

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**“Caracterización del hábitat de *Stegastes flavilatus* en el arrecife somero del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos, El Salvador”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO POR:

**ANDREA MARIA FORTIS BENAVIDES**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

**LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE 2022.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**“Caracterización del hábitat de *Stegastes flavilatus* en el arrecife somero  
del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos, El Salvador”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO POR:

**ANDREA MARIA FORTIS BENAVIDES**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

**LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

DOCENTE ASESOR DE LA INVESTIGACIÓN

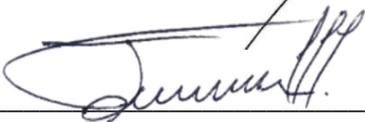
**M.SC. FRANCISCO ANTONIO CHICAS BATRES**



---

ASESOR EXTERNO DE LA INVESTIGACIÓN

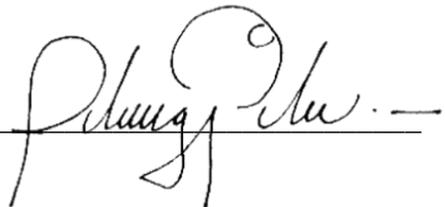
**M.SC. JOSÉ ALBERTO GONZÁLEZ LEIVA**



---

ASESORA EXTERNA DE LA INVESTIGACIÓN

**M.SC. JOHANNA VANESSA SEGOVIA DE GONZÁLEZ**



---

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE 2022.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**“Caracterización del hábitat de *Stegastes flavilatus* en el arrecife somero  
del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos, El Salvador”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO POR:  
**ANDREA MARIA FORTIS BENAVIDES**

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
**LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

TRIBUNAL CALIFICADOR

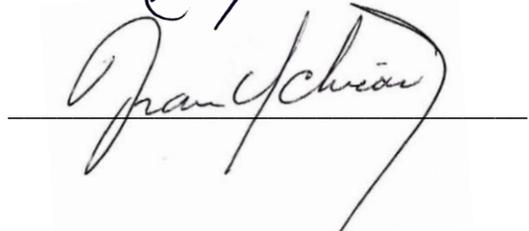
MES. OSMÍN POCASANGRE



LIC. MILAGRO ELIZABETH SALINAS DELGADO



M.SC. FRANCISCO ANTONIO CHICAS BATRES



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

**MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

VICERRECTOR ACADÉMICO

**DOCTOR RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ**

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

**INGENIERO JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

SECRETARIO GENERAL

**INGENIERO FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

FISCAL GENERAL

**LICENCIADO RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN**

DECANO

**LICENCIADO MAURICIO HERNÁN LOVO CÓRDOVA**

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA

**M. Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN**

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE 2022.

## DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres por todo su esfuerzo y apoyo.

A toda mi familia.

A mi esposo Eduardo Torres.

A todos mis amigos.

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo de investigación se realizó con el apoyo financiero del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI) – Universidad Francisco Gavidia y gracias al Instituto para el Crecimiento Sostenible de la Empresa (ICSEM) por todo el equipo solicitado y apoyo que me brindaron.

A mis padres por todo su apoyo incondicional, por entenderme, quienes nunca dudaron de mí y me apoyaron en cada paso que he dado.

A M. Sc. Francisco Chicas Batres por compartirme todo su conocimiento, su paciencia, exigencias académicas y amistad.

A M. Sc. Johanna Segovia por mostrarme lo maravilloso de los arrecifes, por todo su apoyo, consejos, correcciones para mejorar la investigación y amistad.

A M. Sc. Alberto González por compartirme su conocimiento, guiarme y motivarme en el área de la ictiología. Por sus correcciones para mejorar esta investigación y su amistad.

A Lic. Milagro Salinas y MES. Osmín Pocasangre por la evaluación, observaciones y comentarios que permitieron mejorar el documento.

A mi querido esposo Eduardo por todo su apoyo incondicional en esta trayectoria, por ser testigo de todo mi sacrificio, darme ánimos, y estar siempre en los momentos más difíciles.

A Fernanda Ramos y Laura Figueroa por su valiosa amistad, por escucharme, apoyarme y creer en mí. A todos mis amigos que me han visto crecer en esta carrera y que he vivido momento con ellos que han marcado mi vida: Aracely Hidalgo, Nelson Alemán, Gabriela Cornejo, Gabriela López, Alejandra Trejo, Maythe Moran, Gilma Guerra, Gabriela Montes, Rubén Darío, Xiomara Crespín, Gerson Patríz, Vivian Mata, Ingrid Suncín y Gabriela Orellana.

A los pescadores de Acajutla y Los Cóbano por no dudar en apoyarme en los viajes de campo: Don Fermín, Melvin, Don Luis y Don Mario.

A los buzos de seguridad por su apoyo en esta investigación: Rodrigo Escobar y Rodrigo Muñoz.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN .....	11
2. INTRODUCCIÓN .....	13
4. MARCO TEÓRICO .....	16
4.1 Antecedentes .....	16
4.2 Importancia y características de los ecosistemas arrecifales.....	17
4.3 Especies claves en el arrecife .....	18
4.4 Comportamiento territorial y agrícola .....	18
4.5 Influencia de parámetros físico-químicos.....	21
4.5.1 Temperatura.....	21
4.5.2 Oxígeno disuelto.....	22
4.5.3 Sólidos totales disueltos.....	22
4.5.4 Rugosidad.....	23
4.6 Familia Pomacentridae .....	23
4.6.1 Ecología trófica.....	24
4.6.2 Estado de desarrollo y estructura de tallas .....	24
4.6.3 Especie de estudio.....	25
4.7 Marco estadístico.....	27
5. METODOLOGÍA .....	29
5.1. Ubicación y descripción del área de estudio.....	29
5.2. Metodología de campo .....	29
5.2.1. Registro de datos .....	30
5.2.1.1 Abundancia, talla y estado de desarrollo .....	32
5.2.1.2 Composición bentónica asociados a territorios de <i>S. flavilatus</i> .....	33
5.2.2. Parámetros Físicoquímicos .....	34
5.3 Análisis de datos.....	35
5.3.2 Estructura de tallas .....	35
5.3.3 Rugosidad del sustrato.....	36
5.3.4 Descripción del sustrato asociado a los territorios.....	36
5.3.5 Relación de abundancia de <i>S. flavilatus</i> con los parámetros físico-químicos.....	37

6. RESULTADOS.....	38
6.1 Abundancia de <i>Stegastes flavilatus</i> .....	38
6.2 Estructura de tallas y estado de desarrollo de <i>S. flavilatus</i> .....	39
6.3 Descripción del sustrato asociado a los territorios de <i>Stegastes flavilatus</i> .....	39
6.4. Relación entre variables físico-químicas y biológicas .....	42
7. DISCUSIÓN .....	46
8. CONCLUSIONES .....	51
9. RECOMENDACIONES .....	52
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
XI. ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. porcentaje promedio de cobertura y Frecuencia de Ocurrencia (FO%) asociado a los territorios de <i>Stegastes flavilatus</i> .....	40
Tabla 2. Valores de significancia de la prueba post hoc de la cobertura asociada a los territorios en relación a los intervalos de profundidades .....	40
Tabla 3. Valores de significancia de la prueba post hoc de la cobertura asociada a los territorios en relación a las zonas del área de muestreo .....	41
Tabla 4. Porcentaje de cobertura promedio asociado a los territorios de <i>S. flavilatus</i> en relación a la profundidad .....	41
Tabla 5. Porcentaje de cobertura promedio asociado a territorios de <i>S. flavilatus</i> en relación a las zonas del área de muestreo .....	42
Tabla 6. Valores de variables físico-químicas en los puntos de muestreo. Rosado: zona occidental, rojo: zona central y celeste: zona oriental.....	42
Tabla 7. Valor de los componentes principales (CP) sobre variables físico-químicas y biológica .....	43
Tabla 8. Valor de las variables físico-químicas en componentes principales (CP) 1 y 2.....	43
Tabla 9. Valores de significancia de la prueba post hoc de la cobertura asociada a los territorios en relación a los puntos de muestreo con mayor y menor abundancia de <i>S. flavilatus</i> . .....	44
Tabla 10. Porcentaje de cobertura promedio asociado a territorios en relación a la abundancia de <i>S. flavilatus</i> .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de comportamientos. A: Agricultor intensivo y B: agricultor extensivo. Las flechas indican comportamientos territoriales (Hata y Ceccarelli 2016). .....	21
Figura 2. Distribución espacial de <i>Stegastes flavilatus</i> . Datos de ocurrencia obtenidos de Global Biodiversity Information Facility (GBIF 2022). Elaboración: A. Fortis. ....	26
Figura 3. Patrones de coloración durante el crecimiento de <i>Stegastes flavilatus</i> . A: juvenil. B: adulto.....	27
Figura 4. Localización de puntos de muestreo en aguas someras del ANP Complejo Los Cóbanos. LL-5: La Lorerita, EF-5: El Faro, EA-5: El Acuario, LP-10: La Pecerita, BZ-10: Bajón de Zuniga, LR-10: Las Rocas, TC-15: Tres Cruces, PM-15: Punta de Monte, LN-15: La Naviera, QU-15: Quinoguerita, EL-15: El Lucero. (Elaboración: A. Fortis). ....	30
Figura 5. Disposición de los transectos en cada punto de muestreo. Modificado de English et al. (1997) .....	31
Figura 6. Transecto de banda con apoyo de cinta métrica. ....	32
Figura 7. Registro de abundancia y talla de <i>Stegastes flavilatus</i> . ....	33
Figura 8. Registro del porcentaje de cobertura en un territorio de <i>Stegastes flavilatus</i> . ....	34
Figura 9. Registro de parámetros físico-químicos. A: toma de muestra de agua con botella muestreadora. B: medición de la rugosidad. ....	35
Figura 10. Abundancia absoluta de <i>S. flavilatus</i> en aguas someras del ANP Complejo Los Cóbanos. ....	38
Figura 11. Histograma de tallas de <i>Stegastes flavilatus</i> .....	39
Figura 12. Análisis de Componentes Principales (ACP) entre variables físico-químicas y abundancia de <i>S. flavilatus</i> . T°: Temperatura, SDT: Sólidos totales disueltos. Los colores muestran la zona de muestreo. Rosado: occidental, rojo: central y celeste: oriental. ....	44

## 1. RESUMEN

Las especies de la familia Pomacentridae son determinantes para establecer la estructura de la comunidad bentónica del arrecife. Por ejemplo, el género *Stegastes*, denominados comúnmente “burritas” o “damiselas”. Dos especies están registradas para el país, *S. flavilatus* y *S. acapulcoensis*. En este estudio se caracterizó el hábitat de *S. flavilatus* en el arrecife somero del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos. En la época seca de enero a abril del 2022, se trazaron 22 transectos de 30 m de largo x 1m de ancho en 11 puntos de muestreo que cumplieran con el requisito de ser rocosos, mantuvieran tres intervalos de profundidades y distribuidos en tres zonas establecidas en el área muestreada (occidental, central y oriental). En cada punto se contabilizó el número de individuos y se estimó su respectiva longitud total en cm. Para describir el sustrato, se midió el porcentaje de cobertura asociada a los territorios de la especie. Además, se midió la rugosidad del sustrato, y con una sonda multiparámetro se registró oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos y temperatura en cada uno de los puntos muestreados, que con el Análisis de Componentes Principales (ACP) se relacionaron estos parámetros con la abundancia de *S. flavilatus*. Se contabilizaron 646 ejemplares de *S. flavilatus*; en el intervalo de talla de 6-10 cm se presentó la mayor frecuencia de individuos con 355 ind. y la frecuencia total de individuos adultos fue de 514 ind. La cobertura encontrada en los territorios de *S. flavilatus* está conformada por: esponjas, césped de algas, macroalgas e hidrozoo. La cobertura más abundante fue el hidrozoo bentónico con 50.5%, seguido por el césped de algas con 18% de cobertura. El análisis MANOVA mostró diferencias significativas de cobertura entre los intervalos de profundidad, zonas del área de muestreo, y entre los puntos de muestreo de mayor y menor abundancia de *S. flavilatus*. El ACP mostró que la rugosidad y oxígeno disuelto fueron las variables con mayor relación a la abundancia de *S. flavilatus*, con la variable en su componente de 0.46182 y 0.4185 respectivamente. Siendo *S. flavilatus* más abundante en sitios más rugosos (IR: 0.21 – 0.41) y en puntos con menos oxígeno disuelto (2.65 – 3.25 ppm.). Las zonas de muestreo relacionadas con estas características son la central y la oriental; siendo zonas de mayor importancia para la

especie. Para concluir, *S. flavilatus* mantiene principalmente a los hidrozoos bentónicos en sus territorios en lugar del césped de algas para la obtención de alimento. Además, el aumento de la cobertura de algas calcáreas y esponjas en la zona central y en puntos de muestreo con mayor abundancia de *S. flavilatus*, indica que esta especie invierte más energía y tiempo en la defensa de sus territorios y reduce la actividad de deshierbe. También, *S. flavilatus* muestra preferencia por hábitats más rugosos, ya que esto está relacionado con una mayor disponibilidad de refugio ante depredadores y obtener un sitio adecuado para establecer su territorio.

## 2. INTRODUCCIÓN

Los arrecifes son considerados como uno de los ecosistemas biológicamente más productivos, ya que proporcionan hábitat y alimento para una gran variedad de organismos marinos porque poseen una alta complejidad y diversidad de microhábitats. A pesar de su importancia, los arrecifes se encuentran amenazados a nivel mundial, principalmente por factores antrópicos (contaminación del agua, sobrepesca) y por impactos del cambio climático, relacionados con las emisiones de CO<sub>2</sub>, acidificación del océano, incremento del nivel del mar (Knowlton et al. 2010).

En el arrecife existe una gran diversidad de peces representada en muchas familias; una de las más abundantes es Pomacentridae, cuyos ejemplares son conocidos comúnmente como "burritas". Esta familia cuenta con un aproximado de 428 especies en todo el mundo, agrupadas en 29 géneros (Fricke et al. 2022), entre ellos, el género *Stegastes* presenta una alta importancia ecológica para el arrecife, debido a que su comportamiento territorial evita el pastoreo excesivo y puede mantener densos céspedes de algas en territorios menores de 2 m<sup>2</sup> (Ceccareli et al. 2001; Hixon 2001). A este grupo de peces se les denomina "agricultores", ya que los céspedes de algas que mantienen en el territorio, sirven como fuente de alimento o como refugio de pequeños invertebrados; componente principal en la dieta de algunas especies del género *Stegastes*. Por lo tanto, diversos autores denominan al territorio de las especies como su cultivo (Lobel 1980; Hixon 2001). Por otra parte, los juveniles de este género se encuentran fuertemente relacionados con el sustrato, pero no se observan en territorios bien definidos.

En nuestro país se registran dos especies de este género; *S. acapulcoensis* y *S. flavilatus* (Robertson y Allen 2015; González-Murcia et al. 2016). Se sabe que *S. flavilatus* es una especie territorial que se alimenta de pequeños invertebrados bentónicos, principalmente poliquetos, copépodos, isópodos y anfípodos (Frédérich et al. 2009; Olivier et al. 2019); los cuales se esconden entre las algas que mantienen en sus territorios. Además, se alimentan de zooplancton que llega a sus áreas de dominio por efecto de las corrientes locales (Olivier et al. 2019). La especie *S. flavilatus* se ha registrado en el arrecife del

Área Natural Protegida Complejo Los Cóbanos, pero ningún estudio se ha enfocado en esta especie.

Las variables que pueden estar relacionadas con la composición de la comunidad íctica y que se evaluaron en este estudio es la rugosidad, temperatura, oxígeno disuelto, y sólidos totales disueltos. Las especies del género *Stegastes*, generalmente se asientan en sitios con mayor rugosidad que proporcionen áreas de refugio de los depredadores, además, de un sitio adecuado donde establecer el césped de alga (Gratwicke y Speight 2005). Mientras que, los cambios de temperatura, influyen en el crecimiento, tasa de alimentación y esfuerzo reproductivo en peces (Angilletta y Dunham 2003; Ruttenberg et al. 2005; Mobles y Jones 2009). De igual importancia, el oxígeno disuelto influye en la composición de peces (Breitburg 2002), debido a que un bajo nivel de oxígeno disuelto puede afectar directamente su tasa metabólica y, por lo tanto, afectar la distribución espacial, así como la energía disponible para otros procesos (Robledo-Avila 2015) como la reproducción.

El arrecife rocoso del ANP Complejo Los Cóbanos posee aproximadamente un área de 15,860 ha, constituida por formaciones rocosas de origen volcánico notorias en la franja intermareal, la cual se caracteriza por su escasa profundidad (Segovia y Navarrete 2007). Es denominado como arrecife rocoso con presencia de coral, el cual albergan una alta diversidad de algas (ICMARES 2008), corales blandos (Segovia et al. 2021), esponjas (Trejo 2020; Trejo et al. 2021), erizos (Segovia et al. 2017), anémonas (Ramírez 2017) y peces (González-Murcia et al. 2016). A pesar de que este arrecife es de gran importancia, actualmente se encuentra amenazado por factores antrópicos, reduciéndose cada vez más la cobertura del único coral hermatípico vivo, *Porites lobata* (MARN 2016; Elías-Ilosvay et al. 2021).

Por todo lo anterior, este estudio aporta nueva información sobre la abundancia de *S. flavilatus* y su relación con parámetros físico-químicos. Asimismo, la estructura de tallas de la especie y la descripción de la cobertura bentónica asociada a los territorios de *S. flavilatus*, con la finalidad de caracterizar el hábitat de *S. flavilatus* en el arrecife somero del ANP Los Cóbanos. Información clave para futuras investigaciones acerca del efecto que tiene esta especie en la comunidad bentónica del arrecife.

### 3. OBJETIVOS

#### Objetivo general

Caracterizar el hábitat de *Stegastes flavilatus* en el arrecife somero del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano, El Salvador.

#### Objetivos específicos

- Conocer la estructura de talla y estado de desarrollo de *Stegastes flavilatus* en el arrecife somero del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano, El Salvador.
- Describir el sustrato asociado a los territorios de *Stegastes flavilatus* en el arrecife somero del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano, El Salvador.
- Analizar la relación de la abundancia de *Stegastes flavilatus* con los parámetros físico-químicos en el arrecife somero del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano, El Salvador.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Antecedentes

Debido al papel importante que tienen las especies territoriales de la familia Pomacentridae en los arrecifes, han recibido mucha atención por parte de los investigadores, muchos han estudiado la variabilidad espacial y temporal de la especie, además se ha estudiado la composición de sus territorios; ya que es la base para conocer el efecto que tiene esta especie en la comunidad bentónica del arrecife (Ceccarelli et al. 2001). Es así como diversos autores han realizado las siguientes investigaciones:

Wellington (1982) propuso que las especies del género *Stegastes* juegan un papel clave en la determinación de la zonificación de profundidad de los corales en el pacífico de Panamá; indicó que las altas densidades de *S. acapulcoensis* aumentaron la mortalidad de corales masivos en aguas poco profundas, facilitando el asentamiento de *Pocillopora* spp. Sin embargo, en aguas más profundas, la falta de complejidad topográfica limitó la población de damiselas, lo que permitió que las colonias masivas de *Pavona gigantea* alcanzaran una mayor abundancia. Mostrando relación entre la abundancia de la especie con la rugosidad del sustrato.

Ceccarelli et al. (2005) describen patrones espaciales y temporales sobre la estructura de las comunidades de *Pomacentrus tripunctatus*, *P. wardi* y *Stegastes apicalis*, además, estudiaron los conjuntos de algas asociadas a sus territorios y fuera de sus territorios utilizando transectos de banda; se identificó que, dentro de sus territorios, existe un alto porcentaje de césped de algas y que la composición del césped de algas dentro de los territorios de las tres especies fue significativamente diferente del que se encuentra en áreas no defendidas.

Por su parte, Hoey y Bellwood (2010) estudiaron la composición bentónica de los territorios de seis especies de la familia Pomacentridae, entre ellos *Stegastes nigricans*. Los territorios se estudiaron colocando un cuadrante de 0.55 m<sup>2</sup> sobre el centro aproximado del territorio y registraron que las algas cubrieron el mayor porcentaje de cobertura; principalmente césped de algas. Además, concluyeron en que la composición de los territorios de este grupo, varía significativamente entre especies y sitios.

En cuanto a Olivier et al (2019) estudiaron a *Stegastes rectifraenum* y *S. flavilatus*, relacionando las variables ambientales de profundidad, temperatura, rugosidad y sustrato con su distribución. El Análisis de Componentes Principales para *S. flavilatus* no mostró relación significativa entre la abundancia y las variables ambientales. Por otro lado, un patrón fue visible para *S. rectifraenum* respecto a la profundidad. Además, realizaron análisis de isótopos estables para conocer los hábitos alimentarios de la especie, clasificando a *S. flavilatus* en el grupo intermedio; se alimenta de pequeños invertebrados bentónicos y plancton.

Elías-Ilosvay et al. (2021) describieron el estado actual de la comunidad bentónica del arrecife Los Cóbanos y evaluaron el efecto de la exclusión de peces herbívoros en la comunidad bentónica mediante un experimento de exclusión in situ, simulando la sobrepesca. Este estudio registró en mayor abundancia a *Stegastes acapulcoensis* y que la exclusión de esta especie podría haberles dado a las algas coralinas una ventaja sobre las algas césped en las colonias del coral hermatípico.

#### **4.2 Importancia y características de los ecosistemas arrecifales**

Los sistemas arrecifales son influenciados por condiciones físicas y biológicas como la profundidad, la luz, la temperatura, la intensidad de la corriente, la cantidad y tipo de alimento, etc. El resultado es una alta heterogeneidad de hábitat para la fauna y flora presente (Waldner y Robertson 1980; Ceccarelli et al., 2001). Por ejemplo, debido a la gran heterogeneidad estructural, el arrecife ofrece una variedad de formas y tamaños de refugio en donde habitan complejas comunidades de peces de arrecife (Almany 2004). Además, muchas especies marinas importantes ecológica y económicamente, tienen ciclos de vida en que las etapas juveniles utilizan hábitats diferentes a los de los adultos. Dado que, el arrecife funciona como un vivero; en donde los peces juveniles crecen y buscan refugio de depredadores (Nagelkerken et al. 2000).

Sin embargo, los peces de arrecife son aquellos que dependen de la estructura y los recursos de estos arrecifes durante la mayor parte de su ciclo de vida; ya que encuentran

lugares de reproducción, alimentación, crianza y refugio (Mumby et al. 2004). Las especies de la familia pomacentridae, son los peces más comunes en los mares tropicales y subtropicales. Sobre todo, son numéricamente dominantes en las zonas arrecifales (Ceccarelli et al. 2001; Ceccarelli 2007).

No obstante, la pérdida y la degradación de los hábitats de los arrecifes tienen una influencia significativa en la abundancia y diversidad de los peces arrecifales (Knowlton et al. 2010).

#### **4.3 Especies claves en el arrecife**

Inicialmente, se consideraban como especies clave, aquellas cuya actividad genera un efecto sobre otras especies de la comunidad que excede considerablemente el esperado, según su biomasa o abundancia, este concepto propuesto por Paine (1995), estaba basado principalmente en las relaciones tróficas y en la regulación que algunos componentes ejercen sobre otros, Hoy el concepto se ha extendido, considerándose también aquellas que afectan no sólo a otras especies, sino a la estructura y función del sistema natural (Payton et al. 2002) como los peces territoriales que se alimentan del bento, aceptados ampliamente como determinantes de la estructura de la comunidad bentónica y la resistencia de los arrecifes de coral (Hughes 1994; Ceccarelli et al. 2001).

#### **4.4 Comportamiento territorial y agrícola**

La forma más abierta de competencia implica la territorialidad, defensa del recurso o parte del rango de hogar de un individuo, esto puede incluir alimento y/o áreas de alimentación, refugio, sitios de descanso y de reproducción. Muchos peces de arrecife se comportan agresivamente hacia los miembros de otras especies, incluso de su misma especie (Matthews y Matthews 2010).

Los peces arrecifales más evidentemente territoriales son las especies pertenecientes a la familia Pomacentridae que se alimentan de algas o invertebrados bentónicos (p. ej. género *Stegastes*). Al defender de manera agresiva su territorio de otros peces e

invertebrados herbívoros, las especies de la familia Pomacentridae evitan el pastoreo excesivo y, por lo tanto, puede mantener densos céspedes algales; los cuales son ensamblajes mixtos de algas con altura de dosel no mayor a 2.0 cm y por lo general defienden territorios pequeños ( $< 2 \text{ m}^2$ ) (Choat 1991; Ceccarelli et al. 2001; Ceccarelli et al. 2005). A este grupo los denominaron agricultores ya que los céspedes de algas sirven como fuente de alimento para los peces “burritas” y como un refugio ideal para la microfauna (invertebrados y peces juveniles de varias especies) (Hixon 2001; Lobel 1980).

La capacidad defensiva de estas especies es directamente proporcional a su talla (Foster 1985) y aunque los peces juveniles se encuentran fuertemente relacionados con el sustrato, no se observan en territorios bien definidos ni con cultivo de algas; la mayor parte de ellos se mueven libremente cerca o dentro de los territorios defendidos generalmente por los adultos de su misma especie, donde continuamente son atacados, pero debido a sus diminutos tamaños pueden evadirlos resguardándose entre grietas del sustrato (Santodomingo 2002; Marcos-Camacho et al. 2011).

Los territorios más pequeños son de mayor calidad, los cuales son ocupados por adultos de especies más agresivas (Meadows 2001), pues requieren de menor área para satisfacer sus necesidades energéticas diarias, lo cual además se traduce en un menor esfuerzo de defensa (Helfman et al. 2009).

Los cultivos de algas que mantienen las especies territoriales de la familia Pomacentridae varían en tamaño, composición de especies y biomasa de algas (Hata y ceccarelli 2016). Una de estas actividades es eliminar selectivamente las algas desagradables, lo que lleva a la opinión que algunas especies pueden deshierbar sus territorios, promoviendo el crecimiento de su cultivo con algas comestibles (Lobel 1980; Hata y Kato 2003). Mientras que otras especies ocupan las algas para atrapar elementos ocultos pero importantes o principales de sus dietas, como los detritos e invertebrados (Wilson et al. 2003; Feitosa et al. 2012).

Otra forma en que estas especies pueden mantener sus cultivos de algas es reduciendo la herbivoría de otros organismos a través de la defensa activa (Doherty 1983; Ceccarelli et al. 2001). Por lo que, la territorialidad interespecífica de las especies más agresivas

afecta la distribución local de grandes peces herbívoros, como Scaridos, Siganidos y Acanthuridos (Hixon y Brostoff 1996; Ceccarelli et al. 2005), e invertebrados como estrellas de mar y erizos (Zeller 1988).

También, tienen cierta capacidad de matar coral dentro de sus territorios para establecer nuevos sustratos y/o eliminar sedimentos y mantener limpias las superficies de rocas desnudas para el cultivo de algas (Lobel 1980; Wellington 1982 Wilson et al. 2003; Feitosa et al. 2012).

Es por esta razón que varios autores han sugerido que las altas densidades de estas especies se asocien con la degradación de los arrecifes de coral (Sandin et al. 2008). Cabe aclarar que, mientras algunas especies dependen de los corales para realizar sus territorios, hay especies generalistas que utilizan los corales con muy poca frecuencia o de manera oportunista (Wellington 1982; Ceccarelli et al. 2001; Wilson et al. 2008; Pratchett et al. 2016; Hata et al. 2020).

Por este motivo, se han clasificado a estas especies territoriales en agricultores intensivos y extensivos, según su comportamiento, la composición de sus cultivos (monocultivo o cultivo mixto) y el tamaño medio del territorio. Los agricultores intensivos tienen un área de territorio más pequeño, defienden de forma rápida sus territorios de otros herbívoros (peces e invertebrados), deshieran las especies de algas que no son de importancia para la especie y le dan mantenimiento al césped de alga, cultivando únicamente un tipo de alga (Hata y Kato 2002, 2004); mientras que los Agricultores extensivos defienden territorios más grandes, defienden de forma retardada su territorio de otros peces herbívoros y no deshieran pero si mantienen su césped de algas (Hata y Kato 2004; Hoey and Bellwood 2010).

Los agricultores "indeterminados" son especies cuyo cultivo no pueden distinguirse fácilmente a simple vista; estos peces deshieran con menos intensidad y defienden sus territorios de forma menos agresiva que las otras categorías de agricultores (Emslie et al. 2012) (Figura 1).

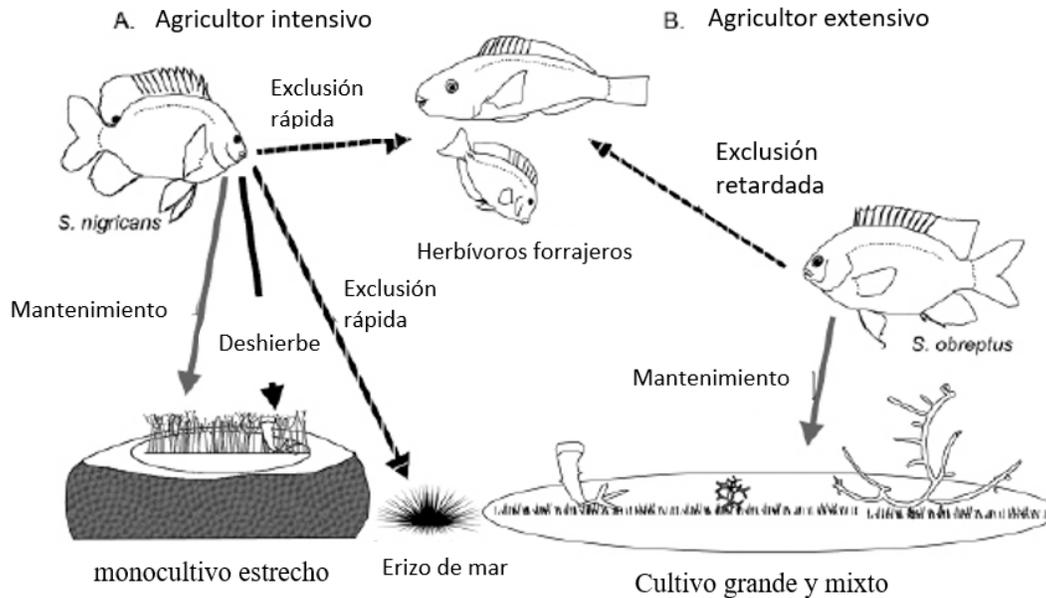


Figura 1. Tipos de comportamientos. A: Agricultor intensivo y B: agricultor extensivo. Las flechas indican comportamientos territoriales (Hata y Ceccarelli 2016).

#### 4.5 Influencia de parámetros físico-químicos

Los arrecifes se consideran uno de los ecosistemas más sensibles con respecto a las condiciones ambientales cambiantes. Muchos estudios se han centrado en cómo las anomalías y los cambios de las variables fisicoquímicas (como temperaturas, Sólidos totales disueltos, Oxígeno Disuelto, rugosidad) pueden conducir cambios en la ecología y composición de los conjuntos de invertebrados bentónicos de los arrecifes y las comunidades de peces de arrecife asociadas (Fabricius et al. 2005).

##### 4.5.1 Temperatura

El rendimiento fisiológico de los peces marinos está vinculados a las condiciones térmicas ambientales. Al acercarse a los límites térmicos, también se producen limitaciones fisiológicas a través de la disminución de la capacidad aeróbica. Por ende, se reduce la energía disponible y afecta todas las funciones superiores; la alimentación, crecimiento, natación y reproducción (Pörtner 2002; Pörtner y Knust 2007).

La temperatura se relaciona de forma negativa con respecto al éxito reproductivo de peces marinos, como en las especies que presentan cuidado parental por parte del macho, por ejemplo, *Syngnathus floridae* y *Stegastes acapulcoensis* (Mobles y Jones

2009). Además, este factor es fundamental para la supervivencia y dispersión de las larvas marinas pelágicas (Green y Fisher 2004).

También, se sabe que el aumento de la temperatura óptima afecta el comportamiento en especies territoriales; se reduce la agresividad y, por ende, la capacidad de defender sus territorios ante otras especies (Silva-Pinto et al. 2020); por lo tanto, el calentamiento global previsto afectará la distribución de especies y provocará cambios en la estructura de los arrecifes.

#### **4.5.2 Oxígeno disuelto**

Una de las consecuencias más importantes de las altas cargas de nutrientes antrópicos, específicamente nitrógeno y fósforo por la escorrentía agrícola, y el tratamiento de aguas residuales, es la baja concentración de oxígeno disuelto (OD) (Rabalais et al. 2001; Breitburg 2002, NOAA 2022), el cual se produce cuando la demanda de oxígeno a través de la respiración, supera al oxígeno suministrado por las capas de agua, atmósfera y de organismos fotosintéticos (Friedrich et al. 2014). La baja concentración de OD puede afectar la abundancia, mortalidad, éxito reproductivo, y alterar el crecimiento y distribución espacial de peces (Kramer 1987; Diaz y Rosenberg 1995; Breitburg 2002, Robledo-Avila 2015).

El agua con menos de 2 ppm de oxígeno disuelto se considera hipóxica. El cual se produce de forma natural en muchas partes del entorno marino del mundo, como las zonas de mínimo oxígeno en mar abierto y en los sistemas de afloramiento de los límites orientales (EBUS); ecosistemas que se definen por las corrientes oceánicas que arrastran agua rica en nutrientes, pero pobre en oxígeno. Sin embargo, se han identificado más de 900 zonas costeras y mares semicerrados en todo el mundo que son objeto de los efectos de la eutrofización. De estas, más de 700 tienen problemas relacionados con la hipoxia (Kamykowski y Zentara 1990; Laffoley y Baxter 2019).

#### **4.5.3 Sólidos totales disueltos**

Los sólidos totales disueltos (SDT) están presentes de forma natural en el agua; determinados por la geología del drenaje, precipitación atmosférica y balance hídrico (Wetzel 1983) o son el resultado de la extracción o tratamiento industrial de agua. Los SDT contienen minerales y moléculas orgánicas que proporcionan beneficios como

nutrientes, pero pueden contener contaminantes como metales tóxicos y contaminantes orgánicos (Weber-Scannell y Lawrence 2007).

Los SDT suelen ser bajos para las fuentes de agua dulce, a menos de 500 ppm. Mientras que el agua de mar y el agua salobre contienen de 0.5 a 30 ppt y de 0.03 a 40 ppt de SDT, respectivamente (Moran 2018). Por lo tanto, la prueba de sólidos totales disueltos se utiliza como indicador para determinar la calidad general del agua.

#### **4.5.4 Rugosidad**

La complejidad estructural generalmente se mide utilizando una métrica única y de pequeña escala ("rugosidad") que proporciona un índice de refugio potencial, como grietas, para organismos marinos móviles (Gratwicke y Speight 2005). Varios mecanismos han sido propuestos para explicar el efecto de la rugosidad de los arrecifes sobre la abundancia de peces; influyen en las interacciones depredador-presa al proporcionar refugio para la presa (Steele 1999), proporcionar sitios de anidación y también brindar refugio contra el estrés físico, como el flujo de agua y la radiación ultravioleta (Robertson y Sheldon 1979; Johansen et al. 2008; Kerry y Bellwood 2012). Este parámetro a menudo se correlaciona positivamente con la abundancia, la biomasa y la riqueza de especies de los peces del arrecife (Gratwicke y Speight 2005; Wilson et al. 2007; Alvarez-Filip et al. 2011) e influye en gran medida en el funcionamiento del ecosistema (González-Rivero et al. 2017).

#### **4.6 Familia Pomacentridae**

Los individuos de la familia Pomacentridae son denominados comúnmente como "burritas" o "damiselas" y son uno de los grupos de peces de arrecife más abundantes, de forma alargada a ovoide, comprimidos. El grupo muestra una gran diversidad de preferencia de hábitats, alimentación y comportamiento. Se distribuyen en mares tropicales y templados por todo el mundo, con su mayor diversidad registrada en los arrecifes (Allen 1991). Actualmente se han registrado 428 especies en todo el mundo distribuidos en 29 géneros. Sin embargo, en el Pacífico Oriental Tropical se registran

alrededor de 24 especies en 7 géneros, todas endémicas para esta región (Robertson y Allen 2015; Fricke et al. 2022).

#### **4.6.1 Ecología trófica**

La diversidad trófica de los peces de la familia Pomacentridae puede estar relacionada principalmente con el comportamiento y la elección del hábitat (Waldner y Robertson 1980).

De acuerdo con Frédérich et al. (2009) para la familia Pomacentridae es necesario utilizar gremios para poder caracterizar los hábitos tróficos, ya que anteriormente solo se clasificaban por “Herbívoros”, “omnívoros” y “planctívoros” siendo una clasificación muy confusa para este grupo. Los hábitos tróficos son: Alimentadores pelágicos, bentónicos y grupo intermedio.

La dieta de los alimentadores pelágicos es principalmente de copépodos planctónicos; en los bentónicos, su dieta se basa principalmente de algas filamentosas, detritos e invertebrados bentónicos; y los del grupo intermedio se alimentan tanto de zooplancton como de algas filamentosas, detritos e invertebrados bentónicos en proporciones variables.

Frédérich et al. (2016) sugieren que deben clasificarse como alimentadores pelágicos y bentónicos a las especies que tengan más del 70% de presas zooplanctónicas o algas filamentosas, respectivamente.

#### **4.6.2 Estado de desarrollo y estructura de tallas**

La selección del hábitat, o la elección activa de un sitio en el que vivir, puede ocurrir durante el asentamiento o en cualquier momento posterior, pudiendo ser importantes para explicar los patrones locales de distribución de adultos (Gutiérrez 1998). También, los procesos competitivos, que determinarán la estructura de la población adulta, son más fuertes durante las primeras etapas posteriores al asentamiento y, por lo tanto, la abundancia y distribución de los juveniles suelen predecir la distribución de los adultos

(Jones 1987; Lewis 1997). Por ejemplo, una alta abundancia de juveniles o larvas puede aumentar la densidad de la población, por consiguiente, aumentar las interacciones biológicas (p. ej., competencia y depredación) dentro de la comunidad (Medeiros et al. 2010).

Los individuos de la familia Pomacentridae son peces pequeños, rara vez superan los 10-15 cm de longitud (Hattori y Casadevall 2016). Para *Stegastes planifrons* la talla promedio registrada para adultos es de 12.5 cm y la talla máxima de 15 cm (Santodomingo et al. 2002), mientras que para *S. acapulcoensis* en el estudio de Valencia (2014) se registraron principalmente tallas de 14 a 16 cm y para *S. flavilatus* fue registrado por Olivier et al. (2019) un promedio de 8.38 cm y se ha registrado un máximo de 15 cm. (Robertson y Allen 2015).

Las larvas de estas especies son en gran parte transparentes, pero con un intestino plateado (Kavanagh 2016). Durante la fase de asentamiento y la etapa juvenil, las especies exhiben varios patrones de color que pueden ser diferentes a los de la etapa adulta. Usualmente los juveniles del género *Stegastes* tienen colores más vistosos, que pierden en la etapa adulta (Kavanagh y Frédérich 2016).

Diversos estudios han utilizado un umbral de 5 cm de talla para distinguir los adultos de juveniles de la especie *S. planifrons* (Lirman 1994; Santodomingo et al. 2002) especie muy abundante en el Caribe. Este umbral será ocupado para este estudio.

Los juveniles de especies muy territoriales, logran insertarse en un territorio de adulto en donde son constantemente perseguidos, pero pueden evitar ser excluidos al refugiarse en grietas demasiado pequeñas para que el adulto pueda entrar, esto sucede hasta que el adulto pueda eventualmente aceptar al juvenil y reducir la su agresión hacia ellos y que, al crecer los juveniles puedan expandir su pequeña área de distribución (Sale 1974; Lee y Barlow 2001; Santodomingo et al. 2002).

#### **4.6.3 Especie de estudio**

A las especies del género *Stegastes* las definen algunas características: agresividad, cambio de coloración con la edad, carencia de migraciones y alta abundancia (Allen y

Robertson 1998). El género consta de 38 especies distribuidas en todo el mundo, de éstas, ocho especies se distribuyen en el Pacífico Oriental Tropical (POT) (Froese y Pauly 2022) y solo dos en las costas salvadoreñas, *S. acapulcoensis* y *S. flavilatus* (Robertson y Allen 2015; González-Murcia et al. 2016).

La especie *S. flavilatus* (Fowler 1944), alcanza una longitud de 15 cm. se registra desde el Golfo de California, México, hasta el norte de Perú, incluidas las Islas Revillagigedos, Galápagos y del Coco (GBIF 2022) (Figura 2) y se pueden encontrar entre los 1-38 m de profundidad (Robertson y Allen 2015).

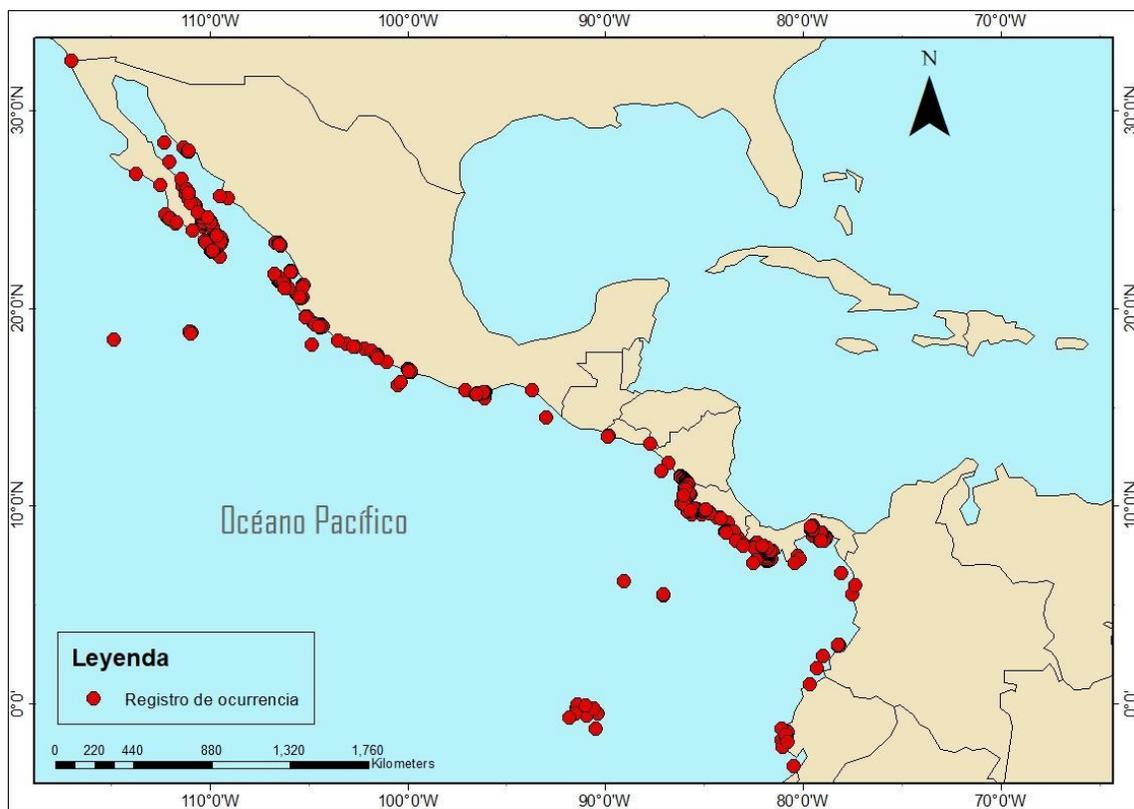


Figura 2. Distribución espacial de *Stegastes flavilatus*. Datos de ocurrencia obtenidos de Global Biodiversity Information Facility (GBIF 2022). Elaboración: A. Fortis.

La especie presenta distintos patrones de coloración durante su crecimiento (Figura 3); posterior al reclutamiento es amarillo brillante con un área ancha azul en el dorso y parte superior de la cabeza, también con una mancha ocelada negra en la unión de la aleta dorsal suave y espinosa (Figura 3a). Mientras crece, pierde gradualmente la coloración amarillo brillante en el cuerpo, siendo de color café claro con bordes de las escamas

negruzcos, cabeza a menudo con color violeta; aleta caudal, parte posterior de la dorsal y de la anal, aletas pélvicas y pectorales de color amarillento (Figura 3b) (Robertson y Allen 2015).

La dieta principal de la especie se compone de: pequeños invertebrados bentónicos, principalmente de isópodos, anfípodos, copépodos, anélidos y pequeños decápodos, realizando los cultivos de algas filamentosas para albergarlos (Ceccarelli 2006), pero debido a que también se alimentan del plancton que llega a sus territorios por efecto de las corrientes locales, es clasificado en el grupo intermedio (Frédérich et al. 2016; Olivier 2019).

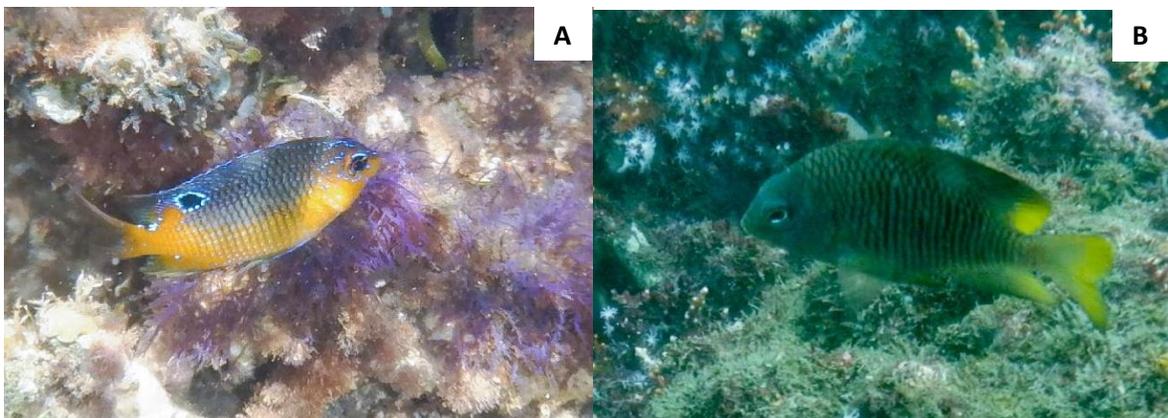


Figura 3. Patrones de coloración durante el crecimiento de *Stegastes flavilatus*. A: juvenil. B: adulto

En la reproducción, los machos de esta especie se encargan de limpiar el sitio de anidación, cortejan a las hembras para incitarlas al desove y cuidan a los huevos hasta su eclosión, eventualmente las crías se establecen en el fondo y adquieren la coloración de los juveniles (Allen y Robertson 1998). Se ha registrado que los individuos de esta especie pueden llegar a vivir hasta más de 15 años (Meekan et al. 2001).

#### 4.7 Marco estadístico

Olivier et al. (2019) realizaron un Análisis de Componentes Principales (PCA) para visualizar las relaciones entre las variables ambientales estudiadas y la abundancia de *S. flavilatus*. Asimismo, catano et al. (2014) realizaron un Análisis de Componentes

Principales (PCA) para identificar las relaciones más significativas entre variables ambientales y especies del género *Stegastes* y *Microspatodon*.

Dromard et al. (2017) utilizaron La Frecuencia de Ocurrencia (%) para analizar cada componente del sustrato y poder identificar los sustratos que más se registraron en los territorios.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. Ubicación y descripción del área de estudio

La plataforma del ANP Complejo Los Cóbano está localizada a 11.0 Km. al oriente de Acajutla en el Departamento de Sonsonate, posee 34.74 Ha y se encuentra rodeada de playas rocosas, ríos, pantanos, esteros, campos agrícolas y estanques de cultivos en la zona terrestre. Se encuentra ubicado geográficamente entre los 13° 12' N y 89° 30' 0 de rango latitudinal, de 0.0 a 13.0 msnm. La zona litoral está constituida por formaciones rocosas de origen volcánico de 15,860 ha donde existe una formación arrecifal rocosa (MARN 2016) (Figura 5).

El arrecife Los Cóbano alberga una gran diversidad de algas marinas con 81 especies de macroalgas (ICMARES 2008), asimismo, se registran corales hermatípicos y blandos; para los corales hermatípicos la única especie viva es *Porites lobata*, asimismo se observan esqueletos de carbonato de calcio del género de coral ramificado *Pocillopora*, indicando que este género fue un componente significativo e importante de la cobertura bentónica del arrecife (Segovia y Navarrete 2007; Elías-Ilosvay et al. 2021) y en cuanto a los octocorales, 8 especies han sido registradas (Segovia et al. 2021). Además, se han identificado en la zona 17 especies de esponjas (Trejo 2020) y en cuanto a esponjas perforadoras se han registrado 6 especies (Trejo et al. 2021). También, se han registrado 6 especies de anémonas (Ramírez 2017), 6 especies de equinodermos (Segovia et al. 2017) y 48 especies Peces (González-Murcia et al. 2016)

### 5.2. Metodología de campo

El estudio se desarrolló en la época seca de enero a abril del 2022, en 11 puntos de muestreo distribuidos el arrecife del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano, los cuales se definieron *a priori* por medio de viajes de reconocimiento para identificar los puntos. El área de muestreo se dividió en tres zonas con la finalidad de representar mejor los datos, además de la influencia que poseen de desembocaduras de ríos en dichas zonas. Caracterizando la zona oriental por tener más influencia de desembocaduras con 4 ríos, la zona central con 2 ríos y la occidental 1 río. Agregar que, en cada zona se

buscó puntos de muestreo rocosos entre los intervalos de 0-5 m, 6-10 m y 11-15 m de profundidad, con el objetivo de tener más representatividad en los datos de abundancia de *S. flavilatus* y del sustrato asociado a sus territorios, ya que varía según la disponibilidad de luz (Figura 4).

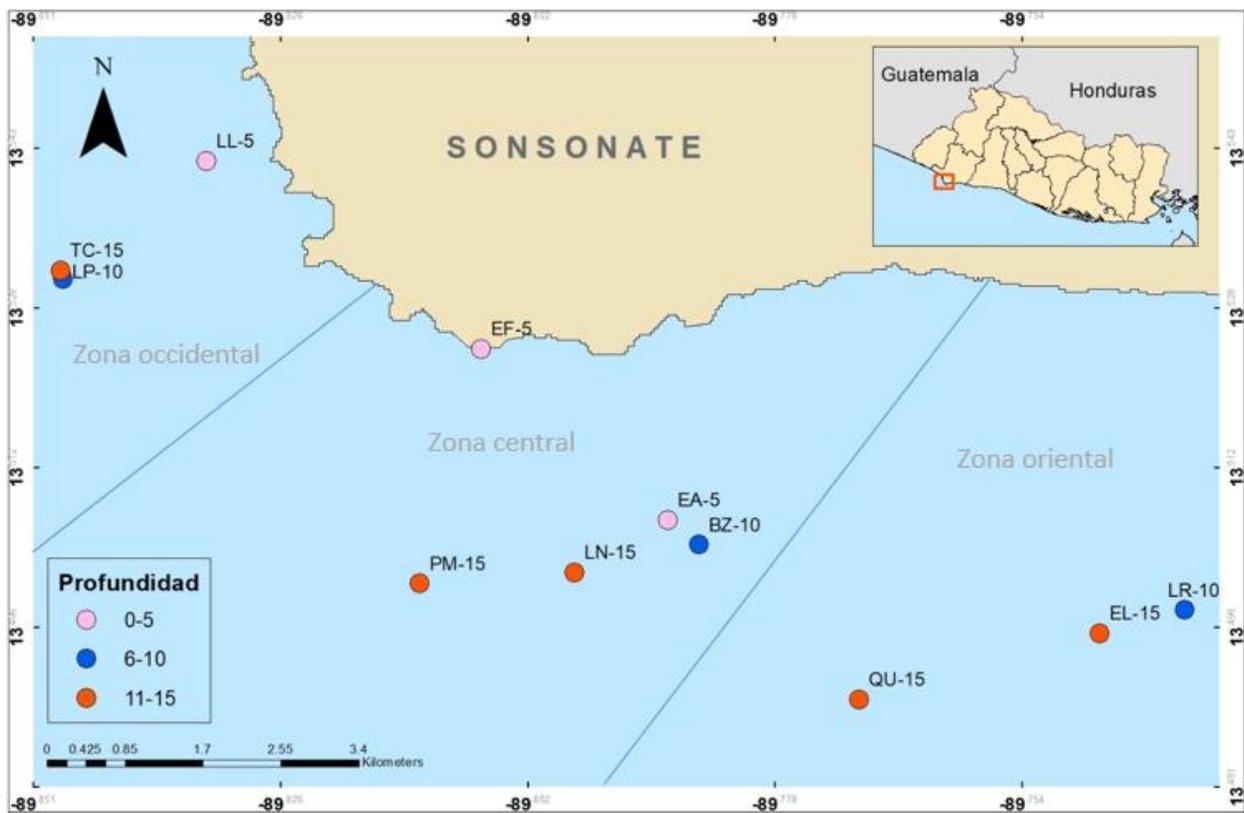


Figura 4. Localización de puntos de muestreo en aguas someras del ANP Complejo Los Cóbano. LL-5: La Lorerita, EF-5: El Faro, EA-5: El Acuario, LP-10: La Pecerita, BZ-10: Bajón de Zuniga, LR-10: Las Rocas, TC-15: Tres Cruces, PM-15: Punta de Monte, LN-15: La Naviera, QU-15: Quinoguerita, EL-15: El Lucero. (Elaboración: A. Fortis).

### 5.2.1. Registro de datos

En las zonas de poca profundidad se aplicó la técnica de buceo libre por medio del uso de snorkel durante los periodos de tope de marea baja, mientras que en los puntos de mayor profundidad se aplicaron la técnica de buceo con equipo autónomo (SCUBA) durante los periodos de tope de marea alta o baja.

La técnica de muestreo consistió en el establecimiento de 22 transectos de banda paralelo a la costa, realizando en cada punto dos transectos de 30 m de longitud x 1 m de ancho, separados por 5 metros entre sí (Figura 5), obteniendo un área de 60 m<sup>2</sup> por cada punto de muestreo y un área total dentro del arrecife del ANP de 660 m<sup>2</sup> investigados. Las dimensiones del transecto se seleccionaron sabiendo que, en sitios del Pacífico Oriental Tropical con una visibilidad pobre, un transecto estrecho y máximo de 30 m es recomendado para especies pequeñas y crípticas (Rogers et al. 1994; Palacios y Zapata 2011) (Figura 6).

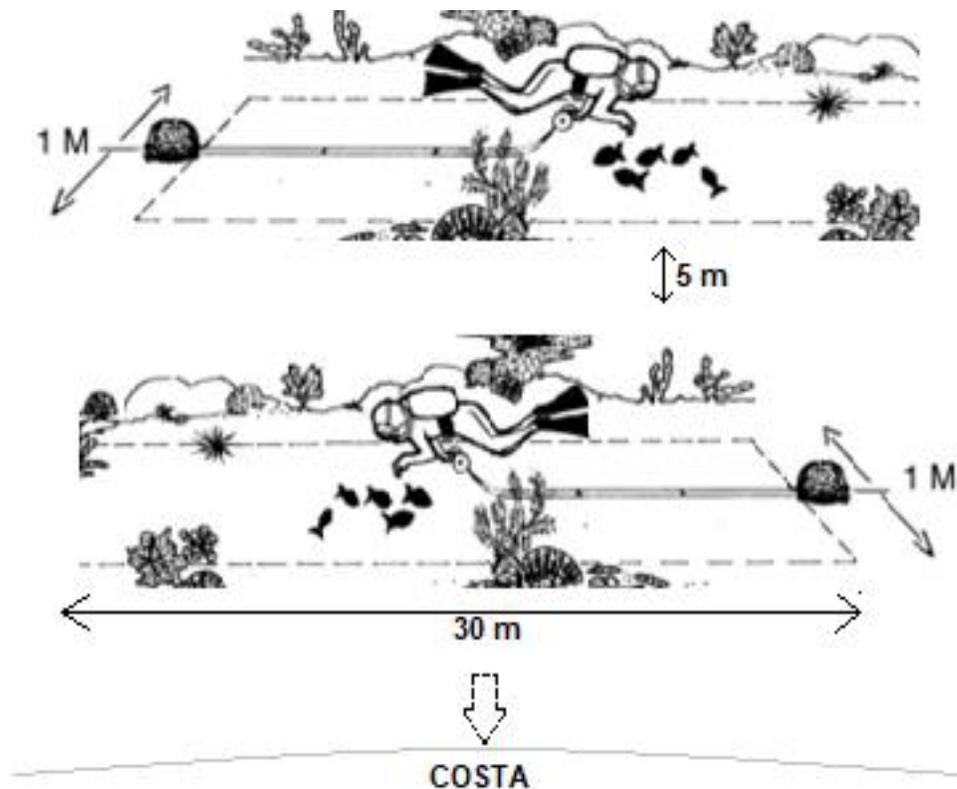


Figura 5. Disposición de los transectos en cada punto de muestreo. Modificado de English et al. (1997)



Figura 6. Transecto de banda con apoyo de cinta métrica.

#### **5.2.1.1 Abundancia, talla y estado de desarrollo**

En cada transecto se nadó a una velocidad constante a lo largo del área seleccionada y Para evitar duplicidad de los datos no se registraron los peces que entraron detrás del área del transecto (Brock 1954) (Figura 7).

##### **a) Abundancia**

En una tabla acrílica se registró el número de individuos de *S. flavilatus* que se encontraban dentro del transecto.

##### **b) Talla y estado de desarrollo**

En una tabla acrílica se registró las tallas de *S. flavilatus*. Se establecieron tres intervalos ( $\leq 5$  cm, 6-10 cm y 11-15 cm). Los valores de tallas se estimaron con el apoyo de una escala de medición marcada en centímetro a un lado de la tabla acrílica. Adicional a la talla, se registró el estado de desarrollo de *S. flavilatus* (Figura 7). Si los individuos eran menores o igual a 5 cm, se clasificaban en estado juvenil; mientras que si eran mayores a 5 cm; se clasificaban en estado adulto (Lirman 1994; Santodomingo et al. 2002).

También se diferenció el estado de desarrollo por la coloración de los individuos, debido a que las especies juveniles tiene colores más llamativos que los adultos.



Figura 7. Registro de abundancia y talla de *Stegastes flavilatus*.

### **5.2.1.2 Composición bentónica asociados a territorios de *S. flavilatus***

#### **a) Identificación del territorio**

Se realizó una pausa a cada 10 m del transecto para localizar un individuo; identificando tres individuos por transecto, si no se registraba un individuo justo al realizar la pausa, se continuó hasta registrar uno. El individuo fue observado por un tiempo mínimo de 2 minutos para que el pez volviera a su actividad normal y de este modo identificar el territorio al percibir la interacción entre el pez y el sustrato, por ejemplo, esconderse dentro de una grieta o alimentarse.

#### **b) Composición del sustrato del territorio**

Al identificar el territorio de *S. flavilatus*, se colocó un cuadrante de 25 cm<sup>2</sup> (Ceccarelli 2007) sobre el centro aproximado del territorio y se registró el porcentaje de la cobertura bentónica conformada por coral hermatípico vivo, esponja, césped de algas (altura de

dosel no mayor a 2.0 cm), macroalga e hidrozoo (Tolimieri 1995; Santodomingo et al. 2002; Ceccarelli 2007), (Figura 8). Además, se fotografiaron los cuadrantes con la finalidad de poder identificar posteriormente el bento del cual se tuviera duda. Agregar que, únicamente se registró la cobertura en individuos adultos de *S. flavilatus* y no se tomó en cuenta la cobertura cuando la especie se encontraba nadando libremente (Ahmadia et. al 2012).



Figura 8. Registro del porcentaje de cobertura en un territorio de *Stegastes flavilatus*.

### 5.2.2. Parámetros Físicoquímicos

Los parámetros físicoquímicos que se registraron en esta investigación fue la rugosidad del sustrato, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos y temperatura. Para los análisis de oxígeno disuelto, Sólidos totales disueltos y temperatura se tomaron muestras de agua a 1 metro sobre el fondo en cada uno de los puntos estudiados con una botella muestreadora (Figura 8) y se realizó lectura de los parámetros con una sonda multiparámetro HANNA modelo HI9829.

Para determinar la rugosidad (R) del sustrato, se extendió una cadena de 10 m de largo, siguiendo el contorno del fondo a lo largo de los transectos (Figura 9). Posteriormente,

se midió la distancia total en línea recta del punto de inicio al punto final de la cadena (Rogers et al. 1994). Esta medición se realizó al finalizar un transecto en cada punto de muestreo.

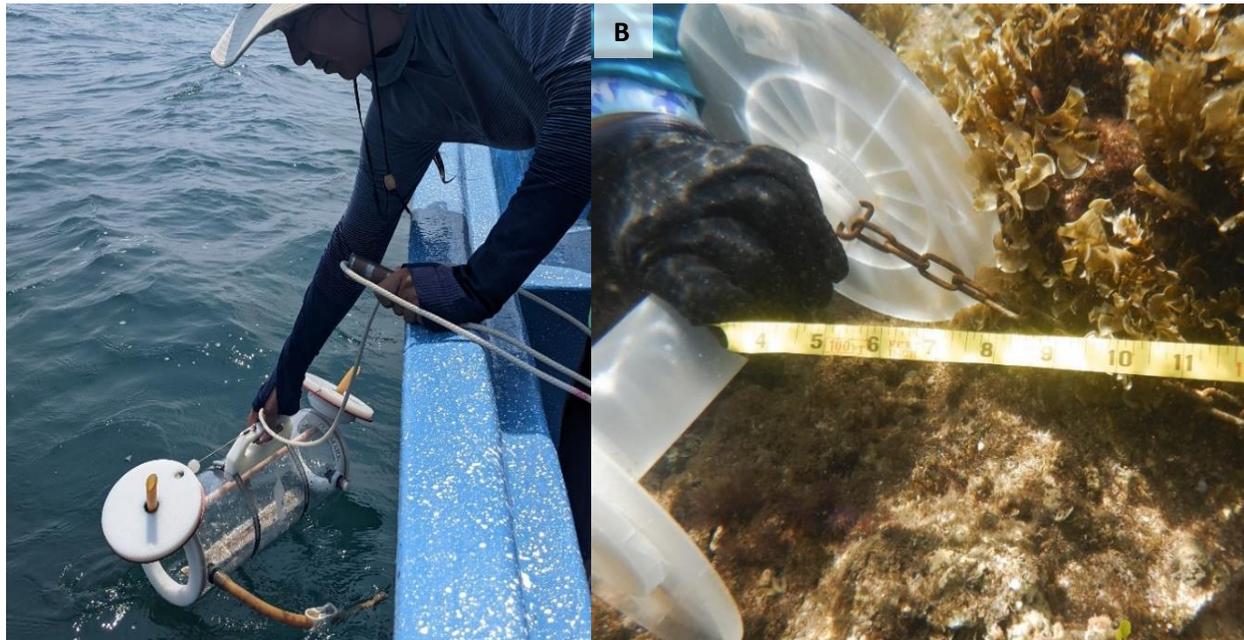


Figura 9. Registro de parámetros físico-químicos. A: toma de muestra de agua con botella muestreadora. B: medición de la rugosidad.

### 5.3 Análisis de datos

#### 5.3.1 Abundancia

Los datos de abundancia absoluta de *S. flavilatus* fueron utilizados en este estudio para obtener la abundancia por punto de muestreo.

#### 5.3.2 Estructura de tallas

Para clasificar a la población estudiada en clases de tallas, se graficó un histograma de frecuencia de tallas, el cual está compuesto por intervalos de tallas de individuos ( $\leq 5$  cm, 6-10 cm y 11-15 cm).

### 5.3.3 Rugosidad del sustrato

La rugosidad y el índice de rugosidad se calculó con las siguientes fórmulas:

$$\text{Rugosidad (R)} = \frac{\text{Distancia recorrida por la cadena sobre el fondo}}{\text{Largo total de la cadena}}$$

El índice de rugosidad (IR) corresponde a la fórmula:

$$IR: 1 - \frac{\text{Distancia horizontal por la cadena}}{\text{Longitud total de la cadena}} \quad (\text{Aronson y Precht 1995}),$$

donde valores cercanos a 0 representan arrecifes planos, mientras que valores cercanos a 1 representan arrecifes rugosos o más complejos morfológicamente.

### 5.3.4 Descripción del sustrato asociado a los territorios

Se realizó el Análisis Multivariante de la Varianza o MANOVA con el software Past 3.24. En este análisis se utilizó la prueba Lambda de Wilks para conocer si existía diferencia significativa entre la cobertura bentónica asociada a los territorios de *S. flavilatus* en relación con la profundidad (0-5 m, 6-10 m y 11-15 m), zona de muestreo (occidental, central y oriental) y en relación con los puntos de muestreo con mayor y menor abundancia de *S. flavilatus* y se calculó el promedio del porcentaje de cobertura.

Luego, se realizó la prueba de rango post hoc que permitió determinar qué medias difieren. Finalmente, se estimó el porcentaje de cobertura promedio de los componentes bentónicos que el análisis MANOVA mostró con diferencias significativas.

También se calculó la Frecuencia de Ocurrencia (FO) de la siguiente manera:

$$FO\% (i) = N_i / N_{\text{total}} * 100$$

donde  $N_i$  es el número de territorios en los que se encontró un componente bentónico  $i$  y  $N_{\text{total}}$  es el número de territorios estudiados.

### **5.3.5 Relación de abundancia de *S. flavilatus* con los parámetros físico-químicos.**

El análisis de componentes principales (PCA) se realizó con el software Past 3.24 y se aplicó para identificar las variables físico-químicas más importantes con respecto a la abundancia absoluta de *S. flavilatus*. Además, se utilizó para agrupar los sitios con mayor y menor abundancia de esta especie. La PCA es un método estadístico que permite simplificar la complejidad de espacios muestrales, a la vez que conserva su información.

Posteriormente, se realizó el Análisis Multivariante de la Varianza o MANOVA con el software Past 3.24. para conocer si los grupos identificados en el PCA se diferencian significativamente entre sí.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Abundancia de *Stegastes flavilatus*

En total se registraron 646 individuos de *S. flavilatus*. Algunos de los puntos con mayor abundancia son: Las Rocas con 91 ind., Bajón de Zuniga con 81 ind.; caracterizándose porque únicamente se registraron ind. en estado adulto, y en La Lorerita se registraron 73 ind. Por otra parte, en 4 puntos de muestreo se registró baja abundancia de *S. flavilatus*; El Faro con 20 ind., en el cual únicamente se registraron en estado juvenil, Quinoguerita con 25 ind., La Pecerita con 44 ind. y las Tres Cruces con 49 ind. (Figura 10).

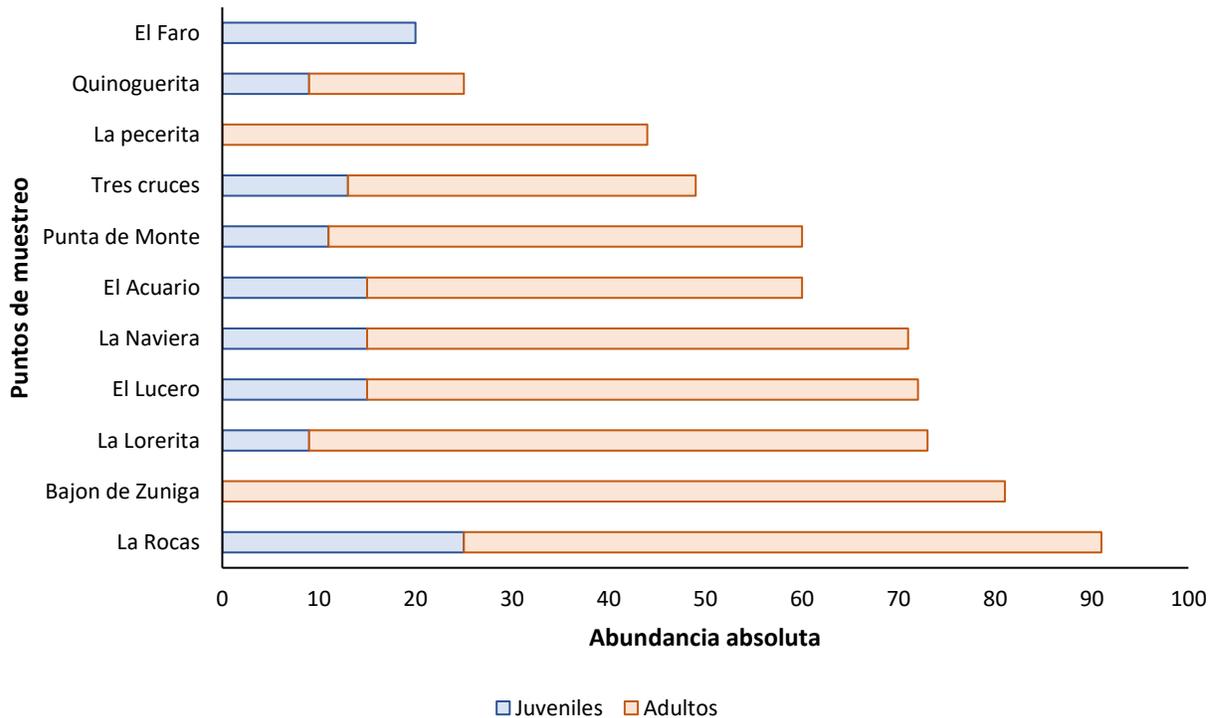


Figura 10. Abundancia absoluta de *S. flavilatus* en aguas someras del ANP Complejo Los Cóbano.

## 6.2 Estructura de tallas y estado de desarrollo de *S. flavilatus*

El intervalo de talla con la mayor frecuencia de individuos en el Arrecife del ANP Complejo Los Cóbanos es el de 6-10 cm con 355 individuos, seguido por el intervalo 11-15 cm con 170 individuos. Por lo tanto, se registraron 514 ind. en estado adulto. Por otra parte, las tallas menos abundantes fueron las menores o igual a 5 cm (estado juvenil) con 132 individuos registrados (Figura 11). La mayoría de juveniles se registraron en territorios de adultos.

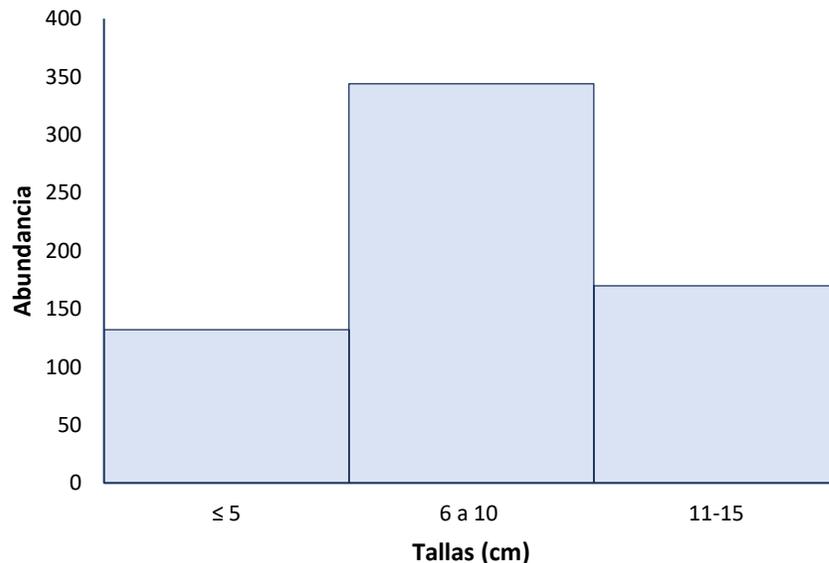


Figura 11. Histograma de tallas de *Stegastes flavilatus*

## 6.3 Descripción del sustrato asociado a los territorios de *Stegastes flavilatus*

En total se caracterizaron 58 territorios de *S. flavilatus* adulto en 10 puntos de muestreo, debido a que en El Faro únicamente se registraron individuos de *S. flavilatus* en estado juvenil. Además, todos los territorios se encontraron sobre sustrato rocoso.

La presencia de organismos del grupo de los hidrozooos fue registrada en casi todos los territorios (FO=98%), con un alto porcentaje de cobertura (50.5%). Otro componente importante es el césped de algas; el cual estuvo presente en muchos territorios (FO=72%) y representó un 18% de la cobertura total. El alga roja y esponja también fueron registrados en la mayoría de territorios (FO= 90% y 64% respectivamente), pero el

porcentaje promedio de cobertura fue menor (10.43% y 8.02 % respectivamente). Por otra parte, el alga calcárea, alga parda y alga verde mostraron bajo porcentaje de cobertura (5%, 4% y 3% respectivamente) y su frecuencia de ocurrencia fue menor en los territorios (FO= 38%, 45% y 31%) (Tabla 1). Como dato adicional, se registró octocorales en el 47% de territorios; la especie más abundante fue *Carijoa riisei*.

Tabla 1. porcentaje promedio de cobertura y Frecuencia de Ocurrencia (FO%) asociado a los territorios de *Stegastes flavilatus*

Sustrato	Porcentaje promedio de cobertura	Frecuencia de Ocurrencia
Hidrozoos	50.51%	98%
Césped de algas	18%	72%
Alga roja	10.4%	90%
Esponja	8%	64%
Alga calcárea	5%	38%
Alga parda	4%	45%
Alga verde	3%	31%
Total	100%	

El Análisis Multivariante de la Varianza o MANOVA mostró diferencia significativa en la cobertura asociada a los territorios de *S. flavilatus* en relación a los intervalos de profundidades, ya que la prueba Lambda de Wilks dio un valor de  $p = 0$  y en la prueba post hoc el intervalo de 0-5 m se diferencia con los intervalos de 6-10 m y 11-15 m ( $p < 0.05$ ) (Tabla 2). Asimismo, se obtuvo diferencia significativa de la cobertura asociada a los territorios de *S. flavilatus* en relación con la zona occidental, central y oriental del área de muestreo. La prueba Lambda de Wilks dio un valor de  $p = 0$  y en la prueba post hoc se obtuvo que la cobertura asociada a los territorios de *S. flavilatus* se diferencian entre las tres zonas ( $p < 0.05$ ) (Tabla 3).

Tabla 2. Valores de significancia de la prueba post hoc de la cobertura asociada a los territorios en relación a los intervalos de profundidades

Profundidad (m)	0-5	6-10	11-15
0-5		3.81E-11	1.00E-17

<b>6-10</b>	3.81E-11		0.12235
<b>11-15</b>	1.00E-17	0.12235	

Tabla 3. Valores de significancia de la prueba post hoc de la cobertura asociada a los territorios en relación a las zonas del área de muestreo

Zona	Occidental	Central	Oriental
<b>Occidental</b>		0.0001779	0.004774
<b>Central</b>	0.0001779		0.002058
<b>Oriental</b>	0.0047744	0.0020581	

Se obtuvo que, en el intervalo de 0-5 m se caracterizó por tener cobertura baja de hidrozoo (8.75%) pero con mayor porcentaje de cobertura en césped de algas (53.33%) y alga verde (12.08%). los intervalos de profundidades de 6-10 m y 11-15 obtuvieron los mayores porcentajes de cobertura de hidrozoo (65.83% y 56.88% respectivamente), y en el intervalo de 11-15 m de profundidad se registró la menor cobertura de césped de algas (6.04%) (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de cobertura promedio asociado a los territorios de *S. flavilatus* en relación a la profundidad

Profundidad (m)	Alga verde	Alga roja	Alga parda	Alga calcárea	Hidrozoo	Césped de algas	Esponja
<b>0-5</b>	12.08	15.00	1.67	1.25	8.75	53.33	7.92
<b>6-10</b>	1.04	8.13	2.71	1.25	65.83	12.29	8.75
<b>11-15</b>	1.88	10.21	7.08	10.42	56.88	6.04	7.50

En la zona occidental el mayor porcentaje de cobertura fue del hidrozoo (48.33%), seguido por el césped de algas (26.39%). En la zona central, el mayor porcentaje de cobertura fue del hidrozoo con 38.33%, seguido por el césped de algas con 18.33%. Además, se observa una un aumento en la cobertura de esponja (11.04%) y alga calcárea (11.04%) en comparación a la zona occidental y oriental. La zona oriental se caracterizó por presentar el porcentaje más alto de cobertura de hidrozoo (70%) (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de cobertura promedio asociado a territorios de *S. flavilatus* en relación a las zonas del área de muestreo

Zona	Alga verde	Alga roja	Alga parda	Alga calcárea	Hidrozoos	Césped de algas	Esponja
Occidental	5.83	14.72	3.06	0.00	48.33	26.39	1.67
Central	4.17	11.04	6.04	11.04	38.33	18.33	11.04
Oriental	0.56	6.67	3.06	1.67	70.00	7.50	10.56

#### 6.4. Relación entre variables físico-químicas y biológicas

La rugosidad se registró en intervalos de 0.13 a 0.41 con promedio de 0.26, así mismo Oxígeno Disuelto osciló de 2.65 a 3.7 ppm con promedio de 3.17 ppm, los Sólidos totales disueltos (SDT) fluctuaron de 26.52 a 26.73 ppt con promedio de 26.64 ppt y la temperatura (T °C) osciló de 27° a 30 °C con promedio de 28.18 °C (Tabla 6).

Tabla 6. Valores de variables físico-químicas en los puntos de muestreo. Rosado: zona occidental, rojo: zona central y celeste: zona oriental.

Puntos de muestreo	Profundidad (metros)	Rugosidad	Oxígeno Disuelto (ppm)	Sólidos totales disueltos (ppt)	Temperatura (°C)
La Lorerita	0-5	0.21	3.4	26.52	30
La Pecerita	6-10	0.16	3.3	26.68	29
Tres Cruces	11-15	0.19	3.36	26.64	29
El Faro	0-5	0.13	3.35	26.57	30
El Acuario	0-5	0.31	2.65	26.68	27
Bajón de Zuniga	6-10	0.28	2.96	26.67	27
Punta de Monte	11-15	0.36	3.25	26.62	28
La Naviera	11-15	0.26	2.71	26.68	27
Las Rocas	6-10	0.41	3.1	26.73	27
Quinoguerita	11-15	0.15	3.7	26.65	29
El Lucero	11-15	0.41	3.12	26.7	27

En el Análisis de Componentes Principales (ACP) se obtuvo que los componentes 1 y 2 reunían el 84.67% (Tabla 7) de la varianza de los datos y al examinar las variables en cada uno de los componentes se comprobó que la temperatura y rugosidad fueron las más relacionadas con la abundancia de *S. flavilatus* (Tabla 8).

Tabla 7. Valor de los componentes principales (CP) sobre variables físico-químicas y biológica

CP	Valor propio	% varianza
1	3.52643	70.529
2	0.707186	14.144

Tabla 8. Valor de las variables físico-químicas en componentes principales (CP) 1 y 2.

Variable	PC 1	PC 2
Rugosidad	0.46182	0.30305
Oxígeno Disuelto	-0.41852	0.017789
Sólidos totales disueltos	0.40185	-0.70724
Temperatura	-0.51498	0.20912
Abundancia	0.42997	0.60327

El ACP muestra dos agrupaciones (Figura 12), ambas agrupaciones se formaron de acuerdo a la similitud de los parámetros físico-químicos y el biológico que se registraron en ellos. El grupo uno, reúne a los puntos de muestreo que se caracterizan por presentar menor rugosidad (0.13-0.19), mayor oxígeno disuelto (3.3 - 3.7 ppm) temperatura en el intervalo de 29 °C – 30 °C. y menor abundancia de *S. flavilatus* (20 – 49 ind.); se relaciona con la zona occidental y los puntos de muestreo en este grupo son: El Faro, Quinoguerita, La Pecerita y las Tres Cuces.

Por otro lado, el grupo 2 reúne a los puntos de muestreo que se caracterizan por presentar valores mayores de Sólidos totales disueltos (26.67 - 26.73 ppt), mayor rugosidad (0.26 - 0.41), menor oxígeno disuelto (2.65 – 3.25 ppm), temperatura en un intervalo de 27 °C – 28 °C y mayor abundancia (60 – 91 ind.); se relaciona con la zona central y oriental y los puntos de muestreo en este grupo son: Las Rocas, Bajón de Zuniga, El Lucero, La Naviera, El Acuario y Punta de Monte.

Sin embargo, las variables que determinan la abundancia de *S. flavilatus* es la rugosidad y oxígeno disuelto.

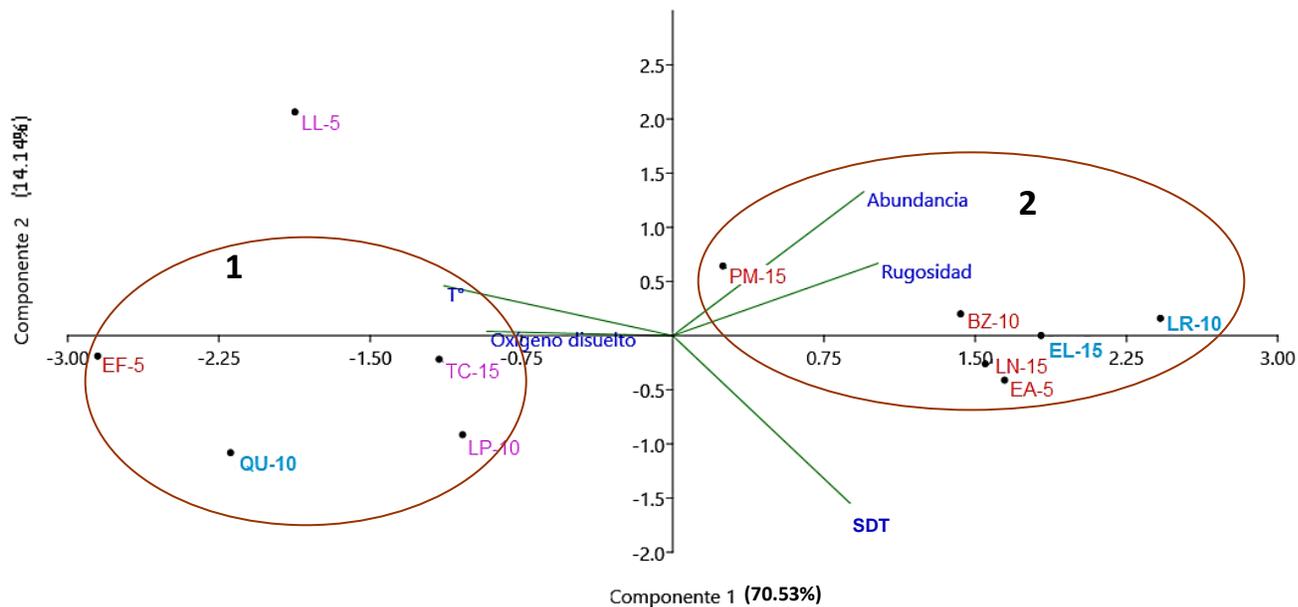


Figura 12. Análisis de Componentes Principales (ACP) entre variables físico-químicas y abundancia de *S. flavilatus*. T°: Temperatura, SDT: Sólidos totales disueltos. Los colores muestran la zona de muestreo. Rosado: occidental, rojo: central y celeste: oriental.

Añadiendo a la descripción del sustrato asociado a los territorios de *S. flavilatus*, se obtuvo que tiene diferencia significativa en relación a los puntos de muestreo donde se registró mayor y menor abundancia de *S. flavilatus*, la prueba Lambda de Wilks dio un valor de  $p = 0$  e igualmente, en la prueba post hoc se obtuvo que se diferencian entre sí (Tabla 9). Los puntos de mayor y menor abundancia se agruparon según lo obtenido en el ACP (Figura 12).

Tabla 9. Valores de significancia de la prueba post hoc de la cobertura asociada a los territorios en relación a los puntos de muestreo con mayor y menor abundancia de *S. flavilatus*.

	<b>Menor abundancia</b>	<b>Mayor abundancia</b>
<b>Menor abundancia</b>		0.0030457
<b>Mayor abundancia</b>	0.0030457	

Dado que hay diferencia significativa entre ambos grupos, se calculó el promedio de cobertura; en puntos de muestreo con mayor abundancia el porcentaje de hidrozoo fue de 43.57%, mientras que el césped de algas representó el 20.60% y el alga calcárea representó un 6.9%. Por otra parte, en los puntos con menor abundancia la cobertura de

hidrozoo fue de 67.78%, mientras que la cobertura del césped fue de 11.94% y el alga calcárea representó 0.28% (Tabla 10).

Tabla 10. Porcentaje de cobertura bentónica promedio asociado a territorios en relación a la abundancia de *S. flavilatus*

	<b>Alga verde</b>	<b>Alga roja</b>	<b>Alga parda</b>	<b>Alga calcárea</b>	<b>Hidrozoo</b>	<b>Césped de algas</b>	<b>Esponja</b>
<b>Mayor abundancia</b>	4.76	10.60	4.52	6.90	43.57	20.60	9.05
<b>Menor abundancia</b>	0.83	9.72	3.61	0.28	67.78	11.94	5.83

## 7. DISCUSIÓN

### **Abundancia, talla y estado de desarrollo de *Stegastes flavilatus***

La alta abundancia de adultos registrados (514 ind.) en el intervalo de talla de 6-15cm, concuerda con el estudio de Santodomingo et al. (2002), en la cual el 76% de individuos registrados de *Stegastes planifrons* fueron adultos. De forma similar, la estructura de tallas de la población de *S. acapulcoensis* en el estudio de Valencia-Méndez (2014) estuvo conformada principalmente por individuos adultos (70.5%) con tallas de 14 a 16 cm. Además, el registro de juveniles puede indicar que la especie presentó actividad reproductiva en los meses de muestreo. Según Valencia-Méndez (2014) *S. acapulcoensis* presenta actividad reproductiva durante todo el año; no obstante, la especie tiene dos principales picos de actividad reproductiva (marzo-abril y julio-noviembre), el cual concuerda con algunos meses de esta investigación (marzo-abril).

La mayoría de juveniles de *S. flavilatus* se registraron en territorios de adultos, esto concuerda con los estudios de Santodomingo et al. (2002) y Marcos-Camacho et al. (2011), ellos observaron que los juveniles de *S. planifrons* continuamente fueron perseguidos por los adultos de la misma especie, pero por su tamaño son capaces de esquivarlos al refugiarse en pequeñas grietas. Choat (1991) explica que los peces juveniles requieren acceso de grandes cantidades de proteína, esto podría explicar la presencia de juveniles en los territorios de adultos, ya que así lograría beneficiarse de los recursos defendidos por los adultos.

En el punto de muestreo El Faro, todos los individuos registrados fueron juveniles y fue el punto de muestreo con menor abundancia de *S. flavilatus*. Esto puede ser provocado por competencia con la especie territorial *Stegastes acapulcoensis*, del cuál de forma complementaria se observó un mayor número de individuos en estado adulto y juvenil de esta especie, esto concuerda con Elías-Ilosvay et al. (2021) ya que una de las especies más dominantes que registraron en El Faro fue *S. acapulcoensis*. Asimismo, coincide con los datos obtenidos por González-Murcia (2016), registró en pozas de marea del ANP Los Cóbano 264 individuos de *S. acapulcoensis* en estado adulto y juvenil, mientras que para *S. flavilatus* registró 6 individuos en estado juvenil.

## **Cobertura del sustrato asociado a los territorios de *S. flavilatus***

El grupo de los hidrozoos bentónicos fueron registrados en el 98% de territorios y fue la cobertura más abundante con un valor de 50.51%, seguido por el césped de algas que estuvo presente en el 72% de los territorios de *S. flavilatus* y representó un 18% de la cobertura total. Estos resultados tienen discrepancia con los obtenidos por Dromard et al. (2017) y Cely-Herrera (2016) quienes registraron en los territorios de *Stegastes planifrons*, *S. adustus* y *S. acapulcoensis* que, el césped de algas obtuvo el mayor porcentaje de cobertura (mayores a 68%) y no registraron hidrozoos. Esta diferencia se debe a que, *S. planifrons*, *S. adustus* y *S. acapulcoensis* son especies que se alimentan principalmente del césped de algas que cultivan en sus territorios. Mientras que, la principal dieta de *S. flavilatus* está compuesta por pequeños invertebrados bentónicos (Frédérich et al. 2016; Olivier et al. 2019); que se resguardan en los céspedes de algas y en las colonias de hidrozoos bentónicos (Varela et al. 2009; Hata and Umezawa 2011, Feitosa et al. 2012). Por lo tanto, según los resultados del presente estudio, *S. flavilatus* mantiene principalmente a los hidrozoos en sus territorios en lugar del césped de algas para la obtención de alimento. También, en el 47% de los territorios se registró la presencia de octocorales, siendo *Carijoa riisei* la más abundante que puede alcanzar 40 cm de altura y por su forma de arbusto resguarda invertebrados (Hernández-Castellanos 2017); además, en la presente investigación se observó que funciona como refugio para individuos juveniles de *S. flavilatus*.

Por otra parte, se encontró diferencia significativa de la cobertura entre los intervalos de profundidad entre 0-5 m con 6-10 m y 0-5 m con 11-15 m. En el intervalo de profundidad de 0-5 m se obtuvo el mayor porcentaje de cobertura de césped de algas (53.33%), diferenciándolo de los intervalos de profundidades de 6-10 m (12.29%) y 11-15 m (6.04%) en la cual la cobertura que predominó fue el hidrozoo ( $\geq 56.88\%$ ). Esto se puede atribuir a la mayor disponibilidad de la luz en puntos poco profundos (0-5 m) (Ackleson 2003), fundamental para el establecimiento óptimo de céspedes algales que cultivan las especies del género *Stegastes* (Vásquez 2017).

Además, se obtuvo diferencia significativa de la cobertura entre las tres zonas de muestreo y entre los puntos de muestreo con mayor y menor abundancia de *S. flavilatus*. En la zona oriental se registró el porcentaje más alto de hidrozoos y el más bajo en céspedes de algas (70% y 7.5% respectivamente) en comparación a la zona occidental (48.33% y 18.33%) y central (38.33% y 26.39%), esto está más relacionado a que en esta zona solo se localizó puntos rocosos en profundidades desde los 6 m a 15 m y se caracterizan según el presente estudio, por la predominancia de la cobertura de los hidrozoos ante la cobertura del césped de algas.

Por otra parte, en la zona central el porcentaje de algas calcáreas y esponjas fue mayor (11.04%) con respecto a la zona occidental (0% y 1.67% respectivamente), pero la cobertura de esponjas fue semejante con respecto a la zona oriental (10.56%). Del mismo modo, en los puntos de muestreo con mayor abundancia de *S. flavilatus* se registró que el porcentaje de cobertura de los hidrozoos representó el 43.57% y el césped de algas 20.6%. Mientras que la cobertura de algas calcáreas y esponjas fue mayor (6.9% y 9.05% respectivamente) en comparación a los puntos de menor abundancia. El aumento de coberturas diferentes al césped de algas en los territorios de *S. flavilatus*, concuerda con lo obtenido por Dromard et al. (2017), que para *S. planifrons* y *S. adustus* la cobertura de macroalgas y esponjas se encontraron en todos los territorios y ocuparon superficies menores a 16%. Esto lo atribuyen a una reducción de la actividad de deshierbe por parte de *S. planifrons* y *S. adustus* al dedicarle más energía a la defensa de sus territorios. En síntesis, ya que en la zona central y oriental es donde se localizaron los puntos con mayor abundancia de *S. flavilatus*, puede ocurrir que esta especie invierta mayor energía en defender su territorio de individuos machos de su misma especie que en deshierbar su territorio.

### **Relación de la abundancia de *Stegastes flavilatus* con los parámetros físico-químicos**

En este estudio se encontró que la mayor abundancia de *S. flavilatus* se registra en los puntos de muestreo más rugosos (IR: 0.21 – 0.41), con menos oxígeno disuelto (2.65 – 3.25 ppm.) y temperatura en un intervalo de 27 °C – 28 °C; Las zonas de muestreo

relacionadas con estas características son la central y la oriental; siendo zonas de mayor importancia para la especie.

Con respecto a la rugosidad del sustrato; diversos autores (Almany 2004; Gratwicke y Speight 2005; Castaño et al. 2021) demuestran que está relacionada positivamente con la abundancia íctica, sobre todo en especies crípticas como las del género *Stegastes*, que muestran preferencia por hábitats más complejos que confieren una mayor disponibilidad de refugio ante depredadores, además de obtener un sitio adecuado para establecer su territorio (Salazar-Murguía et al. 1998; Santodomingo 2002; Souza et al. 2010; Moreno et al. 2016). También, Hernández-Bahena (2017) relacionó el tamaño del nido de *S. acapulcoensis* con la rugosidad del sitio, y que posiblemente este asociado a la elección de las hembras hacia un macho con un buen territorio que defender, aumentando así, la abundancia en los puntos de muestreo más rugosos.

Referente a la menor concentración de oxígeno disuelto (2.65 – 3.25 ppm.) en estos puntos, está relacionado a que son sitios más profundos, por lo que la sinergia de las olas no influye en la aireación como en los puntos de poca profundidad en donde la sinergia del oleaje es mayor. Además, la alta rugosidad en estos puntos es también de beneficio, ya que ayuda a disipar la energía de las corrientes, por lo tanto, el OD será menor (Franklin et al. 2013).

En cuanto a la temperatura, la mayor abundancia de *S. flavilatus* se registra entre los 27 °C – 28 °C, tiene discrepancia con el estudio de Olivier et al. (2019); el análisis de ACP no visualizó ningún patrón de abundancia de *S. flavilatus* con la temperatura ni con la rugosidad. Esto lo atribuyen a que en el sitio de estudio (Golfo de California), *S. rectifraenum* que es la especie más abundante y endémica, se mantiene en constante competencia con *S. flavilatus*; por lo tanto, en este sitio la especie es más influenciada por competencia que por las variables fisicoquímicas. No obstante, se recomienda que se hagan estudios a escalas temporales y espaciales para confirmar todavía más como puede afectar la temperatura en la abundancia, ya que esta variable fluctúa mucho entre los días de muestreo e incluso según la hora del día.

En el caso de los sólidos totales disueltos, mostraron más relación con el oxígeno disuelto que con la abundancia de *S. flavilatus*. Según Muigai et al. (2010) han revelado una

correlación negativa entre el oxígeno disuelto (OD) y el contenido sólidos totales disueltos (TDS) ( $y = -24,562x + 622,28$ ,  $R^2 = 0,6835$ ). Esto indicó que los sitios de muestreo con poco oxígeno disuelto tenían un TDS alto, mientras que aquellos con un OD alto tenían un TDS bajo.

## 8. CONCLUSIONES

- La mayor frecuencia de individuos de *Stegastes flavilatus* se registró en el intervalo de talla de 6-10 cm en estado adulto.
- La especie *S. flavilatus* mantiene principalmente en sus territorios a los hidrozooos bentónicos para la obtención de pequeños invertebrados bentónicos; importantes para su dieta.
- En los puntos de muestreo de poca profundidad predominó en los territorios de *S. flavilatus* la cobertura del césped de algas; mientras que, a mayor profundidad la cobertura que predominó fue el hidrozoo.
- En algunos territorios de *S. flavilatus* se registró la presencia de octocorales, la más abundante fue *Carijoa riisei*. Además, se observó que este octocoral contribuye como escondite para juveniles de *S. flavilatus* y podría utilizarse también por los adultos para obtener su alimento.
- Los parámetros fisicoquímicos que más influyeron en la abundancia de *S. flavilatus* son la rugosidad y oxígeno disuelto, ya que obtienen mayor disponibilidad de refugio y un sitio adecuado donde establecer su territorio.
- Las zonas dónde se registra mayor abundancia de *S. flavilatus* y sitios con mayor rugosidad del sustrato son la central y oriental, siendo zonas de gran importancia para la especie.

## 9. RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar estudios orientados en la competencia entre *Stegastes flavilatus* con peces herbívoros. Asimismo, con otras especies de la familia Pomacentridae registradas en la zona, ya que aportará más información del comportamiento y distribución de la especie.
- Identificar el ciclo reproductivo y la primera talla de madurez sexual de *S. flavilatus* en el ANP Complejo los Cóbano.
- Enfocar estudios en la identificación de especies de algas, esponjas e hidrozooos que se encuentran dentro de los territorios de *S. flavilatus* y compararlos con los identificados fuera de su territorio, y así, poder comprender más el impacto que tiene la especie en la comunidad bentónica.
- Realizar estudios a escalas temporales y espaciales para confirmar aún más la relación entre las variables físico-químicas y la abundancia de *S. flavilatus*.
- Incluir en los monitoreos de arrecifes a especies de peces claves como *S. flavilatus*, con la finalidad detectar cambios en la cobertura bentónica de sus territorios y abundancia de la especie en el ecosistema.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ackleson SG. 2003. Light in shallow waters: A brief research review. *Limnology and Oceanography*, 48(1, part 2), 323-328.

Ahmadia G, Turner J, Smith D. 2012. Habitat Associations of Damselfish in Reefs of Varying Quality in The Wakatobi Marine National Park. *Journal Of Indonesian Coral Reefs*. 1. 184-197.

Allen G, Robertson DR. 1998. *Peces del Pacifico Oriental Tropical*, Conabio, pp. 327.

Allen G. 1991. *Damselfishes of the World*. Mergus, Melle, Germany.

Almany GR. 2004. Differential effects of habitat complexity, predators and competitors on abundance of juvenile and adult coral reef fishes. *Oecologia*, 141(1), 105-113.

Alvarez-Filip L, Gill JA, Dulvy NK. 2011. Complex reef architecture supports more small-bodied fishes and longer food chains on Caribbean reefs. *Ecosphere* 2:1–17.

Angilletta MJ, Dunham AE. 2003. The temperature-size rule in ectotherms: simple evolutionary explanations may not be general. *The American Naturalist*, 162(3), 332-342.

Aronson RB, Precht WF. 1995. Landscape patterns of reef coral diversity: A test of the intermediate disturbance hypothesis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 19

Breitburg DL. 2002. Effects of hypoxia and the balance between hypoxia and enrichment on coastal fishes and fisheries. *Estuaries* 25:767–781.

Brock VE. 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fish populations, *Journal of Wildlife Management*. 18:297-308.

Castaño D, Morales-de-Anda D, Prato J, Cupul-Magaña AL, Echeverry JP, Santos-Martínez A. 2021. Reef Structural Complexity Influences Fish Community Metrics on a

Remote Oceanic Island: Serranilla Island, Seaflower Biosphere Reserve, Colombia. In *Oceans* (Vol. 2, No. 3, pp. 611-623). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

Catano LB, Shantz AA, Burkepile DE. 2014. Predation risk, competition, and territorial damselfishes as drivers of herbivore foraging on Caribbean coral reefs. *Marine Ecology Progress Series*, 511, 193-207.

Ceccarelli DM, Hughes TP, McCook LJ. 2006. Impacts of simulated overfishing on the territoriality of coral reef damselfish. *Marine Ecology Progress Series*, 309, 255-262.

Ceccarelli DM, Jones GP y McCook LJ. 2005. Effects of territorial damselfish on an algal-dominated coastal coral reef. *Coral Reefs* 24:606–620

Ceccarelli DM, Jones GP, McCook LJ. 2001. Territorial damselfishes as determinants of the structure of benthic communities on coral reefs. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 39:355–389

Ceccarelli DM. 2007. Modification of benthic communities by territorial damselfish: a multi-species comparison. *Coral Reefs* 26:853–866.

Cely-Herrera C. 2016. Ensemble de algas bentónicas en territorios de *Stegastes acapulcoensis* (Pomacentridae) en la Isla Gorgona, Pacífico colombiano. Universidad del Valle.

Choat JH. 1991. The biology of herbivorous fishes on coral reefs. *The ecology of fishes on coral reefs*, P. F. Sale (ed.). London: Academic Press, 120-155.

Diaz RJ, Rosenberg R. 1995. Marine benthic hypoxia: A review of its ecological effects and the behavioral responses of benthic macrofauna. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 33:245–303.

Elías-Ilosvay XE, Segovia J, Ferse S, Elias WE, Wild C. 2021. Rapid relative increase of crustose coralline algae following herbivore exclusion in a reef of El Salvador. *PeerJ*, 9, e10696.

Emslie MJ, Logan M, Ceccarelli DM, Cheal AJ, Hoey AS, Miller I, Sweatman HPA. 2012. Regional-scale variation in the distribution and abundance of farming damselfishes on Australia's Great Barrier Reef. *Mar. Biol.* 159(6): 1293–1304.

Fabricius K, De'ath G, McCook L, Turak E, Williams DM. 2005. Changes in algal, coral and fish assemblages along water quality gradients on the inshore Great Barrier Reef. *Mar Pollut Bull.*; 51:384±398.

Feitosa JL, Concentino AM, Teixeira SF, Ferreira BP. 2012. Food resource use by two territorial damselfish (Pomacentridae: Stegastes) on South-Western Atlantic algal-dominated reefs. *Journal of Sea Research*, 70: 42-49.

Foster SA. 1985. Size-dependent territory defense by a damselfish. *Oecologia*, 67(4), 499-505.

Franklin G, Mariño-Tapia I, Torres-Freyermuth A. 2013. Effects of reef roughness on wave setup and surf zone currents. *Journal of Coastal Research*. 2005-2010.

Frédérich B, Fabri G, Lepoint G, Vandewalle P, Parmentier E. 2009. Trophic niches of thirteen damselfishes (Pomacentridae) at the Grand Récif of Toliara, Madagascar, *Ichthyol. Res.* 56. 10–17.

Frédérich B, Olivier D, Gajdzik L, Parmentier E. 2016. Trophic ecology of damselfishes, in: B. Frédéric, E. Parmentier (Eds.), *Biol. Damselfishes*, CRC press, Boca Raton, USA, pp. 153–167.

Fricke R, Eschmeyer WN. & Van der Laan, R. (eds) 2022. *Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references*.

Friedrich J, Janssen F, Aleynik D, Bange H, Boltacheva N, Çagatay M, Dale A, Etiope G, Erdem Z, Geraga N, et al. 2014. Investigating hypoxia in aquatic environments: diverse approaches to addressing a complex phenomenon. *Biogeosciences*. 11: 1215–1259

Froese R, Pauly D. Editors. 2022. *FishBase*. World Wide Web electronic publication.

Global Biodiversity Information Facility. GBIF. 2022. Descarga de ocurrencia de GBIF <https://doi.org/10.15468/dl.ngpgkm>

González-Murcia S, Chicas-Batres FC, Lovo MH. 2016. Community structure and height distribution of intertidal rockpool fish in Los Cóbano, El Salvador. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 11, 197–209.

González-Rivero M, Harborne AR, Herrera-Reveles A, Bozec YM, Rogers A, Friedman A, Ganase A, Hoegh-Guldberg O. 2017. Linking fishes to multiple metrics of coral reef structural complexity using three-dimensional technology. *Scientific Reports* 7:13965.

Gratwicke B, Speight MR. 2005. The relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. *Journal of Fish Biology*, 66(3), 650–667.

Green BS, Fisher R. 2004. Temperature influences swimming speed, growth and larval duration in coral reef fish larvae. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 299(1), 115-132.

Gutiérrez L. 1998. Habitat selection by recruits establishes local patterns of adult distribution in two species of damselfishes: *Stegastes dorsopunicans* and *S. planifrons*. *Oecologia*, 115(1-2), 268-277.

Hata H, Ceccarelli D.M. 2016. Farming behavior of territorial damselfishes, in: E. Parmentier, B. Frédérick (Eds.), *Biol. Damselfishes*, Boca Raton, FL, USA, pp. 122–152.

Hata H, Kato M. 2002. Weeding by the herbivorous damselfish *Stegastes nigricans* in nearly monocultural algae farms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 237: 227–231.

Hata H, Kato M. 2003. Demise of monocultural algal farms by exclusion of territorial damselfish. *Marine Ecology-progress Series - MAR ECOL-PROGR SER.* 263. 159-167.

Hata H, Kato M. 2004. Monoculture and mixed-species algal farms on a coral reef are maintained through intensive and extensive management by damselfishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 313: 285–296

Hata H, Takano S, Masuhara H. 2020. Herbivorous damselfishes expand their territories after causing white scars on Porites corals. *Scientific Reports*.

Hata H, Umezawa Y. 2011. Food habits of the farmer damselfish *Stegastes nigricans* inferred by stomach content, stable isotope, and fatty acid composition analyses. *Ecol. Res.* 26: 809–818.

Hernández-Bahena YA. 2017. Variación del éxito de apareamiento y reproductivo de *Stegastes acapulcoensis* en temporadas contrastantes. Tesis de Maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán. 48p.

Hernández-Castellanos IC. 2017. Diversidad de Hidroides (Hydroidolina), Corales (Hexacorallia), Octocorales (Octocorallia), y Ascidiarias (Ascidiacea) en arrecifes artificiales de la Bahía de Pozos Colorados, Santa Marta, Colombia.

Hixon MA, Brostoff WN. 1996. Succession and herbivory: effects of differential fish grazing on Hawaiian Coral-Reef Algae.

Hixon MA. 2001. Coral Reef Fishes. *Encyclopedia of Ocean Sciences*, 538–542.

Hoey AS, Bellwood DR. 2010. Damselfish territories as a refuge for macroalgae on coral reefs. *Coral Reefs* 29: 107–118.

Hughes TP. 1994. Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science* 265:1547–1551.

ICMARES. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador. 2008. Propuesta de “Plan de manejo para el Área Natural Protegida arrecife Los Cóbano”. Universidad de El Salvador.

Johansen J, Bellwood D, Fulton C. 2008. Coral reef fishes exploit flow refuges in high-flow habitats. *Marine Ecology Progress Series* 360, 219–226.

Jones GP. 1987. Competitive interactions among adults and juveniles in a coral reef fish. *Ecology* 68, 1534–1547.

Kamykowski D, Zentara SJ. 1990. Hypoxia in the world ocean as recorded in the historical data set, *Deep-Sea Res.*, 37, 1861-1874, 1990.

Kavanagh KD, Frédérich B. 2016. Ontogeny and Early Life Stages of Damselfishes. In *Biology of damselfishes* (pp. 186-200). CRC Press.

Kerry JT, Bellwood DR. 2012. The effect of coral morphology on shelter selection by coral reef fishes. *Coral Reefs* 31, 415–424.

Knowlton N, Brainard RE, Fisher R, Moews M, Plaisance L, Caley MJ. 2010. Coral reef biodiversity. *life world's ocean. Distrib. Abundance*, 6, pp. 5-78,

Kramer DL. 1987. Dissolved oxygen and fish behavior. *Environmental Biology of Fishes* 18:81–92.

Lee J, Barlow GW. 2001. Recruiting juvenile damselfish: the process of recruiting into adult colonies in the damselfish *Stegastes nigricans*. *acta ethologica*, 4(1), 23-29.

Lewis AR. 1997. Recruitment and post-recruit immigration affect the local population size of coral reef fishes. *Coral Reefs* 16, 139–149.

Lobel PS. 1980. Herbivory by damselfishes and their role in coral reef community ecology. *Bull Mar Sci* 30:273–289.

Marcos-Camacho S, Enriquez-Hernández E, Solís-Mendoza M, Mendoza-Cuenca L. 2011. Selección y distribución del hábitat de especies del género *Stegastes* en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo.

MARN. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2016. Plan de Manejo del Área Natural Protegida: Complejo Los Cóbanos: Santa Agueda Ó El Zope, Bosque Salado Y Porción Marina. San Salvador. 86 pp

Medeiros PR, Souza AT, Ilarri MI. 2010. Habitat use and behavioural ecology of the juveniles of two sympatric damselfishes (*Actinopterygii: Pomacentridae*) in the south-

western Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology*, 77(7), 1599-1615. Paine R. 1995. A conversation on refining the concept of keystone species. *Cons. Biol.* 9: 962-964.

Meekan MG, Ackerman JL, Wellington GM. 2001. Demography and age structures of coral reef damselfishes in the tropical eastern Pacific Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 212, 223-232.

Moran S. 2018. Clean water characterization and treatment objectives. *An Appl Guid to Water Effl Treat Plant Des.*:61–67.

Moreno AA, Muñoz JM, Aranda DA. 2016. Variación espacio-temporal de la ictiofauna del Parque marino Xel-Há, Caribe mexicano y su relación con parámetros fisicoquímicos. *Revista de Biología Tropical*, 64(4), 1353-1367.

Muigai PG, Shiundu PM, Mwaura FB, Kamau GN. 2010. Correlation between dissolved oxygen and total dissolved solids and their role in the eutrophication of Nairobi Dam, Kenya. *Int. J of BiochemiPhysics* 18 :37 Mumby PJ, Edwards AJ, Arias-González JE, Lindeman KC, Blackwell PG, Gall A, et al. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. *Nature*. 2004; 427: 533-536.

Nagelkerken IG, Dorenbosch M, Verberk WCEP, Cocheret de la Moriniere E, vander Velde G. 2000b. Importance of shallow water biotopes of a Caribbean Bay for juvenile coralreef fishes: patterns in biotope association, community structure and spatial distribution. *Mar.Ecol. Prog. Ser.* 202: 175–192.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2022. Hipoxia. [Accesado agosto 20 de 2022] <https://oceanservice.noaa.gov/hazards/hypoxia/>.

Olivier D, Lepoint G, Aguilar-Medrano R, Ruvalcaba A, Sánchez-González A, Sturaro N. 2019. Ecómorphology, trophic niche, and distribution divergences of two common damselfishes in the Gulf of California, Volume 6453, Issue 9, 11/2019, Pages 279-350, ISSN 1631-0691.

Palacios MDM, Zapata FA. 2011. Sesgos asociados a censos visuales de peces arrecifales en el Pacífico Oriental Tropical: implicaciones del uso de transectos sencillos

o de tamaño mixto, de la experiencia de los buzos y de la estimación de la talla. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, 40, 117-138.

Payton IJ, Fenner M, Lee W. 2002. Keystone Species: The Concept and its Relevance for Conservation Management in New Zealand. Science for Conservation 203. Department of Conservation. Wellington, New Zealand. 29 pp.

Pörtner HO, Knust R. 2007. Climate change affects marine fishes through oxygen limitation of thermal tolerance. Science 315, 95–97

Pörtner HO. 2002. Climate variations and the physiological basis of temperature dependent biogeography: systemic to molecular hierarchy of thermal tolerance in animals. Comp. Biochem. Physiol. A. 132, 739–761.

Pratchett MS, Hoey AS, Wilson SK. 2016. Habitat-use and Specialisation among Coral Reef Damselfishes. In Biology of damselfishes (pp. 102-139). CRC Press.

Rabalais NN, Harper DE, Turner RE. 2001. Responses of nekton and demersal and benthic fauna to decreasing oxygen concentrations, p. 115–128. In Rabalais NN and Turner RE (eds.), Coastal Hypoxia: Consequences for Living Resources and Ecosystems. Coastal and Estuarine Studies 58, American Geophysical Union, Washington, D.C.

Ramírez A. 2017. Diversidad de anémonas de mar (Anthozoa: Actinaria) en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Los Cóbano y Punta Amapala, El Salvador (Tesis de Licenciatura). Universidad de El Salvador: El Salvador.

Robertson DR, Sheldon JM. 1979. Competitive interactions and the availability of sleeping sites for a diurnal coral reef fish. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 40, 285–298.

Robertson DR, y Allen GR. 2015. Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.

Rogers C, Garrison G, Grober R, Hillis Z, Franke M. 1994. Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic, St. John, U.S. Virgin Islands.

Ruttenberg BI, Haupt AJ, Chiriboga AI, Warner RR. 2005. Patterns, causes and consequences of regional variation in the ecology and life history of a reef fish. *Oecologia*, 145(3), 394-403.

Sandin SA, Smith JE, DeMartini EE, Dinsdale EA, Donner SD, Friedlander AM, Konotchick T, Malay M, Maragos JE, Obura D, Pantos O, Paulay G, Richie M, Rohwer F, Schroeder RE, Walsh S, Jackson JBC, Knowlton N, Sala E. 2008. Baselines and degradation of coral reefs in the Northern Line Islands. *PLoS ONE* 3: e1548.

Santodomingo N, Rodríguez-Ramírez A y Garzón-Ferreira J. 2002. Territorios del pez *Stegastes planifrons* en formaciones coralinas del Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano: un panorama general. *Biology Investigation Marine Cost*. 31:65-84.

Segovia J, Guerra G, Ramos F. 2017. Riqueza y distribución de equinodermos en los arrecifes rocosos de Punta Amapala y Los Cóbano, El Salvador. *Revista de biología tropical*. 65. 92-100.

Segovia J, Navarrete M. 2007. Biodiversidad a nivel de ecosistema en parches de corales hermatípicos en la zona intermareal de la playa Los Cóbano, Departamento de Sonsonate, El Salvador.

Segovia J, Shadid O, Cortés J. 2021. Gorgonias (Octocorallia: Alcyonacea) de aguas someras de El Salvador. *Realidad y Reflexión*. 54. 66-94.

Silva-Pinto T, Silveira MM, de Souza JF, Moreira ALP, Vieira EA, Longo GO, et al. 2020. Damselfish face climate change: Impact of temperature and habitat structure on agonistic behavior. *PLoS ONE* 15(6): e0235389.

Souza AT, Ilarri MI, Rosa IL. 2011. Habitat use, feeding and territorial behavior of a Brazilian endemic damselfish *Stegastes rocasensis* (Actinopterygii: Pomacentridae). *Environmental Biology of Fishes*, 91(2), 133-144.

Steele MA. 1999. Effects of shelter and predators on reef fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 233, 65–79.

Tolimieri N. 1995. Effects of microhabitat characteristics on the settlement and recruitment of a coral reef fish at two spatial scales. *Oecologia* 102, 52–63.

Trejo A, Carballo JL, Segovia J. 2021. Diversidad y abundancia de esponjas perforadoras del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano, El Salvador. *Realidad y Reflexión*. 54. 36-49.

Trejo A. 2020. Distribución espacial de esponjas (Porifera: Demospongiae) en aguas someras del Área Natural Protegida Complejo Los Cóbano, El Salvador. Tesis de Licenciatura, Universidad de El Salvador, El Salvador. 113 p.

Valencia-Méndez MO. 2014. Aspectos reproductivos y dinámica poblacional de la damisela *Stegastes acapulcoensis* (Fowler, 1944) (Actinopterygii: Pomacentridae) de la bahía La Entrega, Oaxaca, México. Tesis de Maestría, Universidad del Mar, Oaxaca. 56p.

Varela C, Moreira J, Urgorri V. 2009. Inventario de la fauna asociada a hidrozoos en la ría de Ferrol (NO península Ibérica). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*. 18. 95-109.

Waldner, R.E. & R.R. Robertson. 1980. Patterns of habitat partitioning by eight species of territorial Caribbean damselfishes (Pisces: Pomacentridae). *Bull. Mar. Sci.*, 30:171-186.

Weber-Scannell P, Lawrence D. 2007. Effects of Total Dissolved Solids on Aquatic Organisms: A Review of Literature and Recommendation for Salmonid Species. *American Journal of Environmental Sciences*. 3.

Wellington GM. 1982. Depth zonation of corals in the Gulf of Panama: control and facilitation by resident reef fishes. *Ecological Monographs* 52, 223-241.

Wetzel RG, 1983. *Limnology*. Sec. Ed.n. Saunders College Publishing, NY, pp: 767.

Wilson SK, Bellwood DR, Choat JH, Furnas M. 2003. Detritus in coral reef ecosystems and its use by coral reef fishes. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 41:279–309

Wilson SK, Burgess SC, Cheal AJ, Emslie M, Fisher R, Miller I, Polunin NVC, Sweatman HP. 2008. Habitat utilization by coral reef fish, implications for specialists vs. generalists in a changing environment. *J. Anim. Ecol.* 77: 220–228.

Wilson SK, Graham NAJ, Polunin NVC. 2007. Appraisal of visual assessments of habitat complexity and benthic composition on coral reefs. *Marine Biology* 151:1069–1076.

Zeller DC. 1988. Short-term effects of territoriality of a tropical damselfish and experimental exclusion of large fishes on invertebrates in algal turfs. *Mar Ecol Prog Ser* 44:85–93. Hattori, A., & Casadevall, M. (2016). Sex Change Strategies and Group Structure of Damselfishes. In *Biology of damselfishes* (pp. 73-101). CRC Press.

## XI. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de recolecta de datos de abundancia y talla de *S. flavilatus*.

Fecha	Punto de muestreo	Coordenadas	Hora de muestreo	Tipo de marea	Talla (cm)			Observaciones
					< 5	5 a 10	>10	

Anexo 2. Hoja de recolecta de datos de cobertura bentónica en territorios de *S. flavilatus*.

Fecha	Punto de muestreo	Coordenadas	Hora de muestreo	Tipo de marea	Octocoral (ind.)	Alga verde	Alga roja	Alga parda	Alga calcarea	Hidrozoos	Césped de algas	Esponja

