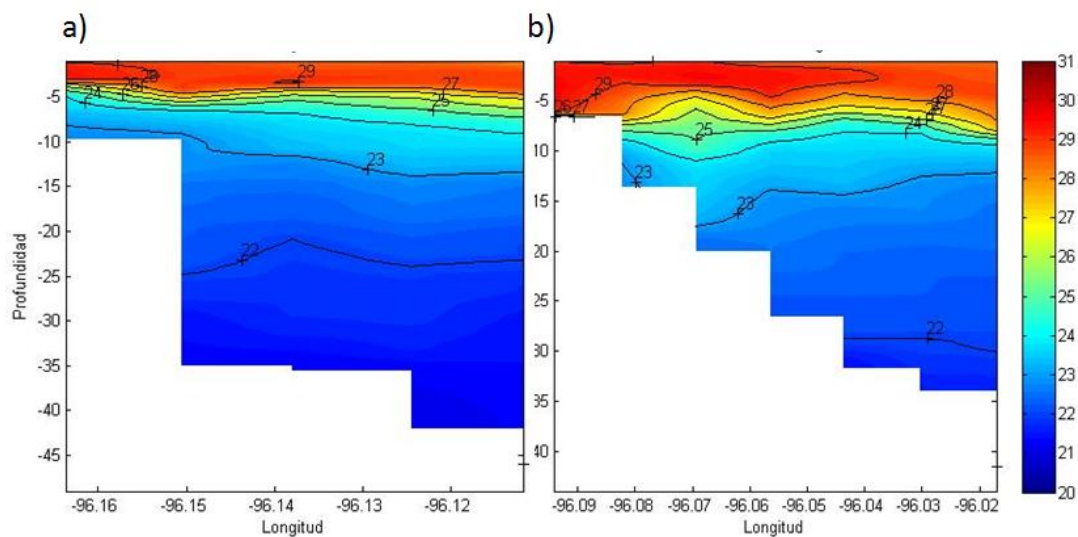


Figura 11 Secciones de temperatura de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de lluvias a) transecto uno b) transecto dos.

En la temporada de nortes (Fig. 12), se observa claramente que toda la columna de agua está mezclada en ambos transectos, en el transecto uno por debajo de los siete metros de profundidad, existe un ligero gradiente, de 0.3°C aumentando hacia fuera de la costa. La temperatura máxima en el transecto uno fue de 22.8°C y de 24.9°C para el transecto dos.

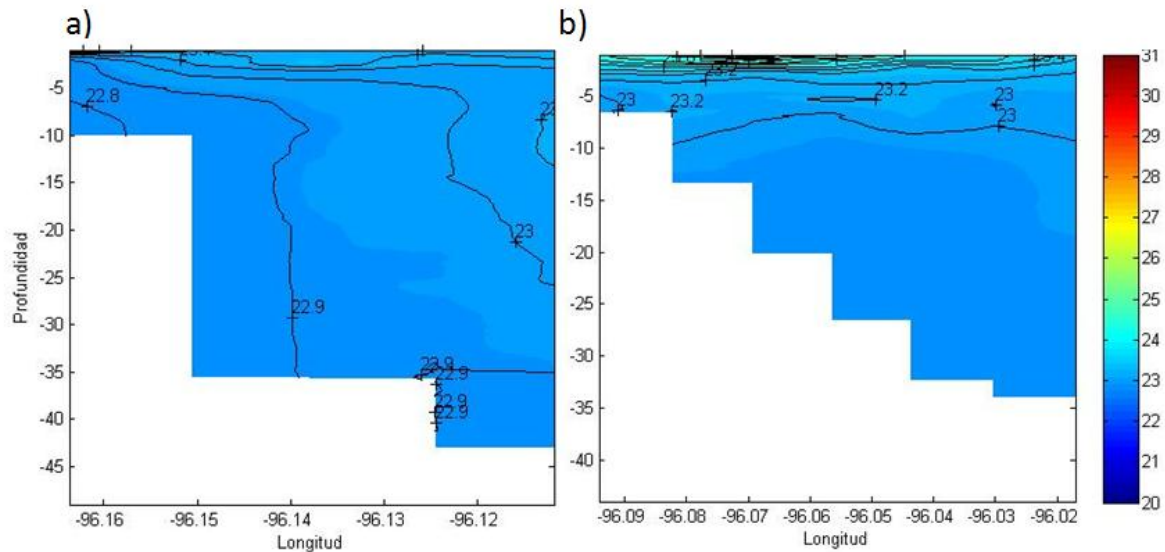


Figura 12 Secciones de temperatura de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de nortes a) transecto uno b) transecto dos.

7.4.2 Salinidad

En la temporada de secas (figura 13a), en el transecto uno, la menor salinidad se presentó en la parte más alejada de la costa, con una salinidad de 35.5 ups, mientras que en la zona más cercana se observa una salinidad de 36.1 ups, teniendo un ligero gradiente de mar abierto hacia la costa, en la vertical la salinidad va aumentando hasta llegar a los 36.6 ups en el fondo. En el transecto dos (figura 13b) se tiene una salinidad cercana a la costa de 35.4 ups, después de ahí la salinidad disminuyó entre las estaciones 2-4 y luego vuelve a aumentar nuevamente a 35.4 ups, esto puede ser debido a la influencia del río Jamapa. En la vertical es a partir de los 10 metros de profundidad que aumenta la salinidad a 36.2 ups.

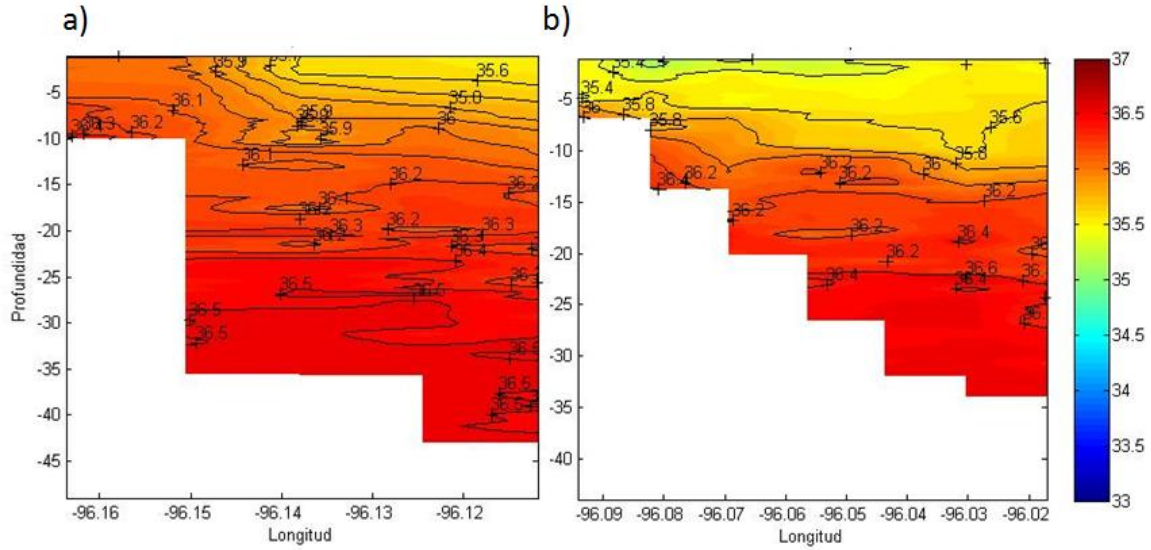


Figura 13 Secciones de salinidad de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de secas a) transecto uno b) transecto dos.

En la temporada de lluvias (Figura 14) ambas zonas se vieron marcadamente influenciadas por los escurrimientos fluviales en la superficie, donde se puede apreciar que aproximadamente a los 5 metros de profundidad hay un cambio brusco de la salinidad de casi 2 ups, el transecto uno presenta una variación de salinidad total de 4.1 ups y el transecto dos de 5 ups.

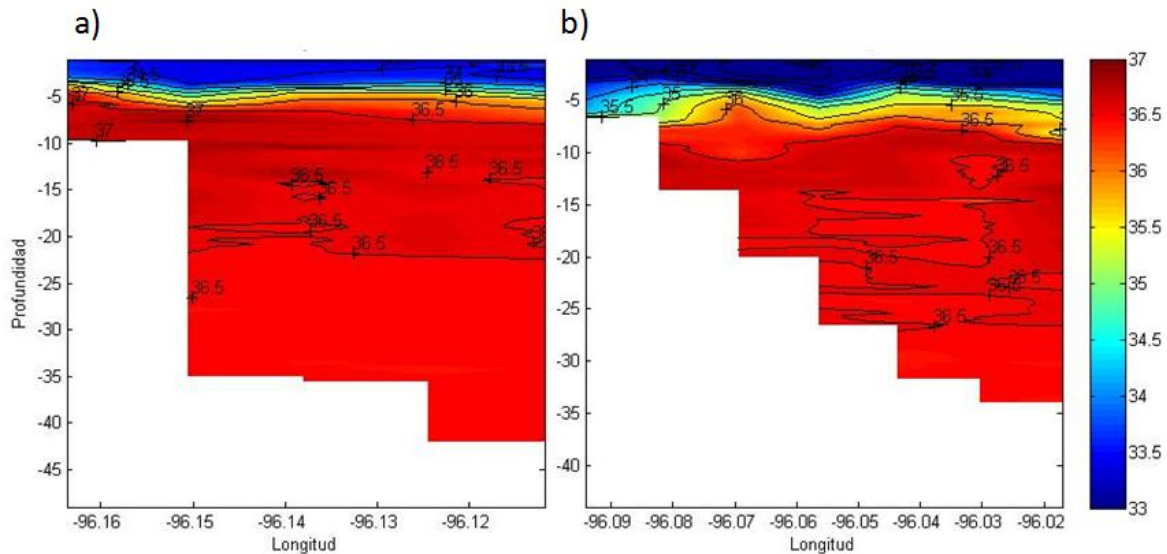


Figura 14 Secciones de salinidad de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de lluvias a) transecto uno b) transecto dos.

En la temporada de nortes (Fig. 15) ambas columnas de agua se encontraron mezcladas presentando diferencia mínima de 0.5 UPS zona norte y 0.8 UPS en la zona sur.

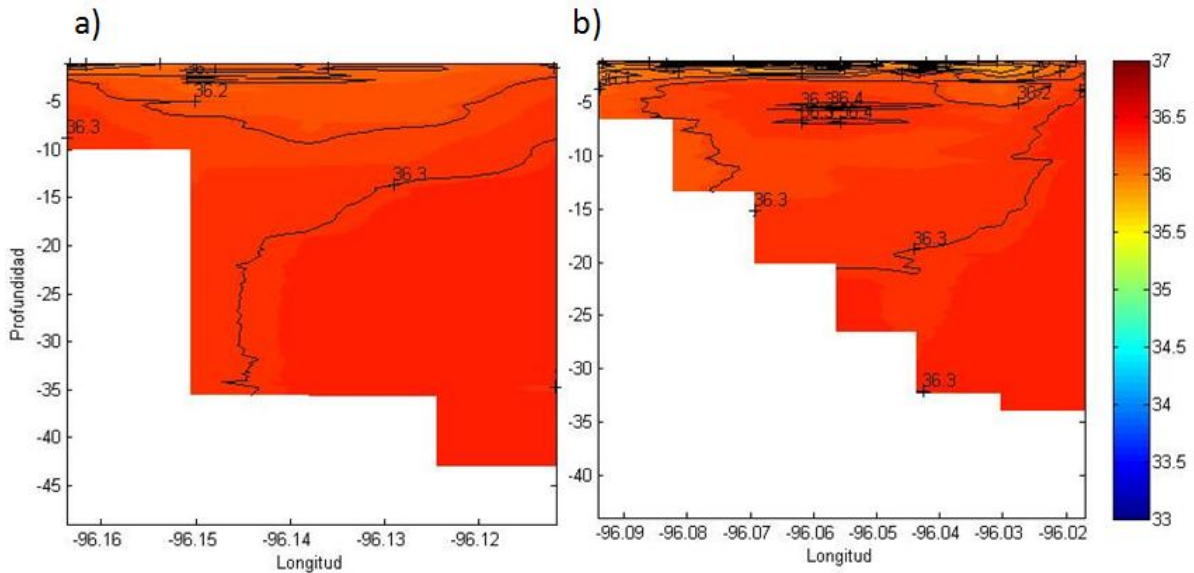


Figura 15 Secciones de salinidad de CTD a lo largo de los transectos para la temporada de nortes a) transecto uno b) transecto dos.

7.4.3 Frecuencia de Brunt-Väisälä.

En la temporada de secas, se observó débil estratificación y en la temporada de nortes fue nula, mientras que en la temporada de lluvias se encontró una estratificación, entre los cuatro y cinco metros de profundidad, donde se situó la pycnoclina, se puede apreciar que esta es más fuerte en el transecto uno (Fig. 16).

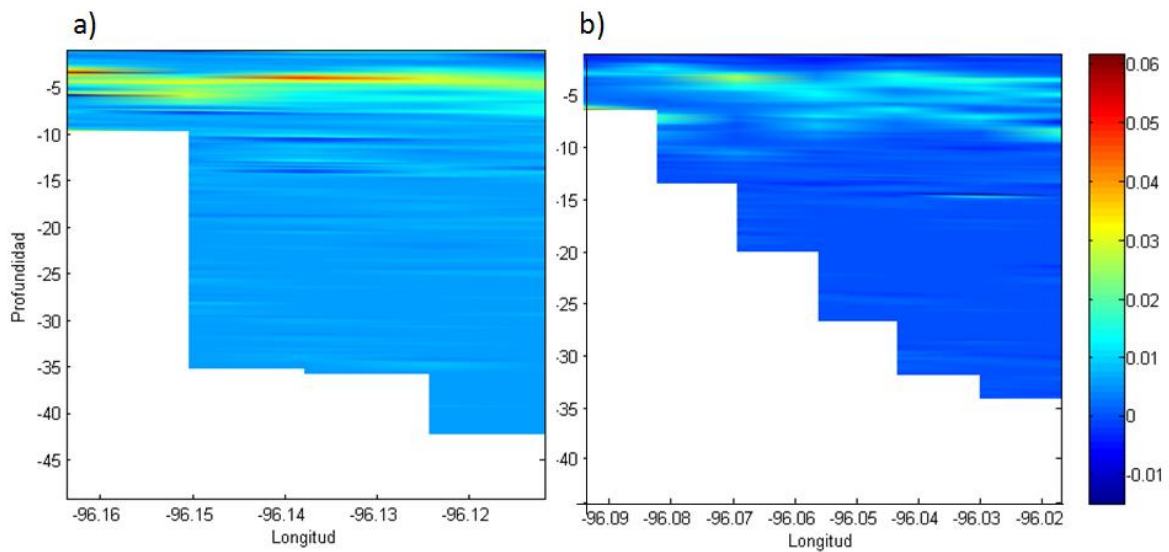


Figura 16 Frecuencia de Brunt-Väisälä en la temporada de lluvias a) transecto uno b) transecto dos.

7.5 Diagramas T-S

En la figura 17, se muestran los diagramas T-S obtenidos para la temporada de secas, donde en ambos transectos predominó la estratificación térmica (20.9-26.4 °C en el transecto uno y de 21.1 a 27.9 °C transecto dos) mientras la salinidad casi permaneció constante (36.5 -36.6 ups en el transecto uno y 35.5 a 35.1 ups en el transecto dos).

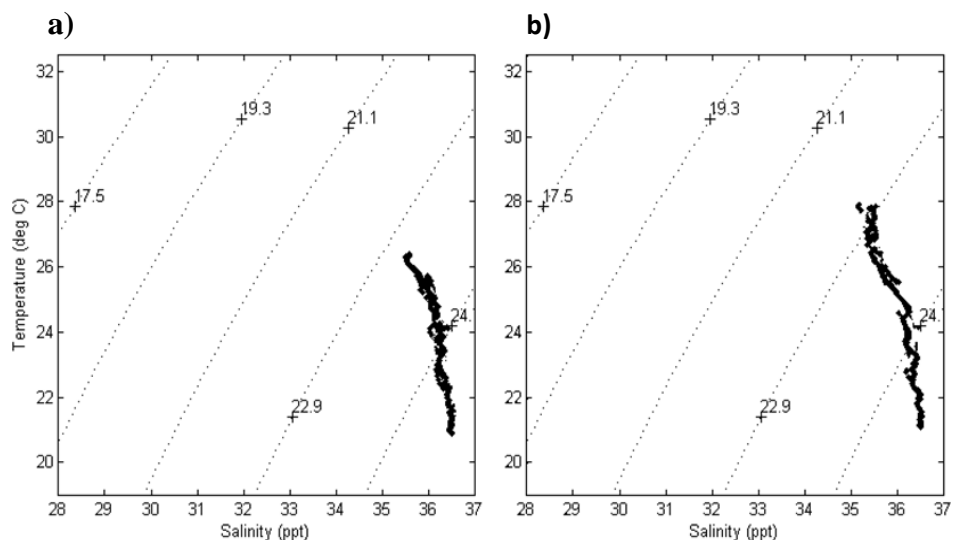


Figura 17 Diagrama T-S en la temporada de secas a) transecto uno b) transecto dos. En temporada de lluvias, al igual que en la temporada de secas, existe una estratificación térmica (21,1 a 29,4°C en el transecto uno y 20,1 a 29,5°C en el transecto dos), así como también estratificación salina, (33,2 a 37,3 ups en el transecto uno y 31,9 a 36,8 ups en el transecto dos) (Fig. 18).

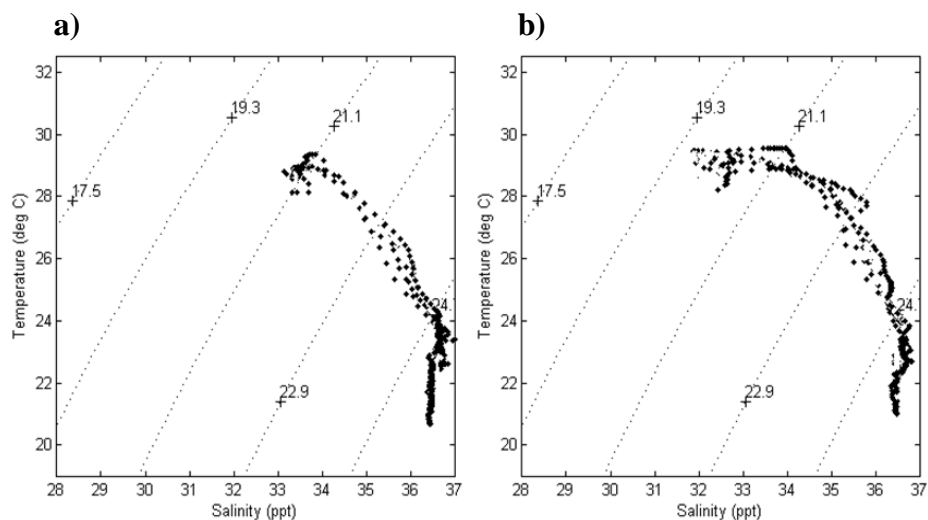


Figura 18 Diagrama T-S en la temporada de lluvias a) transecto uno b) transecto dos.

Para la temporada de nortes (Fig. 19), se observó que todos los valores están unidos debido a que la columna de agua no tenía estratificación, es decir; se encontró completamente mezclada en ambos transectos (la temperatura vario de 22.8 a 23.3 °C en el transecto uno y de 22.8 a 24.8°C transecto dos) y la salinidad tuvo una variación de 35.8-36.4 ups en la transecto uno y de 35.6 a 36.4 ups en el transecto dos.

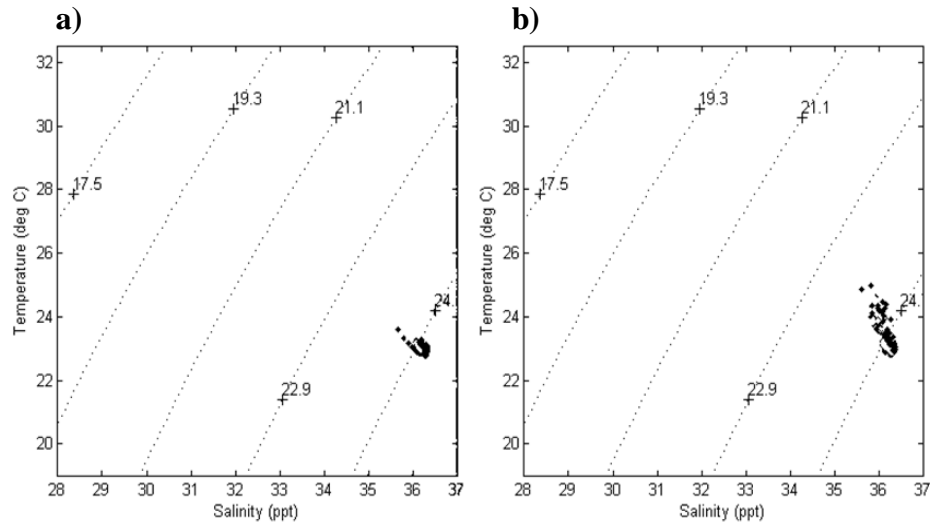


Figura 19 Diagrama T-S en la temporada de nortes a) transecto uno b) transecto dos.

7.6 Relación de las variables físicas y biológicas.

7.6.1 Abundancia promedio de larvas de peces con relación la temperatura y la salinidad.

La figura 20 muestra la densidad promedio de larvas de peces, con la temperatura y la salinidad promedio superficial para ambos transectos, donde se observó que la mayor densidad se encuentra en el transecto dos (Fig. 19b) en la temporada de lluvias donde tuvo una temperatura promedio de 28°C y una salinidad de 30 ups, mientras que en el transecto uno (Fig. 19a) de la temporada de lluvias, la salinidad presentó una variación de 0.9ups, cabe mencionar que la densidad larval, fue 170 veces menor que en el transecto dos.

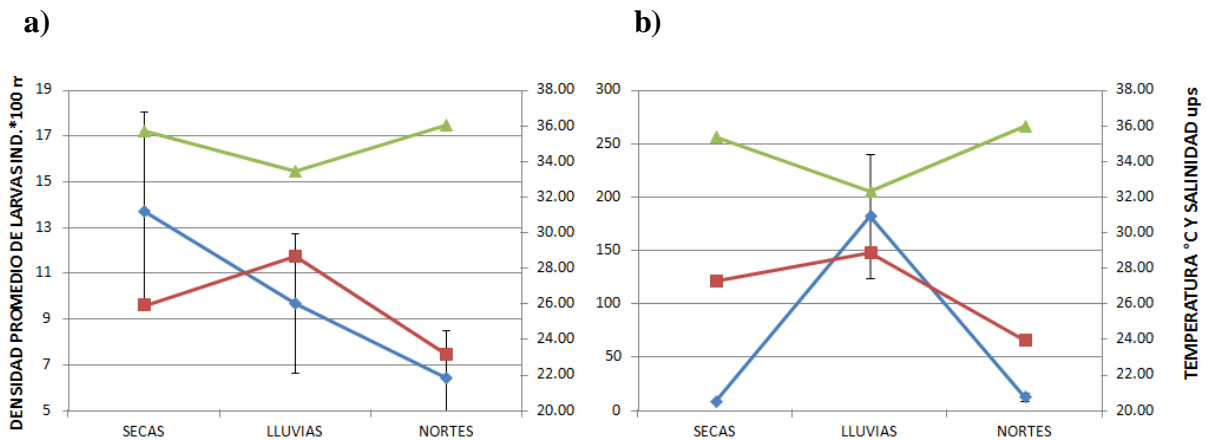


Figura 20 Densidad promedio de larvas de peces con relación a la temperatura y la salinidad. (a) Transecto uno. b) Transecto dos.

7.6.2 Análisis de coeficiente de correlación de (R) Spearman con la temperatura y la salinidad.

El análisis de coeficiente de correlación de (R) Spearman, mostró que la familia Clupeidae tuvo una correlación con la temperatura (Fig. 21a), es decir, entre mayor sea la temperatura, existirá mayor número de organismos, con una y con la salinidad (Fig 21b)., tuvo una correlación significativa pero inversamente proporcional, (entre menor sea la salinidad, mayor numero de organismos se encontrará), ambas presentaron una P de 0.000, los valores críticos del coeficiente de correlación de Spearman a nivel de significancia de 0.05, para un grupo de n=30, se encontró que el valor calculado fue mayor al valor crítico ($r_s = 0.306$) en la temperatura ($r_s=0.747$) y la salinidad ($r_s=0.697$), lo que indicó que existe asociación directa entre la temperatura y la salinidad, esto también sucedió con la familia Engraulidae, a pesar de que existió relación con la temperatura ($r_s=0.465$), su P fue mayor a 0.05 (Fig.22a)., mientras que salinidad, presentó una P de 0.04 con la un valor crítico de $r_s= 0.358$, lo que indicó que existe relación con la salinidad pero inversamente proporcional (Fig. 22b).

Figura 22 Coeficientes de correlación de Spearman (R) de las densidades de la familia Clupeidae (individuos por 100 m³), p<0.05. a) Con la Temperatura b) Con la Salinidad

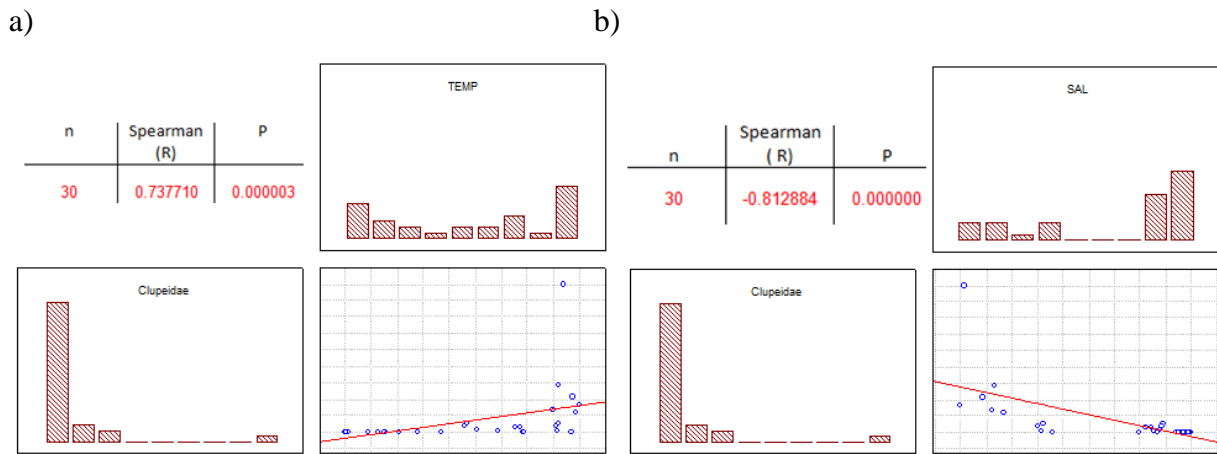
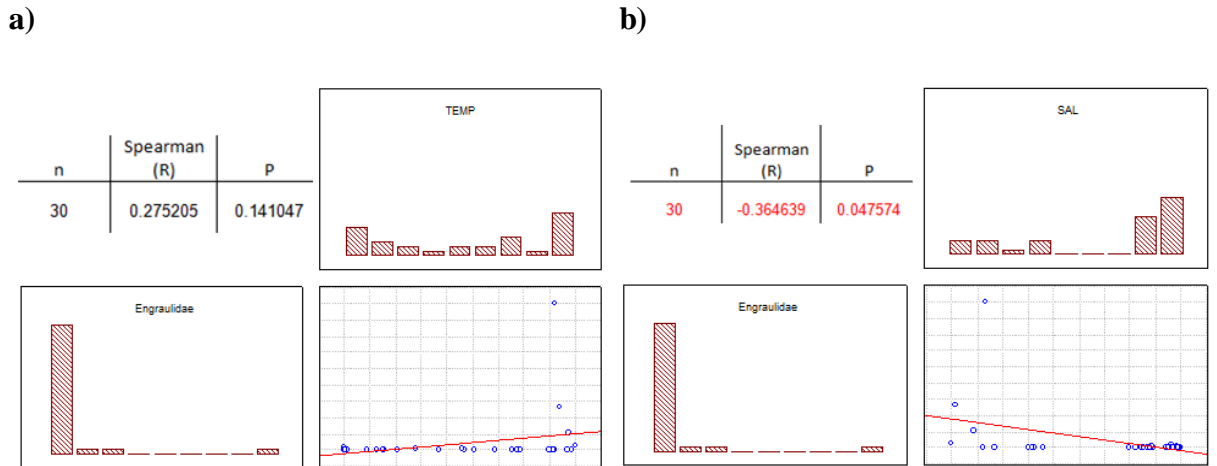


Figura 23 Coeficientes de correlación de Spearman (R) de las densidades de la familia Engraulidae (individuos por 100 m³), p<0.05 a) Con la temperatura b) Con la salinidad



8. Discusiones

En este trabajo en lo que a huevos de peces se refiere, únicamente se contabilizaron, sin realizar su identificación, ya que no se cuentan con elementos morfológicos plausibles de la mayoría de las especies sobre las características taxonómicas de los mismos (Fahay, 2007). En cambio, en lo que se refiere a larvas de peces, se lograron determinar 27 familias, 38 géneros y 28 especies, no se logró identificar a nivel de especie a todos los organismos, debido a que existe poca información sobre la taxonomía en las primeras etapas larvarias en las zonas arrecifales, y a que en el presente estudio, la mayoría de las larvas colectadas fueron menores a los tres milímetros (preflexión), ya que se utilizó para la colecta una red ictioplantónica de 335 micras, lo que dificultó la identificación en la mayoría de las larvas.

A lo largo del período de muestreo, se pudo apreciar una diferencia en la abundancia de huevos y larvas durante las tres temporadas. La mayor abundancia en huevos se presentó en la temporada de secas, dicha temporada mostró temperaturas por arriba de los 24 °C desde la superficie hasta aproximadamente los 18 metros de profundidad, lo cual propicia el desove de los peces adultos, efecto que también ocurre cuando existen altas precipitaciones, como en la temporada de lluvias, donde además existe un mayor escorrentía por el río Jamapa, sin embargo a diferencia de la temporada de secas, en lluvias la abundancia de huevos es baja, mientras que la abundancia de larvas de peces es la más alta de las tres temporadas, Ordoñez (2004) menciona que el patrón de abundancia inverso entre larvas y huevos de peces es común, es decir; donde exista una alta densidad de huevos, no se hallara una elevada presencia de larvas de peces. De acuerdo a lo anterior, es posible que se dé una reproducción masiva en la temporada de secas, la cual coincide con el inicio en la elevación de la temperatura, es por ello que dominan los huevos, posteriormente en la temporada de lluvias dominan las larvas que eclosionan entre secas y el inicio de lluvias. Para nortes, desaparece casi por completo la reproducción, ya que solo algunas especies realizaron reproducción, es por ello que los menores valores se vieron reflejados en la temporada de nortes, este fenómeno es común de acuerdo a Martínez-Gutiérrez, (1994) menciona que la temporada de nortes es habitual que existan bajas abundancias de huevos y larvas de peces.

Durante el manejo y separación de las muestras, se pudo observar que el diámetro de huevos presentes en las estaciones son distintos, obteniendo diámetro menores en la zona más cercana a

la costa, y presentando diámetros mayores a partir de la estaciones tres y cuatro del transecto uno y de las estaciones cuatro, cinco y seis del transecto dos, donde presentaban diámetros mayores a 1 mm, los cuales pertenecen comúnmente a peces oceánicos, lo cual se corresponde con lo expuesto por Welinger *et al.* (2004). Este fenómeno es común, ya que algunos peces oceánicos desovan cerca de los arrecifes coralinos, con el objetivo de maximizar la protección y posterior alimentación para su crías (Richards & Linderman, 1987).

El género *Anchoa sp.*, se capturó en las tres temporadas, lo cual difiere por lo reportado por Fahay (2007) menciona que las larvas de *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758) se han encontrado en los meses de abril a septiembre y *Anchoa michilli* (Valenciennes, 1848) de abril a octubre en la zona norte del Golfo de México.

Las Familias Clupeidae, Carangidae y Gobiidae fueron predominantes en la temporada de secas, en la temporada de lluvias Clupeidae, Sciaenidae y Engraulidae y en nortes, Atherinopsidae, Dactyloscopidae y Pomacentridae. Nybakken (1988) a pesar de que existe una alta diversidad, menciona que en las zonas costeras presentan una alta abundancia, generada solo por unas cuantas especies dominantes.

En cuanto a la variedad de familias representadas en las diferentes estaciones de muestreo, durante la temporada de secas en la estación cuatro del transecto más norteño (1), se observó un mayor número de familias: Engraulidae, Clupeidae, Blenniidae y Gobiidae. En la temporada de lluvias, coincidió que el mayor número de familias se presentó en la misma estación donde se halló la mayor densidad, (estación seis del transecto dos) en ella se pudieron encontrar un total de 11 familias (Clupeidae, Scorpaenidae, Triglidae, Gerreidae, Haemulidae, Sciaenidae, Sphyraenidae, Sphyraenidae, Tetragonuridae y Paralichthyidae) y en la temporada de nortes la estación cinco del transecto dos presento un total de cuatro familias (Atherinopsidae, Lutjanidae, Haemulidae y Pomacentridae). Flores-Coto *et al.*, (2009) menciona que pueden existir zonas donde se encuentre un mayor número de familias, pero que en estas no sean abundantes, lo que concuerda con la temporada de secas, y difiere en las temporadas de lluvias y nortes.

La ocurrencia de familias de larvas arrecifales y su mayor abundancia en las estaciones tres y cuatro del transecto uno durante secas, es posible que esté determinada por las corrientes predominantes (Figura 23b) que son hacia el noroeste (Salas-Pérez, *et al.*, 2012), y a que las

larvas de peces sean aportadas por los arrecifes más cercanos a dichas estaciones, que se localizan a dos kilómetros de los puntos de muestreo (arrecife la Gallega, y arrecife Galleguilla).

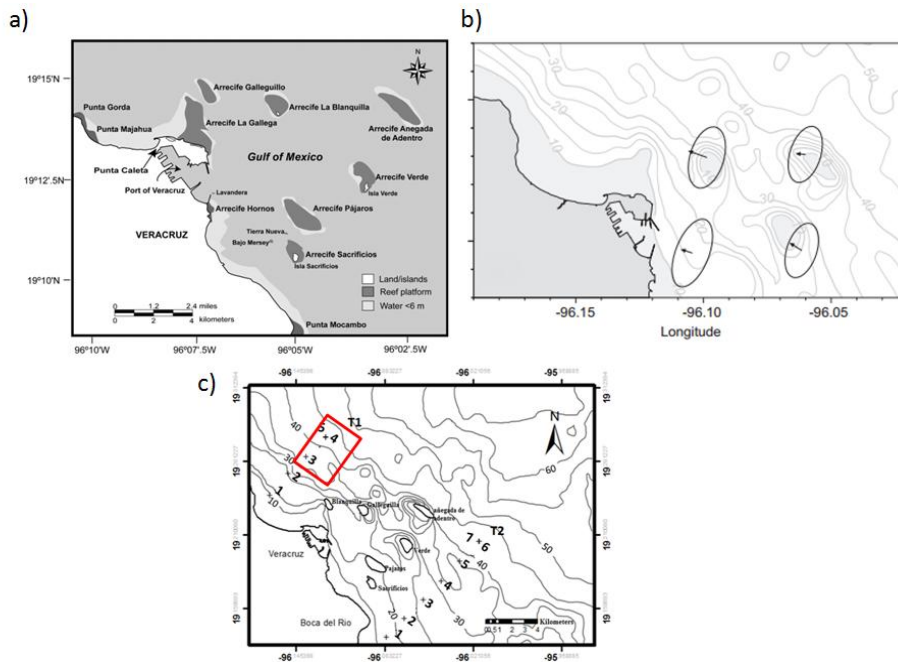


Figura 23 a) Grupo de arrecifes del norte del PNSAV, ubicado frente a la ciudad de Veracruz. b) Promedio vertical de corrientes medias con sus respectivas elipses de variación durante la temporada de secas (Salas-Pérez *et al.*, 2012). c) estaciones con mayor densidad de larvas de peces en la temporada de secas.

La mayor abundancia en la temporada de lluvias se encontró en las estaciones cuatro, cinco y seis del transecto dos siendo esta última la de mayor densidad, este fenómeno puede ser atribuido a tres fenómenos: el primero, es la influencia del río Jamapa durante esta temporada (Tunell, 2007), ya que durante esta temporada su caudal aumenta considerablemente y se encuentra cercano al transecto dos, lo que genera una alta productividad en el zooplancton, incluyendo a las larvas de peces. El segundo, es el giro ciclónico semipermanente (Salas-Monreal, *et al.*, 2009) que se encuentra en el centro del PNSAV (Figura 22a), el cual advecta los nutrientes que aporta el río Jamapa hacia la zona donde se encuentran las estaciones 5 y 6 de este transecto, y el tercero, la baja densidad de larvas de peces en las estaciones cercanas a la costa, podría ser debido a otros grupos de zooplancton, como los quetognatos, que son grandes depredadores de zooplancton, pero al igual que en los copépodos (Villalobos-Figueros, 1971), se encuentran principalmente en las zonas más cercanas a la costa y disminuyen hacia aguas oceánicas (Álvarez-

Cadena et al., 2008). Ambos grupos son muy abundantes en el PNSAV (Okolodkov *et al.*, 2011) y durante el proceso de separación de las muestras se observó que estuvieron presentes en las estaciones cercanas a la costa durante las temporadas de secas y lluvias. Debido a que la mayoría de las larvas de peces colectadas eran relativamente pequeñas (menores a 3 milímetros), la movilidad de las larvas de peces es mínima y presentan una mayor vulnerabilidad a la depredación por otros grupos de zooplancton (Hoar y Randall, 1988).

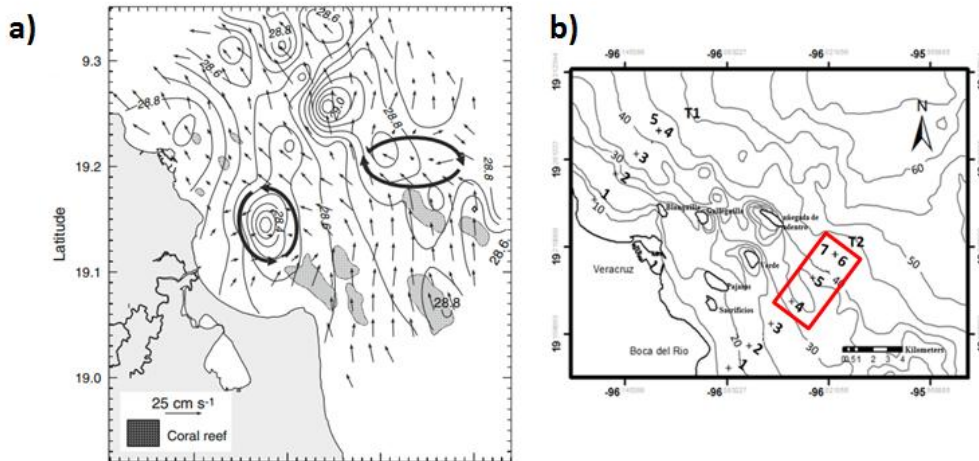


Figura 24 a) Giro ciclónico y anticiclónico semipermanentes que se generan en el PNSAV (Salas-Monreal, *et al.*, 2009) c) Mapa de las estaciones y transectos.

La temporada de nortes fue la temporada con menor densidad de larvas de peces (Anexo D), las abundancias más altas dentro de esta temporada se presentaron en las dos últimas estaciones del transecto dos, posiblemente debido al mismo fenómeno físico que en la temporada de lluvias, (giro ciclónico semipermanente), sin embargo debido a la disminución de la temperatura, el aumento de la salinidad y la baja escorrentía del río Jamapa (Salas-Pérez & Arenas fuentes, 2011), la densidad de huevos y larvas de peces es menor dado que la mayor reproducción ocurre principalmente durante secas y principio de lluvias, y por ello no hay grandes cantidades de larvas en nortes.

Las larvas de peces más tolerantes al aumento o disminución de la temperatura y salinidad, se presentaron en dos o hasta tres temporadas, tal es el caso de la especie *Menidia beryllina* (Cope, 1867), que se presentó en la temporada de secas donde hubo una diferencia de 4°C en la temperatura y 1 ups en la salinidad entre temporadas, la especie *Leiostomus xanthurus*

(Lacepède, 1802) se halló en las temporadas de lluvias principalmente, y nortes en menor densidad, donde la diferencia de temperatura y salinidad entre las temporadas fue de 6°C y de 3 ups. Por último, el género *Anchoa*, se encontró en todas las temporadas, teniendo menor densidad en nortes. Bailey & Hounde (1989), mencionan que las condiciones físicas son la causa más probable de la mortalidad de la mayor parte de las larvas de peces, sin embargo se observó que las especies anteriormente dichas, tienen una alta tolerancia a la variabilidad de temperatura y/o la salinidad.

También existieron especies que únicamente se encontraron en una sola temporada en el muestreo horizontal, (Anexo E).Hernández et al., (2010), mencionan que la temperatura y la salinidad se pueden considerar como barreras físicas que afecta a las larvas de peces. Durante la temporada de lluvias, se tiene un aporte de nutrientes del río Jamapa, lo que influye la disponibilidad de nutrientes precursores del fitoplancton y por ello, muchas especies de peces utilizan esta temporada para su reproducción, dado que se tienen condiciones favorables para que exista una alta supervivencia. Sinclair (1988) y Contreras (2010) señalan que los peces seleccionan áreas de desove con relación a las condiciones físicas para mantener la integridad de las larvas de peces. Tres especies de la familia Sciaenidae solo se presentaron en la temporada de nortes, probablemente estas especies toleren temperaturas más bajas así como salinidades un poco mayores, con el objetivo de evadir a la competencia (Contreras, 2010).

La temporada donde se encontraron mayor número de especies arrecifales fueron en las temporadas de lluvias y el menor número de especies arrecifales se presentó en la temporada de nortes, es posible que la reproducción de estas especies este temporalmente más acotado.

Una picnoclina bien definida únicamente se presentó en la temporada de lluvias entre los cinco a seis metros de profundidad en ambos transectos, debido a las descargas fluviales lo cual coincide con lo reportado por Mateos-Jasso *et al.*, (2012). Por otro lado durante esta temporada en la última estación de muestreo (estación cinco) aproximadamente a 12 kilómetros de la costa y en la que se realizó un lance vertical que llegaba hasta los 50 m. de profundidad, se observó una diferencia en los organismos muestreados, los organismos encontrados fueron: *Myctophum nitidulum* (Garman, 1899), frecuentemente encontrado zonas oceánicas cercana a los 200 metros de profundidad, aunque se pueden encontrar en las zonas costeras, pero menos abundantes (Rodríguez-Varela *et al.*, 2001). Otras especies que se hallaron son: *Saurida brasiliensis*

(Norman, 1935), quien es consumido por otros depredadores (Sánchez, *et al.*, 2011), *Bregmaceros cantori* (Milliken y Houde, 1984), siendo estas larvas muy utilizadas para análisis de los estratos de la columna del agua (Flores-Coto *et al.*, 2009), *Ophidion* sp., y *Halichoeres* sp.

9 Conclusiones

1. Se lograron identificar 28 especies, 38 géneros y 27 familias. El género más conspicuo fue: Anchoa
2. Se encontró una distribución heterogénea de las larvas de peces, siendo más extensa en la temporada de lluvias.
3. La abundancia más alta de huevos se registró en la temporada de secas, y para las larvas de peces se registró en la temporada de lluvias, en ambos casos en las estaciones más alejadas de las costas.
4. Se encontró una marcada variabilidad temporal de la temperatura y la salinidad en la columna de agua, teniendo estratificación por temperatura (secas), estratificación por temperatura y salinidad (lluvias) y sin estratificación (nortes).
5. Se determinó la relación entre la estructura termohalina y la distribución y abundancia de las larvas de peces, de una de las familias más representativas, siendo esta relación directa con la temperatura e inversa con la salinidad.

11 Recomendaciones

- Utilizar una malla de ictioplancton de 500 micras debido que facilitaría la identificación.
- Hacer muestreos diurnos y nocturnos, para valorar las diferencias en la presencia y ausencia de larvas de peces.
- Por último realizar muestreos de larvas de peces a distintas profundidades para ver si hay efecto con la estructura termohalina.

Literatura citada

- Allen G., J. Pondella y M. Horn. 2006. The ecology of marine fishes California and adjacent waters. California. University of California. 269-180.
- Álvarez-Cadena J.N. U. Ordoñez-Lopez, A.R. Almaral-Mendivil, M. Ornelas-Roa y A. Uicap-Sabido. 2007. Larvas de peces del litoral de norte de Quintana Roo, Mar Caribe de México. *Hidrobiológica*. 17(2):139-150.
- Álvarez-Cadena J.N., A.R. Almaral. U. Ordoñez-López y A. Uicap-Sabido. 2008. Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México. *Hidrobiología*. 18:(1Suplemento):37-48.
- Arenas-Fuentes V. y J. J. Salas-Pérez, 2005. El Golfo de México, una aproximación a los determinantes de su biodiversidad. In: *Camarones, langostas y cangrejos de la costa este de México* (J. L. Hernández Aguilera, J. A. Ruiz Nuño, R. E. Toral Almazán and V. Arenas-Fuentes, Eds.) Econatura y CONABIO, México, :7-2.
- Predation on Eggs and Larvae of Marine Fishes and the Recruitment Problem. *Advances in Marine Biology*. 25:1-83.
- Baumgarther G., K. Nakatani, L.C. Gomes, M.C. Makrakis. 2004. Identification of spawn-ing sites and natural nurseries of fishes in the upper Paramá river. *Brazil Environmental Biology Fishes*. 71:115-125.
- Boehlert G. W. y C. Mundy, 1994. Vertical and onshore-offshore distributional patterns of tuna larvae in relation to physical hábitat features. *Marine Ecology Progress series*. 107:1-13.
- Borges R., R. Beldade, E.J. Gonçalves . 2007. Vertical structure of very nearshore larval fish assemblages in a temperate rocky coast. *Marine Biology* 151:1349-1363
- Chacon-Gomez I. C., D. Salas-Monrreal y M. L. Riveron-Enzastiga. 2013. Current pattern and coral larval dispersion in tropical coral reef system. *Continental Shelf Research*. 68: 23-32.
- Chavez-Hidalgo. 2009. Conectividad de los arrecifes coralinos del golfo de México y Caribe Mexicano. Tesis. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marina. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, BCS México. 167.
- Ciechomski, J. 1981. Ictioplancton. En D. Boltovskoy (ed.). Atlas de zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con zooplancton marino. Instituto de Investigación y desarrollo pesquero. Publicación Especial. Mar de Plata. 829-861.
- Contreras F. 2010. Distribución tridimensional de las asociacioes de larvas de peces en un giro anticiclónico en el sur del Golfo de Califirnia. 2007. Tesis. Instituto Politécnico Nacional. CICIMAR-IPN. 4-79.

- De la Cruz A. 1971. Estudios de plancton en el Banco de Campeche. Coloquio sobre investigaciones y recursos del Mar Caribe y Regiones adyacentes. París: UNESCO, 375-383.
- Dubranna , J., P. Perez Brunius, J. M. Lopez Mariscal y J. Candela Perez. (2011) Circulation over the continental shelf of the western and southwestern Gulf of México. Journal of Geophysical Research. 116 (8):1-17.
- Escarria E., B. Beltran-León y A. Giraldo. 2006. Ictioplancton superficial de la cuenca del océano pacifico colombiano. Nota científica. Investigaciones Marinas. 34(2):169-173.
- Escarria E., B.S. Beltran, A. Giraldo y F. Zapata. 2007. Ichthyoplankton in the Nacional Natural Park Isla Gorgona (Pacific Ocean of Colombia) during September 2005. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 35(2):127-133.
- Fahay M. P. 2007. Early Stages of Fishes in the Western North Atlantic Ocean (Volumen One and two) west Bath, Maine. USA: 2-734.
- Falfan-Vázquez, U. Ordoñez-López y M. Órnelas-Roa. 2008. Variación espacial de larvas de lutjánidos y serránidos en la Plataforma de Yucatán. Hidrobiológica. 18(1): 69-76.
- Flores-Coto C., Espinoza M.L., F. Zavala y L. Sanvicente.2009.Ictioplancton del sur del Golfo de México. Un Compendio. Hidrobiológica. 19(1):49-76.
- Flores-Coto y Méndez M. L. 1981. Contribución al conocimiento de la laguna de Alvarado Veracruz. Ciencias del Mar. 135.
- Flores-Coto, C., F. Flores-Hernández, F. Zavala-García, V. Arenas-Fuentes, M. A. Monreal-Gómez & D. A. Salas De León. 2000b. Oceanic and neritic ichthyoplankton at the edge of the continental shelf in the southern Gulf of Mexico. Gulf and Caribbean Research 12: 31-35.
- García-Abad M. C., M. Tapia-Garcia, A. Yanez-Arancibia, y P. Sanchez-Gill. 1999. Distribución, abundancia y reproducción de *Harengula jaguana* Gode y Bean, 1879, en la Plataforma Continental del sur del Golfo de México (Pisces: Clupeidae). Biotropical. 31:494-501.
- García-Borbón J. A., Olivera-Limas R.M. y J. L. Cerecero-Escuderi.1993. Biomasa reproductora y rendimiento potencial de tres especies de Túmidos, mortalidad y sobrevivencia larval en la Z.E.E: Mexicana del Golfo de México (8):41-62.
- García E. 1986. Apuntes de climatología. México. D.F.
- Gasca, R. y E. Suarez. 1996. Introducción al estudio del zooplancton marino. El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, México. 771.

- González-Quirós R., J. Cabal, F. Álvarez-Marqués and A. Isla (2003) Ichthyoplankton distribution and plankton production related to the shelf break front at the Avilés Canyon. *ICES Journal of Marine Science* 60: 198-210.
- Hammer W.M. y C.D. Haury, 1981. Effects of island mass: water flow and plankton pattern around a reef in the Great Barrier Reef lagoon, Australia. *Limnology and Oceanography*. 26(6):1084-1102.
- Hermes-Silva S. D.R. Tataje, E.Z. Filho. 2009. Spatial and temporal distribution of Ichthyoplankton in upper Uruguay River. *Brazil Research Biology Technology*. 52:933-944.
- Hernández T. 2007. Caracterización espacial de la comunidad de larvas de peces y su relación con variables ambientales y de contaminación en el sur del Golfo de México (Campaña Oceanográfica XCAMBO I: Otoño 1999). Centro De Investigación Y Estudios Avanzados Del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Mérida. 6-7.
- Hernandez F.J., S.P. Powers, W.M. Graham. 2010. Detailed Examination of Ichthyoplankton Seasonality from a High-Resolution Time Series in the Northern Gulf of Mexico during 2004–2006. *Transactions of the American Fisheries Society*. 139:1511-1525.
- Hoar W. S. y Randall D.J. 1988. *Fish physiology*. Volume XI. Academic press, INC. San Diego New York Berkeley Boston. 1-537.
- Human P. y V. DeLoach. 2002. Reef fish identification, Florida, Caribbean, Bahamas. New World Publication Inc. Jacksonville, EE. UU. :10-536.
- James, A., Pitchford, J. W., & Brindley, J. (2003). The relationship between plankton blooms, the hatching of fish larvae, and recruitment. *Ecological Modelling*, 160(1-2), 77-90.
- Johannes, R. E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Environmental Biology Fishes* 3 (1): 65-84.
- Kinne O. 1970. *Marine ecology. A comprehensive integrated treatise on life in oceans and coastal waters: 1y2. Environmental factors*. Willey-Interscience London. 681.
- Landeta M.F., C. A. bustos, P. Palacios-Fuentes, P. Rojas y F. Balbontín. Distribución del ictioplancton en la Patagonia austral de Chile: potenciales efectos del deshielo de Campos de Hielo sur. *Latin american journal of aquatic research*. 39 (2): 236-249.
- Lara M., C. Padilla, C. García, y J.J. Espejel. 1992. Coral reef of Veracruz, Mexico. I. Zonation and community. In: R.H. Richmond (Ed). *Proceeding of the 7th international Coral Reef Symposium (22-27 june 1992)*, (1): 535-544. Guam, Micronesia: University of a Guam ress, UOG Station.

- Lasker R. 1981. The role of a stable ocean in larval fish survival and subsequent recruitment. In: R. Lasker (ed.) *Marine fish Larvae: Morphology, ecology and relation to fisheries*. Wash. Sea Grant Program, University of Washington Press. 80-88.
- Marques M. J. 2004. *Probabilidad y estadística para ciencias químico biológicas*. Facultad de Estudios superiores de la UNAM, México, D.F. 626.
- Martinez-Gutierrez M. R. 1994. Variación estacional del ictioplancton en la sonda de Campeche, México (Clupeiformes a Scorpaeniformes). Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias UNAM.:134.
- Matsuura Y. y M.P. Olivar. 1999. Fish larvae. En: D. Boltovskoy (ed.). *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Lieden. 1445-1496.
- Mateos-Jasso A., J. Zavala-Hidalgo, R. Romero-Centeno y M. E. Allende-Arandía. 2012. Variability of thermohaline structure in the northern Veracruz Coral Reef System, Mexico. *Continental Shelf Research*. 50(51):30-40.
- Navarro-Rodríguez M., L. González, R. Flores-Vargas, M. González y F. Carrillo. 2006. Composición y variabilidad del ictioplancton de la laguna El Quelele, Nayarit, México. *Revista de biología marina y oceanografía*. 41(1):35-43.
- Nibakken J. W. 1988. *Marine biology. An ecological approach*. Harper and Row, Publishers, New York.: 514.
- Okolodkov Y.B., J. A. Aké-Castillo, M.G. Gutiérrez-Quevedo, H. Pérez-España y D. Salas-Monrrea. 2011. Annual cycle of the plankton biomass in the national Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Southwestern Gulf of México. *Zooplankton and Phytoplankton*. (3):1-26.
- Ortega R. María, T. Pendás, L.C. Martínez, M. Pérez, A. Cánova. 2009. El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. Ciudad de la Habana. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 8(2):0-0
- Ordóñez U. 2004. Dinámica temporal del ictioplancton asociado al arrecife Puerto Morelos, Quintana Roo: taxonomía estructura de la comunidad y su relación con el medio. Tesis doctorado. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. :1-208.
- Quintal-Lizama C. y L. Vázquez-Yeomans. 2001. Asociaciones de larvas de peces en la bahía del Caribe mexicano. *Revista de Biología Tropical*. 49(2): 559-570.
- Richards W. J. y K.C. Linderman. 1987. Recruitment dynamics of reef: Planktonic processes, settlement and demersal ecologies, and fishery analysis. *Bulletin of Marine Science*, 41(2):392-410.

- Richards, W.J. T. Leming, M. F. McGowan, J. T. Lamkin y S. Kelley-Fraga. 1989. Distribution of fish larvae in relation to hydrographic features of the Loop Current Boundary in the Gulf of México. *Rapp. P.-V Reun. Cons. Int. Explor. Mer*, 191:169-176.
- Richards, W. J., T. Leming, M. F. McGowan, J. T. Lamkin, and S. Kelley-Fraga. 1989. Distribution of fish larvae in relation to hydrographic features of the Loop Current boundary in the Gulf of Mexico. *Proces-Verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* :169-176
- Richards W.J. 2006. *Early Stages of Atlantic Fishes: An Identification Guide for the Western Central North Atlantic. Vol I y II.* Editorial Taylor & Francis Group. New York. USA. 1-1333.
- Rodríguez-Varela, A., A. Cruz-Gómez y M. A. Padilla-García. 2001. Composición, distribución y abundancia de larvas de la familia Myctophidae en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México y mar Caribe. INP. SAGARPA. México. *Ciencia Pesquera*: 15 97-104.
- Román U., J. Valdez y F. Zavala. 2006. Composición y abundancia del ictioplancton durante la temporada de estriaje en la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola*.6 (1):138-149.
- Salas de León, D., A. Monreal-Gómez, L. Sanvicente-Añove y C. Flores-Coto.1998. Influence de la circulation á long terme sur la distribution des organismes zooplanctoniques dans la baie de Campeche, Mexique. *Oceanologica Acta*. 21(1):87-93. Salas-Pérez J. y A. Granados-Barba. 2008. Oceanographic characterization of the Veracruz reefs system. *Atmosfera* 21(3):281-301.
- Salas-Pérez J., D. Salas-Monreal, V. Arenas-Fuentes, D. Salas-de-León, M. Riveron-Enzastiga. 2008. Características de la marea en un sistema arrecifal coralino del Golfo de México Occidental. *Ciencias Marinas*. 34(4):467-478.
- Salas-Pérez J.J. 2011. Winter wáter of the mass of the Veracruz Reef system. *Atmósfera*. 24(2):221-231.
- Salas-Pérez J.J., D. Salas-Monreal, Monreal-Gómez, M. L. Riveron-Enzastiga y C. Llasat. 2012. Seasonal absolute acoustic intensity, atmospheric forcing and currents in a tropical coral reef system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 100: 102-112.
- Salas-Monreal D., D. A. Salas-de-León, M. A. Monreal-Gomez y M. L. Riverón-Enzástiga. 2009. Current rectification in a tropical coral reef system. *Coral Reefs*. 28(4) 871-879.
- Sinclair M. 1988. *Marine populations. An essay on population regulation and especiation.* Whashington Sea Grant Program. Seattle. University of Washington Press. 252.
- Sorokin Y. 1995. *Coral Reef Ecology.* 1th ed. Springer, Germany. 465.

- Tunell W. J., E. A. Chavez, K. Winthers. 2007. Arrecifes coralinos del sur del Golfo de México. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional.:1-277.
- Welinger C., K. Alveal yH. Romo. 2004. Biología marina y oceanografía: concepto y procesos, volumen1. Consejo Nacional del Libro y la Lectura. Gobierno de Chile. :298-299.
- Zavala-Garcia F. y Flores-Coto. 1994. Abundance and distribution of Breagmacerotidae (pisces) larvae in Campeche Bay, Mexico. Ciencias Marinas 20:219-241.
- Zavala-Hidalgo J. L.M. Steven. y J. O'Brien. 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of México using a high-resolution numerical model. Jurnal of Geophysical Research. 108:(12) 1-19.

Anexos.

ANEXO A. Listado de las larvas de peces identificadas en las temporadas de secas, lluvias y nortes y su importancia pesquera (basado en la carta nacional pesquera 2012)

(x) Si son de importancia pesquera o son de otra.

(*) Posiblemente sean de importancia pesquera.

FAMILIA	GÉNERO o ESPECIE	IPORTANCIA PESQUERA	OTROS
Engraulidae			
	Anchoa sp	*	
	<i>Anchoa hepsetus</i> (Linnaeus, 1758)	*	
	<i>Anchoa mitchilli</i> (Linnaeus, 1758)	*	
Clupeidae			
	<i>Sardinella anchovia</i> (Valenciennes, 1847)	*	
	<i>Harengula jaguana</i> (Poey, 1865)	*	
Synodontidae			
	<i>Saurida brasiliensis</i> (Norman, 1935)		*
Myctophidae			
	<i>Myctophum nitidulum</i> (Garman, 1899)		*
Labridae			
	<i>Halichoeres</i> sp.		*
Bregmacerotidae			
	<i>Bregmaceros cantori</i> (Milliken y Houde, 1984)		*
Ophidiidae			
	<i>Ophidion</i> sp.		*
Tetraodontidae			
	<i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1786)	*	
Mugililidae			
	<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)	*	
Atherinopsidae			
	<i>Menidia beryllina</i> (Cope, 1867)		*
	<i>Menidia menidia</i> (Linnaeus, 1766)		*
Belonidae			
	<i>Strongylura notata</i> (Poey, 1860)		*
Scorpaenidae			
	<i>Helicolenus</i> sp.		*
Triglidae			
	<i>Prionotus</i> sp.		*
Carangidae			
	<i>Decapterus punctatus</i> (Cuvier, 1829)	*	
	<i>Decapterus macarellus</i> (Cuvier, 1833)	*	
	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	*	

Lutjanidae			
	Lutjanus sp.	*	
Gerreidae			
	Eucinostomus sp.	*	
Haemulidae			
	<i>Haemulon sp.</i>	*	
	<i>Haemulon melanurum (Linnaeus, 1758)</i>	*	
	<i>Haemulon plumieri (Lacepède, 1801)</i>	*	
	<i>Haemulon flavolineatum (Desmarest, 1823)</i>	*	
Sparidae			
	<i>Lagodon rhomboides (Linnaeus, 1766)</i>		*
Sciaenidae			
	<i>Leiostomus xanthurus (Lacepède, 1802)</i>	*	
	<i>Cynoscion nothus (Holbrook, 1848)</i>	*	
	<i>Micropogonias undulatus (Linnaeus, 1766)</i>	*	
	<i>Menticirrhus americanus (Linnaeus, 1758)</i>	*	
Pomacentridae			
	Chromis sp.		*
	Stegastes sp.		*
	Pomachromis sp.		*
Dactyloscopidae			
	Gillellus sp.		*
Blenniidae			
	<i>Hypsoblennius henz (Lesueur, 1825)</i>		*
Gobiidae			
	Bathygobius sp.		*
	Gobiosoma sp.		*
	Gobionellus sp.		*
	Ctenogobius sp.		*
Sphyraenidae			
	<i>Sphyraena barracuda (Edwards, 1771)</i>	*	
Tetragonuridae			
	<i>Tetragonurus atlanticus (Lowe, 1839)</i>		*
Paralichthyidae			
	Paralichthys sp.	*	
	<i>Citharichthys arcifrons (Goode, 1880)</i>		*
Monacanthidae			
	<i>Stephanolepis setifer (Bennett, 1831)</i>		*

Anexo B. Familias, géneros y especies de larvas de peces, encontradas en la estación cuatro del transecto uno en la temporada de secas.

Familia	Genero	Especie	Temporada	Estacion	Transecto
Engraulidae	Anchoa sp.		Secas	4	1
Clupeidae	Sardinella	<i>Sardinella anchovia</i> (Valenciennes, 1847)	Secas	4	1
	Harengula	<i>Harengula jaguana</i> (Poey, 1865)	secas	4	1
Blenniidae	Hypsoblennius	<i>Hypsoblennius hentz</i> (Lesueur, 1825)	Secas	4	1
Gobiidae	Gobionellus sp.		Secas	4	1

Anexo C. Familias, géneros y especies de larvas de peces, encontradas en la estación seis del transecto dos en la temporada de lluvias.

Familia	Género	Especie	Temporada	Estación	Transecto
Clupeidae		<i>Harengula jaguana</i> (Poey, 1865)	lluvias	6	2
Scorpaenidae	Heliconius sp.		lluvias	6	2
Triglidae	Prionotus sp.		lluvias	6	2
Gerreidae	Eucinostomus sp.		lluvias	6	2
Haemulidae	Haemulon	<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède, 1801)	lluvias	6	2
Sciaenidae	Leiostomus	<i>Leiostomus xanthurus</i> (Lacepède, 1802)	lluvias	6	2
Sphyraenidae	Sphyraena	<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	lluvias	6	2
Tetragonuridae	Tetragonurus	<i>Tetragonurus atlanticus</i> (Lowe, 1839)	lluvias	6	2
Paralichthyidae	Paralichthys		lluvias	6	2
	Citharichthys	<i>Citharichthys arctifrons</i> (Goode, 1880)	lluvias	6	2

Anexo D. Familias, géneros y especies de larvas de peces, encontradas en la estación seis del transecto dos en la temporada de nortes.

Familia	Género	Especie	Temporada	Estación	Transecto
Atherinopsidae	Menidia	<i>Menidia beryllina</i> (Cope, 1867)	notes	5	2
Lutjanidae	Lutjanus sp.		notes	5	2
Haemulidae	Haemulon	<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède, 1801)	notes	5	2
Pomacentridae	Pomachromis sp.		notes	5	2

Anexo E. Familias, géneros y especies de larvas de peces, encontradas en la estación seis del transecto dos en la temporada de nortes.

Temporadas	Familias	Especies	Desove
Secas	Tetraodontidae	<i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1786)	no descritas
	Carangidae	<i>Decapterus punctatus</i> (Cuvier, 1829)	no descritas
		<i>Decapterus macarellus</i> (Cuvier, 1833)	Marzo-Junio
	Haemulidae	<i>Haemulon flavolineatum</i> (Desmarest, 1823)	no descritas
	Monacanthidae	<i>Stephanolepis setifer</i> (Bennett, 1831)	no descritas
Lluvias	Pomacentridae	<i>Chromis</i> sp.	no descritas
		<i>Bathygobius</i> sp.	no descritas
	Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	Marzo-septiembre
	Tetragonuridae	<i>Tetragonurus atlanticus</i> (Lowe, 1839)	Marzo-Diciembre
	Paralichthyidae	<i>Paralichthys</i> sp.	no descritas
		<i>Citharichthys arctifrons</i> (Goode, 1880)	Julio-Octubre
Nortes	Atherinopsidae	<i>Menidia menidia</i> (Linnaeus, 1766)	abril-Junio
	Lutjanidae	<i>Lutjanus</i> sp.	Diciembre y Mayo
	Sciaenidae	<i>Cynoscion nothus</i> (Holbrook, 1848)	Noviembre-Mayo
		<i>Micropogonias undulatus</i> (Linnaeus, 1766)	Septiembre-Diciembre
	Pomacentridae	<i>Pomachromis</i> sp.	no descritas

*La mayoría de estos estudios fueron en la zona norte del golfo de México (Fahay, 2007).