

VARIACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE PECES EN EL GRADIENTE DE PROFUNDIDAD DE UN ARRECIFE ROCOSO DEL PACÍFICO ORIENTAL TROPICAL

Valentina Rodríguez Raigosa

Universidad del Valle, Apartado Aereo 25360, Cali, Colombia.

Programa Académico de Biología - 3140

correo electrónico: valentina.raigosa@correounivalle.edu.co

Fernando A. Zapata Rivera

Universidad del Valle, Apartado Aereo 25360, Cali, Colombia.

correo electrónico: fernando.zapata@correounivalle.edu.co

RESUMEN

Los arrecifes rocosos son ambientes heterogéneos y complejos que brindan hábitats óptimos para los peces costeros, estos ecosistemas proporcionan condiciones favorables para su desarrollo. Pese a que los arrecifes coralinos han recibido mayor atención en términos de investigación, los arrecifes rocosos han adquirido reconocimiento como sustratos importantes para la vida marina en aguas costeras someras. Además de la complejidad del hábitat, se ha establecido que la diversidad de peces y su distribución en los arrecifes rocosos está influenciada por la profundidad. Sin embargo, hay un vacío de conocimiento sobre los arrecifes rocosos del Pacífico Sur Colombiano, especialmente en cuanto a la variación de la comunidad de peces con respecto a este gradiente ambiental. Con el objetivo de describir cómo varía la estructura de la comunidad de peces en un arrecife rocoso a lo largo del gradiente de profundidad, se realizaron censos de peces a lo largo de transectos cinturón de 30 x 2 m a 5, 10, 15 y 20 m de profundidad. La riqueza y diversidad de especies disminuyeron con el aumento de la profundidad. La composición y abundancia de especies varió significativamente entre las profundidades, destacando un mayor recambio de especies en zonas someras. Asimismo, la complejidad estructural del hábitat también disminuyó con la profundidad y estuvo positivamente correlacionada con la riqueza y diversidad de especies. Se concluye que los cambios en la comunidad de peces de “El Laberinto” en el gradiente de profundidad es explicada, en parte, por la complejidad estructural que este ecosistema presenta.

Palabras clave: abundancia, complejidad topográfica, distribución batimétrica, patrones de diversidad, riqueza de especies.

ABSTRACT

Rocky reefs are heterogeneous and complex environments that provide optimal habitats for coastal fish. These ecosystems offer favorable conditions for their development. Although coral reefs have received

greater attention in research, rocky reefs have gained recognition as important substrates for marine life in shallow coastal waters. In addition to habitat complexity, it has been established that fish diversity and distribution in rocky reefs are influenced by depth. However, there is a knowledge gap regarding the rocky reefs of the Southern Colombian Pacific, particularly concerning the variation in fish communities along this environmental gradient. To describe how the structure of fish communities varies in a rocky reef along a depth gradient, fish censuses were conducted along 30 x 2 m belt transects at depths of 5, 10, 15, and 20 meters. Species richness and diversity decreased with increasing depth. Species composition and abundance varied significantly among depths, with a greater species turnover observed in shallow areas. Similarly, the structural complexity of the habitat also declined with depth and was positively correlated with species richness and diversity. It is concluded that changes in the fish community of 'El Laberinto' along the depth gradient are explained, in part, by the structural complexity of this ecosystem.

Keywords: *abundance, topographic complexity, bathymetric distribution, diversity patterns, species richness.*

INTRODUCCIÓN

Los arrecifes rocosos representan ambientes complejos y heterogéneos compuestos por diferentes tipos de rocas que forman grietas, agujeros y prominencias (Ebeling & Hixon, 1991). La heterogeneidad del fondo sumada a los efectos hidrodinámicos complejos que ocurren alrededor de estos arrecifes crea un hábitat óptimo para los peces costeros, ya que proporcionan condiciones favorables para el mantenimiento y desarrollo de las comunidades (Lin *et al.*, 2022). Además de la heterogeneidad del hábitat, variaciones en el ambiente como el aumento de la profundidad, afecta la estructura de la comunidad de peces arrecifales y define patrones de diversidad, abundancia y distribución de especies (Sale, 1977; Wellington, 1982; McGehee, 1994). En la ecología marina, la descripción de patrones de diversidad a lo largo de gradientes ambientales ha sido fundamental, ya que estos limitan y caracterizan a las comunidades presentes en los diferentes ecosistemas (Terlizzi & Schiel, 2009). La profundidad es una característica física importante en los arrecifes rocosos, debido a que, variables como la luz, la temperatura y la presión, están relacionadas directamente y condicionan la presencia de las

especies a lo largo del gradiente (Schiel & Foster 1986; Menge & Olson 1990): algunas especies exhiben rangos de distribución batimétrica estrechos, mientras que las especies más comunes generalmente se encuentran desde la marca de la marea baja hasta el borde del arrecife (Jones, 2013).

Aunque tradicionalmente los arrecifes se han clasificado en arrecifes coralinos tropicales y arrecifes rocosos templados, diferenciándose tanto en la composición del sustrato como en las condiciones ambientales en las que se establecen debido a las diferencias latitudinales (Ebeling & Hixon, 1991), en el Pacífico Oriental Tropical (POT), así como en otras partes del mundo, los arrecifes rocosos han adquirido reconocimiento como sustratos importantes para el desarrollo de la vida marina en aguas costeras someras (Chasqui, 2020). Específicamente para el Pacífico Colombiano se han registrado alrededor de 1.200 especies de peces, de las cuales 800 habitan en la plataforma continental (Rubio *et al.*, 2013; Robertson *et al.*, 2024) y, de estas, 200 especies aproximadamente están asociadas a arrecifes coralinos y rocosos (Zapata & Muñoz, 2011).

En la región del Pacífico Colombiano, la investigación y descripción de la diversidad de peces ha sido ampliamente estudiada hasta la fecha en arrecifes coralinos del Pacífico Sur Colombiano, como Gorgona (Zapata & Morales, 1997; Zapata, 2001) y Malpelo (Alzate & Zapata, 2007). Por otra parte, el estudio sobre la diversidad de peces en arrecifes rocosos se ha desarrollado principalmente en el Pacífico Norte Colombiano (Zapata *et al.*, 2008; Castellanos-Galindo *et al.*, 2010; Chasqui, 2020), en donde se han registrado cerca de 159 especies de peces pertenecientes a 51 familias, de las cuales las que presentan mayor riqueza son Serranidae, Carangidae, Muraenidae, Labridae, Balistidae, Lutjanidae, Haemulidae y Pomacentridae (Chasqui, 2020). La gran diversidad de especies de la comunidad de peces de ambientes rocosos en la zona es ampliamente conocida por las comunidades locales, a causa de su relevante importancia para la pesca artesanal y es por esto que ha sido reconocida por algunos sectores

de la comunidad científica y académica, considerándolos entre los ecosistemas más productivos (Squalus, 2008; Tobón *et al.*, 2008).

Pese a la información reportada mencionada anteriormente, el vacío de conocimiento sobre las comunidades de peces en hábitats rocosos es notorio en otras áreas del Pacífico Colombiano como el Pacífico Sur Colombiano y, por consiguiente, también se desconoce la influencia de gradientes ambientales como la profundidad en la variación de las comunidades. Teniendo en cuenta lo anterior, este estudio tuvo como objetivo responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo cambia la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos de Isla Gorgona en un gradiente de profundidad?, con el fin de determinar la composición, abundancia y diversidad de peces presentes en diferentes profundidades e identificar patrones de distribución de las especies.

MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Isla Gorgona (2°55'45"- 3°00'55"N, 78°09'-78°14'30"W), la cual presenta una extensión de 26 km² y se encuentra separada 30 km de la costa continental colombiana. Esta isla cuenta con una gran variedad de ambientes marinos como arrecifes de coral, playas de arena y costas rocosas; fue declarada Parque Nacional Natural en 1985 convirtiéndola en la única área protegida en el Pacífico Colombiano que está constituida principalmente por ambiente marino (Giraldo *et al.*, 2008). La recolección de los datos se realizó en la zona rocosa ubicada en el Norte de la isla, llamada "El Laberinto", donde se encuentran cantos rodados de diferentes tamaños y rocas de gran tamaño, algunas de hasta 5 m aproximadamente, distribuidas entre 5 y 8 m de profundidad. El área de muestreo se caracteriza por presentar en los primeros 5 m de profundidad parches de corales sobre las rocas, mientras que entre los 10 y 15 m las rocas son de menor tamaño y están esparcidas sobre la arena de

forma uniforme. Por otro lado, entre los 15 y 25 m de profundidad predomina la arena, con rocas pequeñas de diferentes tamaños dispersas de manera irregular sobre dicho sustrato.

Trabajo de campo

Se realizaron censos de peces en el arrecife rocoso a lo largo de transectos permanentes de 30 m de longitud, distribuidos en cuatro diferentes profundidades, a intervalos de 5 m, de manera que la profundidad mínima corresponde a 5 m y la máxima a 20 m en marea cero. Para cada profundidad, se ubicaron cuatro réplicas, para obtener un total de 16 transectos. Cada transecto se marcó con pesos muertos rotulados con placas de acrílico indicando la profundidad y el número de réplica correspondiente. Adicionalmente, los pesos fueron marcados con boyas flotando a media agua y se ubicaron al inicio y al final de cada uno de los transectos, los cuales estuvieron separados por una distancia aproximada de 5 m a lo largo de cada profundidad. Todas las observaciones se llevaron a cabo durante dos recorridos por transecto con equipo de buceo autónomo. En el primer recorrido se registraron especies grandes, presentes en la columna de agua, pelágicos o con movilidad rápida, mientras que en el segundo, en dirección opuesta al primero, se registraron especies bentónicas pequeñas, crípticas, secretivas o territoriales. Sobre el sustrato a lo largo de la línea media de los mismos transectos, se extendió una cadena de eslabones de 2.5 cm, ajustándola lo más estrechamente posible al contorno del mismo para determinar la cantidad de eslabones que cubren los 30 m del transecto. Este procedimiento se llevó a cabo en dos de los cuatro transectos réplica en cada una de las profundidades.

Análisis de datos

Para observar los patrones de distribución y abundancia de las especies a lo largo del gradiente de profundidad, se realizó un análisis cualitativo de la distribución vertical, clasificándolas según la amplitud y continuidad de su distribución. También, mediante una regresión lineal se evaluó la relación entre la abundancia promedio y la amplitud de la distribución determinada

como el número de niveles de profundidad ocupados, para así describir de forma efectiva la relación abundancia-ocupación.

Mediante el software PAST 4.17 (Hammer *et al.*, 2001), se estimó el número total de individuos, la riqueza de especies, la diversidad de Shannon-Wiener, la dominancia de Simpson y la equitabilidad de Pielou para cada censo. Posteriormente, se realizaron análisis de varianza (ANOVA) de una vía para la mayoría de estas características de la comunidad para determinar si existen diferencias entre niveles de profundidad. En cada caso se examinaron los supuestos de normalidad de residuales (prueba de Shapiro-Wilk) y de homogeneidad de varianzas (prueba de Levene). Cuando no hubo normalidad se usó una prueba de Kruskal-Wallis, y cuando no hubo homogeneidad de varianzas se usó un ANOVA de Welch (Hammer *et al.*, 2001). Además, se realizaron pruebas de comparación múltiple de Tukey o de Mann-Whitney para evaluar entre cuáles profundidades existen diferencias.

Para evaluar la similitud en la estructura de la comunidad (composición y abundancia de especies) entre las profundidades, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) basado en la disimilitud de Bray-Curtis, calculada a partir de los datos de abundancia de especies obtenidos para cada censo. Adicionalmente, se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) para observar diferencias entre los ensamblajes de cada profundidad y un análisis de porcentaje de similitud (SIMPER) para examinar la contribución de las especies a las diferencias entre profundidades.

Finalmente, para estimar la complejidad estructural del hábitat, se calculó el índice de complejidad topográfica relativa (ICTR) para dos réplicas de cada una de las profundidades. El ICTR se calcula como:

$$ICTR = 1 - \frac{L_t}{L_c}$$

En donde L_t es la longitud de la cadena en el transecto sobre un sustrato plano y L_c es la longitud de la cadena en el transecto siguiendo el contorno del relieve del sustrato (Wellington, 1982).

Posteriormente, se realizaron regresiones lineales para evaluar la relación entre la profundidad, la riqueza, la diversidad de especies y la equitabilidad de Pielou con el ICTR.

RESULTADOS

Un total de 4.156 individuos pertenecientes a 60 especies de 27 familias, fueron observados en los transectos (Tabla 1). Las familias que presentaron el mayor número de especies fueron Labridae (siete especies) y Pomacentridae (seis especies), seguidas de Acanthuridae y Serranidae (cuatro especies cada una), y Tetraodontidae, Carangidae y Lutjanidae (tres especies cada una); para la mayoría de las familias restantes sólo se observó una especie. Con base a la abundancia promedio general, 12 especies representaron el 87.7% del número total de peces registrados a lo largo del gradiente de profundidad: *Halichoeres dispilus* fue la especie más abundante (27.2%), seguida de *Cephalopholis colonus* (26.0%) y *Azurina atrilobata* (14.5%; Fig. 1). Además, se observó una relación positiva significativa entre la abundancia promedio de las especies y la amplitud de la distribución batimétrica medida como el número de niveles de profundidad ocupados por cada especie (Fig. 2).

La distribución de las especies en el gradiente de profundidad se presenta en la tabla 2. Las especies que se encontraron en una sola profundidad se denominaron “especies exclusivas”, y se caracterizaron por presentar una abundancia relativa promedio $<1.6\%$. La profundidad que presentó el mayor número de especies exclusivas fue 5 m con 23 especies. Por otro lado, 23 especies mostraron una distribución vertical continua (i.e, se encontraron en al menos dos profundidades adyacentes), de las cuales 16 fueron observadas de dos a tres profundidades consecutivas, mientras que las siete restantes fueron ubicuas (i.e, se encontraron en todas las profundidades evaluadas) y también hacen parte de las especies numéricamente dominantes mencionadas anteriormente. Por último, cinco especies se observaron a profundidades diferentes no adyacentes, presentando así una distribución discontinua (Tabla 2).

La profundidad con mayor riqueza total de especies fue 5 m (44 especies), seguida por la de 15 m (31 especies), la de 10 m (21 especies) y, finalmente, por la de 20 m (17 especies). Esto sugiere que la riqueza de especies varía significativamente con la profundidad; sin embargo, aunque la riqueza de especies promedio tendió a disminuir con un aumento de la profundidad, sólo se observaron diferencias significativas entre los 5 m y todas las demás profundidades (Fig. 3a). Un patrón similar se observó en la diversidad de Shannon-Wiener, la cual disminuyó, y en la dominancia de Simpson, la cual aumentó, significativamente con el aumento de la profundidad. La profundidad 5 m presentó una diversidad significativamente mayor que cada una de las demás profundidades, mientras que la dominancia, sólo presentó diferencias significativas entre 5 m y cada una de las dos mayores profundidades (15 y 20 m; Figs. 3b, 3c). El número promedio de individuos por transecto en cada profundidad no varió significativamente a lo largo del gradiente (Fig. 3d). Por último, en la equitabilidad de Pielou sólo hubo diferencias significativas entre las profundidades de 5 m y 15 m (Fig. 3e).

La complejidad estructural del hábitat disminuyó conforme aumentó la profundidad, ya que los valores menores del ICTR correspondieron a las zonas más profundas (Fig. 4a). Por otro lado, la riqueza y la diversidad de especies mostraron una relación positiva con la complejidad topográfica, mientras que la equitabilidad de Pielou no varió significativamente con el ICTR (Figs. 4b, 4c, 4d).

El nMDS expuso una estructura definida de los ensamblajes de peces a lo largo del gradiente de profundidad (Fig. 5). Los ensamblajes se segregaron principalmente a lo largo del eje horizontal de la gráfica, sugiriendo diferencias significativas en la composición y abundancia de las especies entre las profundidades, excepto por un traslape parcial entre los 10 y 15 m (Fig. 5). Estas diferencias fueron estadísticamente significativas con base en un ANOSIM de una vía ($R = 0.67$, $p = < 0.01$), cuyas comparaciones entre pares de profundidades indicaron diferencias significativas entre todos los pares de profundidades excepto entre 10 y 15 m ($p = 0.20$),

corroborando el traslape que estas presentan en el gráfico nMDS (Fig. 5). Como complemento, el análisis SIMPER mostró que las especies que más contribuyen a las diferencias entre las profundidades fueron *Halichoeres dispilus* y *Azurina atrilobata* (Tabla 3).

DISCUSIÓN

En este estudio documentamos los patrones de distribución y abundancia de peces a lo largo de un gradiente de profundidad entre 5 y 20 m en un arrecife rocoso de Isla Gorgona, y los patrones resultantes de variación en la diversidad de especies y de estructura de la comunidad. Nuestros hallazgos son consistentes en algunos aspectos, pero no en otros, con lo reportado en algunos estudios previos similares al nuestro (e.g., Brokovich *et al.*, 2008; García-Sais, 2010; Serna *et al.* 2016). De manera notable, encontramos que la estructura y composición de la comunidad de peces rocosos varía significativamente con la profundidad, especialmente como resultado de la variación en la complejidad estructural del hábitat.

La composición taxonómica de la comunidad de peces en El Laberinto es similar a lo documentado en arrecifes rocosos de otras zonas del POT. Ocho de las 12 especies más abundantes en El Laberinto también fueron documentadas como especies abundantes en diferentes áreas rocosas de la región (Espinoza & Salas, 2005; Chávez-Comparán, 2009; Galván-Villa *et al.*, 2010, Chasqui, 2020; Eisele *et al.*, 2020): *Azurina atrilobata*, *Cephalopholis colonus*, *Thalassoma lucasanum*, *Halichoeres dispilus*, *Haemulon maculicauda*, *Acanthurus xanthopterus*, *Bodianus diplotaenia* y *Stegastes flavilatus*. Dentro de las familias mejor representadas por riqueza de especies documentadas en este estudio están Labridae, Pomacentridae, Serranidae, Carangidae y Lutjanidae, las cuales coinciden estudios previos realizados en arrecifes rocosos (Espinoza & Salas, 2005; Chávez-Comparán, 2009; Galván-Villa *et al.*, 2010; Chasqui, 2020; Eisele *et al.*, 2020) y coralinos (Baxter, 2004; Galván-Villa *et al.*, 2011) en el POT.

A pesar de la poca información reportada sobre la composición taxonómica y abundancia de peces en arrecifes rocosos de Isla Gorgona, las especies y familias más abundantes encontradas coinciden con las documentadas por Alzate (2006), donde *Cephalopholis colonus*, *Azurina atrilobata*, *Haemulon maculicauda* y *Thalassoma lucasanum* también fueron registradas dentro de las especies más abundantes en el arrecife rocoso de El Laberinto. En cuanto a las familias, Alzate (2006) reportó Pomacentridae, Labridae y Serranidae como las familias que más aportan a la riqueza de especies en dicho arrecife, lo cual concuerda con lo registrado en este estudio. Se observaron diferencias en los patrones de distribución vertical de las especies, algunas se restringen a zonas específicas del gradiente de profundidad y otras están ampliamente distribuidas (Tabla 2). La abundancia y la distribución están naturalmente relacionadas: especies abundantes a menudo tienen distribuciones amplias, mientras que las especies raras tienen distribuciones restringidas (Brown, 1984), lo cual se pudo observar en este estudio: las especies con abundancia media más altas se encontraron a lo largo de casi todo el gradiente y se observó una relación positiva significativa entre la abundancia media de las especies y su distribución vertical (Fig. 2). Esta relación ha sido ampliamente reportada en organismos terrestres (Brown, 1984; 1995; Gaston & Blackburn, 2000; Gaston, 2003; Blackburn *et al.*, 2006), pero pocas veces en peces marinos (Zapata, 1990; Serna *et al.*, 2016). Por otro lado, en algunos casos las distribuciones restringidas y discontinuas observadas pueden explicarse debido a un muestreo limitado en cada profundidad, es decir que son patrones que pueden cambiar si se realiza un muestreo prolongado o con más número de réplicas; mientras que, en otros casos, probablemente se deba a una tolerancia limitada a factores ambientales o a la interacción con otras especies (McGehee, 1994; Shima *et al.*, 2008). También es posible que algunas especies tengan requerimientos de hábitat específicos, dividiendo así el espacio vital disponible permitiendo que cada una ocupe una sección diferente del entorno (Williams, 1991), como por ejemplo algunas especies de la familia Pomacentridae como *Microspathodon*

dorsalis, *Microspathodon bairdii* y *Stegastes acapulcoensis*, que prefieren regiones de aguas someras y áreas del arrecife cercanas al oleaje y, debido a su dieta basada principalmente en algas e invertebrados bentónicos, delimitan territorios del sustrato para alimentación y otros requerimientos como refugio y desove (Grove *et al.*, 1986). También, especies criptobentónicas pertenecientes a la familia Chaenopsidae como *Acanthemblemaria hancocki* requieren hábitats específicos, ya que está fuertemente asociadas al sustrato debido a que habita en tubos de balanos abandonados (Robertson *et al.*, 2024). En contraste, las especies ubicuas o de amplia distribución, no parecen verse afectadas por algún factor físico o ambiental que varíe con la profundidad. Las especies que se encontraron en todos los niveles de profundidad fueron *Azurina atrilobata*, *Cephalopholis colonus*, *Halichoeres dispilus*, *Serranus psittacinus*, *Acanthurus xanthopterus*, *Bodianus diplotaenia* y *Sufflamen verres*, las cuales han sido reportadas en profundidades cercanas o mayores a 50 m (Robertson *et al.*, 2024).

Como es común en las comunidades biológicas diversas (Magurran, 2003), el patrón encontrado de variación de abundancia entre las especies muestra muchas especies raras y pocas abundantes. Esto contribuye a aumentar la equitabilidad, ya que la mayoría de las especies presentan abundancias relativas bajas y similares, excepto por algunas pocas especies abundantes. Esto se refleja en los valores de equitabilidad observados en todas las profundidades, los cuales son cercanos a 1 (Fig. 3e), indicando así que las comunidades tienen una distribución de abundancia relativamente balanceada, aunque no completamente uniforme (Magurran, 2013).

Dado que la composición y abundancia de especies varió significativamente con la profundidad, se encontró que en el arrecife rocoso de El Laberinto se formaron ensamblajes distintivos en las diferentes profundidades evaluadas. Sin embargo, los patrones observados no coinciden con estudios realizados previamente enfocados en patrones de variación de la estructura de los ensamblajes de peces a lo largo del gradiente de profundidad. Harmelin-Vivien (1977) encontró

que los ensamblajes correspondientes a profundidades intermedias tenían mayor similitud con ensamblajes de profundidades adyacentes, debido a que las profundidades intermedias representan una zona de recambio de especies entre los ensamblajes someros y profundos. Por su parte, Brokovich y colaboradores (2008) registraron un aumento del recambio de especies con el aumento de la profundidad. Los resultados del nMDS muestra un patrón diferente a los mencionados anteriormente: los ensamblajes de profundidades intermedias (10 m y 15 m) presentaron mayor similitud entre sí, y las diferencias entre los conjuntos de profundidades adyacentes fueron mayores en las zonas poco profundas (5 m y 10 m) y disminuyeron al aumentar la profundidad, lo que sugiere un mayor recambio de especies en las zonas someras que en las profundas, es decir que las comunidades de peces son más similares entre sí a medida que aumenta la profundidad. Sin embargo, dado la estrecha amplitud del gradiente de profundidad estudiado y el bajo número de réplicas, es difícil juzgar la robustez de este patrón. Las diferencias encontradas entre los ensamblajes son explicadas también por el porcentaje de contribución de cada especie a dicha disimilitud. *Halichoeres dispilus* es la especie que presenta el mayor porcentaje de contribución, lo anterior está relacionado a que, además de ser la especie más abundante, su abundancia varía significativamente entre las profundidades, indicando así que es importante para la diferenciación de los ensamblajes de cada profundidad.

Se ha reportado previamente en estudios realizados en arrecifes coralinos que la diversidad de especies tiende a aumentar con la profundidad, alcanzando su punto máximo a profundidades intermedias antes de descender rápidamente cuando se alcanzan profundidades mayores (Brokovich *et al.*, 2008). No obstante, en este estudio realizado en un arrecife rocoso se observó un patrón diferente: la diversidad y la riqueza de especies disminuyó con el aumento de la profundidad. El ensamblaje perteneciente a la menor profundidad no sólo presentó una mayor riqueza de especies total y promedio, y valores de diversidad de Shannon-Wiener mayores con respecto a las demás profundidades (Figs. 3a, 3b), sino también el mayor número de especies

exclusivas (Tabla 2). Una tendencia similar, aunque mucho más débil, fue reportada en una pared arrecifal coralina del Caribe Suroccidental (Serna *et al.*, 2016).

Se ha demostrado que, en los arrecifes rocosos y coralinos, la diversidad de especies está relacionada en gran medida con la complejidad estructural, característica que puede medirse mediante la complejidad topográfica (Brokovich, 2001; Brokovich *et al.*, 2008; Carminatto *et al.*, 2020). Según resultados de un estudio realizado por Carminatto y colaboradores (2020) donde se evaluó la relación de la complejidad del hábitat y la variación temporal en las comunidades de peces de arrecifes rocosos de islas costeras de Brasil, se observó que un incremento en la abundancia y la riqueza de especies está asociado con medidas de mayor complejidad del hábitat. Además, se registró también una disminución tanto en la complejidad del hábitat como en la abundancia y riqueza de especies a medida que aumenta la profundidad, tendencia que los autores atribuyen que está relacionada con la limitada disponibilidad de hábitats en zonas más profundas. Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos sobre los patrones de diversidad y riqueza de especies mencionados anteriormente y con los valores del ICTR, ya que este último fue mayor en la profundidad mínima evaluada y disminuyó conforme aumentó la profundidad (Fig. 4). Esto se podría explicar teniendo en cuenta las características del arrecife rocoso de la zona de estudio, en donde en los primeros 8 metros de profundidad las rocas son de gran tamaño, forman numerosas grietas y agujeros amplios que contribuyen a la complejidad topográfica y, asimismo, a que disminuya la competencia por espacio, proporcionando más lugares de refugio, alimentación, reproducción y reclutamiento, aumentando así el número de individuos y taxones (Aburto-Oropeza & Balart, 2001; Dominici-Arosemena & Wolff, 2006; Brotto *et al.*, 2007; Carminatto *et al.*, 2020). Además, durante la toma de datos, se registraron parches de coral a 5 metros de profundidad en el arrecife rocoso de El Laberinto, lo que también contribuye a la complejidad y heterogeneidad del hábitat y, por consiguiente, a la disponibilidad de refugio. Además, los corales propician condiciones

favorables para actividades vitales para la supervivencia y desarrollo de los peces (Almany, 2004; Coker *et al.*, 2014). En contraste, a partir de los 10 metros de profundidad se observó una reducción en el tamaño de las rocas y estas se encuentran más dispersas sobre el sustrato arenoso. Esta tendencia fue aún más notable con el aumento de la profundidad y finalmente a 20 metros, la mayor parte del sustrato está compuesta por arena y rocas pequeñas, lo que resulta en una menor complejidad estructural.

Además de la estructura del hábitat, existen numerosos factores físicos y biológicos que cambian con la profundidad, como el movimiento del agua (Fulton & Bellwood, 2005), la disminución de la luz, el suministro de larvas, la competencia y la depredación, que también pueden ser responsables de la disminución de la diversidad de peces a lo largo del gradiente (Brokovich *et al.*, 2008; Shima *et al.*, 2008; Jankowski *et al.*, 2015). Ahora bien, aunque se ha establecido que la abundancia de individuos también está relacionada con la complejidad topográfica, en este estudio se observó que, a pesar de la disminución en el número de especies, la abundancia total de peces se mantuvo relativamente similar a lo largo del gradiente de profundidad, esto se debe a que las especies más abundantes están presentes en todas o en la mayoría de las profundidades evaluadas.

Las conclusiones más importantes de nuestro estudio resaltan que la estructura de las comunidades de peces en el arrecife rocoso El Laberinto de Isla Gorgona está fuertemente influenciada por la complejidad estructural del hábitat, característica que se relaciona directamente con la profundidad, ya que disminuye con el aumento del gradiente, evidenciándose así diferencias significativas en la composición y distribución de especies a lo largo del mismo. La mayor riqueza de especies y diversidad se encontró en las zonas menos profundas, mientras que estas disminuyen progresivamente con el incremento de la profundidad. Además, las comunidades de peces son más homogéneas a mayores profundidades, destacando una alta disimilitud entre las zonas someras y profundas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al grupo de investigación de Ecología de Arrecifes Coralinos de la Universidad del Valle por su apoyo en la logística y realización del trabajo en campo y a la Autoridad del Parque Nacional Natural Gorgona por su cooperación durante la estadía en la isla. Agradecemos también a la Fundación para la Investigación y Conservación Biológica Marina (Ecomares) por el financiamiento otorgado que permitió hacer realidad esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Aburto-Oropeza, O. & Balart, E. F. (2001) 'Community structure of reef fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California', *Marine ecology*, 22(4), pp. 283-305.
- Almany, G.R. (2004) 'Differential effects of habitat complexity, predators and competitors on abundance of juvenile and adult coral reef fishes', *Oecologia* 141, pp. 105–113. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1617-0>
- Alzate, A. (2006) 'El papel del hábitat como un determinante de la estructura de la comunidad de peces arrecifales', Trabajo de Grado. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Alzate, A. & Zapata, F. (2007) 'Estructura de la comunidad de peces en dos formaciones coralinas de Isla Malpelo, Pacífico colombiano. p. 98-103. En: INVEMAR. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia. 2006. (Serie de Publicaciones Periódicas, INVEMAR; No. 8). Santa Marta.
- Baxter, L. (2004) 'A study of the reef fish communities of Las Perlas Archipelago, Panama'. Unpublished document. MSc Thesis, Heriot-Watt University, Edinburgh.
- Blackburn, T. M., Cassey, P., & Gaston, K. J. (2006) 'Variations on a theme: sources of heterogeneity in the form of the interspecific relationship between abundance and distribution', *Journal of Animal Ecology*, 75(6), pp. 1426-1439.
- Brokovich, E. *et al.* (2008) 'Descending to the twilight-zone: changes in coral reef fish assemblages along a depth gradient down to 65 m', *Marine Ecology Progress Series*, 371, pp. 253–262. <https://doi.org/10.3354/meps07591>.
- Brokovich, E. (2001) 'The community structure and biodiversity of reef fishes at the northern Gulf of Aqaba (Red Sea) with relation to their habitat', *Faculty of Life Sciences, Tel Aviv University, Israel*, 116.
- Brotto, D.S. *et al.* (2007) 'Comparative evaluation of fish assemblages census on an artificial reef', *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (4), 1157–1162.
- Brown, J.H. (1984) 'On the relationship between abundance and distribution of species', *Am. Nat.*, 124: 255-279.
- Brown, J.H. (1995) 'Macroecology', The University of Chicago Press, Chicago. 269 p.

- Carminatto, A. A. *et al.* (2020) 'Effects of habitat complexity and temporal variation in rocky reef fish communities in the Santos estuary (SP), Brazil', *Ecological Indicators*, 108, 105728. doi:10.1016/j.ecolind.2019.105728
- Castellanos-Galindo, G. A. *et al.* (2010) 'Tidal influences on fish distributions on tropical eastern Pacific rocky shores (Colombia)', *Marine Ecology Progress Series*, 416, 241-254.
- Chasqui, L. (Ed.). (2020) 'Biodiversidad de los arrecifes rocosos (riscales y morros) del Pacífico Norte Chocoano', Serie Publicaciones Generales N° 116 de INVEMAR. Santa Marta, Colombia. 318 p.
- Chávez-Comparán, J. C. (2009) 'Caracterización y estructura de la ictiofauna de arrecifes rocosos y coralinos en Punta Carrizal, Colima, México para fines de inventario y conservación de la diversidad animal', Universidad de Colima Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DJ020. México D. F.
- Coker, D. J. *et al.* (2014) 'Importance of live coral habitat for reef fishes', *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24, pp. 89-126.
- Dominici-Arosemena, A. & Wolff, M. (2006) 'Reef fish community structure in the Tropical Eastern Pacific (Panamá): living on a relatively stable rocky reef environment', *Helgoland Marine Research*, 60, 287–305. <https://doi.org/10.1007/s10152-006-0045-4>
- Eisele, M. H. *et al.* (2021) 'Drivers of reef fish assemblages in an upwelling region from the Eastern Tropical Pacific Ocean', *Journal of Fish Biology*, 98(4), pp. 1074-1090.
- Espinoza, M. & Salas, E. (2005) 'Estructura de las comunidades de peces de arrecife en las Islas Catalinas y Playa Ocotal, Pacífico Norte de Costa Rica', *Revista de biología tropical*, 53(3-4), pp. 523-536.
- Fulton, C.J. & Bellwood, D.R. (2005) 'Wave-induced water motion and the functional implications for coral reef fish assemblages'. *Limnol Oceanography*, 50: pp. 255–264.
- Galván-Villa, C. M. *et al.* (2010) 'Ensamblajes de peces arrecifales y su relación con el hábitat bentónico de la Isla Isabel, Nayarit, México', *Revista de biología marina y oceanografía*, 45(2), pp. 311-324.
- Galván-Villa, C. M. *et al.* (2011) 'Diversidad, estructura y variación temporal del ensamble de peces asociados al arrecife coralino de playa Mora, bahía de Tenacatita, México', *Hidrobiológica*, 21(2), pp. 135-146.
- García-Sais, J.R. (2010) 'Reef habitats and associated sessile-benthic and fish assemblages across a euphotic–mesophotic depth gradient in Isla Desecheo, Puerto Rico', *Coral Reefs*, 29(2), pp. 277–288.
- Gaston, K.J. (2003) 'The structure and dynamics of geographic ranges', Oxford University Press, Oxford. 266 p.
- Gaston, K.J. & T.M. Blackburn. (2000) 'Macroecology', Blackwell Science, Oxford. 377 p.
- Grove, J. S. *et al.* (1986) 'Distribución y ecología de la familia Pomacentridae (Pisces) en las Islas Galápagos'. *Revista de Biología Tropical*, 34(1), 127-140.
- Hammer, Q. *et al.* (2001) 'PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis'. *Palaeontol. Electron.*, 4: 1-9.
- Harmelin-Vivien, M. (1977) 'Ecological distribution of fishes on the outer slope of Tulear reef (Madagascar)', *Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp.*, 1: pp. 289-295.

- Ebeling, A & Hixon, M. (1991) 'Tropical and temperate reef fishes: comparison of community structures', *The ecology of fishes on coral reefs*, 509-563.
- Jankowski, M. W. *et al.* (2015) 'Depth gradients in diversity, distribution and habitat specialisation in coral reef fishes: implications for the depth-refuge hypothesis', *Marine Ecology Progress Series*, 540, 203-215.
- Jones, G. (2013) 'Ecology of rocky reef fish of northeastern New Zealand: 50 years on', *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 47(3), pp. 334–359.
- Lin, Y. *et al.* (2022) 'A Comparison of Fish Diversity in Rocky Reef Habitats by Multi-Mesh Gillnets and Environmental DNA Metabarcoding', *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, p. 874558.
- Magurran, A. E. (2013) 'Ecological diversity and its measurement', Springer Science & Business Media.
- Magurran, A. E. (2004) 'Measuring biological diversity', Blackwell Publishing, Oxford, England. 256 p.
- McGehee, A. (1994) 'Correspondence between assemblages of coral reef fishes and gradients of water motion, depth and substrate size of Puerto Rico', *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 105: 243-255.
- Menge, B. A. & Olson, A. M. (1990) 'Role of scale and environmental factors in regulation of community structure', *Trends in Ecology & Evolution*, 5(2), pp. 52-57.
- Robertson *et al.* (2024) 'Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea', Versión 3.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- Rubio, E.A. *et al.* (2013) 'Peces comerciales'. 315-345. En: Cantera y Londoño-Cruz (Eds.). 'Colombia pacífico, una visión sobre su biodiversidad marina'. Universidad del Valle, Cali, 420 p.
- Sale, P. F. (1977) 'Maintenance of high diversity in coral reef fish communities', *The American Naturalist*, 111(978), pp. 337-359.
- Schiel, D. R. & Foster, M. S. (1986) 'The structure of subtidal algal stands in temperate waters', *Oceanogr Mar Biol Annu Rev*, 24, pp. 265-307.
- Shima, J. S. *et al.* (2008) 'Quantifying site quality in a heterogeneous landscape: recruitment of a reef fish', *Ecology*, 89(1), pp. 86-94.
- Squalus. (2008) 'Pesquería artesanal de la zona norte del Pacífico colombiano: aportando herramientas para su co-manejo. Fase I: Caracterización espacial de las pesquerías artesanales', Informe Técnico Final. Squalus-ICA.
- Tobón-López, A. *et al.* (2008) 'Composición y análisis taxonómico de la ictiofauna del golfo de Tribugá, Pacífico norte de Colombia', *Latin american journal of aquatic research*, 36(1), 93-104.
- Terlizzi, A., & Schiel, D. R. (2009) 'Patterns along environmental gradients', *Marine Hard Bottom Communities: Patterns, Dynamics, Diversity, and Change*, pp. 101-112.
- Wellington, G.M. (1982) 'Depth zonation of corals in the Gulf of Panama: control and facilitation by resident reef fishes', *Ecological Monographs*, 52(3), pp. 223-241.
- Williams, D. McB. (1991) 'Patterns and processes in the distribution of coral reef fishes', 437-474. In: Sale, P.F. (Ed.). *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San Diego. 754 p.

- Zapata, F.A. (1990) 'Local and regional patterns of distribution and abundance in marine reef fishes'. Ph.D. Dissertation, University of Arizona, Tucson. 177 p.
- Zapata, F. A. (2001) 'Peces marinos de Gorgona: Generalidades', 107-110. En: Barrios, LM y M. López-Victoria (Eds.). '*Gorgona marina: Contribución al conocimiento de una isla única. Serie Publicaciones Especiales*', (7).
- Zapata F.A. *et al.* (2008) 'Peces asociados a sistemas rocosos y coralinos en Punta Cruces y Cabo Marzo' En: Giraldo López, A y Valencia Ramírez, B. (Eds.). '*Chocó, paraíso por naturaleza: Punta Cruces y Cabo Marzo*', Universidad del Valle. Cali-Colombia.
- Zapata, F.A. & Muñoz, C.G. (2011) 'Peces arrecifales'. 281-312. En: Cantera, J.R. y E. Londoño-Cruz (Eds.). '*Colombia Pacífico, una visión sobre su biodiversidad marina*', Programa Editorial Universidad del Valle, Cali, Colombia, 420 p.
- Zapata, F. A., & Morales, Y. A. (1997) 'Spatial and temporal patterns of fish diversity in a coral reef at Gorgona Island, Colombia', In *Proceedings of the 8th international Coral Reef symposium* (Vol. 1, pp. 1029-1034).

Tabla 1. Abundancia media ($\pm$ DE) general de peces (no. de individuos/60 m²) observada en 4 censos visuales realizados en transectos de 30 x 2 m en cuatro profundidades a lo largo del gradiente (5 m – 20 m) en el arrecife rocoso de El Laberinto, isla Gorgona, Pacífico Colombiano. F.O%: frecuencia de observación.

Especie	Profundidad				F.O%
	5	10	15	20	
Elopidae					
<i>Elops affinis</i>			2.0 $\pm$ 4.0	5.5 $\pm$ 11.0	12.5
Muraenidae					
<i>Gymnothorax castaneus</i>	0.2 $\pm$ 0.5				6.3
<i>Muraena lentiginosa</i>				0.2 $\pm$ 0.5	6.3
Holocentridae					
<i>Myripristis leiognathus</i>	1.7 $\pm$ 2.4				12.5
<i>Neoniphon suborbitalis</i>	0.5 $\pm$ 1.0				6.3
Mullidae					
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	3.7 $\pm$ 4.3		3.5 $\pm$ 7.0		18.8
Gobiidae					
<i>Coryphopterus urospilus</i>			0.2 $\pm$ 0.5		6.3
Carangidae					
<i>Caranx caninus</i>			3.0 $\pm$ 6.0		6.3
<i>Caranx melampygus</i>		4.0 $\pm$ 4.9	0.7 $\pm$ 1.5	5.5 $\pm$ 8.4	37.5
<i>Gnathanodon speciosus</i>			0.7 $\pm$ 1.5	0.7 $\pm$ 1.0	18.8
Tripterygiidae					
<i>Axoclinus lucillae</i>	1.7 $\pm$ 1.5				18.8
Chaenopsidae					
<i>Acanthemblemaria hancocki</i>	2.5 $\pm$ 3.8				12.5
Blenniidae					
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	3.7 $\pm$ 2.6				18.8
<i>Plagiotremus azaleus</i>	1.2 $\pm$ 1.9	1.7 $\pm$ 3.5	0.7 $\pm$ 1.0		31.3
Pomacanthidae					
<i>Holacanthus passer</i>	3.0 $\pm$ 2.9	2.2 $\pm$ 2.1	1.0 $\pm$ 1.4		50.0
Chaetodontidae					
<i>Chaetodon humeralis</i>	0.2 $\pm$ 0.5		1.0 $\pm$ 2.0		12.5
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	7.2 $\pm$ 3.9	1.0 $\pm$ 2.0	0.7 $\pm$ 1.5		37.5
Zanclidae					
<i>Zanclus cornutus</i>	0.2 $\pm$ 0.5				6.3
Acanthuridae					
<i>Acanthurus nigricans</i>	0.7 $\pm$ 1.0				12.5
<i>Acanthurus triostegus</i>	3.0 $\pm$ 6.0				6.3
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	2.0 $\pm$ 1.8	8.0 $\pm$ 14.1	0.2 $\pm$ 0.5	5.0 $\pm$ 10.0	43.8
<i>Prionurus laticlavus</i>	3.0 $\pm$ 4.2		0.2 $\pm$ 0.5	0.2 $\pm$ 0.5	25.0

Tabla 1. Continuación

Especie	Profundidad				F.O%
	5	10	15	20	
Diodontidae					
<i>Diodon hystrix</i>		0.2 ± 0.5			6.3
Tetraodontidae					
<i>Arothron hispidus</i>				0.5 ± 1.0	6.3
<i>Arothron meleagris</i>	0.5 ± 0.6		0.2 ± 0.5		18.8
<i>Canthigaster punctatissima</i>	2.2 ± 1.5	0.5 ± 0.5	1.5 ± 1.3		50.0
Balistidae					
<i>Balistes naufragium</i>	0.2 ± 0.5				6.3
<i>Balistes polylepis</i>			0.5 ± 1.0		6.3
<i>Sufflamen verres</i>	3.0 ± 0.0	3.5 ± 2.1	2.2 ± 1.7	0.5 ± 1.0	75.0
Kyphosidae					
<i>Kyphosus elegans</i>	0.5 ± 0.6				12.5
<i>Kyphosus vaigiensis</i>	0.2 ± 0.5				6.3
Cirrhitidae					
<i>Cirrhitus rivulatus</i>	0.5 ± 0.6				12.5
<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>	5.0 ± 4.1	2.7 ± 3.5	2.7 ± 0.5		75.0
Serranidae					
<i>Cephalopholis colonus</i>	36.5 ± 17.5	101.25 ± 76.5	78.5 ± 4.5	53.5 ± 19.7	100.0
<i>Cephalopholis panamensis</i>	0.7 ± 0.5		0.5 ± 1.0		25.0
<i>Epinephelus labriformis</i>	5.5 ± 1.7	3.0 ± 1.6	1.7 ± 2.9		62.5
<i>Serranus psittacinus</i>	1.2 ± 2.5	8.5 ± 9.3	6.0 ± 2.9	14.0 ± 4.7	75.0
Opistognathidae					
<i>Opistognathus panamaensis</i>			0.2 ± 0.5	0.2 ± 0.5	12.5
Malacanthidae					
<i>Malacanthus brevirostris</i>		3.0 ± 2.2	4.5 ± 1.0	3.7 ± 4.3	62.5
Lutjanidae					
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0.7 ± 1.0				12.5
<i>Lutjanus inermis</i>	0.2 ± 0.5				6.3
<i>Lutjanus viridis</i>	19.2 ± 31.0				12.5
Haemulidae					
<i>Haemulon maculicauda</i>	1.2 ± 2.5	34.7 ± 49.0			18.8
Pomacentridae					
<i>Abudefduf troschelli</i>	1.5 ± 1.7				12.5
<i>Azurina atrilobata</i>	42.7 ± 36.2	34.7 ± 26.2	56.5 ± 29.5	16.2 ± 26.2	87.5
<i>Microspathodon bairdii</i>	7.5 ± 5.4				18.5
<i>Microspathodon dorsalis</i>	12.5 ± 7.0				25.0
<i>Stegastes acapulcoensis</i>	3.7 ± 4.5				12.5

Tabla 1. Continuación

Especie	Profundidad				F.O%
	5	10	15	20	
Pomacentridae					
<i>Stegastes flavilatus</i>	9.5 ± 5.7	6.5 ± 8.5	1.5 ± 1.7		56.3
Labridae					
<i>Bodianus diplotaenia</i>	4.2 ± 5.0	5.0 ± 4.0	2.7 ± 3.8	0.2 ± 0.5	56.3
<i>Halichoeres chierchie</i>			0.7 ± 1.5	1.2 ± 1.8	18.8
<i>Halichoeres dispilus</i>	13.7 ± 18.9	66.2 ± 78.7	111.2 ± 91.2	91.2 ± 46.5	81.3
<i>Halichoeres melanotis</i>			0.2 ± 2.9	0.2 ± 0.5	18.8
<i>Halichoeres nicholsi</i>		0.5 ± 0.6			12.5
<i>Halichoeres notospilus</i>	1.5 ± 1.3				18.8
<i>Thalasoma lucassanum</i>	45.2 ± 17.3	5.2 ± 4.7	2.2 ± 2.6		68.8
Scaridae					
<i>Scarus gobban</i>	0.5 ± 1.0				6.3
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	0.5 ± 1.0				6.3
Scorpaenidae					
<i>Scorpaena mystes</i>		0.2 ± 0.5			6.3
<i>Scorpaenodes xyris</i>			0.2 ± 0.5		6.3

Tabla 2. Distribución batimétrica de peces observada a lo largo del gradiente de profundidad (5 m - 20 m) en el arrecife rocoso de El Laberinto, isla Gorgona, Pacífico Colombiano. A. Especies exclusivas: observadas en una sola profundidad. B. Especies con distribución continua: observadas en dos o más profundidades adyacentes. C. Especies con distribución discontinua: observadas en profundidades diferentes no adyacentes. Los porcentajes indican la abundancia relativa con respecto a la abundancia total en cada profundidad.

Especie	Profundidad			
	5	10	15	20
A. Especies exclusivas				
<i>Lutjanus viridis</i>	7.5%			
<i>Microspathodon dorsalis</i>	4.9%			
<i>Microspathodon bairdii</i>	2.9%			
<i>Stegastes acapulcoensis</i>	1.5%			
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	1.5%			
<i>Acanthurus triostegus</i>	1.2%			
<i>Acanthemblemaria hancocki</i>	1.0%			
<i>Axoclinus lucillae</i>	0.7%			
<i>Myripristis leiognathus</i>	0.7%			
<i>Abudefduf troschelii</i>	0.6%			
<i>Halichoeres notospilus</i>	0.6%			
<i>Acanthurus nigricans</i>	0.3%			
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0.3%			
<i>Cirrhitus rivulatus</i>	0.2%			
<i>Kyphosus elegans</i>	0.2%			
<i>Neoniphon suborbitalis</i>	0.2%			
<i>Scarus ghobban</i>	0.2%			
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	0.2%			
<i>Balistes naufragium</i>	0.1%			
<i>Gymnothorax castaneus</i>	0.1%			
<i>Kyphosus vaiginensis</i>	0.1%			
<i>Lutjanus inermis</i>	0.1%			
<i>Zanclus cornutus</i>	0.1%			
<i>Halichoeres nicholsi</i>		0.2%		
<i>Diodon hystrix</i>		0.1%		
<i>Scorpaena mystes</i>		0.1%		
<i>Caranx caninus</i>			1.0%	
<i>Balistes polylepis</i>			0.2%	

Tabla 2. Continuación.

Especie	Profundidad			
	5	10	15	20
A. Especies exclusivas				
<i>Coryphopterus urospilus</i>			0.1%	
<i>Scorpaenodes xyris</i>			0.1%	
<i>Arothron hispidus</i>				0.3%
<i>Muraena lentiginosa</i>				0.1%
B. Especies con distribución continua				
<i>Haemulon maculicauda</i>	0.5%	11.9%		
<i>Cantigaster punctatissima</i>	0.9%	0.2%	0.5%	
<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>	2.0%	0.9%	1.0%	
<i>Epinephelus labriformis</i>	2.1%	1.0%	0.6%	
<i>Holacanthus passer</i>	1.2%	0.8%	0.3%	
<i>Johnrandalia nigrirostris</i>	2.8%	0.3%	0.3%	
<i>Plagiotremus azaleus</i>	0.5%	0.6%	0.3%	
<i>Stegastes flavilatus</i>	3.7%	2.2%	0.5%	
<i>Thalasoma lucassanum</i>	17.7%	1.8%	0.8%	
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	0.8%	2.7%	0.1%	2.5%
<i>Azurina atrilobata</i>	16.7%	11.9%	19.6%	8.2%
<i>Bodianus diplotaenia</i>	1.7%	1.7%	1.0%	0.1%
<i>Cephalopholis colonus</i>	14.3%	34.6%	27.2%	26.9%
<i>Halichoeres dispilus</i>	5.4%	22.6%	38.5%	45.9%
<i>Serranus psittacinus</i>	0.5%	2.9%	2.1%	7.0%
<i>Sufflamen verres</i>	1.2%	1.2%	0.8%	0.3%
<i>Caranx melampygus</i>		1.4%	0.3%	2.8%
<i>Malacanthus brevirostris</i>		1.0%	1.6%	1.9%
<i>Elops affinis</i>			0.7%	2.8%
<i>Gnathanodon speciosus</i>			0.3%	0.4%
<i>Halichoeres chierchie</i>			0.3%	0.6%
<i>Halichoeres melanotis</i>			0.1%	0.1%
<i>Opistognathus panamensis</i>			0.1%	0.1%

Tabla 2. Continuación.

Especie	Profundidad			
	5	10	15	20
C. Especies con distribución discontinua				
<i>Prionorus laticlavus</i>	1.2%		0.1%	0.1%
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	1.5%		1.2%	
<i>Cephalopholis panamensis</i>	0.3%		0.2%	
<i>Arothron meleagris</i>	0.2%		0.1%	
<i>Chaetodon humeralis</i>	0.1%		0.3%	

Tabla 3. Resultados del análisis de porcentaje de similitud (SIMPER) para todas las profundidades agrupadas. Contribución porcentual de 10 especies a las diferencias entre conjuntos en todos los niveles de profundidad.

Especie	Contrib. %
<i>Halichoeres dispilus</i>	10.7
<i>Azurina atrilobata</i>	7.3
<i>Thalasoma lucassanum</i>	6.5
<i>Cephalopholis colonus</i>	5.6
<i>Haemulon maculicauda</i>	4.2
<i>Serranus psittacinus</i>	3.8
<i>Stegastes flavilatus</i>	3.6
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	3.2
<i>Bodianus diplotaenia</i>	2.9
<i>Microspathodon dorsalis</i>	2.9

FIGURA 1. Abundancia promedio de las 12 especies de peces más abundantes registradas a lo largo del gradiente de profundidad en el arrecife rocoso de El Laberinto, isla Gorgona, Pacífico Colombiano.

FIGURA 2. Relación entre la abundancia media (no. de individuos/60 m², considerando solo las profundidades donde las especies estaban presentes) y la amplitud de la distribución batimétrica, medida como el número de niveles de profundidad ocupados, entre 60 especies de peces observadas en el arrecife rocoso de El Laberinto, isla Gorgona, Pacífico Colombiano.

FIGURA 3. Variación en la media ($\pm$ SE) de: a) riqueza de especies, b) diversidad de Shannon-Wiener, c) dominancia de Simpson, d) número total de individuos por transecto y e) uniformidad de Pielou de la comunidad de peces a diferentes profundidades en el arrecife rocoso de El Laberinto, isla Gorgona, Pacífico Colombiano. Para cada caso, se muestran los resultados correspondientes de pruebas ANOVA con corrección Welch o Kruskal-Wallis de una vía. Las medias representadas con la misma letra difirieron según pruebas de comparación múltiple.

FIGURA 4. Relación entre el índice de complejidad topográfica relativa (ICTR) y a) profundidad, b) riqueza de especies, c) diversidad de Shannon y d) equitabilidad de Pielou.

FIGURA 5. Resultado del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), basado en la disimilitud de Bray-Curtis, que muestra diferencias entre conjuntos de peces en las diferentes profundidades evaluadas en el arrecife rocoso de El Laberinto, isla Gorgona, Pacífico Colombiano.









