

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**



“Distribución espacial del ensamble de peces demersales en el Océano Pacífico de Guatemala, y su relación con variables oceanográficas”

María de los Angeles Schoenbeck Yanes

Bióloga

Guatemala, marzo de 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**



**“Distribución espacial del ensamble de peces demersales en el Océano
Pacífico de Guatemala, y su relación con variables oceanográficas”**

Informe de Tesis

**Presentado por
María de los Angeles Schoenbeck Yanes**

**Para optar al título de
Bióloga**

Guatemala, marzo de 2020

JUNTA DIRECTIVA

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto	Decano
Lic. Miriam Roxana Marroquín Leiva	Secretaria
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal I
Dr. Roberto Enrique Flores Arzú	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Giovanni Rafael Funes Tovar	Vocal IV
Br. Carol Merarí Caceros Castañeda	Vocal V

DEDICATORIA

Mi familia por su apoyo incondicional y por motivarme con mi carrera, especialmente a mi mamá quien siempre me ha apoyado a cumplir mis sueños, a mi hija quien es mi motivación de cada día.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor el Lic. Manuel Ixquiac quien ha compartido su valioso conocimiento conmigo, por brindarme su apoyo y paciencia en la elaboración de este trabajo. A mi revisor Jorgito Jiménez por su apoyo y guía.

A The Nature Conservancy –TNC- Guatemala quien me apoyo compartiendo la información y permitirme formar parte del proyecto “Caracterización Biológica y Oceanográfica del Pacífico de Guatemala” financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD-. En especial agradezco al Msc. Juan Carlos Villagrán por transmitirme su pasión por la conservación marina, y por todo su apoyo durante este tiempo y por ser un amigo para mí.

A todos mis amigos con quienes compartí mi tiempo en la universidad y sigo compartiendo en especial a Rocío Silva, Mynor Sandoval, Carlos Gaitán, Cristian Estrada y Quebin Casía, gracias por todos los buenos momentos, apoyo y hacer mi paso en la universidad tan alegre.

Un agradecimiento a la Universidad de San Carlos de Guatemala y al pueblo de Guatemala por permitirme cursar y culminar mis estudios universitarios.

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. ANTECEDENTES.....	5
3.1. Peces demersales	5
3.1.1. <i>Peces demersales y el ambiente abiótico</i>	6
3.1.2. <i>Importancia económica</i>	8
3.1.3. <i>Amenazas</i>	9
a. Sobreexplotación.....	9
b. Modificación del hábitat.....	10
c. Pesca ilegal, no declarada y no reglamentada	11
d. Cambio climático	11
3.2. Área de estudio	12
3.2.1. <i>Localización geográfica</i>	12
3.2.2. <i>Fisiografía</i>	12
3.2.3. <i>Clima</i>	13
3.2.4. <i>Oceanografía</i>	14
3.2.5. <i>Desarrollo de la actividad marítima pesquera</i>	16
3.3. Estudios previos	17
4. JUSTIFICACIÓN	19
5. OBJETIVOS.....	21
5.1. General	21
5.2. Objetivos específicos	21
6. HIPÓTESIS.....	22
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
7.1. Universo del estudio	23
7.1.1. <i>Población</i>	23
7.1.2. <i>Muestra</i>	23

7.2. Materiales	23
7.3. Métodos	23
7.3.1. Colecta de datos en campo	23
7.3.2. Análisis estadístico	25
7.3.2.1. <i>Patrones de diversidad</i>	25
7.3.2.2. <i>Análisis espacial</i>	27
7.3.2.3. <i>Aspectos ecológicos</i>	27
8. RESULTADOS	29
8.1. Patrones de diversidad	29
8.1.1. <i>Riqueza</i>	31
8.1.2. <i>Abundancia kg/mn²</i>	32
8.1.3. <i>Biomasa tm</i>	34
8.1.4. <i>Índice Simpson</i>	36
8.2. Análisis espacial	39
8.3. Análisis ecológicos	40
8.3.1. <i>Riqueza</i>	40
8.3.2. <i>Abundancia (kg/km²)</i>	43
8.3.3. <i>Biomasa (tm)</i>	45
8.3.4. <i>Índice de Simpson</i>	48
8.4. Especies más abundantes	50
8.5. Asociación de especies	51
9. DISCUSIÓN	54
9.1. Patrones de diversidad	54
9.2. Análisis espacial	56
9.3. Aspectos ecológicos	56
9.3.1. <i>Especies más abundantes</i>	61
9.4. Asociación de especies	67
10. CONCLUSIONES	69
11. RECOMENDACIONES	71
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

13. ANEXOS.....	81
Anexo No.1. Especies por familia durante el periodo de estudio en el año 2018 en la plataforma del Pacífico de Guatemala.....	81
Anexo No.2. Variables ambientales durante el periodo de estudio en el año 2018 en la plataforma del Pacífico de Guatemala.....	83
Anexo No.3. Dendograma obtenidos durante el mes de mayo 2019, en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala.....	84
Anexo No.4. Dendograma obtenidos durante el mes de septiembre 2018, en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala.	85
Anexo No.5. Mapa de la ubicación de arrecifes artificiales y rocosos en la plataforma del Pacífico de Guatemala.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Patrón de diversidad de especies en relación a la profundidad en el mar	8
Figura. 2a Patrones de corrientes en el Pacífico Este Central en Abril	15
Figura. 2b Patrones de corrientes en el Pacífico Este Central en Octubre	15
Figura 3. Mapa de transectos para las estaciones de muestreo unitario demersal.....	24
Figura 4. Esquema de la disposición de las redes de arrastre camaroneras con las cuales se barrió un área determinada.....	25
Figura 5. Área de barrida por la red de arrastre de fondo.....	26
Figura 6. Curva de acumulación de especies de peces observada (riqueza observada) durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del pacífico de Guatemala durante el año 2018	29
Cuadro 1. Estimación de parámetros biológicos de peces demersales en 26 estaciones de muestreos en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala realizado en mayo y septiembre del año 2018.	30
Figura 7. Mapa de la distribución espacial de la riqueza de peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de mayo.	31
Figura 8. Mapa de la distribución espacial de la riqueza de peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de septiembre.	32
Figura 9. Mapa de la distribución espacial de la abundancia de peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de mayo.	33
Figura 10. Mapa de la distribución espacial de la abundancia de peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de septiembre.	34
Figura 11. Mapa de la distribución espacial de la biomasa en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de mayo.....	35
Figura 12. Mapa de la distribución espacial de la biomasa en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de septiembre.....	36
Figura 13. Mapa de la distribución espacial del índice de Simpson en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de mayo.	37

Figura 14. Mapa de la distribución espacial del índice de Simpson en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de septiembre.	38
Figura 15. Variograma experimental para los datos de riqueza de peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de mayo.	39
Figura 16. Variograma experimental para los datos de riqueza de peces demersales Pacífico de Guatemala durante el mes de septiembre.....	40
Figura 17. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la riqueza de los peces demersales y la temperatura durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	41
Figura 18. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la riqueza de los peces demersales y el oxígeno durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	41
Figura 19. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la riqueza de los peces demersales y la salinidad durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	42
Figura 20. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la riqueza de los peces demersales y la salinidad durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	42
Figura 21. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la abundancia de los peces demersales y la temperatura durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	43
Figura 22. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la abundancia de los peces demersales y el oxígeno durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	44
Figura 23. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la abundancia de los peces demersales y la salinidad durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	44
Figura 24. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la abundancia de los peces demersales y la profundidad durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	45

Figura 25. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la biomasa de los peces demersales y la temperatura durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	46
Figura 26. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la biomasa de los peces demersales y el oxígeno durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	46
Figura 27. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la biomasa de los peces demersales y la salinidad durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	47
Figura 28. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre la biomasa de los peces demersales y la profundidad durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	47
Figura 29. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre el índice de Simpson de los peces demersales y la temperatura durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	48
Figura 30. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre el índice de Simpson de los peces demersales y el oxígeno durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	49
Figura 31. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre el índice de Simpson de los peces demersales y la salinidad durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	49
Figura 32. Resultados de la modelación linear de las relaciones funcionales entre el índice de Simpson de los peces demersales y la profundidad durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.	50
Figura 33. Mapa de la distribución espacial de las asociaciones de peces demersales en el mes de mayo.....	52
Figura 34. Mapa de la distribución espacial de las asociaciones de peces demersales en el mes de septiembre.....	53
Figura 35. Comparación de las áreas de asociación de los peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala. A. Grupos de asociación propuestos por Bianchi, 1991. B. Grupos de asociación propuestos en el presente estudio para el mes de mayo.	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estimación de parámetros biológicos de peces demersales en 26 estaciones de muestreos en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala realizado en mayo y septiembre del año 2018.....	30
Cuadro 2. Resultados de la modelación linear entre la abundancia (Número) y las variables ambientales.....	51

1. RESUMEN

Los peces conforman el grupo de vertebrados más diverso a nivel mundial, son reconocidos como un importante recurso, brindando alimento y fuente económica para las poblaciones humanas. Las pesquerías marino costeras mundiales se encuentran bajo amenaza a consecuencia de las altas tasas de captura debido al alto valor económico que representan especialmente las dirigidas a peces demersales – asociadas a los fondos-. Los peces demersales tienen una amplia distribución, con hábitos en fondos someros, formando agregaciones influenciadas por diferentes factores bióticos y abióticos. En Guatemala los peces demersales son capturados principalmente por la pesquería artesanal y además forman parte de la captura incidental de la pesquería de camarón, afectando negativamente sus poblaciones, sumado a prácticas no sostenibles e impactos antropogénicos.

Varios autores recomiendan para el manejo pesquero tener un entendimiento detallado de la distribución espacial de los recursos y la influencia del ambiente como un indicador de cambios en la distribución y abundancia de las especies. El objetivo de esta investigación fue evaluar la distribución espacial del ensamble de peces demersales en el Océano Pacífico de Guatemala. Inicialmente se calculó la riqueza, índice de Simpson, abundancia y biomasa. Se registraron 92 especies en el mes de mayo y 79 especies en el mes de septiembre de peces demersales y se identificaron 7 especies dominantes por su ocurrencia.

Se identificó alta riqueza en la plataforma interna del Pacífico de Guatemala, esto sugiere que los peces siguen un patrón batimétrico, existiendo mayor diversidad en las aguas someras debido a su alta productividad y conexión con los sistemas estuarinos los cuales funcionan como sitios de crianza y fuente de alimento para muchas especies.

Por otro lado, se identificó alta dominancia dentro de la mayor parte del área de estudio, para varios autores esto sugiere degradación del hábitat, sin embargo es necesario realizar estudios considerando la ecología de las poblaciones.

Las zonas de alta abundancia y biomasa identificadas no se correlacionaron con las variables ambientales evaluadas. Sin embargo, estas se localizan en zonas rocosas esto sugiere que estas áreas son funcionales para la agregación de especies de peces demersales, por lo que se recomienda realizar estudios en el área para validar los resultados ya que estos no fueron evaluados dentro del proyecto.

La relación entre la distribución espacial de aspectos ecológicos con las variables ambientales estudiadas (oxígeno, profundidad, salinidad y temperatura), sugiere que las variables estudiadas tienen influencia sobre la riqueza y la dominancia de las especies durante el periodo de estudio.

La presente investigación generó información sobre la ecología de los peces demersales de la plataforma del Pacífico de Guatemala. Además resalta la necesidad de considerar medidas de manejo en las áreas en donde se identificaron zonas de alta riqueza como la plataforma interna, debido a la productividad de las aguas someras y conexión con los sistemas estuarinos y en las zonas que se identificaron con alta biomasa y abundancia. Esta información es útil para sugerir acciones de manejo y ordenamiento de los recursos pesqueros, especialmente para las pesquerías altamente invasivas como la pesquería de camarón.

2. INTRODUCCIÓN

Los peces demersales se caracterizan por ser especies en su mayoría marino costeras, asociadas con los fondos marinos de forma temporal o permanente debido a sus hábitos alimenticios o comportamiento reproductivo (Palacios, 2011). Poseen alta longevidad, crecimiento lento y madurez sexual tardía (Demirel y Gül, 2016). Son de gran importancia ecológica, debido a que contribuyen en la dinámica de redes tróficas, reciclado de sedimentos y nutrientes al alimentarse en los bentos. (Ayala-Pérez, Ramos, Sosa y Martínez, 2015)

Se han descrito 487 especies de peces asociados a fondos blandos en el Océano Pacífico Oriental Tropical (Roberstson y Allen, 2002; Zapata y Ross Robertson, 2006). Estos presentan una distribución influenciada por diferentes factores físicos, químicos y biológicos que controlan sus actividades de alimentación, reproducción, entre otros. (Páramo, Guillot-Illidge, Benavides, Rodríguez y Sánchez, 2011; Simard, Marcotte y Bourgault, 1993).

Los peces demersales conforman parte importante de las pesquerías en Guatemala, representando ingresos económicos, fuente laboral y seguridad alimentaria, especialmente a las personas que viven aledañas a las costas del Océano Pacífico. (Organización de las Naciones Unidas para la Acuicultura y Alimentación. [FAO], 2014). Los peces demersales en el Pacífico del país son las especies objetivo de la pesca artesanal, generando empleos directos e indirectos debido al valor comercial local, regional y de exportación (FAO, 2005). Sin embargo también son capturadas por los barcos camaroneros con redes de arrastre de fondo, como parte de la fauna acompañante (Ixquiac, 1998).

Actualmente las distintas poblaciones de peces se encuentran amenazadas por distintos factores entre los cuales destacan: sobreexplotación, a consecuencia de la alta demanda; pesquerías no selectivas y falta de ordenación pesquera; modificación del hábitat y cambio climático (Sale, Cowen, Danilowicz, Jones, Kritzer, Lindeman & Steneck, 2005).

A pesar de la importancia ecológica y económica que representan los peces demersales, en Guatemala son escasos los estudios disponibles que brinden información necesaria sobre ecología del ensamble de peces. Esta investigación pretende determinar la composición y distribución espacial del ensamble de peces demersales en el Océano Pacífico de Guatemala y así mismo conocer su asociación algunas variables oceanográficas (temperatura, oxígeno disuelto, profundidad y tipo de fondo) a través de un análisis espacial y un modelo con las variables.

3. ANTECEDENTES

3.1. Peces demersales

Los peces son el grupo de vertebrados más diverso a nivel mundial (Nelson, 2006), la gran mayoría habita en los océanos, distribuyéndose desde las zonas polares hasta el ecuador y desde las costas hasta grandes profundidades (Moyle & Cech, 2004). Alrededor del 40% de su diversidad se concentra en plataformas continentales de los mares tropicales a profundidades menores de 200 metros (Romero, 2002). Los peces han sufrido diversas adaptaciones a determinadas zonas o áreas del ambiente marino y se han clasificado bajo diferentes categorías, una de ellas se basa en su distribución en la columna de agua, que va desde aguas abiertas, cerca del fondo o sobre el mismo, correspondiendo esta última a la clasificación de los peces demersales (Moyle & Cech, 2004; Olivier, Bastida & Torti, 1968; Werlinger, Alveal & Romo 2004).

Los peces demersales se caracterizan por ser especies en su mayoría marino costeras, asociadas con los fondos marinos de forma temporal o permanente debido a sus hábitos alimenticios o comportamiento reproductivo (Palacios, 2011). Son consumidores de segundo y tercer orden con amplio espectro trófico, amplia distribución en la plataforma continental con movimientos migratorios a sistemas estuarinos como área de desove, protección y/o alimentación de los individuos en estadios juveniles principalmente, desarrollando interacciones complejas entre estos dos sistemas (Palacios, 2011; Sánchez-Gil & Yáñez-Arancibia, 1988).

Poseen diferentes rasgos morfológicos (forma del cuerpo, posición y tipo de boca, forma de aleta caudal), los cuales pueden atribuirse como respuesta a la heterogeneidad ambiental como el tipo de hábitat, ecología alimentaria, tipo de sustratos, comportamiento social, entre otros. (Helfman, Colette, Facey & Bowen, 2009; Rosenfeld, 2002; Palacios, 2011).

Su importancia ecológica radica en que son transformadores de energía, como se mencionó anteriormente poseen un alto espectro trófico, que va desde materia orgánica hasta otros peces; son reguladores energéticos por la habilidad de desplazarse intra (en

la columna de agua) e interecosistemas (plataforma continental y sistemas estuarinos); sus actividades biológicas, reproductivas y alimentarias están altamente vinculadas a las características físico-ambientales del hábitat y sus características de diversidad, abundancia y distribución, dependen de interacciones bióticas y abióticas (Manjarrez, 2001; Yañes-Arancibia y Sánchez-Gil, 1998).

Se han descrito 487 especies de peces asociados a fondos blandos (arena, fangos y lodos) en el Océano Pacífico Oriental Tropical (Robertson & Allen, 2002; Zapata & Robertson, 2006).

3.1.1. Peces demersales y el ambiente abiótico

La vida en los ambientes marinos está determinada por una gran variedad de factores ambientales, tanto biológicos, físicos y químicos que van desde competencia, tipo de sustratos y temperatura, entre otros. Cada una de estas características y sus interacciones hacen que el entorno presente una amplia heterogeneidad ambiental, favoreciendo o no la presencia de ciertos organismos en cada tipo de hábitat o región (Castro & Huber, 2010).

Los peces tienden asociarse en cardúmenes distribuidos en el tiempo y espacio de una forma no aleatoria, influenciada por las variaciones físicas, químicas y biológicas del medio, que controlan la selección del hábitat (Maravelias, Reid, Simmonds & Haralabous, 1996; Simard, Marcotte & Bourgault, 1993; Páramo, Guillot-Illidge, Benavides & Rodríguez, 2009). Estos han desarrollado distintas adaptaciones (sistema de la línea lateral, sentido del gusto, olfato y sistemas sensoriales) que les permite recibir información del medio y desplazarse a diferentes zonas, en donde desarrollan actividades de alimentación, reproducción, migración, entre otros (Granado, 2002). Entre algunas de las variables abióticas que tienen influencia en la selección del hábitat se encuentran:

- a. La temperatura en las aguas costeras tiene alta variabilidad y presenta cambios estacionales, los cuales son percibidos por los peces como señales para activar

o concluir actividades de su ciclo de vida, entre ellos la reproducción, considerada como una de las variables ambientales más importantes, ya que además tiene influencia sobre otros factores físico-químicos que podrían tener influencia en procesos ecológicos como depredación y competencia (Moyle & Cech, 2004).

- b. El oxígeno disuelto (OD) tiene un comportamiento cíclico, desde la atmosfera se incorpora al océano disolviéndose en el agua, en donde es capturado por los organismos marinos. Este parámetro actúa como limitante en la distribución de los organismos en los sistemas acuáticos costeros, dependiendo su concentración (Cifuentes & Torres, 2003; Carrillo, 2012). Se ha documentado que este factor tiene una alta influencia sobre los peces en sus niveles de crecimiento, reproducción y la asimilación de los alimentos (Azevedo, Araújo, da Cruz-Filho, Pessanha, Araújo Silva y Guedes, 2007; Marshall y Elliot, 1998). El OD está relacionado con la estacionalidad climática, con menores concentraciones durante las épocas secas, además se relaciona con el cambio de la temperatura del agua, la profundidad y el aporte de materia orgánica de los ríos (de la Lanza y Pulido, 2011).
- c. La salinidad en las costas presenta una alta variabilidad debido a que recibe descargas de agua de los ríos. Se ha documentado que la salinidad un efecto sobre la presión osmótica interna de los fluidos de los peces. Moyle y Cech, (2004) menciona que se han observado en California casos de cambios dramáticos en los patrones de distribución de los peces asociados a los fondos, en condiciones de bajas temperaturas y oxígeno con una alta concentración de salinidad.
- d. La profundidad en las plataformas continentales tiene amplia influencia sobre la diversidad de las especies marinas, debido a cambios en la cantidad de luz, cambios en las temperaturas y concentración de oxígeno. Granados, (2002) menciona que la diversidad es inversamente proporcional al aumento de la profundidad.

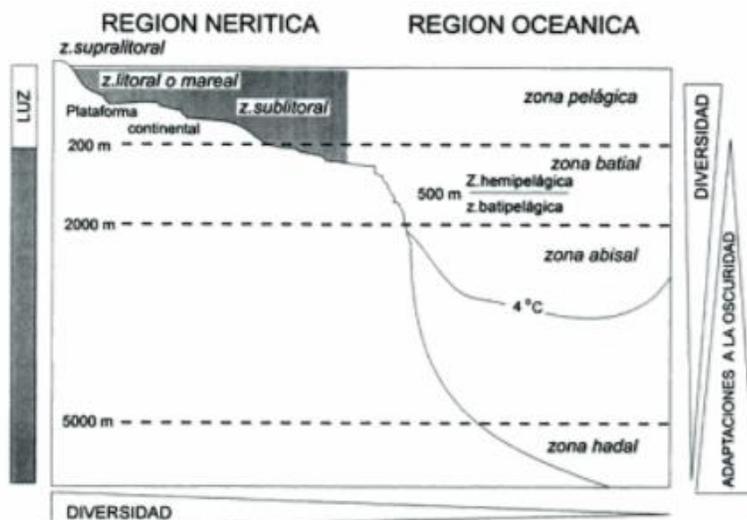


Figura 1. Patrón de diversidad de especies en relación a la profundidad en el mar (Granados, 2002).

3.1.2. *Importancia económica*

En Guatemala los peces demersales son las especies objetivo de la flota pesquera artesanal debido a su valor comercial local y regional generando empleos directos e indirectos (FAO, 2005; Dirección de Normativa de la Pesca y Acuicultura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación – Dipesca/Maga y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD-). Entre las especies de alto valor comercial para la pesquería artesanal del Pacífico de Guatemala se encuentran: la curvina, pargo, berrogata, róbalo y el mero (Marroquín, Batres, Ruano & Álvarez, 2013; Organización del Sector Pesquero y Acuicola del Istmo Centroamericano. [OSPESCA], 2012).

En 2010 la pesca de escama, que incluye especies demersales, reportó un aporte de 0.37% del producto interno bruto (PIB) para Guatemala, además para ese año se registraron 4,860 embarcaciones operando, que generaron 9,720 empleos en la fase de captura, en donde el 97% corresponde a la pesca artesanal en el Pacífico de Guatemala (FAO, 2014). Este recurso constituye un elemento importante para el crecimiento económico a través del comercio y creación de oportunidades de empleo. (Gonzales, 2015; FAO, 2019).

Dipesca/Maga y PNUD durante octubre de 2017 a junio de 2018, realizó una caracterización de la pesca artesanal del Pacífico de Guatemala. Ellos señalan que de la captura de la pesca artesanal durante el periodo de estudio, el 88.8% (119 especies) corresponden a peces. Las familias más diversas fueron *Carangidae* y *Scianidae*, seguido por *Ariidae* y *Haemulidae*, *Serranidae* y *Cichlidae*, dentro de los géneros más diversos fueron *Bagre*, *Centropomus*, *Lutjanus*, *Cynoscion* y *Caranx*. Señalan que tras realizar un estudio socioeconómico la pesca artesanal representa en promedio ingresos para los pescadores de Q. 5,000 al mes.

Sin embargo no todas las especies demersales que se capturan durante las faenas de pesca son consideradas con alto valor comercial debido a diferentes factores entre ellos, la apariencia del pescado, tipo de carne, y las tallas de captura, a estas especies de bajo valor comercial se les denomina “cachaco”. El cachaco es retenido en un porcentaje y desembarcado para consumo de los pescadores y/o venta, uso de carnada o es descartado y devuelto al mar. Marroquín y colaboradores, (2012) reportan que se estimó una captura de 71.8 toneladas de especies de cachaco en el Puerto de San José y en el Puerto de Iztapa, identificando 25 especies, comercializado entre Q. 5.88 y Q. 3.16 por libra (Q. 2.66 y Q1.43 el kg respectivamente).

3.1.3. **Amenazas**

a. Sobreexplotación

La pesca es una de las actividades productivas más antiguas de la historia, incrementado durante los últimos decenios debido a su valor alimenticio, económico y cultural, sin embargo en la actualidad la gran cantidad de poblaciones de peces se encuentran bajo diferentes tipos de amenazas, entre ellas la falta de ordenamiento pesquero y la sobreexplotación debido las altas tasas de captura; artes de pesca no selectivas; captura en estadios juveniles como consecuencia al crecimiento poblacional humano y a la alta demanda del recurso (Páramo, 2009; Pauly et al, 2002; Sale, et al 2005).

En Guatemala como en muchos de los mares tropicales del mundo las pesquerías costeras son multiespecíficas, lo que significa que existe un gran esfuerzo pesquero sobre un amplio rango de especies y tallas, sobreexplotando así las poblaciones (Gelera, 2018). Los peces demersales son especies objetivo de las pesquerías artesanales y de

subsistencia siendo fuente alimenticia y generadora de ingresos económicos, pero además son capturados por las embarcaciones camaroneras como parte de la pesca incidental (FAO, 2005).

Sumado a esto no se cumplen los requisitos que han sido impuestos por el artículo 33 del Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura (Acuerdo Gubernativo 223-2005), ya que se reporta que las flotas artesanales operan con luz de malla y anzuelos menores a los permitidos, pescando así altas tasas de tallas juveniles, las cuales no han llegado a la primera talla de reproducción (Dipesca/Maga, PNUD y IARNA, 2018, Dipesca/Maga y PNUD, 2018; Dipesca/Maga, PNUD y TNC, 2018).

Por otro lado, las pesquerías camaroneras tropicales capturan alrededor del 27% de pesca acompañante de todos los descartes globales (Eayrs, 2007; Martínez-Muñoz, 2012; Paramo et al, 2009). La FAO (2005) señala que para Guatemala el rendimiento de la pesquería comercial de camarón es de bajo rendimiento debido a que existe una ineficiencia en los equipos y sobreexplotación de los recursos del Pacífico al ser esta técnica de pesca muy invasiva y los arrastres se realizan durante el día y la noche, pescando un alto volumen de peces demersales como parte de la fauna de acompañamiento. Ixquiac (1998) menciona que existen 196 especies que conforman la fauna de acompañamiento en la pesquería de arrastre para el océano Pacífico, las cuales no son aprovechadas para su comercialización y consumo, pasando estas a ser descartadas. La sobreexplotación de estos recursos ha provocado un descenso en la abundancia de especies de importancia comercial y descenso de tallas de algunas especies, lo cual tiene altas implicaciones ecológicas (Boix, 1999).

b. Modificación del hábitat

El uso de redes de arrastre modifica o destruye el hábitat de las especies demersales, a pesar que la plataforma continental de Guatemala está constituida principalmente por fondos blandos y no son altamente heterogéneos a diferencia de otros que presentan arrecifes o pastos marinos (Ixquiac, 1998). Se ha documentado que los fondos blandos presentan riesgos de degradación ya que presentan heterogeneidad y soportan una alta diversidad de especies. Estos cambios en el hábitat podrían causar desplazamiento de especies, pérdida de recursos alimenticios y cambios en la diversidad funcional

(Coleman, Gason & Poore, 1997; Gray, Poore, Ugland, Wilson, Olsgard & Johannessen, 1997). La pesca con redes de arrastre en el país podría ser una causa de pérdida del hábitat ya que como se mencionó anteriormente estos operan durante largas faenas pescando durante el día y la noche.

c. Pesca ilegal, no declarada y no reglamentada

Otra amenaza a la que se encuentran sometidas las pesquerías demersales consiste en la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR), la cual engloba actividades de pesca irresponsables en las cuales los pescadores no declaran sus capturas y/o no respetan el reglamento de pesca respecto a las artes de pesca. En Guatemala se han reportado casos en donde los pescadores utilizan redes de enmalle con luz de malla menor a la permitida, trasmallos unidos a lo largo y a lo ancho, o entrelazados, changos, captura de juveniles y otras especies no objetivo (Dipesca, comunicación personal, 5 de octubre, 2018). La pesca INDNR representa una amenaza para los ecosistemas acuáticos y perjudica a la economía local ya que agrava la pobreza y la inseguridad alimentaria (FAO, 2014).

d. Cambio climático

Se ha documentado que dentro de los efectos del cambio climático en los océanos se encuentran cambios en el pH, aumento de las temperaturas y disminución del oxígeno disuelto, al perder su solubilidad a medida que la temperatura aumenta tanto en aguas superficiales como profundas, provocando estratificación de las aguas, causando disminución en la distribución vertical de los peces (Ehrhardt & Fitchett, 2006; Keeling y García, 2002). Además debido al aumento de las temperatura se prevé que los peces de los trópicos se desplacen a latitudes mayores, reduciendo sus poblaciones o provocando extinciones locales (Cheung, Lam, Sarmiento, Kearney, Watson & Pauly, 2009; Tewksbury, Huey & Duetsc, 2008)

3.2. Área de estudio

3.2.1. Localización geográfica

El Pacífico de Guatemala, es parte del Océano Pacífico Oriental (OPO), reconocido a nivel mundial como uno de los océanos más productivos del mundo (Fiedler, Philbrick, & Chávez, 1991). La zona marino costera de Guatemala se encuentra ubicada entre la línea de costa y el límite de la zona económica exclusiva del país que termina a 200 millas náuticas (mn) de la costa. El área de estudio comprende la plataforma continental, con una extensión de 14,700 km² aproximadamente. Su ancho promedio es de 60 km. Su profundidad máxima es de 200 metros. Los estratos contenidos son el hábitat pelágico, demersal, nerítico y oceánico (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Agrícolas [IARNA] y Universidad Rafael Landívar [URL], 2003).

3.2.2. Fisiografía

Los fondos de la plataforma continental de Guatemala son poco accidentados, muy planos y compuestos principalmente por lodos (arcilla y limo), arena y fondos de barro los cuales se presentan en zonas profundas y cerca de las fronteras de México y El Salvador (Ixquiac, 1998; IARNA y URL, 2003; Jolón-Morales, Sánchez-Castañeda, Villagrán-Colón, Mechel & Jinh, 2005).

La línea de costa es de 255 kilómetros de largo los cuales se ubican dentro de la Provincia biogeográfica de Chiapas-Nicaragua, carece de golfos, bahías y puertos naturales, (Arrivillaga, 2004; Villegas y Csirke, 1985). Paralelo a la costa del Pacífico, se encuentran 20 bocabarras permanentes o semipermanentes a desembocaduras de ríos y 8 a sistemas estuarinos, sitios de importancia ecológica para muchas especies utilizadas como sitios de alimentación, protección y crianza (Arrivillaga, 2003).

La batimetría en el Océano Pacífico es bastante variable, con sitios planos y de pocos metros de profundidad, así como áreas de grandes pendientes y profundidades de más

de 6,000 m como el cañón de San José y la zona de subducción, en donde se unen la placa de los Cocos y la placa del Caribe denominada fosa de Centroamérica (Ladd, Ibrahim, McMillen, Latham, Huene, Watkins, Moore & Worzel, 1978).

3.2.3. *Clima*

La zona del Pacífico de Guatemala presenta condiciones tropicales, determinadas por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), donde convergen los vientos del norte y los del sur. Durante la primera parte del año y durante los meses enero- marzo (invierno en el norte), vientos del noreste soplan a través de Centro América desde el Atlántico, con vientos y un patrón complejo de temperatura. Durante la segunda mitad del año, se producen vientos Alisos del Noreste que trasladan los sistemas nubosos de las la costa de África y las ondas del Este van generando la lluvia, cambios de la salinidad e intensificación de la Contracorriente Ecuatorial (May-Collado, Gerrodette, Calambokidis, Rasmussen & Sereg, 2005).

Se observa una estacionalidad muy marcada entre la época seca (diciembre a abril) y lluviosa (mayo a noviembre). Estos patrones de la precipitación tienen efectos sobre la distribución. Los ciclos de lluvia favorecen la migración de diferentes especies marinas incluyendo peces demersales hacia sistemas lagunares, para realizar actividades como alimentación, reproducción, entre otras. Esto se atribuye a la variación en las descargas de nutrientes y materia orgánica que influye sobre la productividad primaria y procesos tróficos (Lara-Domínguez & Yáñez-Arancibia, 1999).

La temperatura media al nivel del mar reportada para los meses en la fase cálida durante los últimos 28 años es de 29.21°C y para los meses en la fase fría de 28.17°C (Ixquiac, 2010), sin embargo se prevé que la temperatura incremente de 0.02 a 0.03 °C/año, lo podrá tener efectos negativos para la biodiversidad. El promedio pluviométrico histórico se encuentra entre 1200 a 1700 mm de lluvia anual (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología [Insivumeh], 2018).

3.2.4. *Oceanografía*

La circulación oceánica superficial en el Océano Pacífico Oriental, se encuentra influenciada por la Corriente de California (CC), la Corriente Norecuatorial (CNE), la Corriente Norecuatorial (CCNE), la Corriente Surecuatorial (CSE) y la Corriente Subsuperficial Ecuatorial (CSSE). Estas corrientes son impulsadas por el viento y mantenidas por la transferencia de energía a la superficie del océano por los vientos alisos del noroeste y sureste y que convergen en la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) (Periañez, 2010).

La zona tropical se encuentra delimitada en dos zonas de mezcla de aguas de origen ecuatorial y templado que colindan al norte con la Corriente de California que lleva dirección sur y al sur con la Contracorriente Norecuatorial que lleva dirección norte. La convergencia de las dos corrientes, así como la intensidad de la corriente Norecuatorial, varían según el período del año. En septiembre – octubre la CNE alcanza la máxima influencia, cuando su extensión hacia el Este sobrepasa la longitud de 90° Oeste y contrarresta el avance de la corriente de California hacia el sur, provocando descenso en las temperaturas superficiales. Al mismo tiempo se desarrolla una fuerte corriente costera, la Corriente Costera de Costa Rica que fluye hacia el norte (Figura 2a) (Fisher, Krupp, Schneider, Sommer, Carpenter & Neim, 1991).

A diferencia de lo mencionada anteriormente, el mes de abril, la Contracorriente Norecuatorial (CNE) apenas alcanza los 120° Oeste y se observa un avance hacia el sur de la zona de influencia de la Corriente de California (Figura 2b). (Fisher et al, 1991).

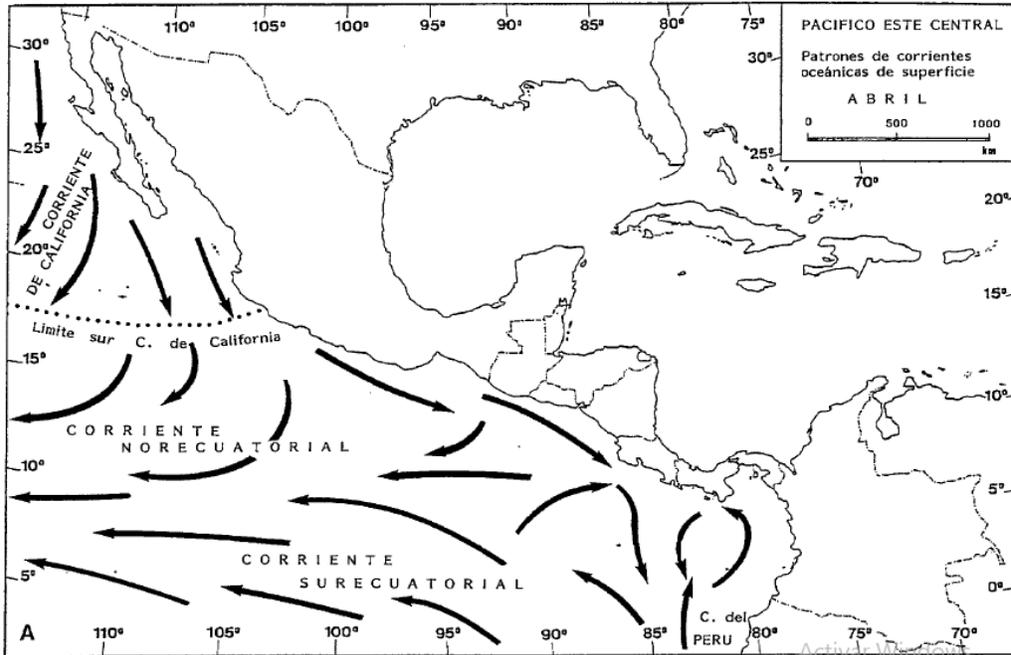


Figura. 2a Patrones de corrientes en el Pacífico Este Central en Abril. Según Baumgartner y Christensen 1985 publicado en Fisher et al, (1991)

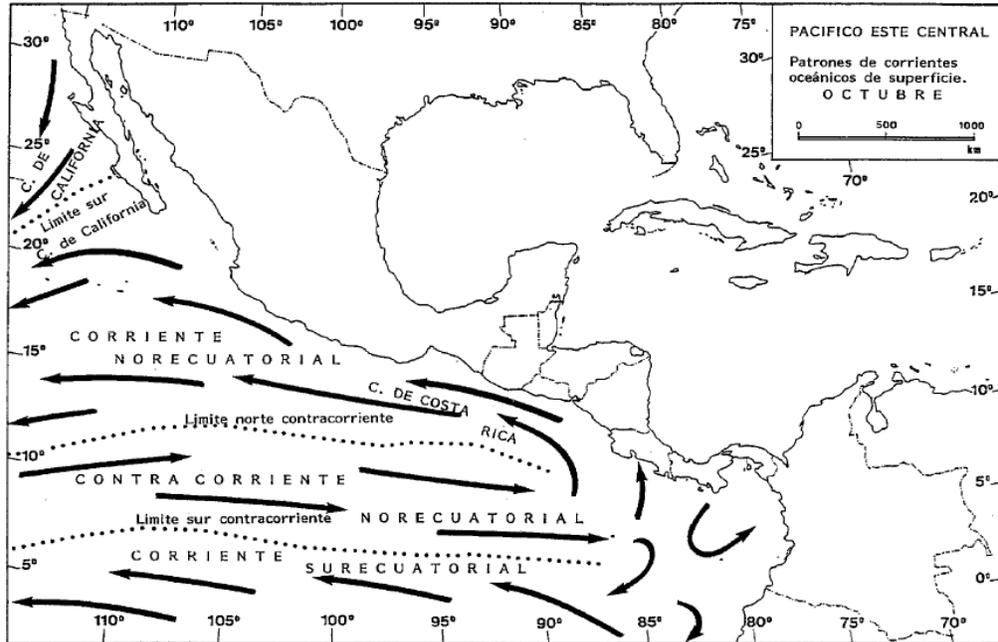


Figura. 2b Patrones de corrientes en el Pacífico Este Central en Octubre. Según Baumgartner y Christensen 1985 publicado en Fisher et al, (1991)

En el OPO existen tres sistemas forzados por los vientos entre noviembre y mayo que impactan la dinámica de la región. Los sistemas de Tenhuantepec y Papagayo producen grandes remolinos anticlónicos que se propagan hacia el oeste. El remolino de Papagayo impacta el Pacífico Centroamericano entre el sur de México y el Norte de Costa Rica, incluyendo el borde de la plataforma continental. Por otro lado esta interacción entre el remolino de Papagayo y el agua de la plataforma continental entre Nicaragua y Guatemala sugiere procesos de cambio de agua de la plataforma continental con el océano abierto (TNC & LAOCOS-UNA, 2009).

Otro factor que tiene influencia sobre las características de las costas de la región, se encuentra el origen océano-atmosférico conocido como “El Niño Oscilación del Sur”. Guatemala por su ubicación geográfica es afectada por este fenómeno, el cual presenta una periodicidad entre los tres a siete años y ocurre cuando el campo de presión es alto en el Océano Pacífico y bajo en el Océano Índico, desde África hasta Australia, provocando un cambios en la dirección y velocidad de los vientos superficiales sobre el Océano Pacífico tropical. Este fenómeno causa en el país sequías y aumentos de las temperaturas superficiales del Océano Pacífico (Fisher et al, 1991).

3.2.5. *Desarrollo de la actividad marítima pesquera*

Según el Artículo 17 del reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura, Acuerdo Gubernativo No.80-2002, en el Océano Pacífico de Guatemala la pesca marítima se divide en pesca deportiva, pesca científica, pesca de subsistencia y pesca comercial (pesca artesanal, pesca de pequeña, mediana y gran escala y la pesca de túnidos). Se reporta que la mayor parte de la actividad pesquera se realiza en la plataforma continental la cual tiene una extensión de 14,355 km², sin embargo cerca del 80% de las embarcaciones en el litoral del país se encuentran concentradas en las primeras 12 millas náuticas que comprende a la zona del mar territorial. (FAO, 2005). Las actividades pesqueras que se concentran en esta zona son la pesca artesanal y la pesca comercial.

La pesca artesanal, actividad que se realiza con embarcaciones entre 0.46 y 0.99 tonelada de registro neto, operan con embarcaciones de 20-25 pies, motores de 45-75

HP. Sus especies objetivo son: camarón; peces demersales y de pequeños peces pelágicos en el Océano, caracterizándose por ser una actividad multiespecífica.

La pesca comercial de mediana y gran escala, se centra en la captura de camarones costeros a profundidades no mayores a 150 m. Operan con redes de arrastre de fondo, con una longitud no mayor a 30 y 50 metros respectivamente desde la tralla superior de la boca de la red y una luz de malla no menor a 2 pulgadas. La flota camaronera utiliza redes de madera y hierro, estas son ampliamente usadas para capturar diferentes especies demersales. Se ha reportado para el país que estas pesquerías pueden capturar entre 170 y 196 especies demersales (Ixquiac, 1998). En el periodo de 2002-2010 la captura de peces demersales represento el 22% de captura anual, entre ellos curvina, pargo y ronco (Gonzales, 2015). Actualmente existe una embarcación de gran escala operando y 15 embarcaciones de mediana escala, excluyendo a la pesca comercial de tiburón y dorado (*Dipesca comm pers*).

3.3. Estudios previos

Dentro del marco de ecología de comunidades en ambientes costeros, investigadores han realizado estudios con el fin conocer como los ensambles de peces demersales son influenciados por el ambiente, entre ellos se puede mencionar:

Bianchi, (1991), reporta que en Guatemala 2 diferentes asociaciones: 1) entre Santa Cruz (Oaxaca) y San José (Guatemala), en un rango de profundidad entre 30 y 40 metros, representado por 71 familias. 2) Estación de aguas someras situadas entre San Marcos y el Sur de Champerico, a profundidades entre 15 y 20 metros, las especies distribuidas en esta área presentan cierta afinidad por temperaturas de 29°C y alto contenido de oxígeno 4 ml/l. 3) aguas someras de Guatemala a Nicaragua, similar al grupo 2.

Ixquiac (1998), realizó un estudio con el fin de conocer como la profundidad afecta la distribución espacial de la fauna acompañante de camarón, identificando 196 especies demersales distinguidas en 4 grupos diferenciados en su distribución influenciados por la profundidad.

Grupo 1, localizado al contorno del litoral dentro de las profundidades de 10 a 35 metros, representado por las especies *Stellifer erycimba* y *Umbrina analis*

Grupo 2, localizado en la parte Oeste y Centro del Pacífico guatemalteco a profundidades entre 30 y 50 metros, representado por las especies *Orthopristis chalceus*, *Haemulopsis axilares*, *Pseudupenaeus grandiscuamis*.

Grupo 3, localizado frente a Monterrico y Las Lisas, a profundidades entre 55 y 87 metros, representado por *Pleurocondes monodon*, *Diplectrum euryplectrum* y *Citharichthis platophrys*.

Grupo 4, localizado en medio del Pacífico guatemalteco dentro de las profundidades de 15 a 40 metros, representado por *Orthopristis chalceus*, *Diodon histrix* y *Lutjanus guttatus*.

El estudio integrado sobre las agregaciones de peces demersales y las variaciones en parámetros abióticos han aumentado en el tiempo debido a la necesidad de conservar el recurso.

Martínez-Muñoz (2012) argumentan que la profundidad, tipo de sedimentos y temperatura son los factores abióticos que explican mejor la estructura de las asociaciones de peces demersales en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec.

Otros autores han documentado que las agregaciones de peces responden a gradientes fisicoquímicos (temperatura, tipo de sedimentos y concentración de oxígeno disuelto) en el océano e influyen sobre la asociación, composición, distribución espacial y temporal de la comunidad de peces demersales dependiendo de la tolerancia de las especies y de sus presas (Bianchi, 1991; Caddy & Seijo, 1998; Link, 2002; Mariscal-Romero et al, 1998; Martínez-Muñoz, 2012; Rodríguez & Páramo, 2012).

4. JUSTIFICACIÓN

Las poblaciones de peces demersales son de gran importancia ecológica, debido a que son transformadores de energía y reguladores energéticos por sus actividades biológicas, reproductivas y alimenticias. Sin embargo son altamente vulnerables a la destrucción del hábitat, cambio climático y sobreexplotación debido a que poseen alta longevidad, crecimiento lento, madurez sexual tardía (DEMÍREL y GÜL, 2016).

En el país estas especies representan una de las pesquerías más importantes para el país operada por la flota pesquera comercial artesanal debido al valor comercial local, regional y de exportación (FAO, 2005; AGEXPORT, 2016). En 2010 la pesca de escama, que incluye especies demersales, reportó un aporte de 0.37% del producto interno bruto (PIB) para Guatemala, además para ese año se registraron 4,860 embarcaciones operando, que generaron 9,720 empleos en la fase de captura, en donde el 97% corresponde a la pesca artesanal en el Pacífico de Guatemala (FAO, 2014).

A pesar que este recurso constituye un elemento importante para la seguridad alimentaria y el crecimiento económico a través del comercio y creación de oportunidades de empleo. (FAO, 2019; Gonzales, 2015). Actualmente en el Pacífico de Guatemala no existe ordenación pesquera y estas especies son capturadas por pesquerías multiespecíficas (FAO, 2005). Ixquiac, (1998) reporta que existen 196 especies que conforman la fauna de acompañamiento en estos arrastres para el Océano Pacífico, las cuales no son aprovechadas para su comercialización y consumo, pasando estas a ser descartadas.

Por lo mencionado anteriormente es necesario realizar un manejo pesquero efectivo para la conservación de las poblaciones de peces demersales en el país. Entre las recomendaciones de varios autores para poder lograrlo mencionan, tener un conocimiento detallado acerca de la relación entre la distribución espacial de los recursos y el ambiente como un indicador en sus cambios de distribución y abundancias (Caddy & Seijo, 1998; Link 2002; Rodríguez & Páramo 2012). Páramo (2011) estableció que estudiar la relación de la estructura de poblacional y ecológica de los peces demersales

con las condiciones del hábitat resulta ser importante cuando se requieren identificar áreas protegidas para el manejo pesquero sostenible.

En Guatemala son muy escasos los trabajos que brindan información necesaria sobre ecología del ensamble de peces, especialmente marinos. Con la excepción del estudio de Ixquiac (1998) no se cuenta con otras investigaciones que relacionen esta distribución y abundancia con otras variables oceanográficas.

Esta investigación pretende determinar la composición y distribución espacial del ensamble de peces demersales en el Océano Pacífico de Guatemala y así mismo conocer su asociación algunas variables oceanográficas (temperatura, oxígeno disuelto, profundidad y tipo de fondo) a través de un análisis espacial y un modelo entre las variables.

5. OBJETIVOS

5.1. **General**

Evaluar la distribución espacial del ensamble de peces demersales en el Océano Pacífico de Guatemala.

5.2. **Objetivos específicos**

5.2.1. Determinar la riqueza, abundancia y biomasa del ensamble de peces demersales en el Océano Pacífico de Guatemala.

5.2.2. Analizar la relación entre la distribución espacial del ensamble de peces demersales y las variables oceanográficas en el Océano Pacífico: temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y profundidad.

6. HIPÓTESIS

La distribución del ensamble de peces demersales en el Océano Pacífico de Guatemala varía espacialmente debido a influencia de variables oceanográficas, tales como temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y profundidad.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Universo del estudio

7.1.1. *Población*

Peces demersales del Océano Pacífico de Guatemala que se distribuyen dentro del mar territorial (12 millas náuticas)

7.1.2. *Muestra*

Peces demersales registrados en 26 puntos de muestreo, utilizando dos redes de arrastre en tándem, visitados en dos ocasiones.

7.2. Materiales

- 1 Computadora ASUS Core i3, Windows 10 Home versión 1709
- Base de datos de los peces de los meses de mayo y septiembre durante del año 2018
- Base de datos con las variables ambientales de los meses de mayo y septiembre del año 2018
- Programa de Excel 2013.
- Software de sistema de información geográfica para generación de mapas
- Software estadístico de R versión 3.5.1

7.3. Métodos

Para el presente estudio se utilizan los datos colectados por medio del proyecto “Caracterización de la biodiversidad de The Nature Conservancy durante mayo y septiembre del año 2018, en el Océano Pacífico.

7.3.1. *Colecta de datos en campo*

Se realizaron dos cruceros de investigación del 3 al 7 de mayo y del 2 al 6 de septiembre del año 2018 en el mar territorial (12 millas náuticas). Cada crucero constó de 26 puntos de colecta, las mismas estaciones del crucero de 1996 de Salaverria (Figura 3), con dos redes de arrastre demersal para muestras biológicas, los muestreos se realizaron en dos estratos de profundidades: <50 metros y 50-100 metros. El diseño del crucero correspondió a un muestreo sistemático con dos redes operando simultáneamente en

tándem, obteniendo así dos muestras (replicadas) (Figura 4), con transectos paralelos y perpendiculares a la costa. La duración de cada arrastre fue de 30 minutos desde el inicio del arrastre cuando la red está en el fondo y a una velocidad de arrastre en promedio de 5 nudos. Adicionalmente las posiciones de inicio y término de los arrastres de muestreo fueron determinados mediante posiciones tomadas con GPS sobre latitud y longitud.

El contenido de cada red fue pesado inicialmente y luego liberado en la cubierta del barco; en ese momento se procedió a colocar parte de la pesca en cajas de plástico conteniendo aproximadamente 25 libras de diferentes especies, las cuales fueron guardadas en hielo y transportadas para su posterior identificación, y toma de medidas biométricas.

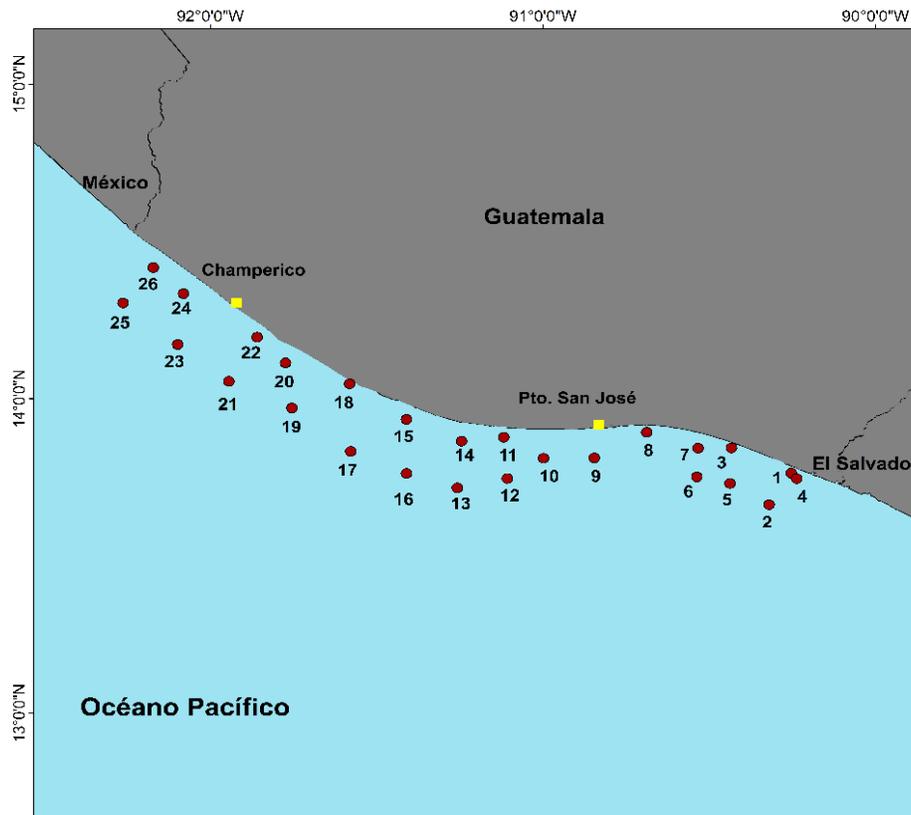


Figura 3. Mapa de transectos para las estaciones de muestreo unitario demersal (puntos rojos).

Para la colección de información de variables oceanográficas, se utilizó a bordo de los cruceros una sonda multiparamétrica, realizando las mediciones de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad que fueron pre establecidas cada 10 metros hasta llegar a los 100 metros de profundidad.

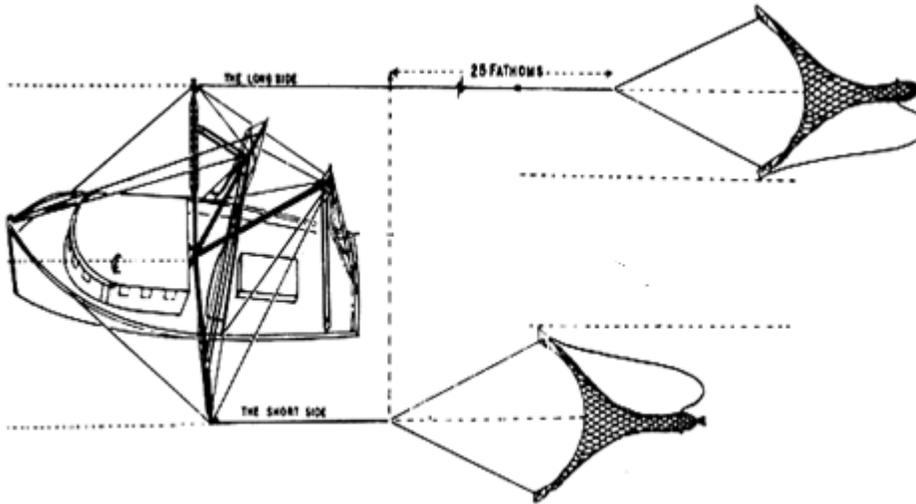


Figura 4. Esquema de la disposición de las redes de arrastre camaroneras con las cuales se barrió un área determinada.

7.3.2. *Análisis estadístico*

7.3.2.1. *Patrones de diversidad*

Se calculó la riqueza específica (número de especies presentes en cada estación), y se representó la tendencia de acumulación de especies utilizando el método de suavizamiento de Mao-Tau (Colwell, 2009). Esta curva, junto con un estimador no paramétrico de riqueza total, sirvió para evaluar la efectividad del muestreo para representar la diversidad de especies de peces demersales en el área de estudio.

Se calculó la abundancia según lo indicado por Sparre & Venema, (1995) en donde indican que la captura media en número de individuos por unidad de esfuerzo (CPUA), es un índice de la abundancia de la población. Este índice puede convertirse en una medida de la biomasa (Kg/km^2), utilizando el método de área de barrida (Sparre & Venema, 1995).

El área de barrida consiste en la estimación de la distancia a partir de la velocidad media de la embarcación y el tiempo recorrido de la misma (Figura 5).

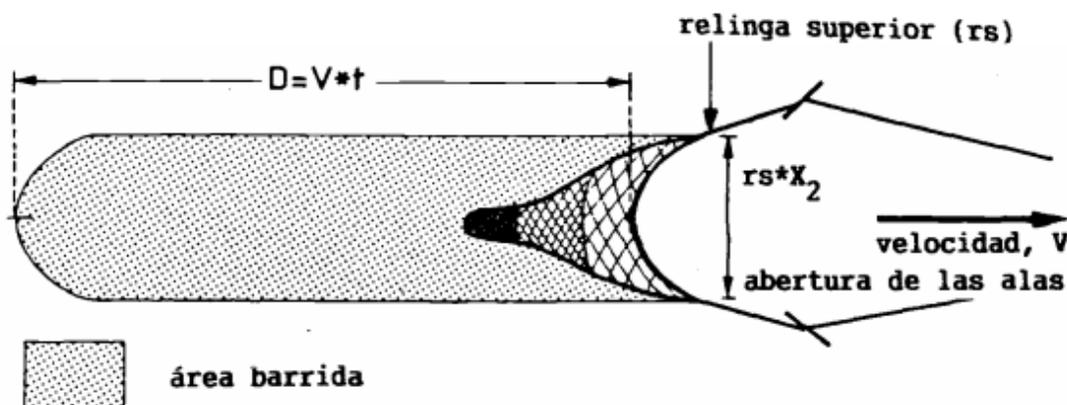


Figura 5. Área de barrida por la red de arrastre de fondo (Sparre & Venema, 1995)

La superficie barrida por la red durante una unidad de esfuerzo se determina con la siguiente fórmula:

$$D = 3963.191 * A \cos(\cos(\text{Lat1}) * \cos(\text{Lat2}) * \cos(\text{Lon2} - \text{Lon1}) + \sin(\text{Lat1}) * \sin(\text{Lat2}))$$

Williams (2011)

Donde:

Lat1= latitud al inicio del lance (grados)

Lat12= latitud al término del lance (grados)

Lon1= longitud al inicio del lance (grados)

Lon2= longitud al término del lance (grados)

En esta investigación, para conocer X2, se procedió a tomar fotografías aéreas con un dron y así calcular la apertura de las redes de arrastre que se utilizaron durante los dos muestreos. Para esto se amarraron señuelos (flotadores grandes vistosos) en cada una de las aperturas de las redes con el fin de ubicar la apertura de cada red a través de las fotografías. Esta distancia entre los dos puntos definidos por sus latitudes y longitudes se obtuvo mediante el uso de la fórmula del haversine

<https://gis.stackexchange.com/questions/88484/excel-distance-calculation/88486>. La apertura promedio del Estribor fue de 15.71 metros y de Babor fue de 14.79 metros.

7.3.2.2. *Análisis espacial.*

Se realizó un análisis geoestadístico para conocer el área de distribución espacial de las especies de peces demersales capturadas durante el muestreo. El variograma experimental se define como la diferencia cuadrática media de dos puntos separados por una distancia h :

$$y(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^N [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

y es el variograma en función de la distancia (h medida en km)

N es el número de pares de datos separados por h

$Z(x_i)$ es el valor de la variable de respuesta (x_i)

$Z(x_i+h)$ es el valor de la variable separada por x_i y h

Se ajustó un modelo (gaussiano, esférico o potencial) al variograma experimental, y se escogió el modelo que mejor se ajustó, para representar el patrón de distribución espacial.

7.3.2.3. *Aspectos ecológicos*

Para analizar la relación entre la distribución espacial del ensamble de peces demersales y las variables oceanográficas en el Océano Pacífico: temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y profundidad, se realizó un modelo estadístico lineal. Luego se procedió a trabajar con un software de Sistemas de Información Geográfica –SIG-, se realizó una interpolación conocido como Inverso de la Distancia –IDW-, con el objetivo de obtener información de forma espacial en lugares donde no se colectaron datos. El método de interpolación IDW, considera que los puntos más cercanos tendrán un peso superior, ya que existe una ponderación en función de la distancia (Vicente, Saz & Cuadrat, 2003).

7.3.2.4. Asociación de especies

Para conocer la existencia de asociaciones de peces demersales que presentaron estructuras faunísticas comunes en la plataforma del Pacífico de Guatemala, se realizó un análisis de clasificación numérica jerárquico aglomerativo, mediante un análisis cluster con el software R. Se utilizó el índice de similaridad de Bray-Curtis y el método de agrupación el algoritmo promedio de grupos ponderado (UPGMA) (Wolff, 1996). Se elaboraron matrices especies-estaciones y se incluyeron únicamente las especies que representaron más del 1% de la captura total por crucero de investigación, con el fin de eliminar las especies raras.

8. RESULTADOS

8.1. Patrones de diversidad

En el periodo de estudio de mayo y septiembre, las capturas realizadas en la plataforma del Pacífico de Guatemala estuvieron representadas por 92 especies en el mes de mayo y 79 especies en el mes de septiembre (Figura 6). Las especies de peces demersales se distribuyeron en dos clases: Actinopterygii y Elasmobranchii. Dentro de la clase Actinopterygii, el orden Perciformes fue el más diverso y dentro de la clase Elasmobranchii el orden Rajiformes durante el periodo de estudio.

La curva de acumulación de especies obtenida para el mes de mayo como medida del esfuerzo de muestreo, arrojó una eficiencia del 76.19% según el estimador no paramétrico Chao y para el mes de septiembre arrojó una eficiencia del 86.66%.

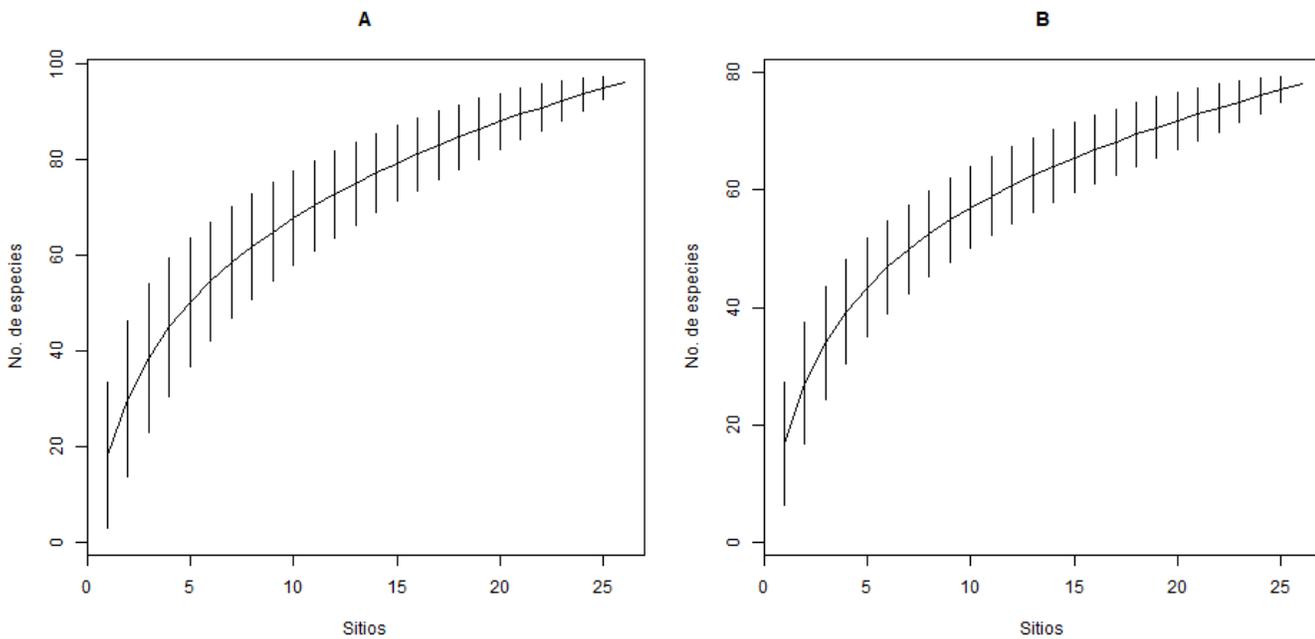


Figura 6. Curva de acumulación de especies de peces observada (riqueza observada) durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del pacífico de Guatemala durante el año 2018

Durante los días de muestreo en mayo y septiembre del 2018, se realizaron 26 estaciones de muestreo sobre la plataforma del Océano Pacífico de Guatemala. Los lances tuvieron una duración de 35 minutos aproximadamente. Se calcularon patrones de riqueza, abundancia (kg/mn²), biomasa (tm) y dominancia. En los resultado del cuadro 1 puede observar que los índices de diversidad son mayores en las áreas cercanas a las costas y menores en los puntos alejados a la costa.

Cuadro 1. Estimación de parámetros biológicos de peces demersales en 26 estaciones de muestreos en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala realizado en mayo y septiembre del año 2018.

Mayo					Septiembre				
Estación	Riqueza	Abundancia (Kg/mn ²)	Biomasa Tm	Simpson	Estación	Riqueza	Abundancia (Kg/mn ²)	Biomasa Tm	Simpson
1	30	27824.57	1391.22	0.40	1	24	3937.76	196.88	0.86
2	13	1828.03	91.40	0.31	2	26	3396.84	169.84	0.83
3	21	5616.41	280.82	0.84	3	28	4951.18	247.55	0.89
4	25	6622.88	331.14	0.80	4	15	3918.17	195.90	0.82
5	9	708.55	35.42	0.72	5	13	6490.67	324.53	0.70
6	8	68.71	3.43	0.81	6	10	3242.22	162.11	0.80
7	23	6503.79	325.18	0.75	7	13	3134.81	156.74	0.80
8	23	12779.28	638.96	0.80	8	18	5243.34	262.16	0.80
9	19	4326.65	216.33	0.70	9	8	9267.90	463.39	0.54
10	27	9344.31	467.22	0.85	10	13	2635.84	131.79	0.79
11	21	9113.52	455.67	0.84	11	25	5754.94	287.74	0.91
12	19	7363.55	368.17	0.81	12	24	4119.32	205.96	0.92
13	5	1510.67	75.53	0.6	13	13	6279.99	313.99	0.85
14	23	2144.59	107.22	0.90	14	22	3904.09	195.20	0.83
15	21	11078.69	553.93	0.82	15	21	5119.07	255.95	0.71
16	5	544.41	27.22	0.75	16	18	5846.92	292.34	0.65
17	4	1729.60	86.48	0.56	17	13	6021.97	301.09	0.31
18	18	10541.20	527.06	0.62	18	9	19098.83	954.94	0.54
19	17	6325.26	316.26	0.85	19	16	4605.79	230.28	0.84
20	21	9215.84	460.79	0.80	20	13	5219.74	260.99	0.61
21	25	25976.36	1298.81	0.54	21	17	5975.56	298.78	0.82
22	16	10482.23	524.11	0.68	22	17	5830.73	291.53	0.79
23	4	6448.47	322.42	0.56	23	15	10109.98	505.49	0.75
24	28	5616.89	280.84	0.88	24	17	5810.72	290.53	0.83
25	21	13166.11	658.30	0.68	25	14	8102.06	405.10	0.76
26	24	5267.60	263.38	0.68	26	16	6956.71	347.83	0.71

8.1.1. Riqueza

La riqueza de los peces demersales registrada durante el periodo de muestreo indica un máximo de 30 organismos por punto de muestreo en la Plataforma del Pacífico de Guatemala. Durante el mes de mayo, se observa mayor riqueza en la plataforma interna, principalmente en el este y centro del Pacífico, representando por la presencia de 21 a 30 organismos por punto de muestreo (verde). La menor riqueza se observa en la plataforma externa del centro de la plataforma, representado por la presencia de menos de 10 individuos por punto de muestreo (rojo) (Figura 7).

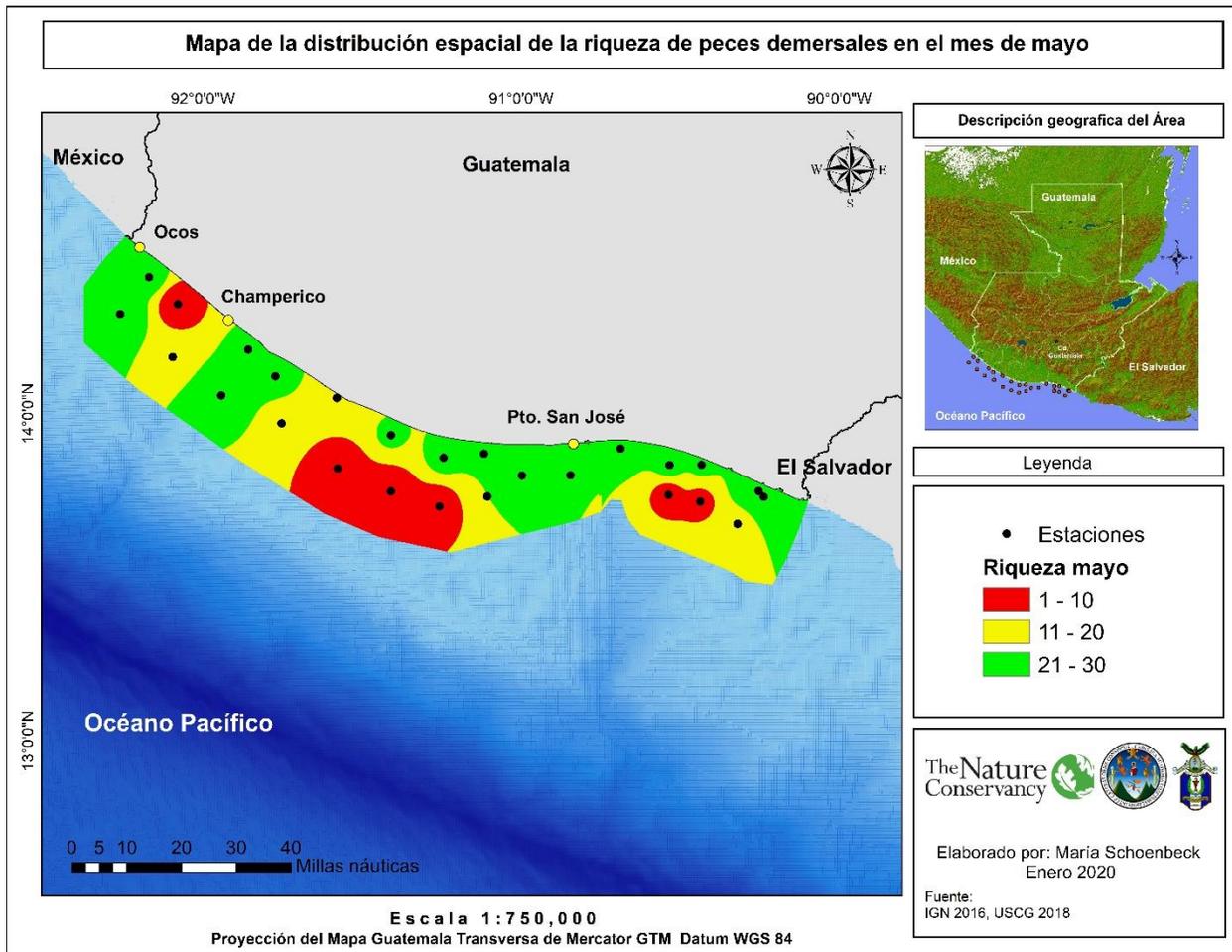


Figura 7. Mapa de la distribución espacial de la riqueza de peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de mayo.

Durante el mes de septiembre, se observa mayor riqueza de peces demersales en el este y centro del Pacífico, representando por la presencia de 21 a 30 organismos por punto de muestreo (verde). La menor riqueza alrededor del cañón de San José y cercano a Champerico representado por la presencia de menos de 10 individuos por punto de muestreo (rojo) (Figura 8).

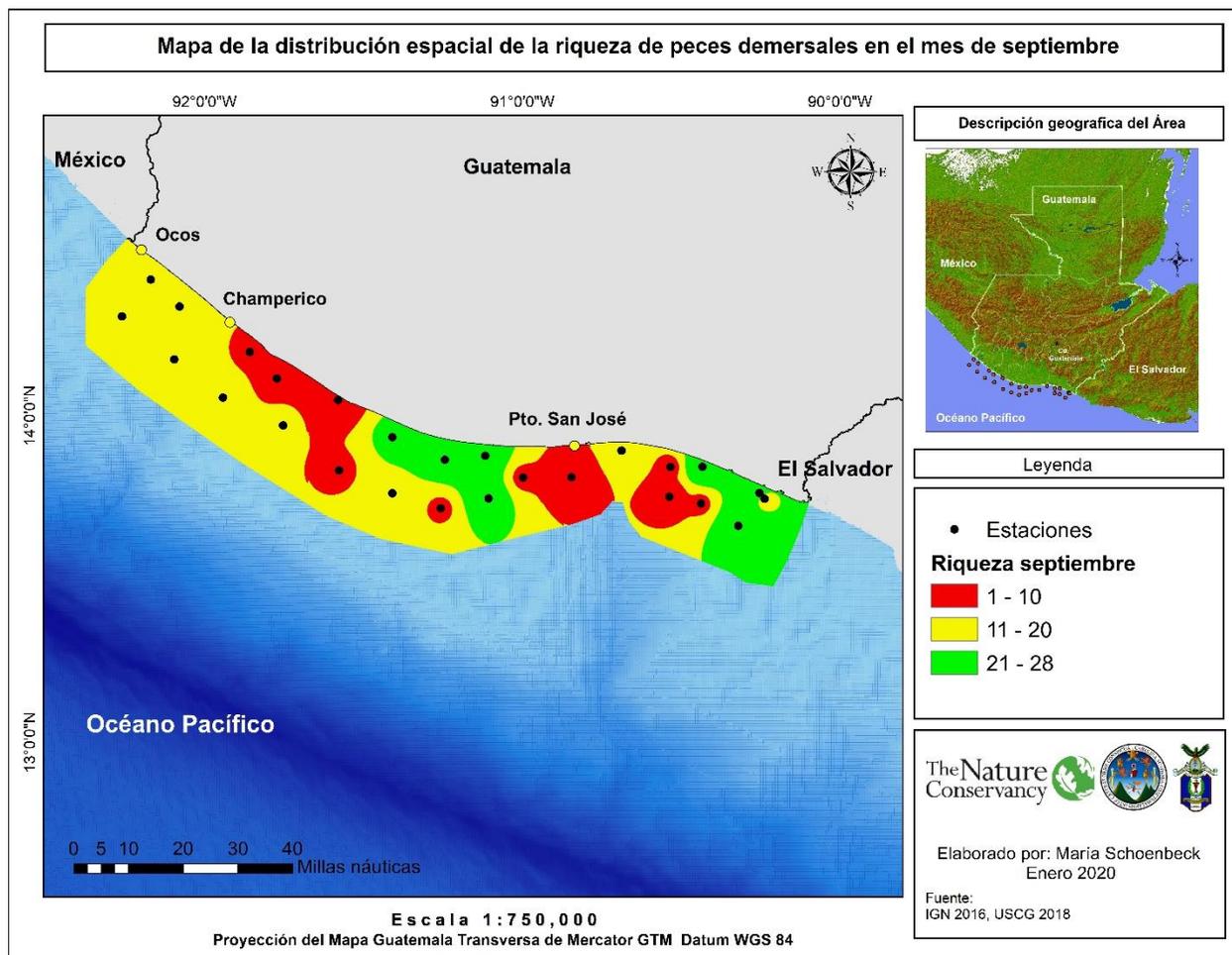


Figura 8. Mapa de la distribución espacial de la riqueza de peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de septiembre.

8.1.2. Abundancia kg/mn²

La distribución espacial de la abundancia indica que la menor abundancia para el mes de mayo se presentó al centro y al este de la plataforma del Pacífico de Guatemala representando valores entre 68.72 a 4,857.90 kg/mn² (rojo). La mayor abundancia

registrada se observa alrededor de área de las Lisas y Champerico (verde) presentando valores entre 16,393.68 a 28,824.19 kg/mn² (Figura 11).

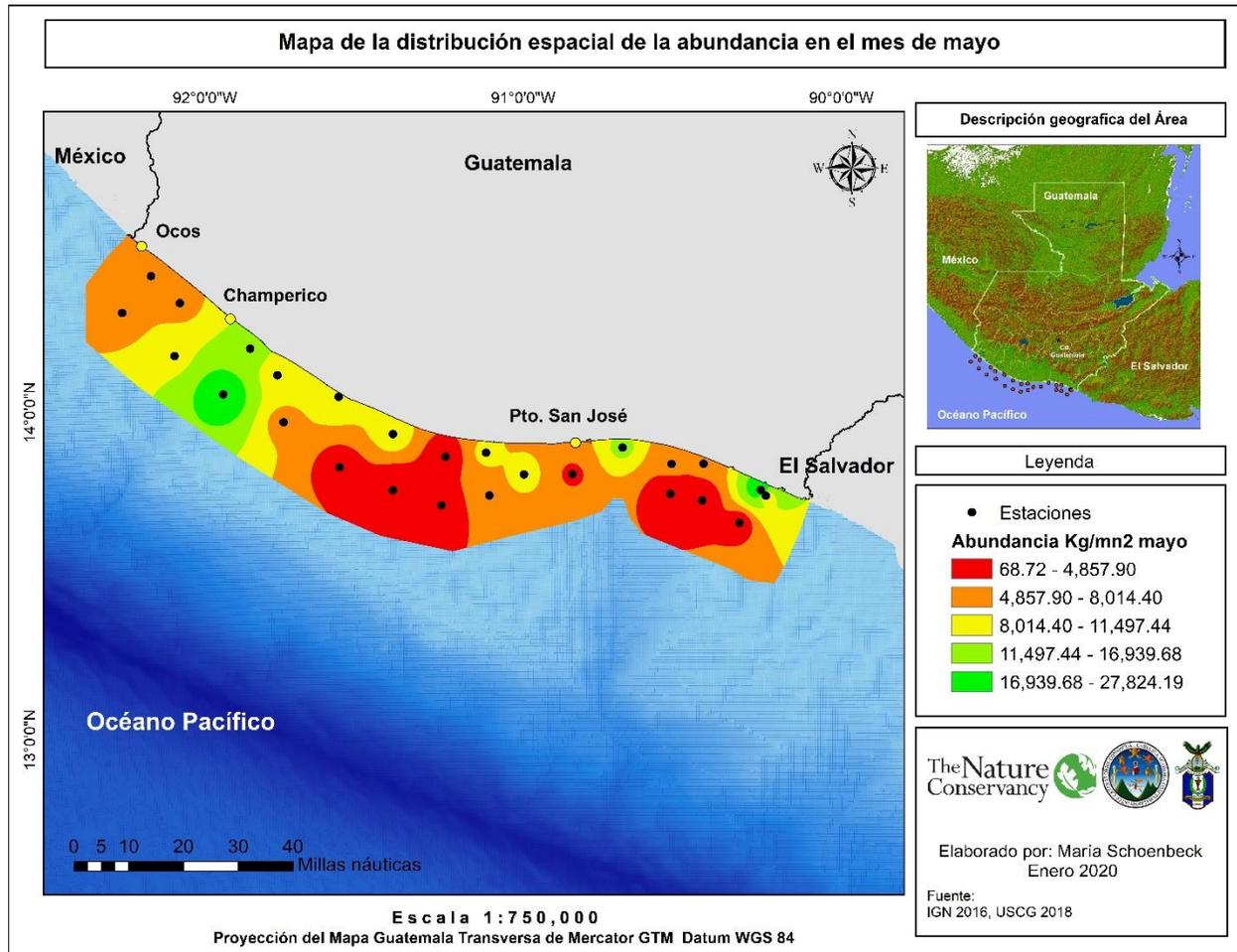


Figura 9. Mapa de la distribución espacial de la abundancia de peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de mayo.

La distribución espacial de la abundancia de los peces demersales durante el mes de septiembre indica que la menor abundancia se presentó al centro y al este de la plataforma del Pacífico de Guatemala representando valores entre 2,635 a 5,153.75 kg/mn² (color rojo). La mayor abundancia registrada se observa alrededor de área del Suchitepéquez y Champerico (color verde) presentando valores entre 12,513.64 a 19,098.82 kg/mn² (Figura 12).

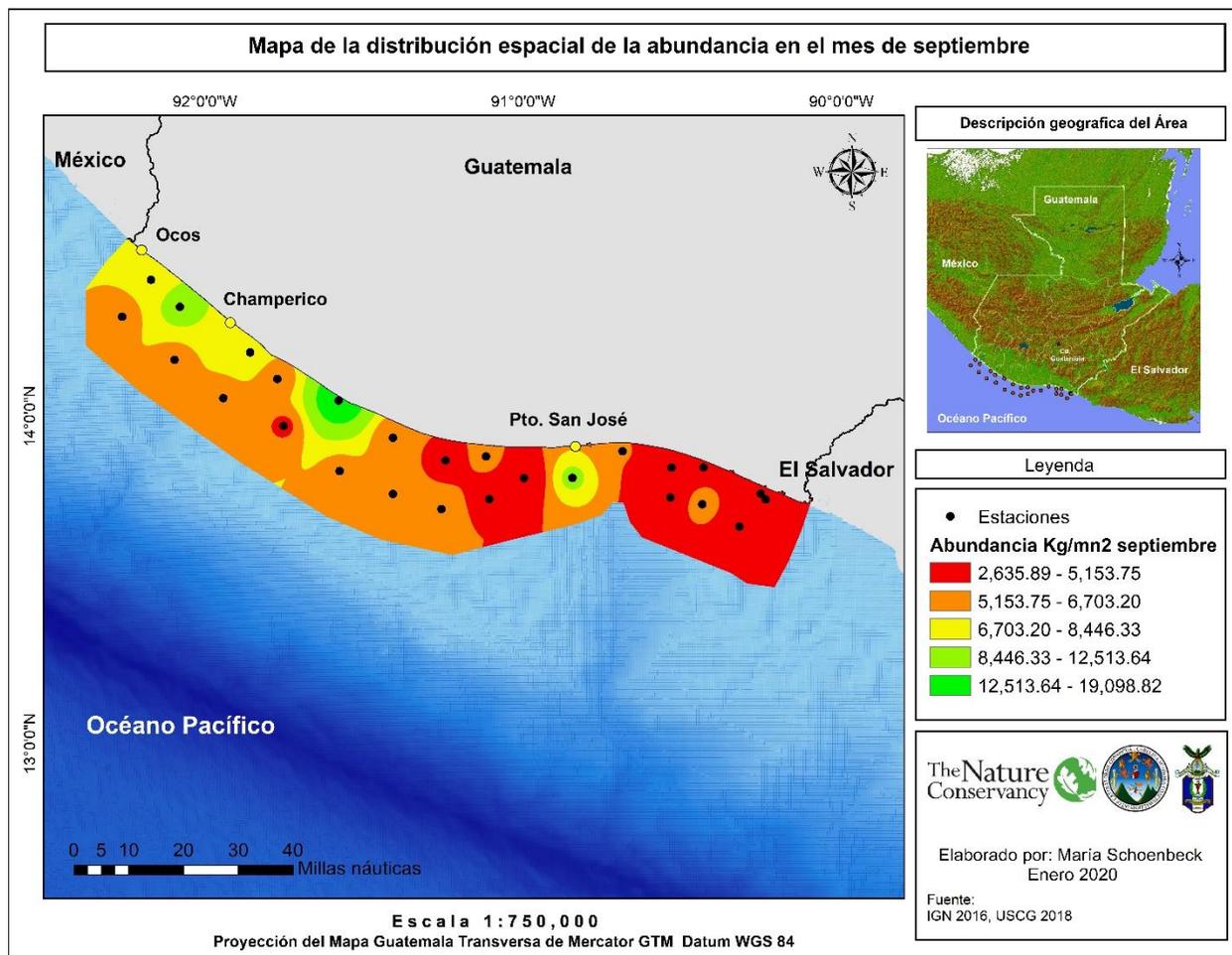


Figura 10. Mapa de la distribución espacial de la abundancia de peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de septiembre.

8.1.3. Biomasa *tm*

La distribución espacial de la biomasa indica que la menor abundancia para el mes de mayo se presentó al centro y al este de la plataforma del Pacífico de Guatemala representando valores entre 3.43 a 242.88 *tm* (rojo). La mayor abundancia registrada se observa alrededor de área de las Lisas y Champerico (verde) presentando valores entre 846.97 a 1,391.21 *tm* (Figura 13).

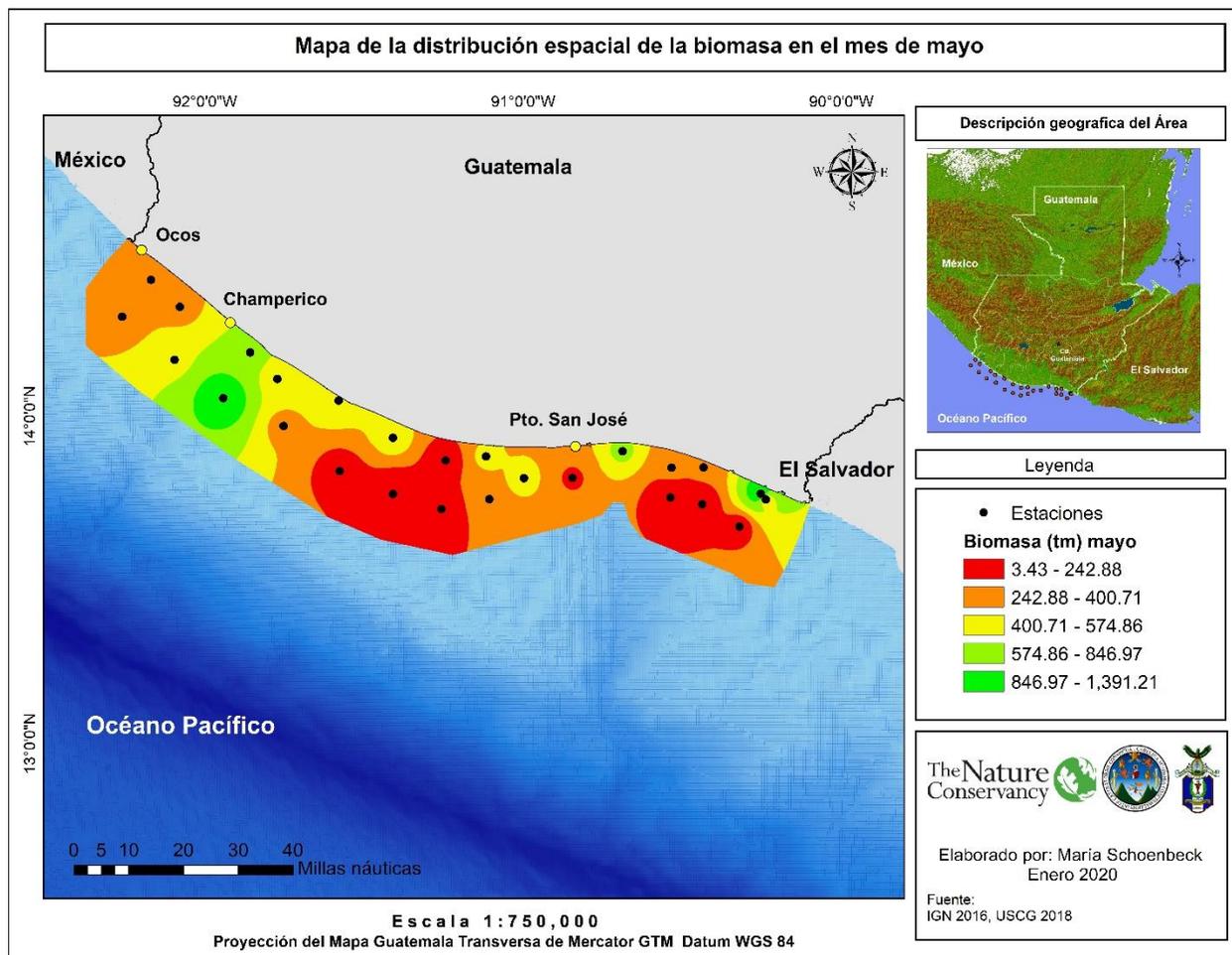


Figura 11. Mapa de la distribución espacial de la biomasa en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de mayo.

La distribución espacial de la biomasa de los peces demersales durante el mes de septiembre indica que la menor abundancia se presentó al centro y al este de la plataforma del Pacífico de Guatemala representando valores entre 131.79 a 257.68 tm (color rojo). La mayor abundancia registrada se observa alrededor de área de Suchitepéquez y Champerico (color verde) presentando valores entre 625.68 a 954.94 tm (Figura 14).

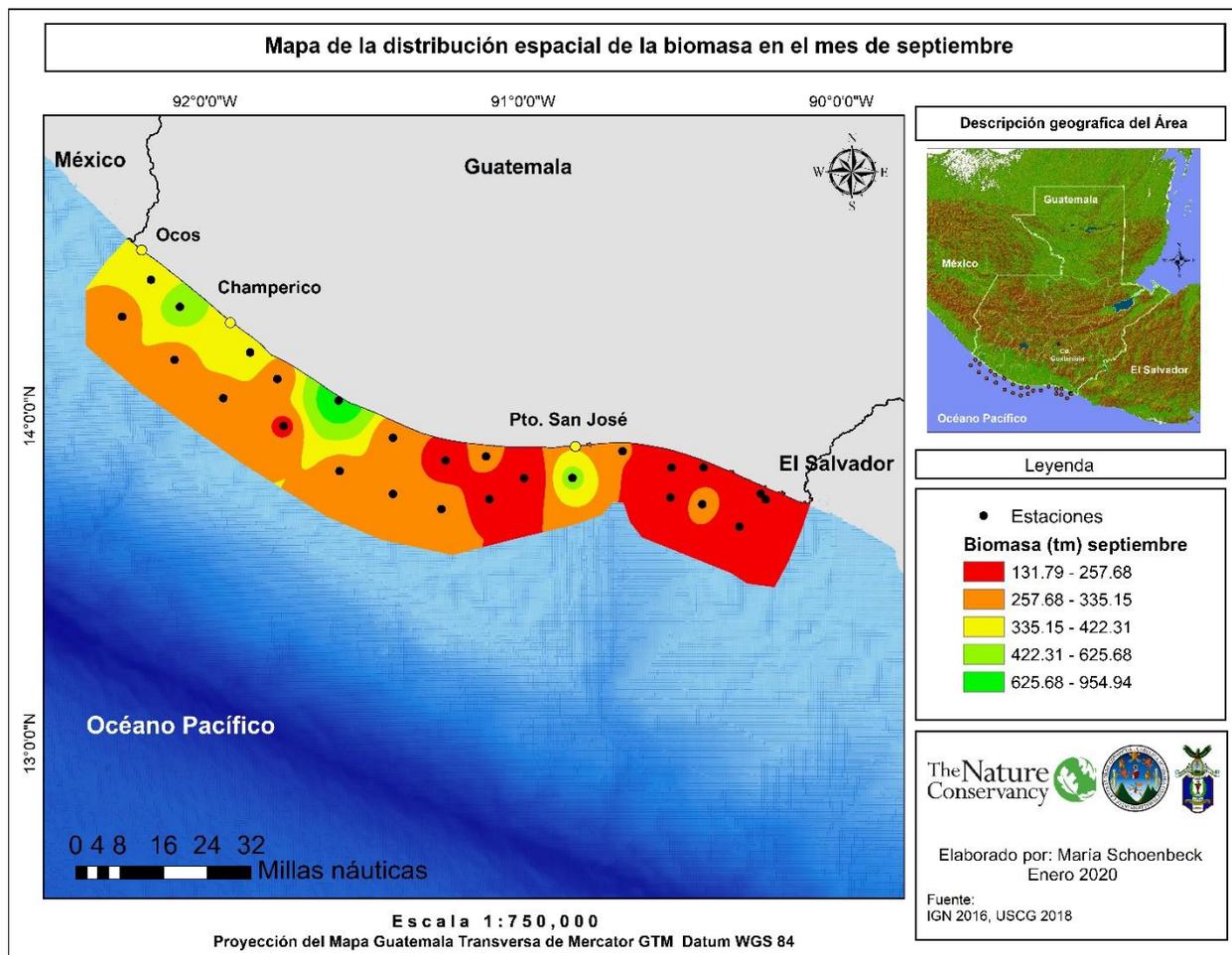


Figura 12. Mapa de la distribución espacial de la biomasa en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de septiembre.

8.1.4. Índice Simpson

La distribución espacial del índice de Simpson durante el periodo de muestreo indica que existe una alta dominancia en la mayoría de puntos muestreados sobre la plataforma del Pacífico de Guatemala, El índice Simpson mide la probabilidad que dos o más individuos en extracciones al azar pertenezcan a la misma especie, tomado valores entre "0" (baja dominancia) hasta un máximo de 1 (alta dominancia).

Durante el mes de mayo (Figura 9) se observa que en el este de la plataforma del Pacífico de Guatemala (área de las Lisas) y alrededor de Champerico la dominancia es menor

(rojo), lo que atribuye a una mayor biodiversidad en el área. Por otro lado, el resto de la plataforma presenta mayores valores del índice, principalmente cercano al puerto San José en donde los valores del índice son mayores a 0.73 (color verde) indicando alta dominancia. Las especies dominantes en esta zona están representadas principalmente por *Selene peruviana*, *Stellifer erycimba* y *Syacium latifrons*.

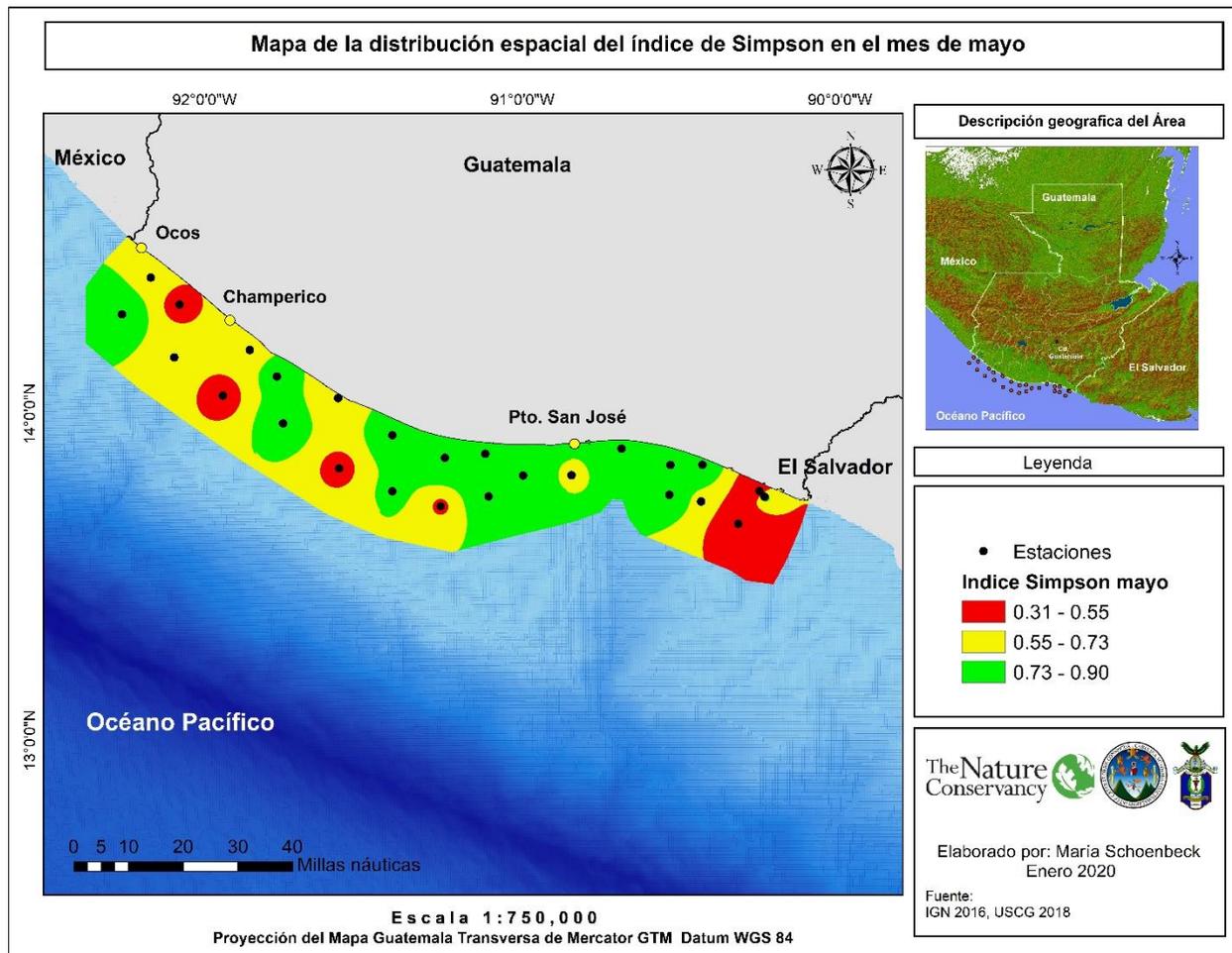


Figura 13. Mapa de la distribución espacial del índice de Simpson en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de mayo.

Durante el mes de septiembre (Figura 10) se observa que en el área entre Suchitepéquez y Escuintla la dominancia es menor (rojo), lo que atribuye a una mayor biodiversidad en el área. Por otro lado el resto de la plataforma presenta valores mayores del índice mayores a 0.73 (verde) lo que indica dominancia, principalmente en el este, al oeste y

cercano al Puerto San José. Las especies dominantes en esta zona están representadas principalmente por *Syacium latifrons*, *Aripsis seemani* y *Eucinostomus argenteus*.

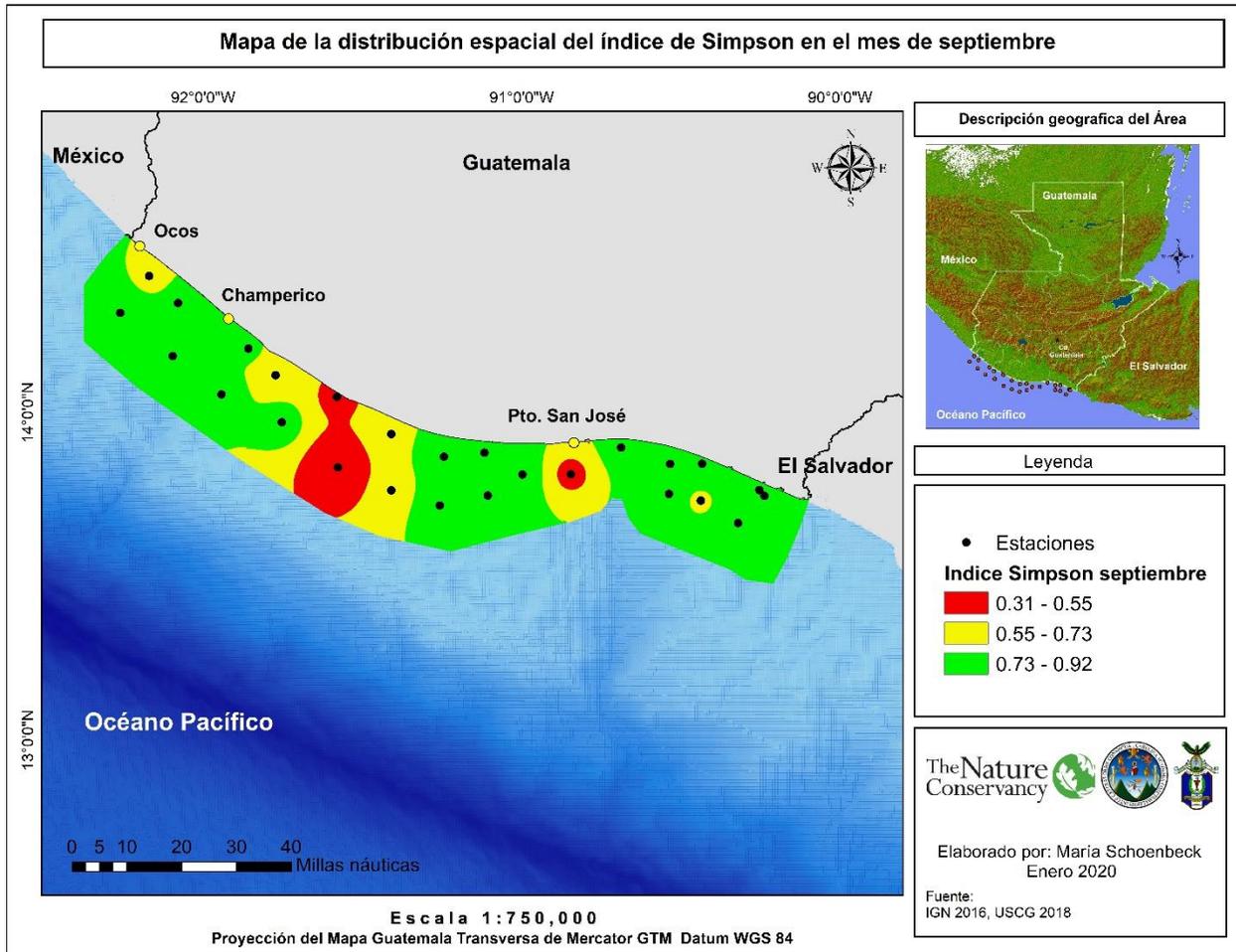


Figura 14. Mapa de la distribución espacial del índice de Simpson en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de septiembre.

8.2. Análisis espacial

La estructura espacial de la riqueza de los peces demersales que se capturaron se estudió a través de un variograma isotrópico experimental. En el mes de mayo presentó un mejor ajuste mediante el modelo de variograma esférico. El variograma mostró un rango de autocorrelación de 27,400 metros lo que significa que no hay correlación espacial más allá de esta distancia y muestra el tamaño de agregación de los peces demersales a lo largo de la plataforma del Pacífico de Guatemala (Figura 15).

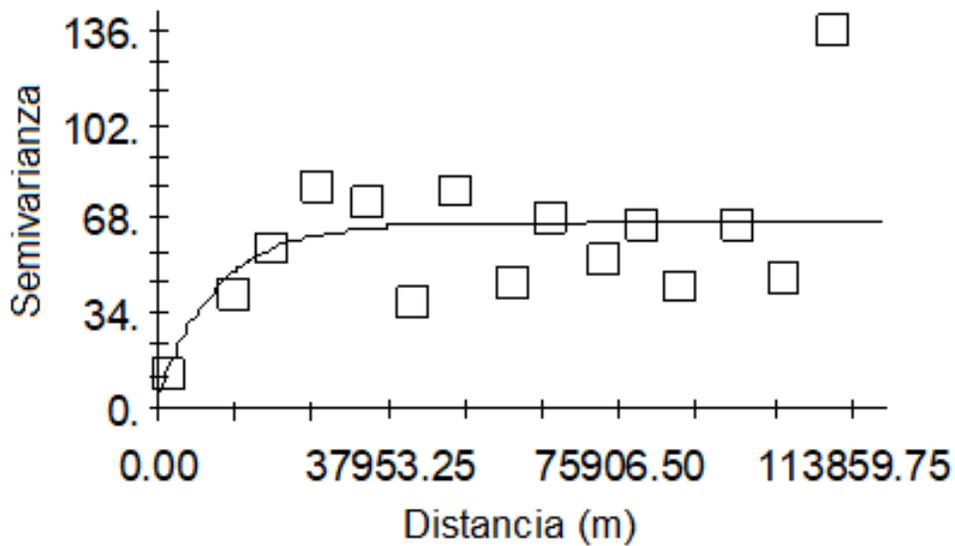


Figura 15. Variograma experimental para los datos de riqueza de peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala durante el mes de mayo.

En el mes de septiembre presentó un mejor ajuste mediante el modelo de variograma esférico. El variograma mostro un rango de autocorrelación de 27,900 metros lo que significa que no hay correlación espacial más allá de esta distancia y muestra el tamaño de agregación de los peces demersales (Figura 16).

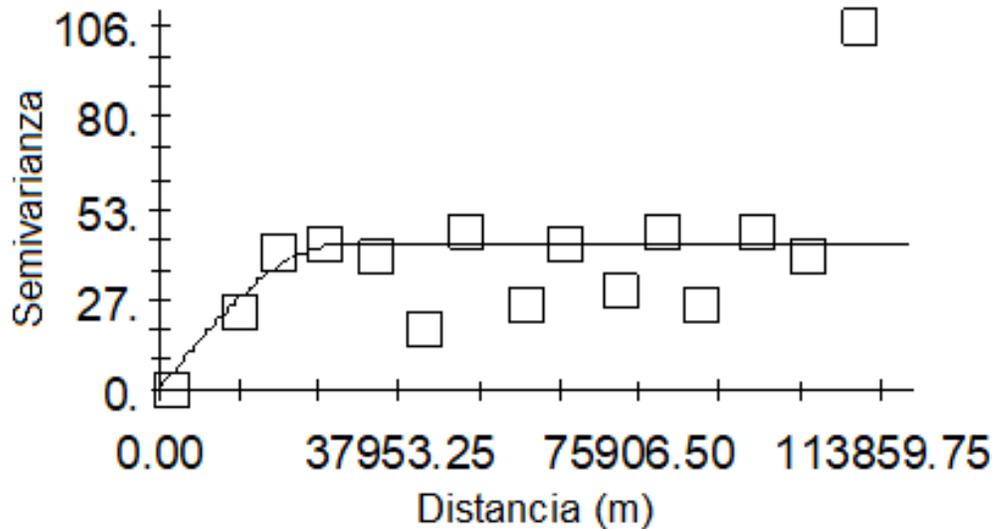


Figura 16. Variograma experimental para los datos de riqueza de peces demersales Pacífico de Guatemala durante el mes de septiembre.

8.3. Análisis ecológicos

8.3.1. Riqueza

Los resultados de la modelación entre la riqueza (número de especies) de los peces demersales con las variables ambientales (anexo1), muestran asociaciones significativas para el mes de mayo, con la temperatura ($p= 0.00781$), salinidad ($p= 0.0181$), oxígeno ($p=0.019082$) y la profundidad ($p=0.00566$). Sin embargo en el mes de septiembre únicamente se obtuvo asociaciones significativas con la temperatura ($p=0.0423$) y el oxígeno ($p=0.0366$).

Durante el periodo de estudio la riqueza se correlacionó positivamente con la temperatura y el oxígeno respectivamente, aumentando a medida que estas dos variables aumentan (Figura 17 y 18). Por otro lado la salinidad y la profundidad se correlacionan negativamente con la riqueza durante el mes de mayo, disminuyendo a medida que estas dos variables aumentan (Figura 19A y 20A). En el mes de septiembre no observo correlación con la salinidad y profundidad (Figura 19B y 20B).

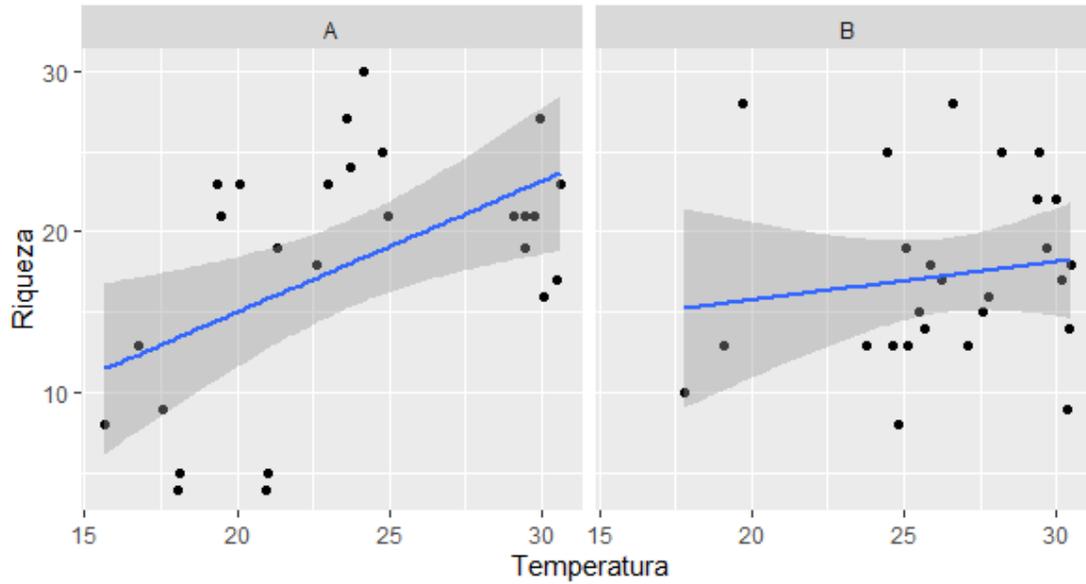


Figura 17. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la riqueza de los peces demersales y la temperatura durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

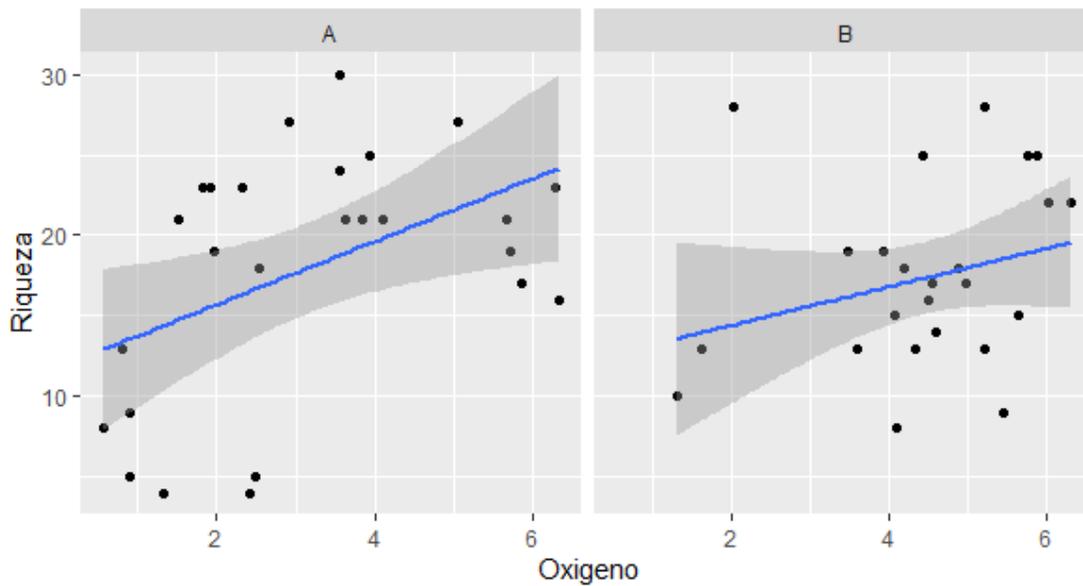


Figura 18. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la riqueza de los peces demersales y el oxígeno durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

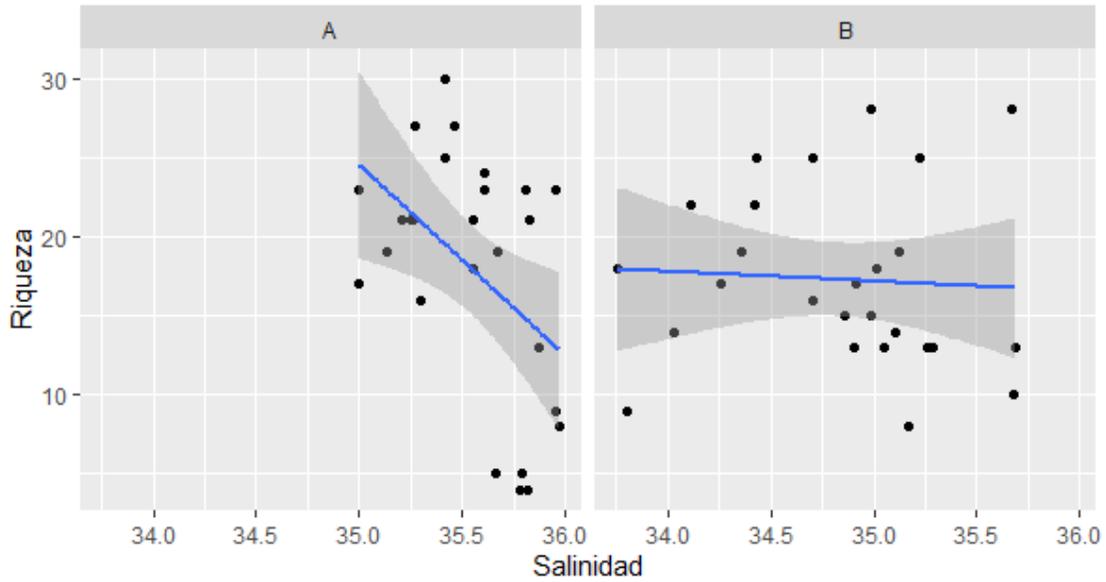


Figura 19. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la riqueza de los peces demersales y la salinidad durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

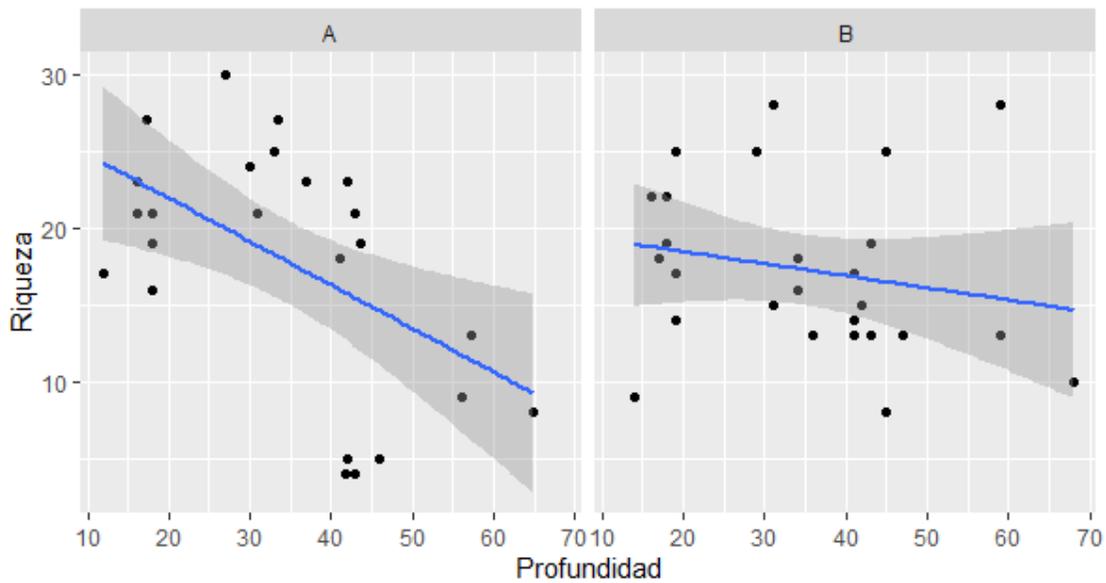


Figura 20. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la riqueza de los peces demersales y la salinidad durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

8.3.2. Abundancia (kg/km²)

Los resultados de la modelación entre la abundancia (kg/km²) de los peces demersales y los predictores (temperatura, oxígeno, salinidad y profundidad), no mostraron asociaciones significativas para el periodo de estudio en la plataforma del Pacífico de Guatemala (Figura 21-24).

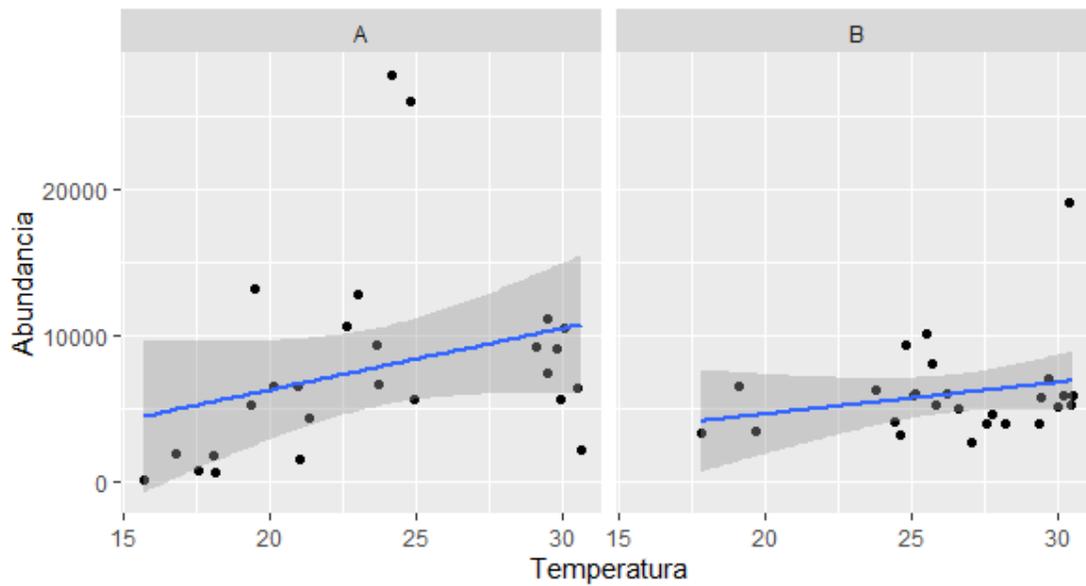


Figura 21. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la abundancia de los peces demersales y la temperatura durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

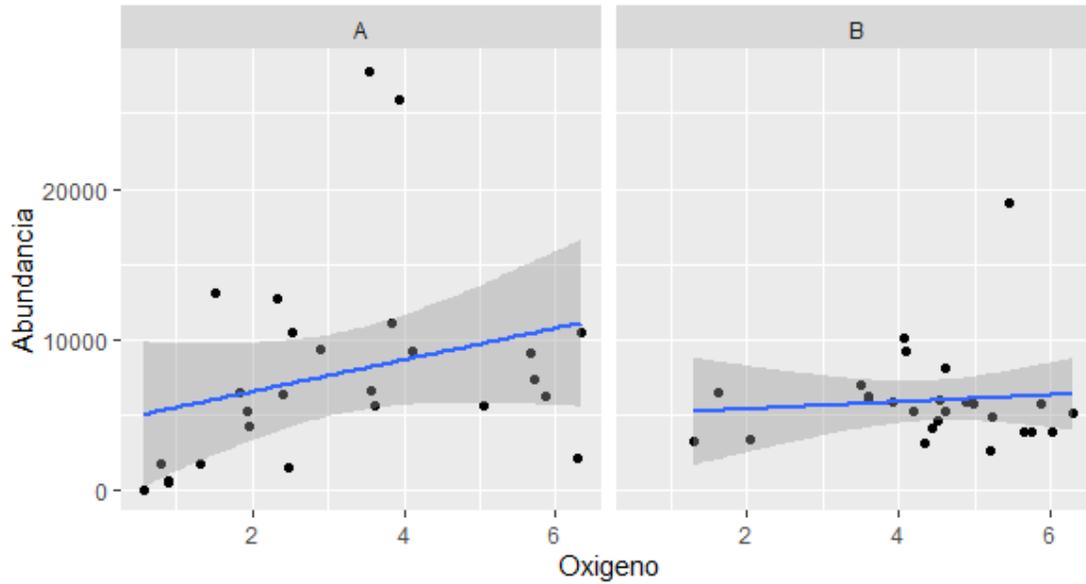


Figura 22. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la abundancia de los peces demersales y el oxígeno durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

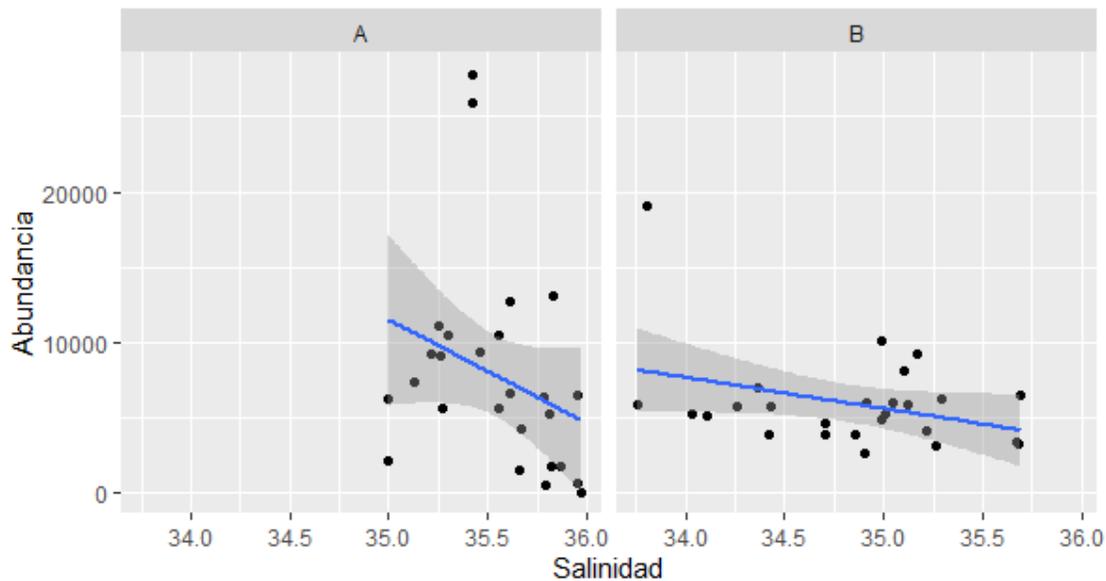


Figura 23. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la abundancia de los peces demersales y la salinidad durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

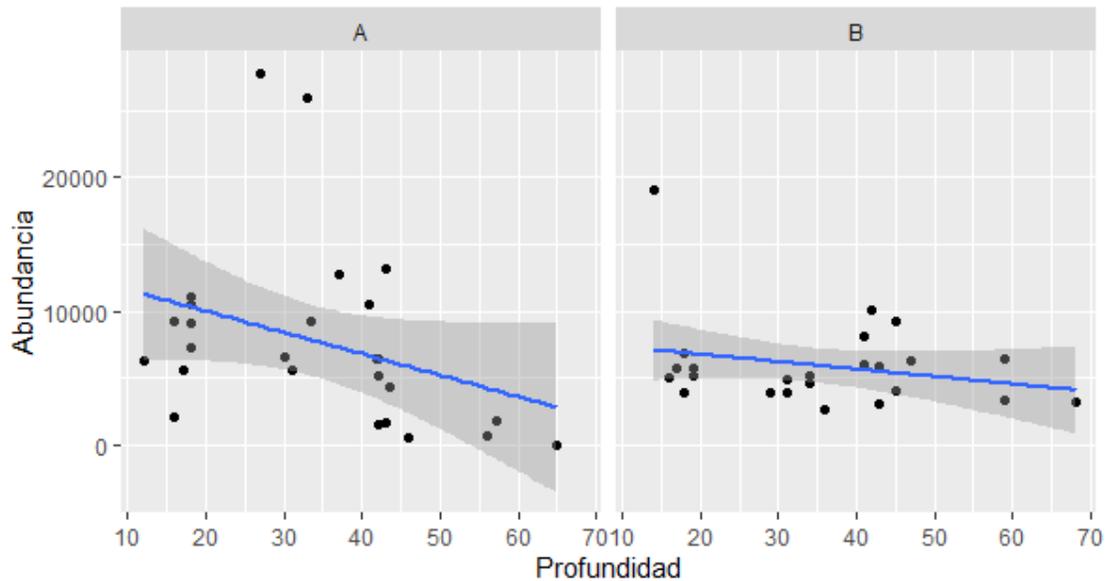


Figura 24. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la abundancia de los peces demersales y la profundidad durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

8.3.3. Biomasa (tm)

Los resultados de la modelación entre la biomasa (tm) de los peces demersales y los predictores (temperatura, oxígeno, salinidad y profundidad), no mostraron asociaciones significativas para el periodo de estudio en la plataforma del Pacífico de Guatemala (Figura 25-29).

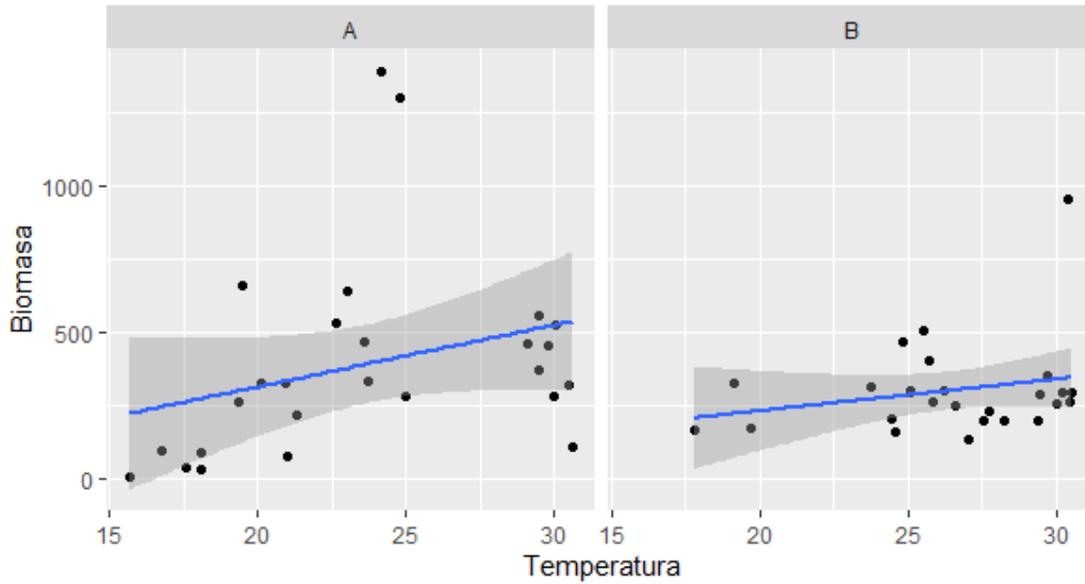


Figura 25. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la biomasa de los peces demersales y la temperatura durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

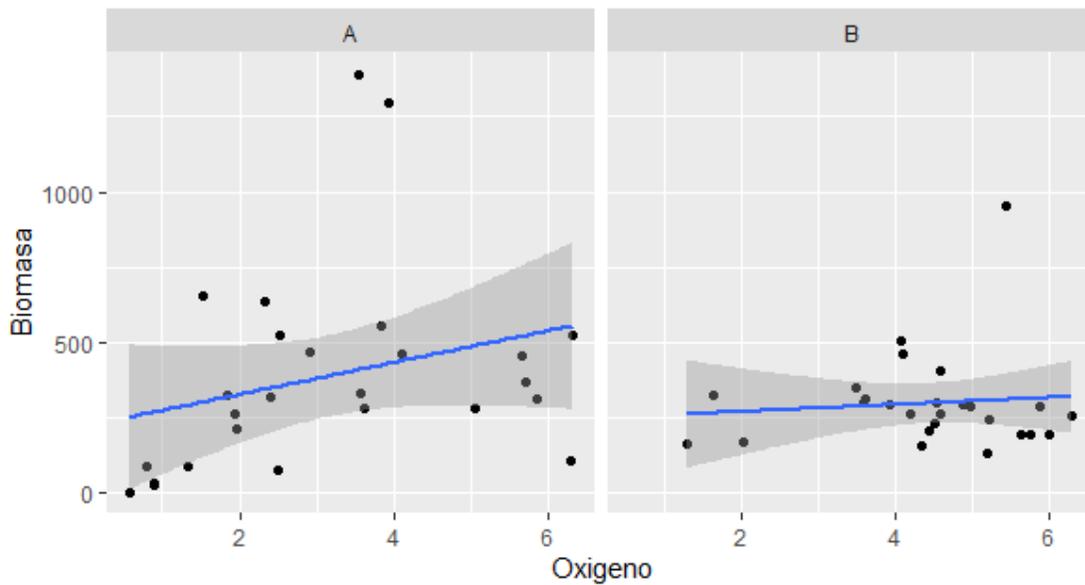


Figura 26. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la biomasa de los peces demersales y el oxígeno durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

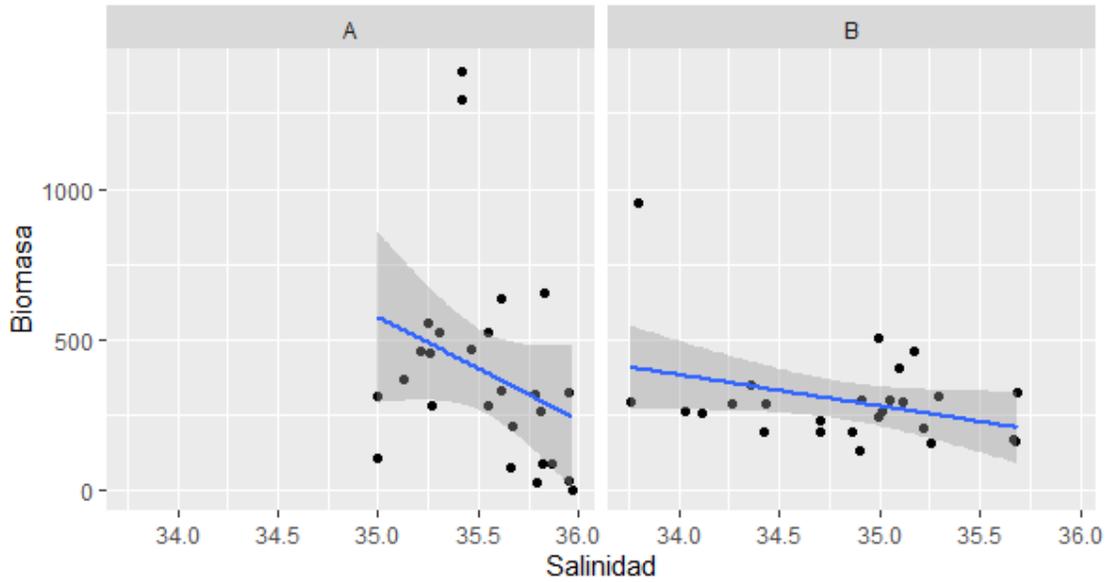


Figura 27. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la biomasa de los peces demersales y la salinidad durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

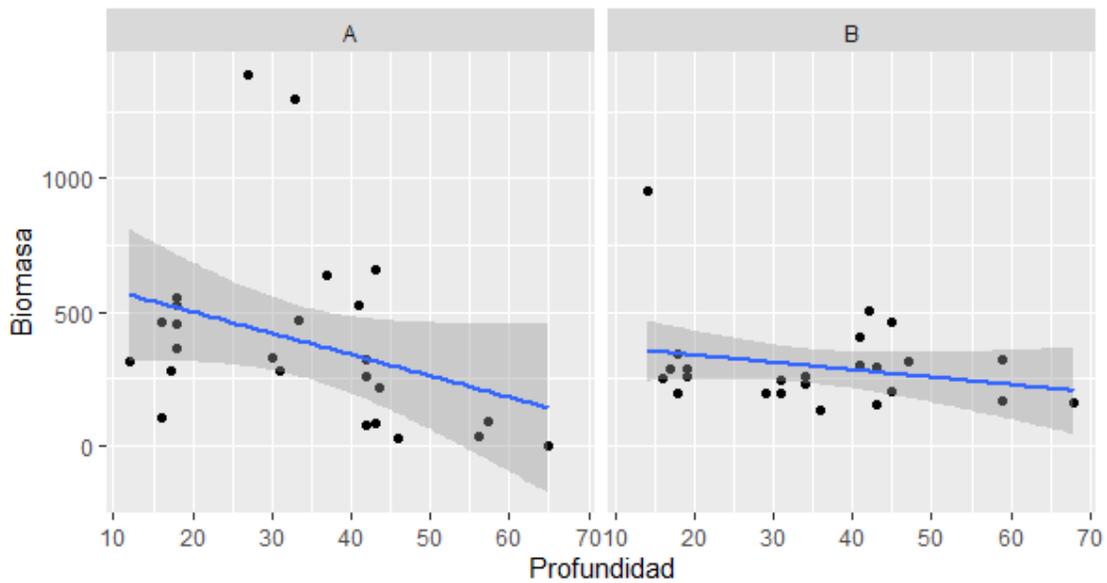


Figura 28. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre la biomasa de los peces demersales y la profundidad durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

8.3.4. Índice de Simpson

Los resultados de la modelación entre el índice de Simpson de los peces demersales con las variables ambientales, muestran asociaciones significativas para el mes de mayo con la temperatura ($p= 0.0125$), salinidad ($p= 0.0370$), oxígeno ($p=0.0371$) y la profundidad ($p=0.0245$). En el mes de septiembre no se observan asociaciones significativas con las variables ambientales evaluadas (Figura 29B, 30B, 31B y 32B).

La dominancia se correlacionó positivamente con la temperatura y el oxígeno durante el mes de mayo, aumentado a medida que estas dos variables aumentan (Figura 29A y 30A,). Por otro lado la salinidad y la profundidad se correlacionaron negativamente con la dominancia, disminuyendo a medida que estas dos variables aumentan (Figura 31A y 32A).

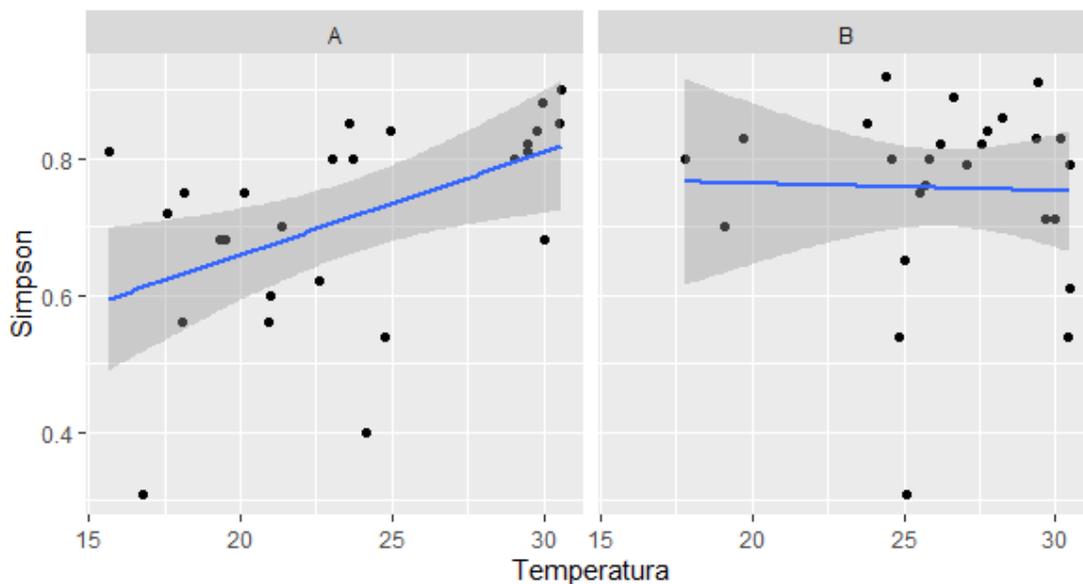


Figura 29. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre el índice de Simpson de los peces demersales y la temperatura durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

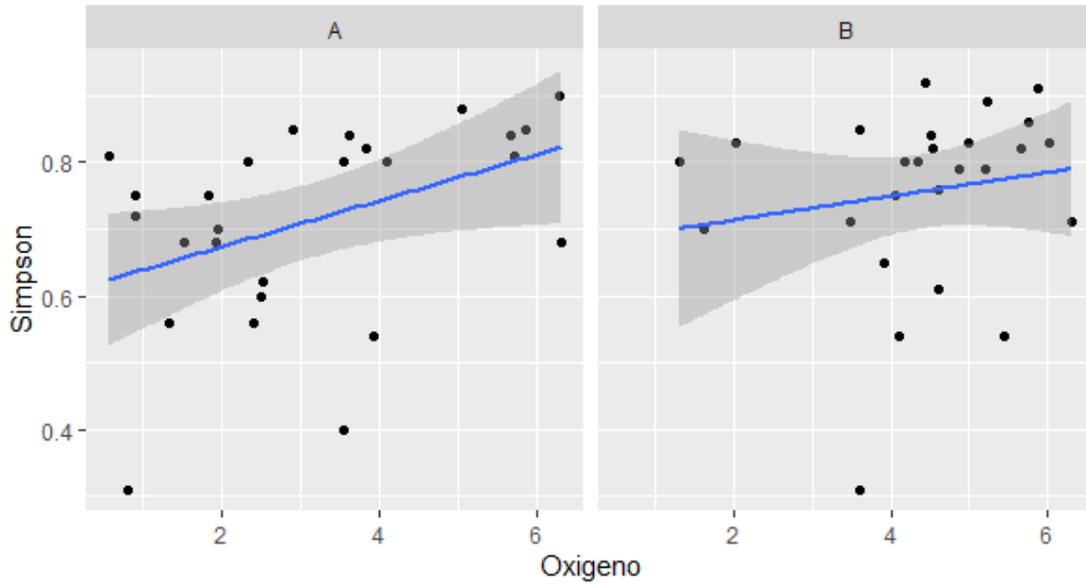


Figura 30. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre el índice de Simpson de los peces demersales y el oxígeno durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

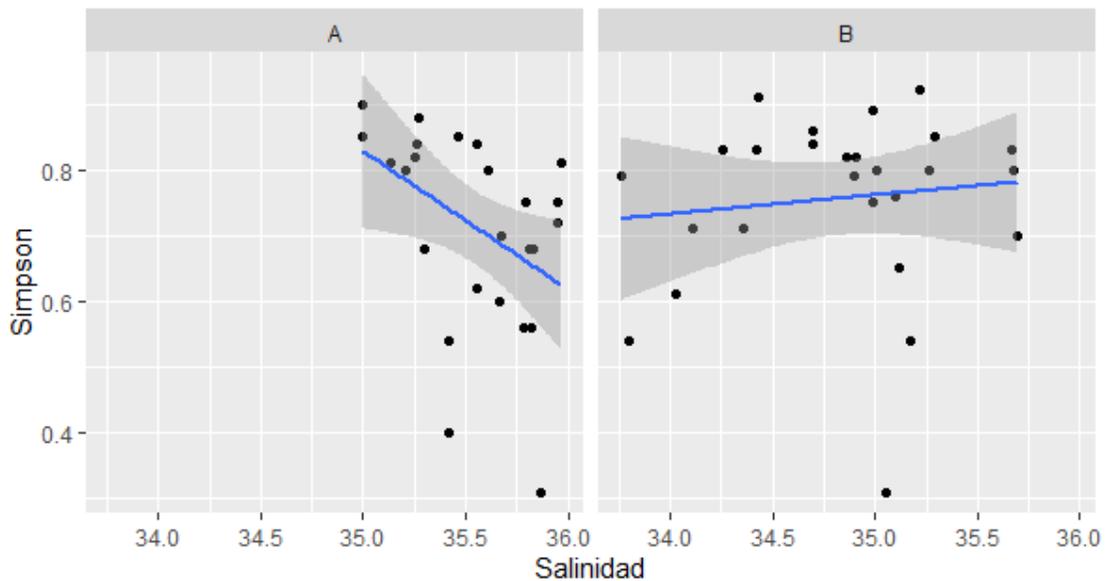


Figura 31. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre el índice de Simpson de los peces demersales y la salinidad durante el mes de mayo **(A)** y septiembre **(B)** en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

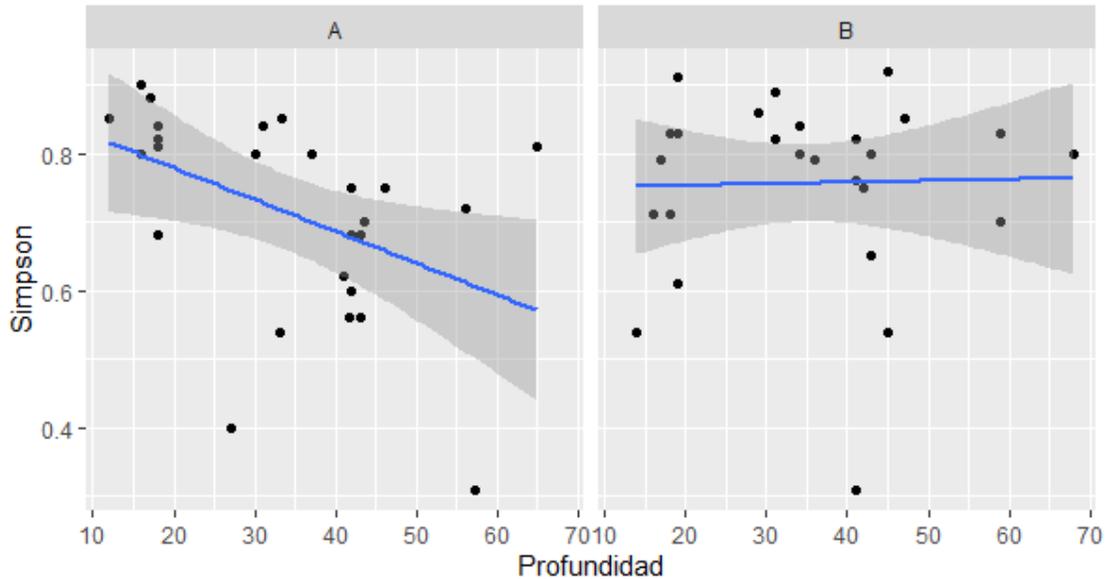


Figura 32. Resultados de la modelación lineal de las relaciones funcionales entre el índice de Simpson de los peces demersales y la profundidad durante el mes de mayo (A) y septiembre (B) en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

8.4. Especies más abundantes

Los resultados de la modelación entre la abundancia (número) de los peces demersales con las variables ambientales, mostraron asociaciones significativas (cuadro 2).

La especie *Diplectrum labarum* muestra asociación positiva con la profundidad, la mayor abundancia estuvo asociada a profundidades mayores de 40 metros, *Syacium latifrons* estuvo asociada a profundidades entre 30 a 60 metros.

Haemulopsis axillaris y *Stellifer ericymba* presentaron mayores abundancias a profundidades menores de 45 metros, *Ariopsis seemani* presento un máximo de abundancias entre los 40 y 42 metros.

Ariopsis seemani y *Stellifer ericymba* presentaron asociación positiva con la temperatura, presentando las mayores abundancias a 22.5°C, *Diplectrum labarum* estuvo asociada a temperaturas de 20 °C, y *Syacium latifrons* a temperaturas entre 1.8 y 2.3 °C.

Las especies *Ariopsis seemani*, *Diplectrum labarum*, *Stellifer ericymba* y *Syacium latifrons* presentaron asociaciones significativas con la salinidad y estuvieron asociadas a niveles de salinidad entre 35.5 a 36 psu.

Diplectrum labarum muestra asociación significativa con el oxígeno, la mayor abundancia estuvo asociada a niveles de oxígeno de 1 mg/l y *Syacium latifrons* presento un máximo de abundancias a niveles de oxígeno entre 1.8 a 2.3 mg/l.

Por ultimo *Ariopsis seemani* presentó asociaciones positivas con la longitud, sus mayores abundancias se encontraron al centro de la plataforma continental del Pacífico de Guatemala, *Diplectrum labarum*, *Orthopristis chalceus*, *Stellifer ericymba* y *Syacium latifrons* presentaron mayores abundancias al sur de la plataforma continental del Pacífico (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados de la modelación linear entre la abundancia (Número) y las variables ambientales. Los números resaltados en negrita muestran las variables que mejor predicen la modelación con la abundancia los peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala en el periodo de muestreo 2018.

Especies	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Oxígeno mg/l	Salinidad (psu)	Longitud
<i>Ariopsis seemani</i>	0.016184	0.0302	0.251	0.0184	0.0157
<i>Diplectrum labarum</i>	0.01939	0.002164	0.002564	0.01913	0.0.197
<i>Haemulopsis axillaris</i>	0.05738	0.144	0.216	0.749	0.346
<i>Orthopristis chalceus</i>	0.864	0.955	0.996	0.676	0.0397
<i>Selene peruviana</i>	0.392	0.965	0.9445	0.659	0.1001
<i>Stellifer ericymba</i>	0.00658	0.0165	0.143	0.00311	0.0369
<i>Syacium latifrons</i>	0.176	0.02792	0.025330	0.00287	0.00158

*Los números resaltados corresponden a las cifras con un índice p significativo.

8.5. Asociación de especies

De acuerdo al análisis clúster para el mes de mayo y septiembre, se observó un patrón para diferenciar las diferentes agrupaciones que conforman los peces demersales de la plataforma del Pacífico de Guatemala, revelando 3 grupos (Figura 33, Figura 34, Anexo 3 y 4).

Los resultados del análisis cluster se representaron en un mapa, se observa que en ambos meses se forman tres grupos diferenciados sobre la plataforma del Pacífico de Guatemala. En el mes de mayo se forman el primer grupo (rosa) en el lado este de la plataforma externa, correspondiendo a los puntos 2, 5 y 6. Es importante mencionar que estos puntos corresponden a profundidades mayores de 50 metros. El segundo grupo (azul) se formó en desde el puerto San José en dirección al este de la plataforma media e interna, esta asociación corresponde a los puntos 1,2,4,7,8, 9, 10 y 12. El tercer punto de asociación (verde) se formó desde la frontera con México hasta Sipacate comprendiendo los puntos 13, 16, 17, 19, 21, 24, 26, 23, 25, 11, 22, 18, 20, 14 y 15 (Figura 33).

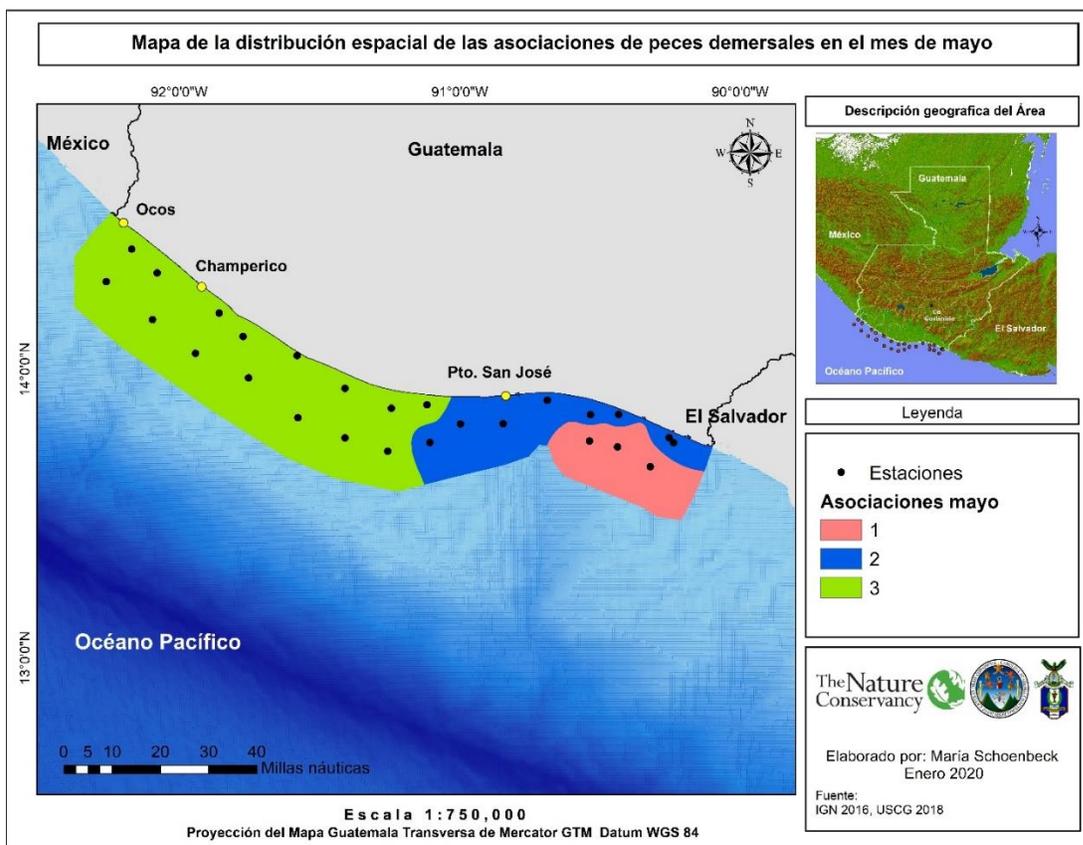


Figura 33. Mapa de la distribución espacial de las asociaciones de peces demersales en el mes de mayo.

En el mes de septiembre se forman el primer grupo (azul) se formó en el lado este de la plataforma interna, esta asociación corresponde a los puntos 1, 3 y 4. La segunda asociación (verde) se formó en el lado este de la plataforma externa, correspondiendo a los puntos 2, 5 y 6. Este grupo también se forma durante el mes de mayo y corresponden a profundidades mayores de 50 metros.

El tercer punto de asociación (verde) se formó desde la frontera con México hasta el cañón de San José comprendiendo los puntos del 7 al 26 (Figura 34).

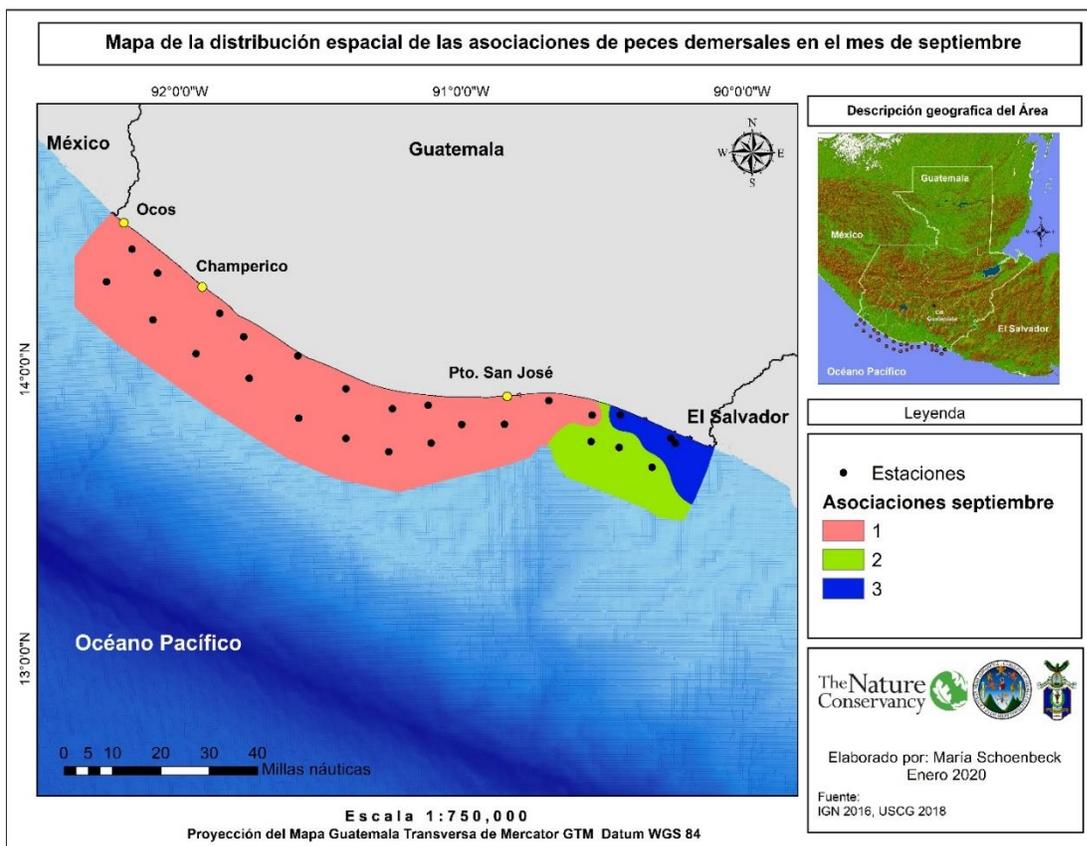


Figura 34. Mapa de la distribución espacial de las asociaciones de peces demersales en el mes de septiembre.

9. DISCUSIÓN

9.1. Patrones de diversidad

Se realizaron 2 cruceros de pesca de arrastre durante el mes de mayo y septiembre 2018 en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala, con un total de 48 arrastres durante el día la noche. Se registró un total de 92 especies demersales en el mes de mayo y 79 especies en el mes de septiembre (Figura 6, Anexo 1). Las especies de peces demersales se distribuyeron en dos clases: Actinopterygii y Elasmobranchii. Dentro de los Actinopterygios el orden Perciformes fue el más diverso en el mes de mayo con 34 familias y 83 especies. La familia de peces que presentó mayor diversidad fue Scianidae (Corvinas) con el 18.07%, seguida por la familia Carangidae (Palometas) con el 10.84%.

Las especies de peces más abundantes fueron *Syacium latifrons* (17.64%), *Selene peruviana* (17.08%), *Stellifer ericymba* (10.45%), *Diplectrum labarum* (8.82%), *Orthopristis chalceus* (6.64%), *Haemulopsis axillaris* (5.39%) y *Ariopsis seemanni* (5.34%), las anteriores son consideradas como especies de tercera y cachaco dentro del sector pesquero.

En cuanto a la clase Elasmobranchii, el orden Rajiformes fue el más diverso con 4 familias y 7 especies. La familia que represento mayor diversidad fue Urolophidae con 4 especies. Sin embargo dentro de los resultados de este estudio, esta clase represento menor diversidad y abundancia en comparación con la clase Actinopterygii.

En el mes de septiembre la clase Actinopterygii estuvo representada por el orden Perciformes con 24 familias y 41 especies. La familia de peces que presento mayor diversidad fue Scianidae con el 27.81% seguida por Paralichthyidae con el 15.38%. Las especies más abundantes fueron *Stellifer ericymba* (20.59%), *Syacium latifrons* (11.27%), *Eucinostomus argenteus* (8.28%) y *Ariopsis seemanni* (6.67%)

Dentro de la clase Elasmobranchii el orden Rajiformes fue el más diverso con 3 familias y 6 especies. La familia que represento mayor diversidad fue Urolophidae con 4 especies. Lo anterior concuerda con los hallazgos de Ixquiac, (2006), quien reporta 93 especies demersales agrupadas en 48 familias, siendo Paralichtidae, Serranidae y Carangidae las familias más abundantes.

Se analizó la abundancia relativa de los peces demersales en el área de estudio y se representó su distribución para los dos meses de muestreo. En el mes de mayo la riqueza registró mayores valores la plataforma interna (Figura 7), diferentes investigadores argumentan que la alta coexistencia de especies en aguas someras se asocia a una alta productividad de las aguas, debido a mayor abundancia de productores primarios (Bianchi, 1991; Martínez-Muñoz, 2011; Tapia-García, 1998)

La abundancia (kg/km^2) y la biomasa (tm) registraron valores mayores en el área de las lisas y cercano a Champerico los cuales corresponden a los sitios 1, 21 y 22 (Figura 9, 11 y cuadro 1). En el mes de septiembre los valores que presentaron mayor abundancia (kg/km^2) y la biomasa (tm) fueron en Champerico y alrededor de Suchitepequez, correspondiendo a los puntos 24 y 18 respectivamente (Figura 10, 12, cuadro 1).

La distribución espacial del índice de Simpson registró alta dominancia en la mayoría de los sitios, sin embargo se registró la menor dominancia en el área de las lisas y cercano a Champerico, correspondiente a los sitios número 1, 3 y 25 para el mes de mayo (Figura 13). En el mes de septiembre los sitios que registraron menor dominancia fueron el 17 y 18 alrededor de Suchitepéquez (Figura 14, cuadro 1).

Yañez Arancibia y colaboradores (1985) mencionan que las especies dominantes en las zonas tropicales y subtropicales, deben analizarse con un mayor número de variables ecológicas, ya que las interacciones entre los organismos y el medio ambiente son complejos por encontrarse en un contexto de comunidades multiespecíficas.

Por otro lado, investigadores sugieren que regímenes de alta dominancia, indican comunidades ícticas expuestas a explotación intensiva, por mayores niveles de esfuerzo pesquero (Greenstreet & Hall, 1999; Bianchi et al, 2000; Martínez-Muñoz, 2011). Es importante resaltar que la plataforma de Guatemala está influenciada por la actividad camaronera representando una amenaza para las comunidades de peces demersales ya que conforman parte de la pesca incidental.

La FAO (2005) señala que para Guatemala el rendimiento de la pesquería comercial de camarón es bajo debido a que existe una ineficiencia en los equipos y sobreexplotación de los recursos del Pacífico al ser esta técnica de pesca muy invasiva y los arrastres se

realizan durante el día y la noche, pescando un alto volumen de peces demersales. Ixquiac (1998), señala que existen 196 especies (representado entre el 78.7% al 98.6%) que conforman la fauna de acompañamiento en estos arrastres para el Océano Pacífico, de las cuales la mayoría pasan a ser descarte. Boix (1999), indica que la sobreexplotación de los recursos pesqueros ha provocado un descenso en la abundancia de especies de importancia comercial y descenso de tallas de algunas especies.

Gelera (2018), reporta que la pesca comercial de camarón, captura incidentalmente peces de importancia económica como *Lutjanus guttatus*, especie que se encuentran sobreexplotada y la mayoría de organismos capturados por esta pesquería se encuentran en estadios juveniles. Los modelos de rendimiento para la pesca comercial indican que ha sobrepasado su rendimiento actual máximo, causando el 58% de la mortalidad del *Lutjanus guttatus*.

9.2. Análisis espacial

La distribución espacial de la riqueza de los peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala mostro que durante el mes de mayo existió una autocorrelación espacial de 27,400 metros y para el mes de septiembre 27,900 metros, esto indica que no hay correlación espacial más allá de esta distancia (Figura 15 y 16). Estos resultados sugieren que la estructura espacial está relacionada con variables ambientales, esto podría explicarse por el patrón de asociación entre la riqueza y las variables ambientales evaluadas, las cuales presentaron valores estadísticos significativos. La distribución de los organismos marinos está influenciada por características del hábitat, ofreciendo condiciones óptimas para el desarrollo de sus actividades como alimentación, reproducción, entre otros (Castro & Huber, 2010).

9.3. Aspectos ecológicos.

Las especies de peces demersales difieren en su grado de asociación en un área determinada, formando grupos diferenciados en diferentes grados, denominados ensamblajes. La identificación de ensamblajes de peces y su relación con los factores

ambientales son herramientas útiles para la evaluación y gestión de recursos pesqueros, particularmente cuando se trata con pesquerías no selectivas, como sucede en el Pacífico de Guatemala.

Según la hipótesis planteada, la distribución del ensamble de peces demersales en el Océano Pacífico de Guatemala varía espacialmente debido a influencia de variables oceanográficas, tales como temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y profundidad. Se puede inferir que el ensamble de peces se vio influenciada en el mes de mayo por las anteriores, únicamente considerando la riqueza y el índice de Simpson. Sin embargo no se observó esta relación para el mes de septiembre, lo cual se podría deberse a baja intensidad de los vientos tehuanos y las surgencias en el mes de septiembre.

Las capturas de los peces demersales con relación a la profundidad presentaron una asociación negativa significativa para la riqueza ($p=0.00566$) durante el mes de mayo (Figura 20A). La mayor riqueza y abundancia de peces demersales se registraron por debajo de los 40 metros de profundidad y las mínimas entre los 50 y 60 metros.

Es importante mencionar que el Océano Pacífico se caracteriza por diferenciar tres tipos de masas de agua en la columna de agua desde la superficie hasta los 1,000 metros de profundidad. En la extensión vertical de esta investigación se distingue dos: agua superficial tropical y agua subsuperficial tropical. La primera de estas masas se caracteriza por ser aguas cálidas mayores a 25°C y salinidad menores a 34 ppm, las cuales varían estacionalmente e interanualmente. La extensión vertical de esta masa de agua está limitada por la capa de mezcla, que alcanza usualmente los 50 metros. Estas aguas superficiales son aguas que se caracterizan por su alta productividad primaria y por la influencia de los vientos Tehuanos, Domo centroamericano y del golfo Papagayo (Nielsen & Quesada, 2006).

Lo anterior puede favorecer a la existencia de mayor riqueza observada por debajo de los 40 metros durante el presente estudio. Este comportamiento también fue observado en ecosistemas costeros tropicales por Bianchi (1991), Tapia-Garcia (1998) y Martínez-Muñoz (2011), en donde argumentan que esta tendencia se asocia a la productividad primaria de las aguas someras, debido a mayor abundancia de productores primarios, lo

cual propicia la coexistencia de un alto número de especies (Yañez-Arancibia et al, 1994).

Ixquiac, (1998) identificó que en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala los cambios de fauna demersal ocurren principalmente a lo largo de la pendiente. Además un estudio realizado en el año 2006 en el Pacífico de Guatemala, encontró que la abundancia relativa disminuyó desde 34 metros hacia los 59 metros de profundidad.

Por otro lado se observó que la riqueza registrada de los peces demersales en el periodo de muestreo, fue mayor en la plataforma interna (Figura 7 y 8). Este comportamiento puede estar vinculado a la existencia de gradientes particulares respecto a la profundidad, como lo son la disminución de la temperatura y la concentración de oxígeno como se mencionó anteriormente.

En cuanto a la temperatura el mes de mayo registró valores promedio más bajos, 23.61°C en promedio, característico del final de la época seca (anexo 1). El mes de septiembre registró valores promedio más altos, 26.34 °C en promedio, autores reportan este patrón de cambios de temperatura en el Golfo de Tehuantepec debido a que la influencia de los vientos Tehuanos disminuye (Legeckis, 1978; Martínez-Muñoz, 2011). El Pacífico Centroamericano es una región caracterizada por una alta variabilidad estacional debido a que se encuentra influenciada por los vientos tehuanos provenientes del golfo de México, esto debido a que el golfo de Tehuantepec se encuentra al sur de una discontinuidad en la Sierra Madre.

En el mes de mayo la riqueza presentó una correlación positiva ($p= 0.0071$), y para el mes de septiembre se observó una correlación de ($p=0.0423$) con respecto a la temperatura, observando que existe mayor riqueza a temperaturas mayores (Figura 17). Paramo (2003), menciona que las condiciones ambientales se consideran importantes en la distribución en zonas tropicales, argumentando que áreas con temperaturas más altas favorece el crecimiento de los peces.

Se registró correlación negativa entre la salinidad y la riqueza de especies, registrando un valor $p=0.0181$ para el mes de mayo (Figura 19A), sin embargo durante el mes de septiembre no se observó correlación significativa (Figura 19B). Durante el mes de mayo

la salinidad registro valores promedio de 35.54 ups y 34.82 ups para el mes de septiembre (anexo 1), la variación registrada durante ambos meses dependió del aporte agua, haciendo referencia a los periodos de lluvia. Los valores más altos se registraron en mayo cuando las descargas del aporte de los ríos y estuarios es menor considerada en septiembre. El Pacífico Centroamericano se caracteriza por una alta variabilidad estacional debido por la descarga de agua dulce proveniente de lagunas costeras y de sistemas fluviales en las zonas costeras (Nielsen & Quesada, 2006).

El oxígeno disuelto registro valores promedio de 3.15 mg/l para el mes de mayo y 4.39 mg/l para el mes de septiembre. Ehrhardt y Fitchett (2006), reportan este comportamiento para el oxígeno disuelto en Guatemala, en donde argumentan que la baja concentración de oxígeno en mayo se debe a la afluencia de aguas ricas en nutrientes desde las profundidades debido al enfriamiento de aguas creadas por la influencia de los vientos Tehuanos y de Papagayo. Se registraron asociaciones positivas entre la concentración de oxígeno y la riqueza de especies, registrando un valor $p=0.019082$, aunque la regresión es débil de 0.17 para el mes de mayo y un valor $p=0.0366$ para el mes septiembre (Figura 18).

Estudios argumentan que la concentración de oxígeno disuelto en el agua afecta la distribución vertical de los peces, se reporta que entre 2-1 mg/l es la concentración menor de oxígeno disuelto que toleran los peces. Sin embargo mucho de ellos responden a la distribución de sus presas, influyendo en la selección del hábitat (Granados, 2002)

La abundancia kg/mn^2 y la biomasa (tm) no registraron correlaciones estadísticamente significativas con las variables evaluadas (Figura 21-28). Sin embargo se identificaron sitios con valores altos, al sur de Guatemala durante el mes de mayo puede deberse a la heterogeneidad ambiental propia de cada zona (Figura 9 y 11). El Área Marino Costera de Uso Múltiple Las Lisas forma parte del sistema que se conoce como declive del Pacífico, por lo que la geología del área en esta zona la plataforma continental se vuelve angosta debido al cañón de San José, esto implica que el hábitat disponible para peces costeros es mucho menor (Ixquiac, 2019, *com pers.*).

Además, se registró la presencia de un arrecife artificial ubicado en el sitio 1 esto podría ser otro factor que favorezca a la alta abundancia y biomasa registrada en el área.

Igualmente en Champerico se registró alta abundancia y biomasa durante el mes de mayo y septiembre, esto pudo deberse a que se registraron organismos de mayor talla y peso en ese punto, otra razón que podría sugerir estos resultados son el tipo de sustrato registrado en la zona, característico por presentar áreas rocosas, los cuales pueden funcionar como áreas de refugio para los peces.

Durante el mes de septiembre en el área de Suchitepéquez se registró alta abundancia y biomasa (Figura 10 y 12), esto podría ser resultado de la presencia de arrecifes artificiales, los cuales pueden funcionar como áreas de refugio para los peces. Sin embargo el tipo de sustrato no fue una variable analizada dentro de este estudio (Conap y Marn, 2009; Marn-Conap/PNUD-PNUD, 2018). Pero se podría inferir que el arrecife artificial es un área funcional para la agregación de peces en el área

En el mes de septiembre se registró alta abundancia además en el punto 9, cercano al cañón de San José, el cual corresponde a un borde convergente activo denominado zona de subducción, formando la Fosa Mesoamericana, con una profundidad aproximada de 6,600 metros al suroriente de Guatemala (Chupina, 2015).

Se ha documentado que los cañones submarinos son áreas ricas en nutrientes, y crean un flujo de materiales, formando corredores por donde se transportan grandes cantidades de diversos materiales por lo cual soportan altas densidades y biomasa de vida marina (Sabatini et al., 2007). Este posible flujo de materiales puede sugerir la alta abundancia y biomasa registrada en el sitio.

Por otro lado, la abundancia y la biomasa registraron los valores mínimos paralelo al cañón de San José, debido a que esta área presenta profundidades mayores a 50 metros (Figura 9-12). La disminución en el número de especies conforme aumenta la profundidad es explicado por los cambios de las condiciones ambientales (disminución de la temperatura y concentración de oxígeno), haciendo el ambiente menos apropiado para sostener la vida (Martínez-Muñoz, 2011). Además los puntos 13, 16 y 17 presentaron valores bajos para la abundancia y la biomasa estos se explican ya que durante los muestreos (Anexo 1), esta zona fue un área con alta presencia de crustáceos, esto sugiere áreas con alta explotación pesquera (Ixquiac, 2019, *com pers.*).

El índice de Simpson registro asociaciones significativas positivas para el mes de mayo con la temperatura y el oxígeno (Figura 29A y 30A), y se registraron asociaciones negativas con la salinidad y la profundidad (Figura 31A y 32A). Durante el mes de septiembre no se observó ninguna asociación estadísticamente significativa (Figura 29B, 30B, 31B y 31B), esto sugiere que durante el mes de mayo existe heterogeneidad ambiental y las variables ambientales juegan un papel importante en la estructura comunitaria de los peces demersales. Sin embargo en el mes de septiembre las especies dominantes no responden a variables ambientales ya que se observa un ambiente homogéneo en cuanto a la variabilidad ambiental determinado por precipitaciones y baja intensidad de los vientos tehuanos.

Como se discutió anteriormente las variables ambientales analizadas dentro de esta investigación muestran que relación con la distribución espacial de los peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala. Cabe resaltar que estos estudios son de importancia para conocer la influencia que tienen las variables ambientales sobre el ensamble y las distintas especies de peces. Actualmente el cambio climático y el ENSO juegan un papel importante para la distribución de los peces, cambiando así sus patrones, por tal razón es de suma importancia conocer como fluctúan estos cambios y así poder tomar medidas de manejo. Por otro lado la contaminación por nutrientes tiene influencia sobre los niveles de oxígeno disuelto en los océanos, esto puede causar una comprensión del hábitat para muchas especies y sus presas, esto los hace más vulnerables a la sobrepesca, especialmente en países como Guatemala en donde las pesquerías son multiespecíficas.

Otros factores importantes para comprender la distribución de los peces son la disponibilidad de los recursos, tipos de sustrato y los ciclos reproductivos, por lo que es necesario tomarlos en cuenta para evaluar las asociaciones de los peces demersales en el Pacífico de Guatemala en futuras investigaciones y así promover su conservación.

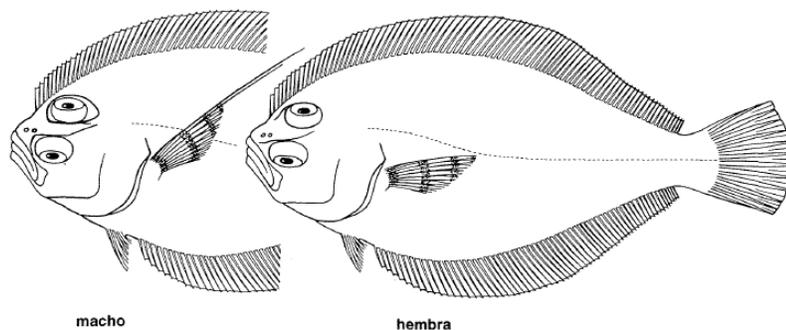
9.3.1. Especies más abundantes.

Durante el periodo de muestreo se registraron 7 especies dominantes en cuanto a su alta ocurrencia, siendo: *Syacium latifrons*, *Selene peruviana*, *Stellifer ericymba*, *Diplectrum labarum*, *Orthopristis chalceus*, *Haemulopsis axillaris* y *Ariopsis seemani*, lo

que indica su dominancia persistente durante el periodo de estudio. Ixquiac (1998) en su estudio encontró a la especie *Orthopristis chalceus* dentro de las especies de peces demersales dominantes en la fauna de acompañamiento de la pesca de camarón para el Pacífico de Guatemala.

Martínez-Muñoz, (2011), reporta en su estudio que las familias Haemulidae, Scianidae, Carangidae y Ariidae se encuentran entre las más importantes de acuerdo a su abundancia en el Golfo de Tenhuantepec. Además menciona que estas especies son claves para el entendimiento de la estructura y función de la comunidad de peces demersales para los trópicos, ya que son características de ecosistemas costeros con capacidad euhalina, lo cual explica su alta abundancia frente a las costas.

- *Syacium latifrons*

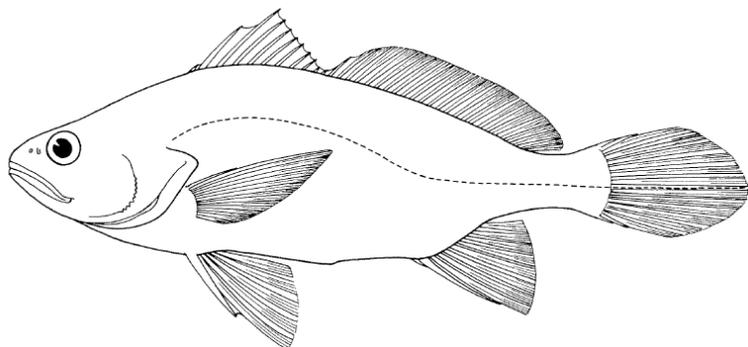


Fisher et al (1995)

Es la especie más abundante dentro de las capturas para los meses de muestreo. Estuvo presente en 24 de las 26 estaciones muestreadas, representado el 15.18% total de la colecta del mes de mayo y septiembre. Esta especie presento mayor abundancia a profundidades entre 30 y 60 metros de profundidad. Estos datos concuerdan con Fisher et al (1995) quienes mencionan que se distribuyen a una profundidad de 20 a 100 metros.

Presento mayor distribución a temperaturas de 20 a 21 °C, a concentraciones de oxígeno entre 1.8 y 2.3 mg/l, y salinidades entre 35.5 a 36 ups.

- *Steliffer erycimba*

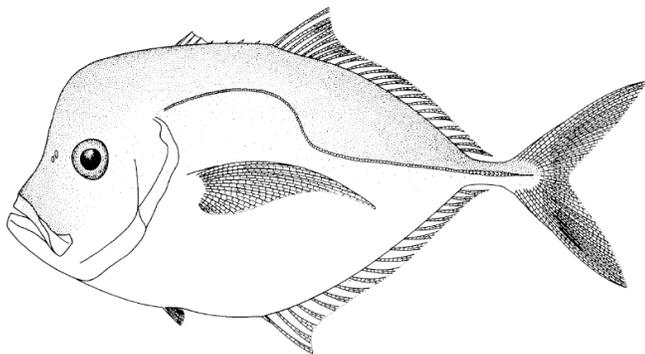


Fisher et al (1995)

Es la segunda especie más abundante dentro de las capturas para los meses de muestreo. Estuvo presente en 19 de las 26 estaciones muestreadas, representando el 14.37% del total de las muestras en los dos meses muestreados. Esta especie presento mayor abundancia a profundidades menores de 45 metros de profundidad.

Presento correlaciones positivas con la temperatura, mostrando mayores abundancias a temperaturas de 22.5 °C, y salinidades de 35.5 ups. No presento correlaciones estadísticamente significativas con el oxígeno sin embargo se observó una tendencia de mayores abundancias a concentraciones de 2.5 mg/l.

- *Selene peruviana*



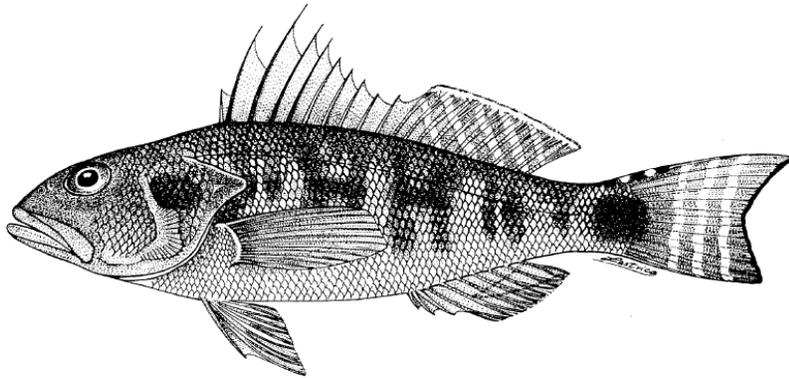
Fisher et al (1995)

Es la tercera especie más abundante dentro de las capturas para los meses de muestreo. Estuvo presente en 22 de las 26 estaciones muestreadas, representando el 11.77% del total de los dos meses muestreados. Esta especie presento mayor abundancia a

profundidades menores de 30 metros de profundidad. Ixquiac (1998), encontró esta especie dentro de las más abundantes en su estudio de tesis, para el pacífico de Guatemala, sin embargo el encontró mayores abundancias a profundidades entre 30 y 40 metros de profundidad.

Presento mayores abundancias a temperaturas de 24.5 °C, concentraciones de oxígeno de 3.5 mg/l y salinidades de 34 ups, sin embargo no presentó ninguna correlación estadísticamente significativa con las variables evaluadas.

- *Diplectrum labarum*

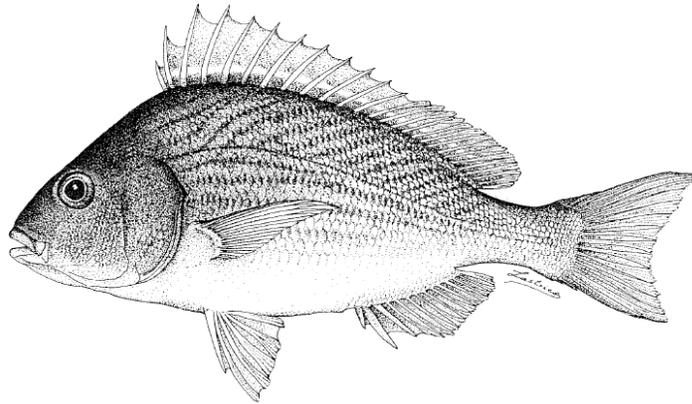


Fisher et al (1995)

Es la cuarta especie más abundante dentro de las capturas para los meses de muestreo. Estuvo presente en 17 de las 26 estaciones muestreadas, representado el 6.20% del total de las especies muestreadas en los dos meses. Esta especie presento mayor abundancia a profundidades entre 40 y 60 metros de profundidad.

Presento correlaciones positivas con la temperatura, mostrando mayores abundancias a temperaturas de 20 °C, concentraciones de oxígeno de 1 mg/l, y salinidades de 35.8 ups.

- *Orthopristis chalceus*

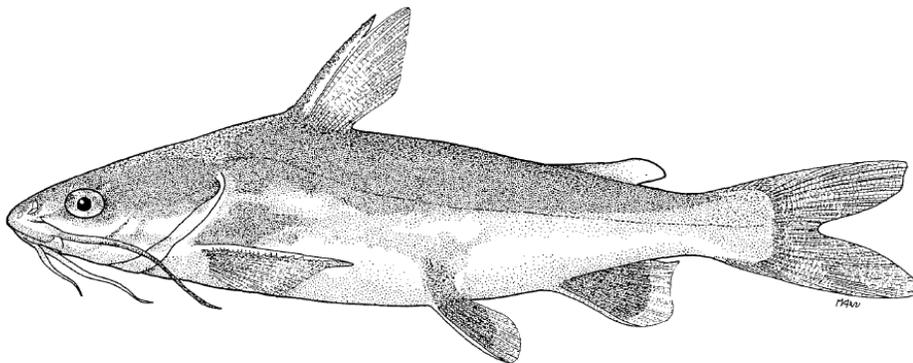


Fisher et al (1995)

Es la quinta especie más abundante dentro de las capturas para los meses de muestreo. Estuvo presente en 20 de las 26 estaciones muestreadas, representando el 6.04% del total de las especies muestreadas para los dos meses. Esta especie presentó mayor abundancia a profundidades entre 30 y 35 metros de profundidad.

Esta especie no presentó correlaciones estadísticas significativas con las variables evaluadas únicamente con la longitud, en donde se distribuye principalmente al sur de la plataforma continental del Pacífico de Guatemala. Sin embargo la abundancia mostró mayor tendencia a temperaturas entre 24.7 a 25 °C, concentraciones de oxígeno a 4 mg/l y salinidades de 35.5 ups.

- *Ariopsis seemani*

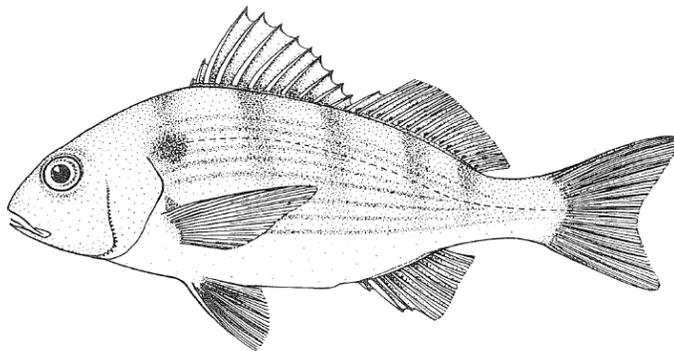


Fisher et al (1995)

Es la sexta especie más abundante dentro de las capturas para los meses de muestreo. Estuvo presente en 11 de las 26 estaciones muestreadas, representando el 5.85% del total de las especies muestreadas para el mes de mayo y septiembre. Esta especie presentó mayor abundancia a profundidades entre 40 y 41 metros de profundidad.

Presentó correlaciones positivas con la temperatura, mostrando mayores abundancias a temperaturas de 22.5 °C y salinidades de 35.8 ups. El oxígeno no mostró correlaciones estadísticas significativas, sin embargo mostró tendencia de mayor abundancia a concentraciones de oxígeno de 1 mg/l.

- *Haemulopsis axillaris*



Fisher et al (1995)

Es la séptima especie más abundante dentro de las capturas para los meses de muestreo. Estuvo presente en 19 de las 26 estaciones muestreadas, representando el 4.93% del total de las especies muestreadas en mayo y septiembre. Los organismos de esta especie se distribuyen en cardúmenes, lo cual los hace más vulnerables a ser capturados en grandes volúmenes por pesquerías invasivas como la pesquería de camarón. Esta especie presentó mayor abundancia a profundidades entre 30 y 35 metros de profundidad.

Esta especie no presentó correlaciones estadísticas significativas con las variables evaluadas, sin embargo la abundancia mostró mayor tendencia a temperaturas de 25 °C, concentraciones de oxígeno entre 3.5 a 3.7 mg/l y salinidades de 35.5 a 35.6 ups.

9.4. Asociación de especies

En la presente investigación, a partir de las abundancias, se realizó un análisis cluster en donde se definen tres posibles áreas de asociación de los peces demersales durante el periodo de estudio en la plataforma del Pacífico de Guatemala (Figura 33-34, Anexo 2-3). Estas asociaciones fueron reconocidas en los dos eventos de muestreo, con alguna variación en su extensión y localización.

En el mes de mayo la asociación 1, se localizó en la plataforma externa del este del país. Representado por las especies *Diplectrum labarum* y *Cyclopsetta querna*. Este grupo se distribuyó a profundidades entre los 56 a 64 metros, temperaturas promedio de 16 °C, concentración de oxígeno de 1 mg/l y salinidades de 35.90 ups.

La asociación 2, se localizó en la plataforma interna del este del país. Representado por las especies *Diplectrum labarum*, *Haemulopsis axillaris*, *Haemulopsis nitidus*, *Hoplopagrus guentherri*, *Lagocephalus lagocephalus*, *Lutjanus guttatus*, *Narcine vermiculatus*, *Pomadasys panamensis* y *Syacium latifrons*. Este grupo se distribuyó a profundidades entre los 12 hasta los 43 metros, temperaturas promedio de 23 °C, concentración de oxígeno de 3.18 mg/l y salinidades de 35.75 ups.

La asociación 3, se localizó en desde la frontera con México hasta el cañón de San José. Representado por las especies *Ariopsis seemani*, *Larimus acclivis*, *Larimus argenteus*, *Orthopristis chalceus*, *Selene peruviana* y *Stellifer ericymba*. Este grupo se distribuyó a profundidades entre los 15 hasta los 43 metros, temperaturas promedio de 24 °C, concentración de oxígeno de 3.61 mg/l y salinidades de 35.46 ups.

En el mes de septiembre la asociación 1, se localizó en desde la frontera con México hasta el cañón de San José. Representado por las especies *Ariopsis seemani*, *Diodon holochantus*, *Eucimostomus argenteus*, *Haemulopsis axillaris*, *Larimus acclivis*, *Lutjanus guttatus*, *Selene peruviana*, *Stellifer ericymba*, *Urotrygon chilensis*, *Urotrygon nana* y *Urotrygon rogersi*. Este grupo se distribuyó a profundidades entre los 16 hasta los 45 metros, temperaturas promedio de 27 °C, concentración de oxígeno de 4.63 mg/l y salinidades de 34.69 ups.

La asociación 2, se localizó en la plataforma externa del este del país. Representado por las especies *Diplectrum labarum*, *porichthys margaritatus* y *Scorpaena histrio*. Este grupo se distribuyó a profundidades entre los 59 a 68 metros, temperaturas promedio de 18.86 °C, concentración de oxígeno de 1.65 mg/l y salinidades de 35.68 ups.

La asociación 3, se localizó en la plataforma interna del este del país. Representado por las especies *Narcine vermiculatus*, *Orthopristis chalceus* y *Stellifer erycimba*. Este grupo se distribuyó a profundidades entre los 29 hasta los 31 metros, temperaturas promedio de 27.4 °C, concentración de oxígeno de 5.54 mg/l y salinidades de 34.85 ups.

Los resultados obtenidos dentro de las asociaciones en el periodo de estudio se contrastaron con las asociaciones propuestas por Bianchi, (1991) en donde se observa que la asociación observada en el mes de mayo son congruentes con la propuesta de Bianchi (Figura 35).

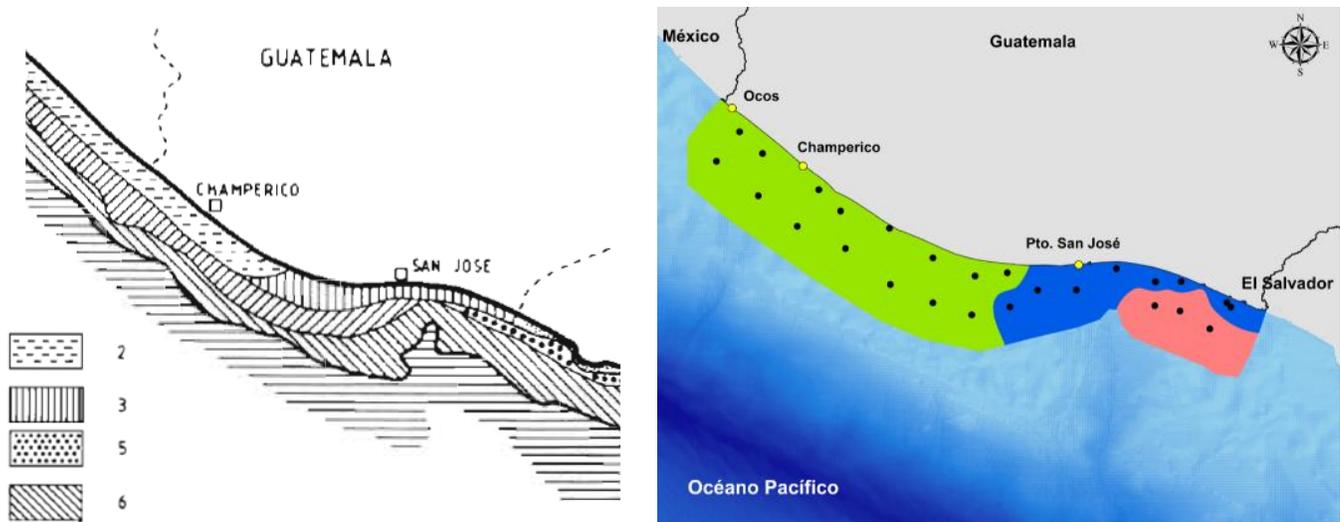


Figura 35. Comparación de las áreas de asociación de los peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala. **A.** Grupos de asociación propuestos por Bianchi, 1991. **B.** Grupos de asociación propuestos en el presente estudio para el mes de mayo.

10. CONCLUSIONES

- La riqueza de peces demersales en la plataforma del Pacífico de Guatemala estuvo representada por 92 especies en el mes de mayo y 79 especies en el mes de septiembre, registrando mayor riqueza en la plataforma interna del Pacífico de Guatemala. Esto sugiere que los peces siguen un patrón batimétrico, existiendo mayor diversidad en las aguas someras debido a su alta productividad y conexión con los sistemas estuarinos los cuales funcionan como sitios de crianza y fuente de alimento para muchas especies.
- La abundancia y la biomasa de peces demersales registraron valores máximos asociados a zonas rocosas a lo largo de la plataforma del Pacífico de Guatemala. Los valores mínimos estuvieron asociados principalmente a zonas de alta presencia de crustáceos y a zonas mayores a 50 metros de profundidad.
- El Índice de Simpson sugiere que existe alta dominancia a lo largo de la plataforma del Pacífico de Guatemala. La alta dominancia registrada estuvo representada por las familias Carangidae, Haemulidae y Paralichtidae.
- La riqueza se correlacionó positivamente con el oxígeno y la temperatura durante el mes de mayo y septiembre, y se correlacionó negativamente con la salinidad y la profundidad durante el mes de mayo. Sin embargo no se observaron correlaciones significativas entre la salinidad y la profundidad en el mes de septiembre, esto sugiere relación a los cambios ambientales característico de la época de lluvia.
- La abundancia y la biomasa no registraron correlaciones estadísticamente significativas con las variables evaluadas durante el periodo de estudio. Sin embargo los resultados sugieren que puede estar relacionado a otras variables como la presencia de arrecifes en el Pacífico de Guatemala.

- El índice de Simpson registró asociaciones significativas positivas para el mes de mayo con la temperatura y el oxígeno, se registraron asociaciones negativas con la salinidad y la profundidad. Durante el mes de septiembre no se observó ninguna asociación significativa, esto sugiere que la estructura de la comunidad de peces demersales está asociada a la dinámica ambiental sugerida por influencia de los vientos formados en el golfo de Tehuantepec y Papagayo, y aportes continentales generando una heterogeneidad temporal.
- Según la hipótesis planteada, la distribución del ensamble de peces demersales en el Océano Pacífico de Guatemala varió espacialmente debido a influencia de variables oceanográficas, tales como temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y profundidad durante el mes de mayo. Sin embargo no se observó relación para el mes de septiembre considerando la profundidad y la salinidad, lo cual se podría deberse a la heterogeneidad ambiental relacionada a patrones de lluvias y cambios en los patrones de vientos.

11.RECOMENDACIONES

- Analizar la relación entre las variables ambientales y los peces demersales utilizando parámetros morfométricos, para conocer detalladamente como afectan estas variables a los peces demersales en diferentes ciclos de su vida y así poder identificar de áreas potenciales para la conservación y ordenamiento pesquero.
- Analizar si existe asociación estadísticamente significativa de la abundancia y biomasa de peces demersales en las zonas rocosas identificadas en este estudio, que permita explicar los patrones de selección de hábitat y agregación para el Pacífico de Guatemala.
- Realizar acciones de manejo para las zonas marino costeras someras, que permitan garantizar la conservación de la alta riqueza de especies demersales que ocurre en esta zona, restringiendo técnicas pesqueras no selectivas como la pesca de arrastre en estas áreas, temporal o permanente.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Guatemalteca de Exportadores [AGEXPORT], (2016). Futuro del sector exportador Agrícola y Pesca de Guatemala. CentralAmericaData.com Recuperado el 20 de abril 2019 de https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Futuro_del_sector_exportador_Agricola_y_Pesca_de_Guatemala
- Azevedo, M. C. C., Araújo, F. G., da Cruz-Filho, A. G., Pessanha, A. L. M., de Araújo Silva, M., & Guedes, A. P. P. (2007). Demersal fishes in a tropical bay in southeastern Brazil: Partitioning the spatial, temporal and environmental components of ecological variation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75(4), 468-480
- Arrivillaga, A. (2003). *Estado actual de los recursos marinos y costeros de Guatemala*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar [URL]
- Ayala-Perez, L., Ramos, J., Sosa, A., & Martinez, G. (2015). *Ictiofauna marina y costera de campeche*. Campeche: Universidad autonoma de campeche, Universidad Metropolitana-Xochimilco.
- Bianchi, G. (1991). Demersal assemblages of the continental shelf and slope edge between the Gulf of Tehuantepec (Mexico) and the Gulf of Papagayo (Costa Rica). *Marine ecology progress series*, 73(1), 121-140.
- Boix, J. L. (1999). *La pesca artesanal: Una opción de desarrollo rural en la Costa Pacífica de Guatemala*. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Caddy, J. F., & Seijo, J. C. (1998). Application of a spatial model to explore rotating harvest strategies for sedentary species. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 359-366.
- Carrillo, P. (2012). Comportamiento del oxígeno disuelto en dos estaciones costeras La Libertad y Manta, como aporte al conocimiento del fenómeno " El Niño". *Acta oceanográfica del Pacífico*, 17(1): 21-29.
- Castro, P., & Huber, M.E., (2010) *Biología Mariana*. Estados Unidos: MacGraw-Hill.

- Cifuentes, J., & Torres, M., (2003). *El océano y sus Recursos II. Las ciencias del Mar*. México: Fondo de Cultura Económica
- Cheung, W. W., Lam, V. W., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R., & Pauly, D. (2009). Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and fisheries*, 10(3), 235-251.
- Coleman, N., Gason, A. S., & Poore, G. C. (1997). High species richness in the shallow marine waters of south-east Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 154, 17-26.
- Colwell, R. K. (2009). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Guía de usuario y aplicación en: <http://purl.oclc.org/estimates>
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Conap y Marn. (2009). *Biodiversidad Marina de Guatemala: Análisis de Vacíos y Estrategias para su Conservación*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, The Nature Conservancy. Guatemala. 152 p.
- De la Lanza Espino & S. H. Pulido (2011), *Ambiente, Biología, Sociedad, Manejo y Legislación de Sistemas Costeros Mexicanos*. México: UMSNH, WWF, Plaza y Valdés.141-177
- Demirel, N., & Gül, G. (2016). Demersal fishes and fisheries in the Sea of Marmara. *The Sea of Marmara-Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*,(Eds.) Özsoy E., Çağatay MN, Balkıs N., Balkıs N., Öztürk B., Turkish Marine Research Foundation Press, İstanbul, 630-643..
- Dirección de Normativa de la Pesca y Acuicultura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación DIPESCA. Comunicación personal, 5 de octubre 2018.
- Dirección de Normativa de la Pesca y Acuicultura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Dipesca/Maga y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. (2018). *Caracterización de la pesca artesanal en el Pacífico de Guatemala*.

Proyecto “Conservación y Uso sostenible de la biodiversidad en Áreas protegidas Marino Costeras (APM’s). (MARN-CONAP/PNUD-GEF)-FND, Guatemala, 408 p.

Dirección de Normativa de la Pesca y Acuicultura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *Dipesca/Maga*, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD & Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Agrícolas *Iarna*. (2018). *Propuesta de diseño de arte de pesca para la reconversión de prácticas no amigables con la diversidad biológica marino-costera en el Área de Conservación Marino-costera Sipacate-Naranjo*. Proyecto Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad en Áreas Protegidas Marino Costeras (AMP) (MARN-CONAP/PNUD-GEF)

Dirección de Normativa de la Pesca y Acuicultura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación *Dipesca/Maga*, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD & The Nature Conservancy *TNC*. (2018). *Caracterización de la pesca artesanal en el Pacífico de Guatemala. Proyecto “Planificación Espacial Marina del Pacífico de Guatemala”*. Proyecto Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad en Áreas Protegidas Marino Costeras (AMP) (MARN-CONAP/PNUD-GEF)

Eayrs, S. (2007). *Guía para reducir la captura de fauna incidental (bycatch) en las pesquerías por arrastre de camarón tropical*. *Fao*.

Ehrhardt, N., Fitchett, M. (2006). On the seasonal dynamic characteristics of the sailfish, *Istiophorus platypterus*, in the Eastern Pacific off Central America. *Bulletin of Marine Science*, 79(3): 589-606.

Fiedler, P. C., Philbrick, V., & Chávez, F. P. (1991). Ocean upwelling and productivity in the Eastern Tropical Pacific. *Limnol. Oceanogr.*, 36, 1836-1850.

Fisher, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K.E & Niem, V.H. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca*. Roma: FAO.

Gelera-Santa María, R., (2018). *Parámetros biológicos del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1969) de la pesquería en la aldea Las Lisas, Santa Rosa*, Tesis de Licenciatura. Universidad del Valle Guatemala.

- Gonzales, E., (2015). Distribución, abundancia y biomasa de *Cyclopsetta querna* (Lenguado dentón) en el Pacífico de Guatemala. Tesis licenciado en Acuicultura. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Granados, C. (2002). *Ecología de peces*. España: Universidad de Sevilla.
- Gray, J. S., Poore, G. C., Ugland, K. I., Wilson, R. S., Olsgard, F., & Johannessen, Ø. (1997). Coastal and deep-sea benthic diversities compared. *Marine ecology progress series*, 159, 97-103.
- Greenstreet, S.P.R. & Hall, S.J. 1996. Fishing and ground –fish assemblages structure in the north-western North Sea: an analysis of long-term and spatial trends. *Journal of animal ecology*. 65: 577-598.
- Helfman, G., Collete, B.B., Facey, D.E & Bowen, B.W. (2009). *The diversit of fishes: biology, evolution, and ecology*. John Wiley & Sons.
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Agrícolas *Iarna* y Universidad Rafael Landívar URL. (2003). *Perfil Ambiental de Guatemala: Estado Actual de los Recursos Marinos y Costeros de Guatemala*. Informe técnico No. 2. Consultor Alejandro Arrivillaga. 69 pp.
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, *Insivumeh*, (2018). *Variabilidad y Cambio Climático en Guatemala*. Recuperado de <http://funcagua.org.gt/wp-content/uploads/2018/06/Variabilidad-y-Cambio-Clim%C3%A1tico-en-Guatemala-2018-INSIVUMEH.pdf>
- Ixquiac, M., (1988). *Análisis de la composición y distribución de la fauna de acompañamiento de camarón (FAC) en el Océano Pacífico guatemalteco dentro de las isobatas de 10 a 100m durante los cruceros de investigación enero 1996 a febrero 1998*. Tesis de Licenciado en Acuicultura. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ixquiac, M., y Coyula, R. (2006b). *Evaluación del estado de explotación del recurso camarón: Informe del proyecto apoyo a la ordenación de las pesquerías de*

camarones y fortalecimiento institucional de la autoridad pesquera. Guatemala: FAO.

Jolón-Morales, M. R., Sánchez-Castañeda, R., Villagrán-Colón, H. C., Mechel, C., & Jinh, H. A. (2005). *Estudio sobre los Recursos Pesqueros (de escamas) en el Litoral Pacífico y Mar Caribe de Guatemala*. UNIPESCA-AECL. 128 pp. Guatemala.

Keeling, R. F., & Garcia, H. E. (2002). The change in oceanic O₂ inventory associated with recent global warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(12), 7848-7853.

Ladd, J. W., Ibrahim, A. K., McMillen, K. J., Latham, G. V., Von Huene, R. E., Watkins, J. S., More, J.C., & Worzel, J. L. (1978). *Tectonics of the Middle America trench offshore Guatemala*. *J. geophys. Res*, 84.

Lara-Domínguez, A. L., & Yáñez-Arancibia, A. (1999). Productividad secundaria, utilización del hábitat y estructura trófica. *Ecosistemas de Manglar en America Tropical*. Instituto de Ecología, México, 153-166.

Legeckis, R., 1978. A survey of worldwide sea surface temperature fronts detected by environmental satellites. *J. Geophys. Res.* 83 (C9), 4501–4522.

Ley General de Pesca y Acuicultura, Decreto No. 80-2002 del Congreso de la República y Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura, Acuerdo Gubernativo No. 223-2005, Ciudad de Guatemala.

Link, J.S., (2002). Ecological considerations in fisheries management: When does it matters?. *Fisheries*, 27 (4): 10-17.

Manjarrez, C., (2001). *Variación estacional de la comunidad de peces de fondos blandos del área costera del sur de Sinaloa*. Tesis de Maestro en Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional.

Maravelias, C. D., Reid, D. G., Simmonds, E. J., & Haralabous, J. (1996). Spatial analysis and mapping of acoustic survey data in the presence of high local variability: geostatistical application to North Sea herring (*Clupea harengus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53(7), 1497-1505.

- Marroquín, E., Batres, L., Ruano, P., & Álvarez, J., (2013). *Evaluación de procesos de Industrialización y comercialización de especies ícticas de bajo valor comercial de la pesca artesanal en el Litoral Pacífico de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Marshall, S., Elliot, M., (1998). Environmental influences on the fish assemblages of the Humber Estuary, UK. *Estuaries and Coastal Shelf Science*. 46, 175-184
- Martínez-Muñoz, (2012). *Estructura y distribución de la comunidad íctica acompañante en la pesca del camarón (Golfo de Tehuantepec. Pacífico Oriental, México)*. Tesis de Doctor en Ciencias del Mar. Universidad de Barcelona.
- May-Collado, L., Gerrodette, T., Calambokidis, J., Rasmussen, K., & Sereg, I. (2005a). Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica based on data collected from 1979-2001. *Revista de Biología Tropical.*, 53, 249-263.
- Moyle, P.B., Cech, J.J., (2004). *Fishes: An introduction to ichthyology*. California, Estados Unidos: Pearson.
- Nelson, j. (2006). *Fishes of the world*. Canadá: John Wiley & Sons, Inc.
- Oliver, S. R., Bastida, R. O., Torti, M. R., (1968). *Sobre el ecosistemas de las aguas litorales de Mar del Plata. Niveles tróficos y cadenas alimentarias pelágicas demersales y bentónicos-demersales*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO., (2005). *Resumen informativo sobre la pesca por países, Guatemala*. Recuperado de <http://www.fao.org/fi/oldsite/FCP/es/gtm/profile.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO., (2014). *Contribución de la pesca y la acuicultura a la seguridad alimentaria y el ingreso familiar en Centroamérica*. Panamá.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO., (2014). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Acuicultura y Alimentación. FAO., (2019). *La pesca*. Recuperado de <http://www.fao.org/fisheries/es/>
- Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano. OSPESCA., (2012). *Encuesta Estructural de la Pesca Artesanal y la Acuicultura en Centroamérica 2009-2011*.
- Palacios, D., (2011). *Patrones latitudinales de composición y diversidad funcional de peces asociados a la pesca de camarón del Pacífico Mexicano*. Tesis de doctor en ciencias marinas. Instituto Politécnico Nacional.
- Páramo, J., Guillot-Illidge, L., Benavides, S., & Rodríguez, A., (2009). Aspectos poblacionales y ecológicos de peces demersales de la zona norte del Caribe colombiano en relación con el hábitat: una herramienta para identificar Áreas Marinas Protegidas (AMPs) para el manejo pesquero. *Caldasia*, 31(1).
- Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T. J., Sumaila, U. R., Walters, C. J., & Zeller, D. (2002). Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418(6898), 689.
- Periáñez, R., (2010). *Fundamentos de oceanografía dinámica*. España: Universidad de Sevilla.
- Robertson, D.R., & Allen, G.R., (2002). Shorefish of th tropical eastern Pacific: An information system. *Smithsonian Tropical Research institute, Balboa, Panama*.
- Rodríguez, A., & Páramo, J. (2012). Distribución espacial del pargo rayado *Lutjanus synagris* (pisces: Lutjanidae) y su relación con las variables ambientales en el caribe colombiano. *Actualidades Biológicas*, 34(96), 55.
- Romero, J. (2002). *Dinámica de las asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y colima, México*. Tesis doctoral. Universidad de Colima.
- Rosenfeld, J.S., (2002). Functional redundancy in ecology and conservation. *Oikos*. 98(1), 156-162.

- Sale, P. F., Cowen, R. K., Danilowicz, B. S., Jones, G. P., Kritzer, J. P., Lindeman, K. C., & Steneck, R. S. (2005). Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. *Trends in ecology & evolution*, 20(2), 74-80.
- Simard, Y., Marcotte, D., & Bourgault, G. (1993). Exploration of geostatistical methods for mapping and estimating acoustic biomass of pelagic fish in the Gulf of St. Lawrence: size of echo-integration unit and auxiliary environmental variables. *Aquatic Living Resources*, 6(3), 185-199
- Simpson, E.H., (1949). Measurement of Diversity. *Nature*, 163: 688.
- Sánchez-Gil, P., & Yáñez-Arancibia, (1998). Grupos ecológicos funcionales y recursos pesqueros tropicales. *Recursos pesqueros críticos*, 357-389.
- Sparre, P., Venema, S.C., (1995). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales: Manual*. Chile, FAO Documento técnico de pesca. 306/1. P 345.355.
- Tewksbury, J. J., Huey, R. B., & Deutsch, C. A. (2008). Putting the heat on tropical animals. *Science*, 320(5881), 1296-1297
- TNC & LAOCOS-UNA. (2009). *Variabilidad estacional de la concentración de clorofila-a, en el Pacífico centroamericano (2003-2007)*. Programa de Ciencias Regional, Región de Mesoamérica y El Caribe. The Nature Conservancy, Laboratorio de Oceanografía y Manejo Costero del Departamento de Física de la Universidad Nacional de Costa Rica. San José, Costa Rica, 57
- Vicente-Serrano, S. M., Saz-Sánchez, M. A., & Cuadrat, J. M. (2003). Comparative analysis of interpolation methods in the middle Ebro Valley (Spain): application to annual precipitation and temperature. *Climate research*, 24(2), 161-180.
- Villegas, L., & Csirke, J., (1985). *Los recursos y pesquerías neríticas del Océano Pacífico Centroamericano, presentado a la primera reunión del grupo de trabajo FAO/OLDEPESCA sobre investigaciones pesqueras en el Pacífico de Centroamericano*. Guatemala: CEMA de la USAC.
- Werlinger, C., Alveal, K., Romo, H., (2004). *Biología marina y oceanografía: Conceptos y procesos*. Chile: Concepción.

Williams, E., (2011). Aviation Formulary V1.42. *Aviation*. 1, 42.

Zapata, F.A., & Robertson, D.R., (2006). How many species of shore fishes are in the Tropical Eastern Pacific? *Journal of Biogeography*, 34(1), 38-51.

13. ANEXOS

Anexo No.1. Especies por familia durante el periodo de estudio en el año 2018 en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie		
Chordata	Actinopterygii	Albuliformes	Albulidae	<i>Albula vulpes</i>		
		Anguilliformes	Muraenidae	<i>Gymnothorax equatorialis</i>		
		Aulopiformes	Synodontidae	<i>Synodus evermanni</i>		
		Batrachoidiformes	Batrachoididae		<i>Batrachoides waltersi</i>	
					<i>Porichthys margaritatus</i>	
					<i>Opisthonema libertate</i>	
		Clupeiformes	Clupeidae		<i>Anchoa spp</i>	
					<i>Anchoa spinifer</i>	
			Engraulidae		<i>Odontognathus panamensis</i>	
					<i>Odontognathus spp</i>	
					<i>Opisthopterus dovi</i>	
			Ophidiiformes	Ophidiidae	<i>Lepophidium prorates</i>	
			Perciformes	Carangidae		<i>Carangoides otrynter</i>
						<i>Caranx caninus</i>
						<i>Caranx vinctus</i>
						<i>Chloroscombrus orqueta</i>
					<i>Hemicaranx zelotes</i>	
					<i>Selene orstedii</i>	
					<i>Selene peruviana</i>	
					<i>Centropomus robalito</i>	
					<i>Chaetodon humeralis</i>	
					<i>Chaetodipterus zonatus</i>	
					<i>Parapsettus panamensis</i>	
	<i>Diapterus peruvianus</i>					
	<i>Eucinostomus argenteus</i>					
	<i>Eucinostomus currani</i>					
	<i>Eucinostomus eugerres</i>					
	<i>Conodon serrifer</i>					
	<i>Haemulopsis axillaris</i>					
	<i>Haemulopsis leuciscus</i>					
	<i>Haemulopsis nitidus</i>					
	<i>Orthopristis chalceus</i>					
	<i>Pomadasys panamensis</i>					
	<i>Lutjanus argenteus</i>					
	<i>Lutjanus colorado</i>					
	<i>Lutjanus guttatus</i>					
	<i>Hoplopagrus guentherii</i>					
	<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>					

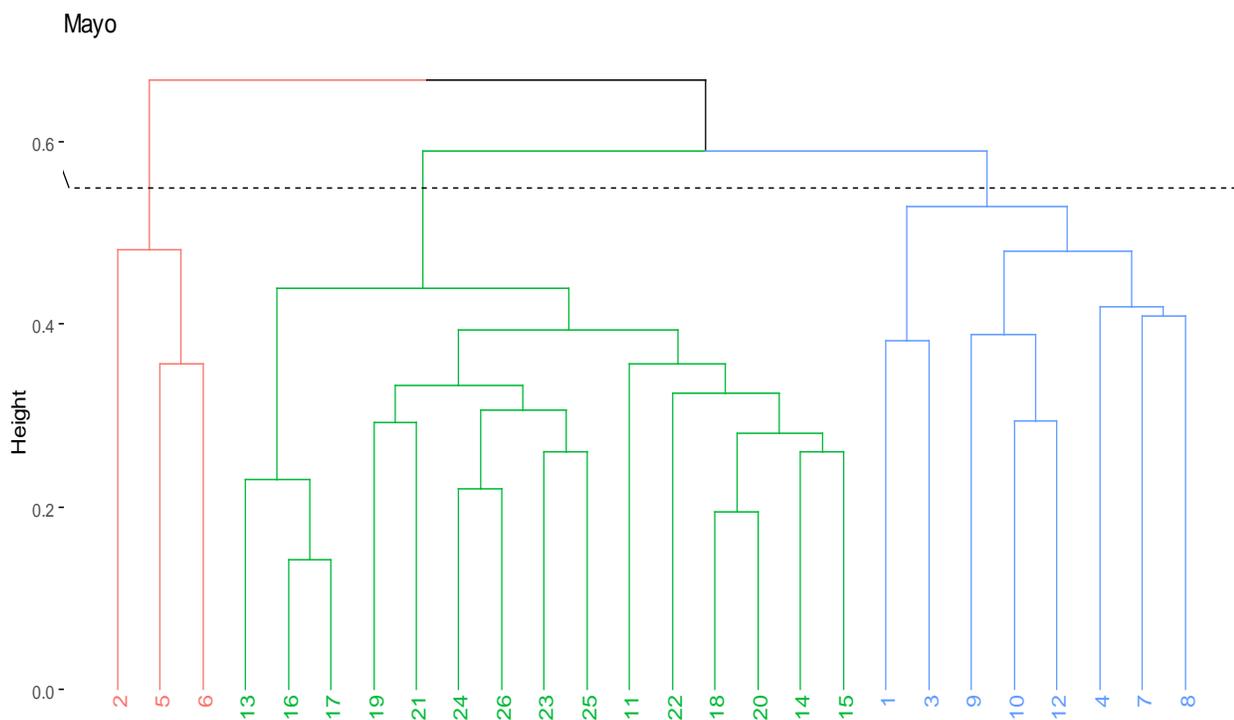
	Polynemidae	<i>Polydactylus approximans</i> <i>Polydactylus opercularis</i>
	Priacanthidae	<i>Priacanthus spp</i>
	Sciaenidae	<i>Cynoscion phoxocephalus</i> <i>Isopisthus remifer</i> <i>Isopisthus fuscus</i> <i>Larimus acclivis</i> <i>Larimus argenteus</i> <i>Menticirrhus elongatus</i> <i>Menticirrhus nasus</i> <i>Menticirrhus spp</i> <i>Micropogonias altipinnis</i> <i>Micropogonias ectenes</i> <i>Nebris occidentalis</i> <i>Ophioscion imiceps</i> <i>Paralonchurus sp</i> <i>Paralonchurus dumerilii</i> <i>Paralonchurus goodei</i> <i>Stellifer ericymba</i>
	Serranidae	<i>Alphestes immaculatus</i> <i>Diplectrum labarum</i> <i>Diplectrum pacificum</i> <i>Ephinophelus analogus</i> <i>Epinephelus niphobles</i> <i>Rypticus bicolor</i>
	Stromateidae	<i>Peprilus snyderi</i>
	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>
	Uranoscopidae	<i>Astroscopus zephyreus</i>
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus mazatlanus</i> <i>Achirus scutum</i>
	Bothidae	<i>Bothus constellatus</i>
	Cynoglossidae	<i>Symphurus spp</i>
	Paralichthyidae	<i>Citharichthys spp</i> <i>Cyclopsetta querna</i> <i>Etropus crossotus</i> <i>Syacium latifrons</i> <i>Syacium longidorsale</i> <i>Syacium ovale</i>
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Scorpaena histrio</i>
	Triglidae	<i>Bellator xenisma</i> <i>Prionotus albirostris</i> <i>Prionotus horrens</i>
Siluriformes	Ariidae	<i>Ariopsis seemanni</i> <i>Arius guatemalensis</i>
Tetraodontiformes	Balistidae	<i>Balistidae polylepis</i>

		Diodontidae	<i>Diodon holocanthus</i>
		Tetraodontidae	<i>Lagocephalus</i> <i>lagocephalus</i> <i>Sphoeroides annulatus</i>
Elasmobranchii	Rajiformes	Gymnuridae	<i>Gymnura marmorata</i>
		Rhinobatidae	<i>Rhinobatos leucorhynchus</i>
		Urolophidae	<i>Urotrygon aspidura</i> <i>Urotrygon chilensis</i> <i>Urotrygon nana</i> <i>Urotrygon rogersi</i>
	Torpediniformes	Narcinidae	<i>Narcine entemedor</i> <i>Narcine vermiculatus</i>

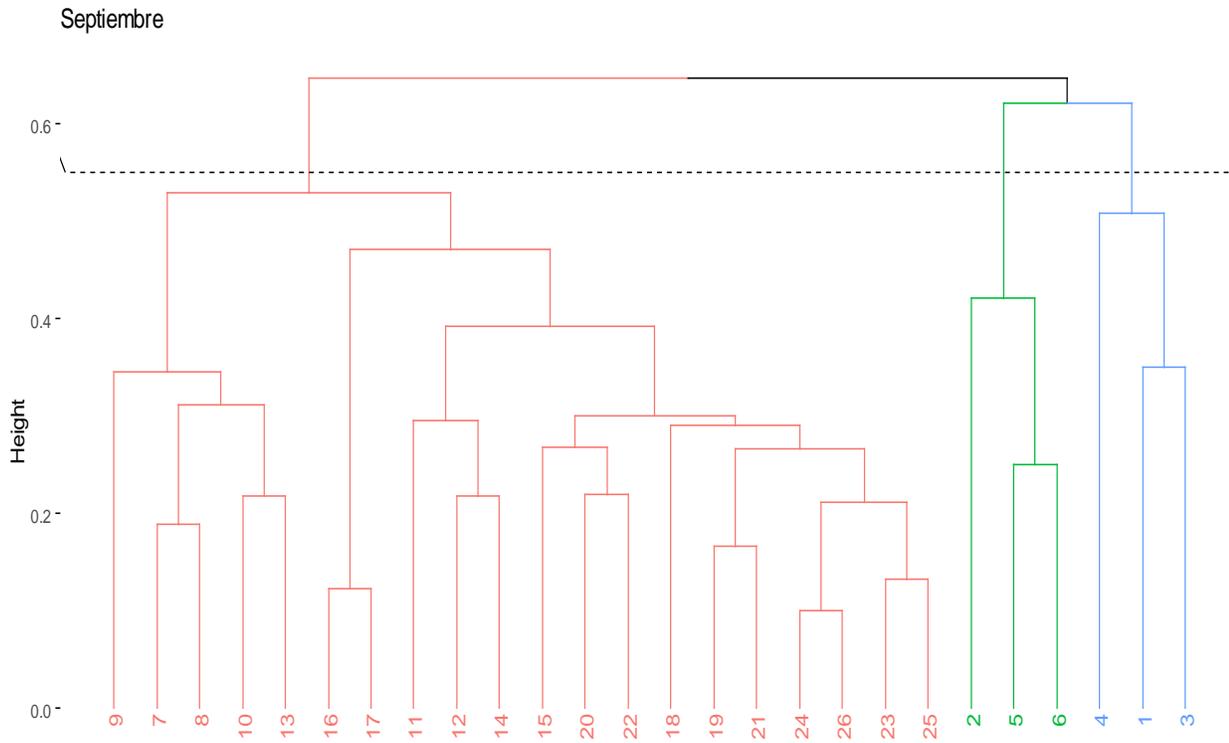
Anexo No.2. Variables ambientales durante el periodo de estudio en el año 2018 en la plataforma del Pacífico de Guatemala.

Mayo					Septiembre				
Estación	Profundidad	Oxígeno mg/l	Temperatura	Salinidad	Profundidad	Oxígeno mg/l	Temperatura	Salinidad	Profundidad
1	26.8	3.55	24.16	35.42	29	5.76	28.22	196.88	34.7
2	56.9	0.8	16.77	35.87	59	2.03	19.68	169.84	35.67
3	30.58	3.62	24.94	35.55	31	5.22	26.61	247.55	34.99
4	30	3.56	23.72	35.61	31	5.65	27.56	195.90	34.86
5	56	0.89	17.55	35.95	59	1.63	19.11	324.53	35.69
6	64.97	0.57	15.66	35.97	68	1.31	17.79	162.11	35.68
7	42	1.83	20.11	35.95	43	4.34	24.61	156.74	35.26
8	37	2.33	23	35.61	34	4.19	25.84	262.16	35.01
9	43.51	1.96	21.33	35.67	45	4.1	24.83	463.39	35.17
10	34	2.91	23.61	35.46	36	5.21	27.07	131.79	34.9
11	18.33	5.68	29.77	35.26	19	5.87	29.43	287.74	34.43
12	18	5.72	29.44	35.13	45	4.44	24.44	205.96	35.22
13	42	2.49	21	35.66	47	3.61	23.77	313.99	35.29
14	15.78	6.29	30.61	35	18	6.01	29.39	195.20	34.42
15	18.56	3.83	29.44	35.25	16	6.3	30	255.95	34.11
16	46	0.89	18.11	35.79	43	3.92	25.06	292.34	35.12
17	43	1.32	18.05	35.82	41	3.6	25.11	301.09	35.05

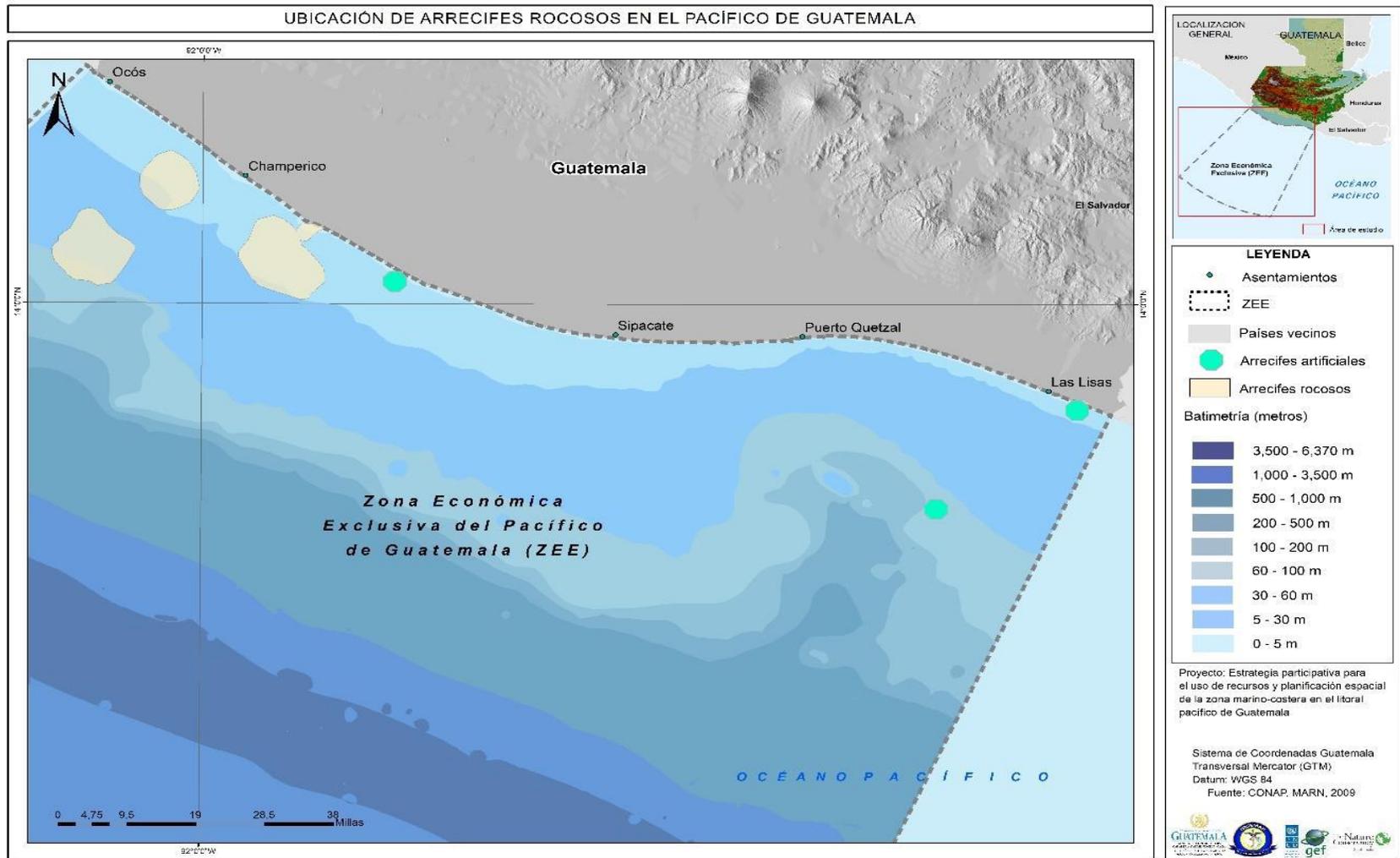
18	40.81	2.53	22.61	35.55	14	5.44	30.39	954.94	33.8
19	12.43	5.87	30.5	35	34	4.51	27.75	230.28	34.7
20	16	4.11	29.05	35.21	19	4.6	30.45	260.99	34.03
21	33	3.94	24.77	35.42	41	4.54	26.23	298.78	34.91
22	17.67	6.33	30.05	35.3	17	4.88	30.5	291.53	33.76
23	41.36	2.41	20.94	35.78	42	4.07	25.52	505.49	34.99
24	16.65	5.06	29.94	35.27	19	4.98	30.18	290.53	34.26
25	43	1.52	19.5	35.83	41	4.6	25.69	405.10	35.1
26	42	1.93	19.33	35.81	18	3.49	29.69	347.83	34.36



Anexo No.3. Dendrograma obtenidos durante el mes de mayo 2019, en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala. (Grupos obtenidos por el análisis de cluster: Rojo grupo 1; Verde grupo 2 y Azul grupo 3).



Anexo No.4. Dendrograma obtenidos durante el mes de septiembre 2018, en la plataforma continental del Pacífico de Guatemala. (Grupos obtenidos por el análisis de cluster: Rojo grupo 1; Verde grupo 2 y Azul grupo 3



Anexo No.5. Mapa de la ubicación de arrecifes artificiales y rocosos en la plataforma del Pacífico de Guatemala (DIPESCA/MAGA & PNUD, 2018)

Maria de los Angeles Schoenbeck Yanes

Tesista

Manuel de Jesús Ixquiac Cabrera, Lic.

Asesor de Tesis

Jorge Benjamín Jiménez Barrios, Lic.

Revisor de Tesis

Sergio Alejandro Melgar Valladares, PhD

Director

Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.

Decano