

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

**PROGRAMA DE MAESTRIA EN ECOLOGÍA DE ZONAS COSTERAS CON
ORIENTACION AL MANEJO DE LOS RECURSOS COSTEROS MARINOS**

**CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LOS CALADEROS EN LA COSTA DE
PIXVAE, GOLFO DE CHIRIQUÍ, PACÍFICO PANAMEÑO.**

LUÍS AUGUSTO MONTES SÁNCHEZ

**Tesis presentada como uno de los
requisitos para obtener el grado de
Maestro en Ecología de Zonas Costeras
con Orientación al Manejo de los Recursos
Costeros Marinos.**

PANAMÁ, REPUBLICA DE PANAMÁ
2020

5

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiese sido posible, sin la colaboración de actores claves, aguerridos en la conservación del Parque Nacional Coiba y su Zona de Influencia; mis más sinceros agradecimientos a mi mentor y asesor principal, el profesor Ángel Vega por su valiosa orientación en todo el proceso, a mis co-asesores Yolanis Robles e Ítalo Gotí. A organizaciones como Conservación Internacional (CI) quienes brindaron el apoyo económico, a la comunidad de Pixvae que siempre me recibe con brazos abiertos y muy especial a la familia de Dive Base Coiba. A todos un millón de gracias.

- 6 SEP 2021.

Obsequio Autor

Índice	
1.0 INTRODUCCIÓN.....	8
2.0 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo General	15
2.2. Objetivos específicos	15
3.0 MATERIAL Y METODOLOGÍA	16
3.1 Área de estudio	16
3.2 Metodología	18
3.3 Caracterización del hábitat	19
3.4 Complejidad Estructural del Hábitat	21
3.5 Estructura de la comunidad íctica	21
3.6 Análisis estadístico	23
4.0 RESULTADOS	25
4.2 Complejidad estructural del hábitat	31
4.3 Análisis de la comunidad de peces	36
4.4 Descripción de las estaciones	43
5.0 DISCUSIÓN	92
Características del hábitat	92
Análisis de la comunidad de peces	94
6.0 CONSIDERACIONES DE MANEJO	99
7.0 CONCLUSIONES.....	102
8.0 RECOMENDACIONES	104
9.0 BIBLIOGRAFIA	105

Índice de Figuras

Fig.	Detalle	Pág.
1	Área de estudio, lo puntos rojos indican los sitios de muestreo asociados caladeros de pesca de la costa de Pixvae, Pacífico de Panamá. Escala 1:40000.	17
2	Imagen de video –transecto, analizada por el programa CPCE.	20
3	Resultado de las profundidades promedios y la complejidad topográfica (CT), en las estaciones de muestreo en la costa de Pixvae.	26
4	Categorías de fondos marinos y sus porcentajes de cobertura, en la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí, para los periodos de 2015 y 2016.	27
5	Porcentaje de cobertura de los principales grupos morfofuncionales, asociados a los caladeros de pesca en la costa de Pixvae.	29
6	Composición de la cobertura por especie de coral escleractino en la costa de Pixvae.	30
7	Algunos organismos encontrados en los ambientes costeros de Pixvae. A) <i>Pavona frondifera</i> ; B) <i>Astropyga pulvinata</i> .	30
8	Diversidad de Shannon-Weiner (H'), en las estaciones de muestreo de Pixvae, para los años 2015-2016, procesado con CPCE.	31
9	Efectos del fenómeno del niño en las comunidades coralinas de la costa de Pixvae. A) imagen tomada marzo 2015. B) misma colonia, foto agosto 2016	31
10	“Clúster” distancia Euclidiana – Método de Ward, de los atributos del hábitat para las 12 estaciones de muestreo en la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí	32
11	Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), muestra los patrones espaciales de afinidad de los sitios de muestreo en la costa de Pixvae.	35

12	Gráfico de valores de los índices de diversidad de Shannon-Weiner (H') y equidad de Pielou (J'), de la comunidad de peces en la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí.	38
13	Especies de peces dominantes en la costa de Pixvae, de acuerdo a los valores del Índice de Valor Biológico. A) periodo 2015; B) periodo 2016.	40
14	Estructura de los grupos tróficos en diferentes localidades de la costa de Pixvae. Elipse azul (grupo1), elipse roja (grupo 2), elipse verde (grupo 4) y espacio en blanco (grupo 3). Grupos según nMDS.	43
15	Índice de Valor Biológico para peces en la E1_BLBS, costa de Pixvae.	46
16	Esquema de Bajo la Boya.	47
17	Resultado del IVB – E2_BLB (2015/2016).	50
18	Comunidad de peces en Bajo la Boya	51
19	Esquema de la estación tres en Playa Gone (E3_PG), Pixvae.	52
20	Sitio – Playa Gone, parches del coral masivo <i>Pavona clavus</i> . A) Colonia saludable – 23/03/2015. B) Colonia cubierta de sedimentos y algas – 16/08/2016.	53
21	IVB de las especies de peces presentes en E3_PG, costa de Pixvae.	54
22	Esquematación de la localidad de Isla Muela, sector sur (arriba). A) Las mayores formaciones coralinas de la isla grupos de <i>Pocillopora</i> , <i>Pavona</i> y <i>Porites</i> . B) Estrella corona de espinas, alimentando de coral masivo – <i>Pavona</i> sp.	56
23	Fondo marino de Isla Muela sur, arreglo colonial del <i>Pavona clavus</i> . A y B) Primer periodo de muestreo (mar-may 2015). C y D) estado durante la segunda evaluación (ago 2016).	57
24	Resultado del IVB – E4_IMS (2015/2016).	59
25	Sur de Isla Muela. A) Cardumen de <i>Prionurus laticlavus</i> ; B) Avances de sardinas (Clupeidae); C y D) algunos peces loros comunes del sitio.	60

26	Esquematación de la localidad de Isla Muela, sector oeste (arriba). A) <i>Pavona clavus</i> . B) agregación de <i>Pentagaster cuminigi</i> .	61
27	Ambiente del sector oeste de Isla Muela. A) <i>Pavona clavus</i> - círculo rojo, muestra depredación por peces B) Juveniles de pargo amarillo C) <i>Gnatanodon speciosus</i> .	63
28	Resultado del IVB – E5_IMO (2015/2016).	64
29	Esquematación de la localidad de Isla Muela, sector este (arriba). A) Parches de <i>Pocillopora</i> ; B) Langosta espinosa - <i>Panulirus gracilis</i> .	66
30	Resultado del IVB – E6_IME (2015/2016).	68
31	Ambiente submarino del este de Isla Muela. B) <i>Haemulon maculicauda</i> . C) <i>Kipphosus vaigiensis</i> .	69
32	Norte de Isla Muela. A) Blanqueamiento de coral; B) <i>Pocillopora damicornis</i> y restos de redes de pesca.	70
33	Resultado del IVB – E7_IME (2015/2016).	72
34	Superior muestra el IVB para la E7_IMN / 2016. A) cardumen de pez Murcielago - <i>Chaetodipterus zonatus</i> ; B) Tiburón punta blanca de arrecife.	72
35	Esquema de la estación 8 – Bajo Ruth (E8_BR), Costa de Pixvae.	74
36	Resultado del IVB – E8_BR (2016).	76
37	Ambiente submarino de Bajo Ruth. Actividad de especies de peces coralinos.	76
38	Estación Bajo Moline 2 (arriba). Colonia de corales masivos. A) <i>Porites lobata</i> ; B) <i>Gardeniroseris planulata</i>	78
39	Ambiente de Bajo Moline 2. A) juveniles de pargo coli-amarillo. B) <i>Antennarius commerson</i> , en mimetismo con esponja.	80
40	IVB de la E9_BM II, grafica superior (2015) – inferior (2016).	81
41	Esquema del sitio Bajo Moline. A) <i>Porites lobata</i> ; B) <i>Pavona varians</i> , ambas especies en lucha con algas y sedimento.	82
42	IVB de la E10_BM, grafica superior (2015) – inferior (2016).	84
43	Imagen superior (A), muestra las condiciones de la Bahía de Pixvae, después de una intensa lluvia. Imágenes inferiores se percibe el	86

	aporte de sedimento en este sector B) <i>Pavona clavus</i> , C) roca tapisaza en sedimento y alga filamentosa	
44	IVB de la E11_IM, /2016	87
45	Esquematzación de la localidad Bajo Goyo – Ensenada de Rosario / Pixvae A) Coral negro dominante en estos ambientes <i>Myriopathes panamensis</i> , B) Mero de profundidad del Pacífico <i>Epinephelus quinquefasciatus</i>	89
46	IVB de la E12_IM /2015	90
47	Análisis de correspondencia canónica (CCA), de peces conspicuos relacionados con los atributos del hábitat	91

Índice de Cuadros

No.	Detalle	Pág.
1	Localidades (estaciones) de muestreos en la costa de Pixvae, golfo de Chiriquí	18
2	Detalle de las estaciones de muestreo asociada a los caladeros de pesca en la costa de Pixvae, Est (estación), nombre, código, coordenada, CT (complejidad topográfica), Prof (profundidad promedio) y Oq (número de oquedades)	25
3	Especies de organismos bentónicos, encontrados en las diferentes estaciones de muestreo en la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí	27
4	Resultados de ANOVA de una vía y comparaciones múltiples entre grupos de ambientes en la costa de Pixvae	36
5	Estructura de la comunidad de peces según IVB y frecuencia de ocurrencia	41
6	Resultados de la composición del fondo E1 mediante CPCE, 2015- 2016	44
7	Composición cobertura de sub categorías E1-2015/2016	45
8	Resultados de la composición del fondo E2 con CPCE, 2015-2016	48
9	Composición cobertura de sub categorías E2-2015/2016	49

10	Resultados de la composición del fondo E3 con CPCE, 2015-2016.	53
11	Composición cobertura de sub categorías E3-2015/2016.	54
12	Resultados de la composición del fondo E4 con CPCE, 2015-2016	56
13	Composición cobertura de sub categorías E4 2015-2016	58
14	Resultados de la composición del fondo E5 con CPCE, 2015-2016.	62
15	Composición cobertura de sub categorías E5_IMO 2015/2016.	62
16	Resultados de la composición del fondo E6 con CPCE, 2015-2016.	65
17	Composición cobertura de sub categorías E6_IME 2015/2016.	67
18	Resultados de la composición del fondo E7 con CPCE, 2015-2016.	71
19	Composición cobertura de sub categorías E7_IME 2015/2016.	71
20	Resultados de la composición del fondo E8 con CPCE, 2015-2016.	74
21	Composición cobertura de sub categorías E8_IME 2015/2016.	75
22	Resultados de la composición del fondo E9 con CPCE, 2015-2016.	78
23	Composición cobertura de sub categorías E9 con CPCE, 2015- 2016.	79
24	Resultados de la composición del fondo E10 con CPCE, 2015-2016.	83
25	Composición cobertura de sub categorías E10 (2015-2016).	83
26	Resultados de la composición del fondo E11 con CPCE, 2015-2016.	85
27	Composición cobertura de sub categorías E11 (2015-2016).	85
28	Resultados de la composición del fondo E11 con CPCE, 2015-2016.	89
29	Composición cobertura de sub categorías E12 (2015-2016).	89

RESUMEN

Con la finalidad de determinar relaciones existentes entre la composición del fondo y la presencia de peces conspicuos, en la costa de Pixvae, una de las principales comunidades del área de influencia del Parque Nacional Coiba. Se llevo un estudio entre marzo a mayo de 2015 y en agosto de 2016, donde se establecieron 12 transectos de 50 m en sitios asociados a caladeros. La composición del fondo fue registrada mediante la técnica de video transectos para estimar la cobertura de los grupos morfo-funcionales de bentos, para ello se establecieron 40 cuadrantes de 0.60 m² a lo largo de cada transecto y se realizaron censos visuales para conteo de peces (50 m x 5m). Los resultados indican que los ambientes marinos dominantes son tipo rocosos con promedio de cobertura de 60%, principalmente Bajo la Boya en Punta Pixvae, Isla Muela y bajos en la bahía de Pixvae, otro 18% lo componen arena-grava, un 12% coral duro, alga 8%, coral negro 1% y Octocoral 1%; No se dieron diferencias significativas en los índices de diversidad de Shannon-Weiner (H') en ambos momentos ($p > 0.05$). Se reportan 12 especies de coral escleractino de las 23 reportadas para el golfo de Chiriquí, 4 especies de octocorales y una especie de coral negro. La comunidad de peces estuvo compuesta por un total de 3 348 peces, que corresponden a 50 especies agrupadas en 34 géneros y 20 familias; la mayor riqueza se dio en ambientes rocosos (profundidad < 15 m) peces coralinos y la mayor abundancia (> 500) en bahía de Rosario (23 m de profundidad). Las familias con más especies fueron: Labridae (5), Haemulidae (5), Lutjanidae (4), Pomacentridae (4), Scaridae (4) y Serranidae (4) y el Índice de Valor Biológico (IVB) muestra que el pargo es un recurso con buena presencia en la mayoría de los sitios, esto ha generado presiones en el medio marino, que se pone de manifiesto en la dominancia de peces coralinos de tamaño pequeño y la poca presencia de depredadores tope; este estudio aporta información científica con la finalidad de promover herramientas de manejo que garanticen en uso sostenible de los recursos en este área de gran potencial.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the existing relationships between bottom composition and conspicuous fish in Pixvae coast, which is one of the main influences over Coiba National Park. The study was carried out from March to May 2015, and August 2016, where twelve transects of 50 m were established in known fishing grounds. Bottom composition was registered using video transect technique to estimate benthos morphi-functional group cover. For this section, 40 quadrants of 0.60 m² were established alongside each transect and visual censuses to count fish (50 m x 5 m) were conducted. The results indicate that dominant marine habitat type is rocky with 60% average cover, mainly in Bajo la Boya in Pixvae Point, Muela Island and Pixvae Bay lows. Another 18% consisted of sand-gravel, 12% hard coral, 8% algae, 1% black coral and Octocoral each. No significant difference was detected in Shannon-Weiner (H') diversity index during both campaigns ($p > 0.05$). We report 12 out of 23 Scleractinian species of coral accounted for the Gulf of Chiriquí, 4

species of Octocoral and one species of Black coral. The community of fish was composed of a total of 3,348 individuals, which correspond to 50 species grouped in 34 genera and 20 families. Coralline fish accounted for the highest species richness from rocky bottom grounds (depth < 15 m), and abundance (> 500) in Rosario Bay (23 m depth). The fish families with higher species number were: Labridae (5), Haemulidae (5), Lutjanidae (4), Pomacentridae (4), Scaridae (4), Serranidae (4) and the biological value index (BV) showed that snapper constitutes a resource with important presence in most sites. This has generated pressure in the ecosystem, which is reflected in the prevailing dominance of coralline fish and low numbers of top predators. In the present study we provide scientific information, promoting management tools to aide in sustainable management of the resources from this high potential region.

1.0 INTRODUCCIÓN

Durante siglos, la pesca ha constituido parte fundamental de la dieta y economía de muchas sociedades; a nivel de la región, es una actividad que data desde tiempos precolombinos, prospecciones arqueológicas realizadas por Cooke (1992) en localidades del Pacífico Oriental Tropical (POT), demuestra cómo los pobladores precolombinos aprovecharon una variedad de peces que incluye desde especies estuarinas, especies pelágicas que nadan en grandes cardúmenes, hasta depredadores demersales de aguas profundas y describe como fueron evolucionando las estrategias de captura, desde métodos simples asociados a la costa hasta la utilización de redes y embarcaciones.

Hoy en día la pesca de pequeña escala o artesanal es una actividad comercial de la cual depende un número plural de pescadores, ya que, representa una importante entrada económica para comunidades costeras quienes dedican su esfuerzo principalmente a la extracción de especies de peces de escama de alto valor comercial como es el grupo de los pargos, chernas, corvinas y robalos (Maté 2005).

En el Pacífico panameño, destacan importantes áreas de pesca como es el caso del Golfo de Chiriquí, este golfo se compone de 455 islas e islotes agrupados en cuatro archipiélagos (Las Perlas, Islas Secas, Islas Contreras e Isla Coiba), esta última presenta la mayor superficie y es la Isla principal del Parque Nacional Coiba (PNC), declarado Sitio de Patrimonio para la Humanidad por la UNESCO; aquí se han descrito las mejores formaciones coralinas de la región con superficie de cobertura de 1700 (ha), estos arrecifes presentan la mayor edad conocida para

Panamá con 5600 años, formados por estructuras verticales de 10-12 m de espesor y construidas principalmente por el coral *Pocillopora damicornis* (Glynn & Macintyre, 1977; Guzmán *et al.* 2004; ANAM 2009). Hasta la fecha esta área registra un total de 75 especies de corales: 23 especies de corales duros o escleractínidos, 3 especies de hidrocorales y 52 de octocorales, muchas de las cuales son endémicas o nuevas para la ciencia y que se están describiendo (Guzmán & Breedy 2008). Estos ambientes desempeñan un papel fundamental en el ciclo de vida de muchas especies y constituye la base de la industria pesquera por su relación con poblaciones de especies marinas de valor comercial (Maté 2005; Vega *et al.* 2016).

Según Roberts (2001), las reservas marinas son sitios de vital necesidad, debido a que sustentan las pesquerías locales, a través de la propagación de juveniles y adultos en función de la densidad. Sin embargo, la situación actual de los recursos pesqueros del PNC y sus zonas de influencia enfrentan un serio estado de amenaza, por temas asociados a la falta de ordenamiento, principalmente sobrepesca y degradación de hábitats (Glynn & Maté 1997; Maté 2005). La información disponible sobre el estado de los principales recursos pesqueros en el PNC y su zona de influencia, proviene de datos dependientes de las pesquerías, Vega (2016), indica que el pargo es un recurso de interés con volúmenes promedios de captura mayor al 50% en puerto Remedios y Puerto Mutis. Pero se conoce de manera popular que un número plural de pescadores utilizan la red de enmalle (trasmallo) como principal arte y no existen controles de uso tanto dentro como fuera del área protegida, acarreando efectos no solo sobre las especies objetivos, sino

también, sobre el hábitat y las funciones ecosistémicas de las especies (Ramírez-Ortiz *et al.*, 2017).

A nivel de la región, se ha documentado de manera tangible el impacto que han tenido las principales pesquerías; En un periodo de 40 a 50 años, la estructura de tallas de las principales especies objetivo ha disminuido considerablemente y la pesquería se ha diversificado de grandes peces longevas (depredadores), a pequeños peces con periodos de vida corto (Pauly *et al.* 1998; Sala *et al.* 2004; Bueno & Basurto 2009; Salas *et al.* 2007).

Científicos sugieren que, para un manejo costero efectivo, se requerirá de un entendimiento más profundo que los efectos de explotación. La relación entre las características de los hábitats y las comunidades de peces ha sido tratada ampliamente en la literatura científica alrededor del mundo y en diversos hábitats (Roberts,1995; Friedlander & Parrish, 1997; Ferreira *et al.* 2000; Gratwicke & Speight, 2004; Takeshi & Arakaki, 2012; Konyakova *et al.* 2013) pero no ha dejado de ser un tema polémico.

En lo que al POT respecta, los mayores aportes sobre la relación entre la característica del hábitat y comunidad de peces, provienen trabajos realizados en el Golfo de California. Autores como Aburto-Oropeza & Balart (2001), en el sector de La Paz, establecieron algunos descriptores del hábitat e identificaron que la complejidad topográfica es un factor determinante en la riqueza y diversidad de peces. Por otra parte, Villegas Sánchez *et al.* 2009, en la Isla San José, encontró que la riqueza, diversidad y abundancia, se incrementa con la profundidad. De igual manera indica que la rugosidad presenta una correlación positiva con la abundancia,

riqueza y diversidad de peces. En sectores de la Isla Isabel en Nayarit, Galván-Villa *et al.* 2010, encuentra coberturas de coral y roca altamente relacionadas con las especies dominantes de la isla, mientras que las zonas con mayor proporción de arena, esponjas y gorgonáceos influyen en menor medida sobre la diversidad de peces. Sin embargo, muchos autores coinciden que la estacionalidad en estas latitudes es un factor determinante en la estructura comunitaria.

Graham *et al.* 2011, estudiando la variación de las comunidades de peces de arrecife e invertebrados, en las principales Áreas Marinas Protegidas (AMP's) del corredor marino del POT, muestra que los efectos por sobrepesca como remoción de depredadores tope, está estrechamente ligado a cascadas tróficas que ocurren mayormente a lo largo de la costa continental con relación a sectores oceánicos.

En Panamá, existen pocos trabajos que evalúen el efecto que tiene la complejidad del hábitat sobre la estructura de la comunidad de peces arrecifales en áreas de acceso a la pesca. Dominici-Arosemena & Wolf (2006), en un estudio realizado en Bahía Honda y alrededores, mencionan que los peces de arrecifes han tenido que utilizar hábitats rocosos que predominan en el POT, resalta la importancia de estos ambientes en la zona costera e indica que estos mantienen una estrecha conectividad con el PNC, en las diferentes etapas de desarrollo de los peces, los patrones de distribución relacionados a la profundidad muestra que un 71.4 %, de las especies presentan tallas relativamente pequeñas en hábitats someros, mientras que las especies de mayor tamaño, se asocian a zonas profundas. Otro estudio realizado por Benfield *et al.*, (2008), donde compara los ensamblajes de las comunidades de peces en arrecifes coralino y comunidades

coralinas en el Golfo de Panamá, indica que la contribución de los arrecifes rocosos tropicales a la diversidad de peces, no debe pasarse por alto especialmente en regiones biogeográficas donde los arrecifes de coral están empobrecidos.

Las zonas de influencia del PNC como es el caso de la comunidad de Pixvae, presenta importantes recursos pesqueros que son aprovechados de manera local. Sin embargo, la incursión de pescadores foráneos con artes de pesca no selectivos (redes de enmalle o trasmallos), ha llevado a conflictos de uso de recurso con la comunidad, principalmente por el nivel de explotación y la degradación de hábitats; Considerando la representatividad del área y la conectividad al ser una de las principales áreas contiguas al PNC, que lo destacan como un sitio de interés turístico y pesquero, se hace necesario describir los componentes ecológicos que condicionan que la vida del área, a fin de salvaguardar de manera sostenible los recursos que son comúnmente utilizados por pescadores del sector de manera desordenada, afectando la productividad del sistema.

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Describir cómo se estructuran los ambientes y comunidades coralinas de la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí, que coinciden con caladeros, para apoyar la toma de decisiones sobre la creación de una zona de manejo especial para la pesca con líneas y anzuelo.

2.2. Objetivos específicos

1. Describir la composición de las especies coralinas y fauna bentónica asociada, en los principales caladeros de pesca de la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí.
2. Describir cómo se componen los fondos marinos asociados a los caladeros de pesca en la costa de Pixvae.
3. Determinar cómo se disponen las comunidades de peces conspicuos, asociados a los caladeros en la costa de Pixvae.
4. Establecer recomendaciones que apoyen la zonificación del área para lograr definir una zona de manejo especial para la pesca con líneas y anzuelos.

3.0 MATERIAL Y METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

La costa de Pixvae, se localizada en el borde sur-oriental del distrito de las Palmas, específicamente entre la zona que comprende de Punta Muerto a Punta Pixvae que limita con el distrito de Soná ($7^{\circ}51'48.11''$ N $81^{\circ}36'39.95''$ W – $7^{\circ}49'38.52''$ N $81^{\circ}35'19.26''$ W). Cuenta con una longitud aproximada de 18.74 Km de línea costera y un área de 1 387 hectáreas e incluye la Isla Muelita, Isla Moliné y Doña Juana. Su litoral se conforma de playas de arena y roca, sustratos fangosos asociados parches de manglar en la desembocadura de afluentes como río Mona, río Seco, río Pixvae, río Rosario y río de La Aguja. Esta es una de las principales comunidades costeras en el área de influencia del Parque Nacional Coiba, colinda con el sector norte del parque (archipiélago de las Contreras).

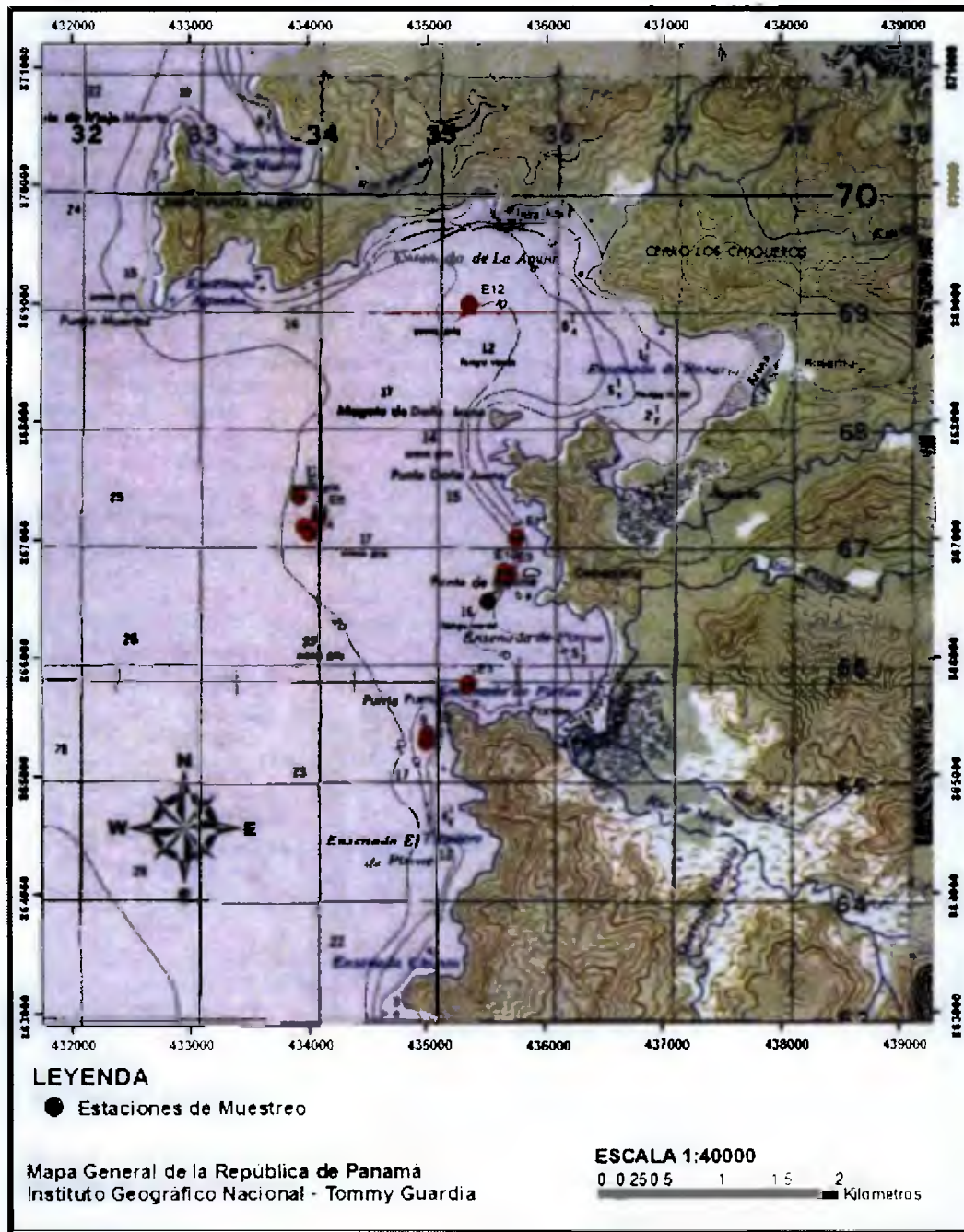


Fig. 1. Área de estudio, lo puntos rojos indican los sitios de muestreo asociados caladeros de pesca de la costa de Pixvae, Pacífico de Panamá. Escala 1:40000.

3.2 Metodología

Se consideraron los principales caladeros utilizados por pescadores artesanales de la comunidad de Pixvae, estos fueron georreferenciados con GPS, caracterizados mediante ecosondas e inmersiones con equipos de buceo autónomo; esta práctica se realizó en dos momentos: uno durante la temporada seca (marzo a mayo 2015) y otro durante la lluviosa (agosto 2016). Para determinar la composición de los fondos y saber cómo se dispone la comunidad de peces asociados, se establecieron 12 transectos (Fig.1), paralelos a la costa con profundidades máximas que varían entre 5 y 25 m.

Cuadro 1. Localidades (estaciones) de muestreos en la costa de Pixvae, golfo de Chiriquí.

Estación	Nombre	Código	Coordenadas		Prof. (m)
E1	Bajo la Boya S	BLBS	865285	435003	14
E2	Bajo la Boya	BLB	865349	435013	10
E3	Playa Gone	PG	865775	435351	5
E4	Isla Muela S	IMS	867054	434017	12
E5	Isla Muela O	IMO	867106	433981	16
E6	Isla Muela E	IME	867196	434105	8
E7	Isla Muela N	IMN	867358	433929	17
E8	Bajo Ruth	BR	866480	435512	11
E9	Bajo Moline II	BM II	866699	435697	14
E10	Bajo Moline	BM	866725	435659	9
E11	Isla Moline	IM	867013	435764	12
E12	Bajo Goyo	BG	868989	435351	25

3.3 Caracterización del hábitat

Para determinar los aspectos relacionados con la composición del fondo (cobertura de los principales grupos morfo-funcionales), se utilizó la técnica de videos transectos con cámaras digitales de video de alta resolución y la reproducción de archivos de video digital en monitores de computadora de alta resolución (1080), el trabajo consiste en filmar el substrato perpendicularmente al fondo, en un transecto de 50 m de largo (con la ayuda de una cinta PVC) por al menos, 0.6 m de ancho (30 m²). Para mantener el tamaño de cuadro de filmación constante, se utiliza un pequeño plomo amarrado a la cámara, a una distancia previamente calibrada para compensar la distorsión del lente en el agua y mantener el ancho mínimo de 0.6 m (Garza-Pérez 2011, modificado de Aronson & Swanson 1997).

Profundidad: Se calculó mediante un profundímetro estándar de buceo, en tres puntos del transecto, (al inicio, en medio y final), se utilizó el valor promedio de cada sitio de buceo.

Número de oquedades: Se contabilizaron todas las oquedades presentes, en cada zona de muestreo, independientemente del tamaño de las rocas.

Composición y cobertura de sustrato: Con el programa Coral Point Count con extensiones de Excel – V4.1 (CPCE – V4.1) Kohler & Gill (2006), se tomaron 40 imágenes de cada video transecto, a cada una de estas se le montó un marco o cuadrante de 0.60 m², donde se establecieron 12 puntos (480 puntos en total por transecto) y se identificó el tipo de fondo u organismo debajo de cada punto, para ello, se creó una base de datos con especies del Pacífico Oriental Tropical.



Fig. 2. Imagen de video –transecto, analizada por el programa CPCE.

Para obtener los porcentajes de cobertura se definieron 6 grupos morfo-funcionales: Coral, equinodermo, esponja, alga, roca y arena. La cobertura de cada grupo se estimó según la ecuación: $C = (N_p / 480) \times 100$, donde C es el porcentaje de cobertura de cada grupo morfo-funcional y N_p es el número de puntos observados en las 40 imágenes de cada video-transecto.

$$C = \left(\frac{N_p}{480} \right) \cdot 100$$

Datos que fueron arrojados por el programa, además del índice de diversidad de Shannon (H') y el de dominancia de Simpson (D), para los bentos.

Complejidad Topográfica: Se calculó para cada transecto, mediante el posicionamiento cuidadoso de una cadena (20 m), a partir del punto cero (0) del transecto de 50 m; se toma la distancia de la cadena siguiendo el contorno de fondo

(d) y se divide por la longitud de la cadena (f), la relación obtenida a la inversa, se toma como un valor de complejidad topográfica (CT), siendo cero (0) completamente plano y uno (1) máxima complejidad topográfica.

$$CT = 1 - \left(\frac{d}{f}\right)$$

3.4 Complejidad Estructural del Hábitat

La estimación de los niveles de complejidad estructural del hábitat se evaluó mediante análisis de clasificación "Cluster", tomando el porcentaje cobertura de los distintos grupos morfo-funcionales, la profundidad, número de oquedades y la CT. El análisis de clasificación, se realizó con el paquete estadístico PAST y se aplicó la distancia Euclidiana mediante el método de agrupamiento de Ward.

El dendrograma representa de manera clara, la manera de la que el algoritmo procede para reagrupar los individuos y luego los subgrupos. Al final, el algoritmo reagrupa progresivamente todas las observaciones. La línea de puntos representa el truncamiento y permite visualizar que grupos homogéneos fueron identificados. Para mayor afinidad, la información se ordenó mediante un Escalamiento Multidimensional no métrico (nMDS), las proximidades (similitud-disimilitud), ayudaron a definir los tipos de ambientes asociados a los caladeros.

3.5 Estructura de la comunidad íctica

La composición especies de peces (conspicuos) presentes y su abundancia, fueron descritas mediante el método de censos visuales por medio de buceo

autónomo, común en estudios de ecología de peces en este tipo de comunidades (Alzate *et al.* 2014), la ventaja de este tipo de muestreo es que es práctico, no destructivo y permite la estimación de la riqueza y abundancia de la ictiofauna con poco esfuerzo en campo. Para esto, se utilizaron los transectos ya establecidos en la descripción de los fondos (50 m de longitud) por 5 m de ancho; algunos autores indican que se obtienen muestras representativas para describir la estructura comunitaria en este tipo de ambientes, debido a que por una parte se estandariza la unidad de muestreo para fines comparativos, reduce el esfuerzo y la incertidumbre asociada al muestreo (Samoilys & Carlos 2000; Galván-Villa *et al.* 2010), pero es importante considerar que los ambientes del área de estudio, reciben descarga agua de ríos, escorrentía pluvial, factores que reducen la visibilidad.

Los censos se realizaron en horarios diurnos entre las 08:00 – 16:00 horas, los organismos encontrados, fueron identificados hasta nivel de especie con ayuda de la guía de identificación de Robertson & Allen (2015), y se reportaron sus respectivas abundancias por sitio. Se realizaron repeticiones en cada censo con la finalidad de depurar errores de datos. Con la información generada se conformó el elenco sistemático de los peces conspicuos, así mismo, se efectuó el análisis cuantitativo de los atributos ecológicos de los peces.

Diversidad: Se calculó mediante el índice de Shannon-Wiener H' (\log_{10}), el índice proporciona información sobre la comunidad al considerar tanto el número de especies como la abundancia de cada una, en los diferentes sitios muestreados.

$$H' = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \log_{10} \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Equidad: La equidad se evaluó con el índice de Pielou (1975). El valor máximo se alcanza cuando todas las especies son igualmente abundantes, por lo tanto, valores altos (cercaos a 1) equivalen a condiciones de uniformidad en la comunidad y valores bajos (cercaos a 0) indican dominancia de algunas especies.

$$J = H' / \ln (S)$$

Índice de Valor Biológico (IVB): propuesto por Sanders (1960), una de las características de este índice, es el balanceo entre la abundancia espacio-temporal de especies a través de la asignación de puntos en términos de la abundancia numérica en cada muestra (estación). En el cual se considera como una especie dominante a la que muestre constancia en su abundancia y frecuencia de aparición (Loya-Salinas & Escofet 1990) y recomienda usar el 95% de los individuos por muestra para eliminar datos carentes de información relevante. Para conocer cómo están organizadas la estructura de la comunidades de peces, las especies fueron agrupadas en 4 categorías según los resultados del IVB y la frecuencia de ocurrencia, especies abundantes (>115 puntos; frecuencia de 5.0-8.5%), frecuentes (50-114 puntos; frecuencia 2.4-4.9%), especies comunes (20-49 puntos, frecuencia de 0.9-2.3%) y especies raras (1-19 puntos con frecuencia de 0.1 a 0.8%).

3.6 Análisis estadístico

Para determinar si existían diferencias significativas de la abundancia y riqueza de especies, respecto a las características del hábitat, se aplicó un análisis

de varianza de una vía (ANOVA), en los casos donde se dieron diferencias se utilizó la prueba de Tukey HSD, para las posibles diferencias de abundancias según profundidad, se hicieron comparaciones múltiples.

Para conocer si existen diferencias significativas en cuanto a la diversidad y equidad en los dos años de estudio (2015-2016), se realizó una prueba t. Para los análisis univariados se utilizó el programa SPSS, se estimaron los intervalos al 95% de confianza.

Para mayor afinidad de la asociación entre las especies de peces más abundantes y su relación con el hábitat, se realizó un análisis de correspondencia canónica, este es un método que han desarrollado los ecólogos para relacionar las abundancias de especies con los atributos ambientales (Dominici-Arosemena & Wolf 2006).

4.0 RESULTADOS

Se realizaron un total de 51 inmersiones que corresponden a 58:02 horas de buceo, en las doce estaciones que coinciden con los caladeros utilizado por los pescadores de la costa de Pixvae. La profundidad promedio de los doce transectos en cada estación vario de 5 a 23 m. Por otra parte, la mayor complejidad topográfica (CT) se presentó en Isla Muela y el valor más bajo lo presento Playa Gone, una playa arenosa que muestra cierta estabilidad con formaciones de colares masivos dispersos.

Cuadro No. 2. Detalle de las estaciones de muestreo asociada a los caladeros de pesca en la costa de Pixvae, Est. (estación), nombre, código, coordenada, CT (complejidad topográfica), Prof. (profundidad promedio) y Oq. (número de oquedades).

Est.	Nombre	Codigo	Coordenadas	CT	Prof. (m)	Oq.
E1	Bajo la Boya S	BLBS	865285 435003	0.066	12	34
E2	Bajo la Boya	BLB	865349 435013	0.126	8	36
E3	Playa Gone	PG	865775 435351	0.025	5	17
E4	Isla Muela S	IMS	867054 434017	0.234	10	42
E5	Isla Muela O	IMO	867106 433981	0.295	12	32
E6	Isla Muela E	IME	867196 434105	0.093	7	70
E7	Isla Muela N	IMN	867358 433929	0.043	14	36
E8	Bajo Ruth	BR	866480 435512	0.050	11	38
E9	Bajo Moline II	BM II	866699 435697	0.224	8	40
E10	Bajo Moline	BM	866725 435659	0.124	7	46
E11	Isla Moline	IM	867013 435764	0.159	7	36
E12	Bajo Goyo	BG	868989 435351	0.123	23	14

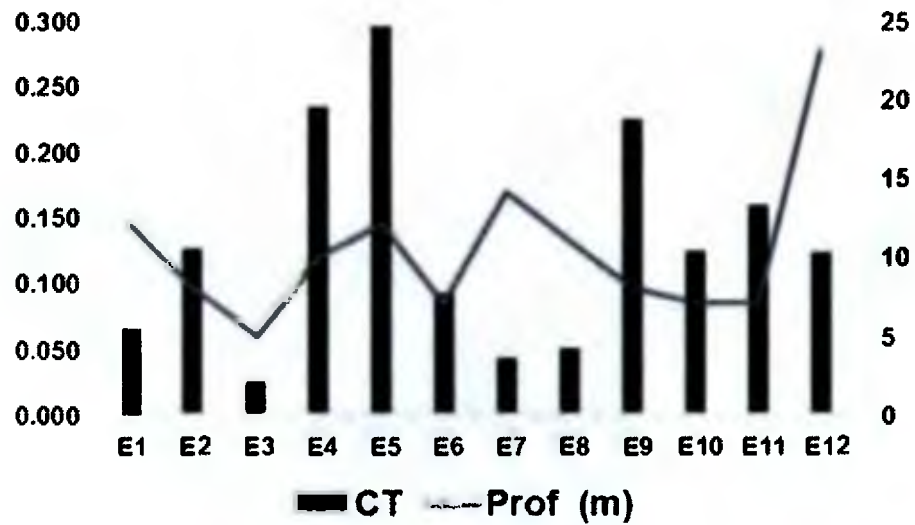


Fig. 3. Resultado de las profundidades promedio y la complejidad topográfica (CT), en las estaciones de muestreo en la costa de Pixvae.

4.1 Cobertura y composición del sustrato

Los porcentajes de cobertura en los dos periodos muestran que los fondos marinos de la costa de Pixvae asociados a los caladeros de pesca, están constituidos principalmente de roca en un 50 a 60 %, seguidamente de arena y grava en un 18% en los dos periodos, coral duro de un 12% a un 8 % para ambos periodos respectivamente, cobertura de alga vario de un 11 % a un 7 %, la cobertura de coral negro se mantuvo en un 2 %, octocorales de 1.5 % a un 0.70 %, esponjas se mantuvo en 1 % y equinodermos presento una disminución de 1.20 % a 0.60 %.

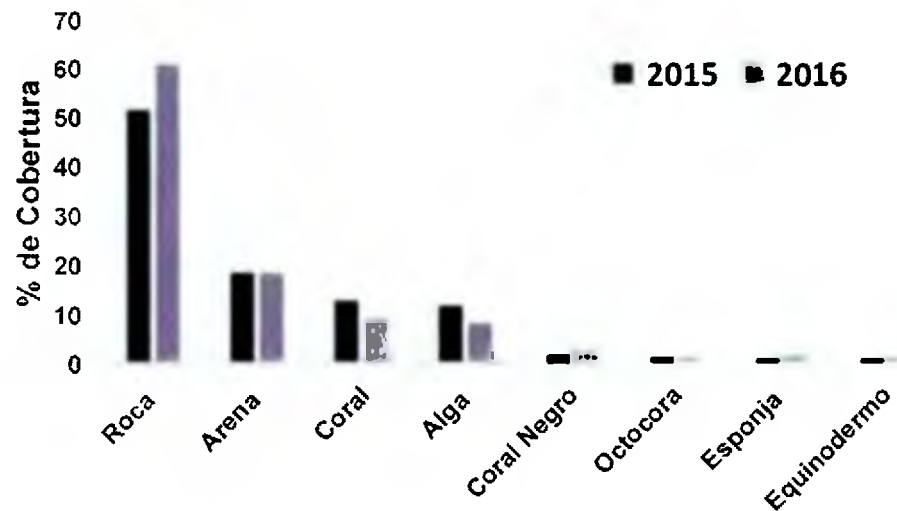


Fig. 4. Categorías de fondos marinos y sus porcentajes de cobertura, en la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí, para los periodos de 2015 y 2016.

Se encontraron un total de 12 especies de corales escleractínidos, 4 especies de corales blandos, una especie de coral negro del género *Myriopathes* y 6 especies de equinodermos (Cuadro No. 3).

Cuadro No. 3. Especies de organismos bentónicos, encontrados en las diferentes estaciones de muestreo en la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí.

Familia	Cod.	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
CORALES DUROS													
Pocilloporidae	PD	x		x	x	x	x	x		x		x	
	PE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	PEY				x	x	x						
Poritidae	PL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	PP		x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Agariciidae	GP									x			
	PCH									x		x	
	PC	x	x	x	x	x			x	x	x	x	
	PG	x	x					x	x	x	x	x	
	PV									x	x	x	
Siderastreidae	PS				x	x	x			x		x	

Isla Muelita (E7) un bajo rocoso y Bajo Goyo (E12) por ser un sitio profundo, pero con gran presencia de arreglos de corales negros. Por otra parte, la mayor riqueza de corales duros se dio en la Bahía de Pixvae (E9 – 10 especies; E10 – 9 especies) y alrededores de Isla Muelita (E4, E5 y E6, con 7 especies en cada sitio).

Los octocorales tuvieron presencia en la mayoría de los sitios, pero la mayor riqueza y cobertura se dio en Bajo la Boya (hasta 3 especies de Octocoral).

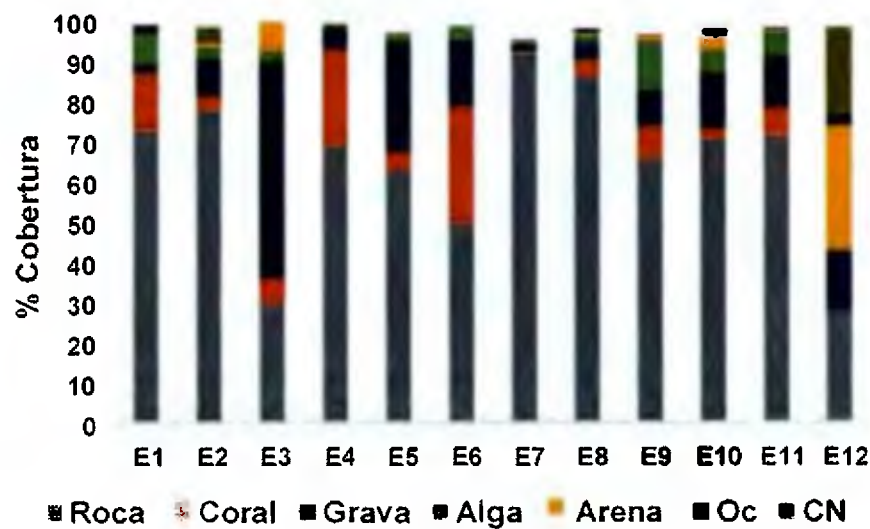


Fig. 5. Porcentaje de cobertura de los principales grupos morfofuncionales, asociados a los caladeros de pesca en la costa de Pixvae.

De las 12 especies de coral escleractino reportadas, la familia Pocilloporidae apporto cerca del 70% del total de cobertura de coral, representada principalmente por *Pocillopora elegans* (39.17%) y *P. damicornis* (33.96); *Porites lobata* apporto cerca de un 12%; *Pavona clavus* (7.92%) y *P. gigantea* (6.67%), entre la mas representativas.

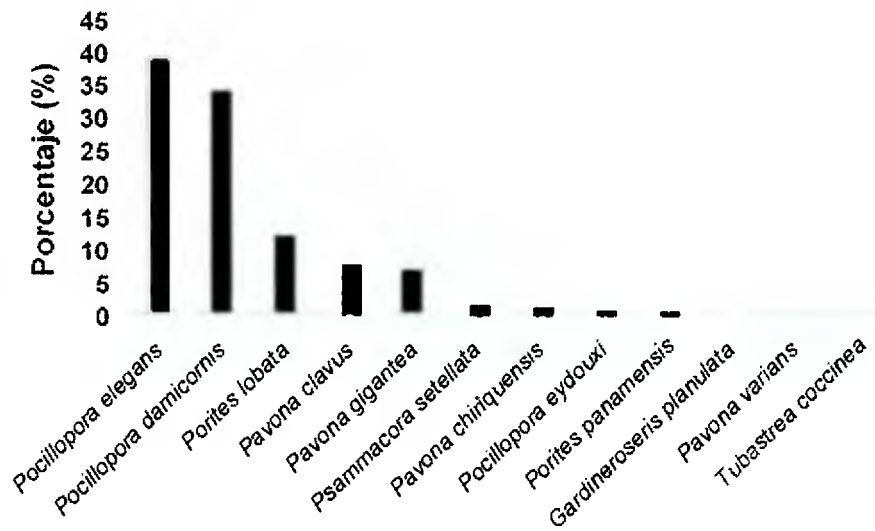


Fig.6. Composición de la cobertura por especie de coral escleractino en la costa de Pixvae.

Resulta importante dejar claro que este listado corresponde específicamente a especies registrada en los transectos. Ya que, durante las inmersiones se pudieron avistar una fauna muy diversa tanto de invertebrados bentónicos y peces.

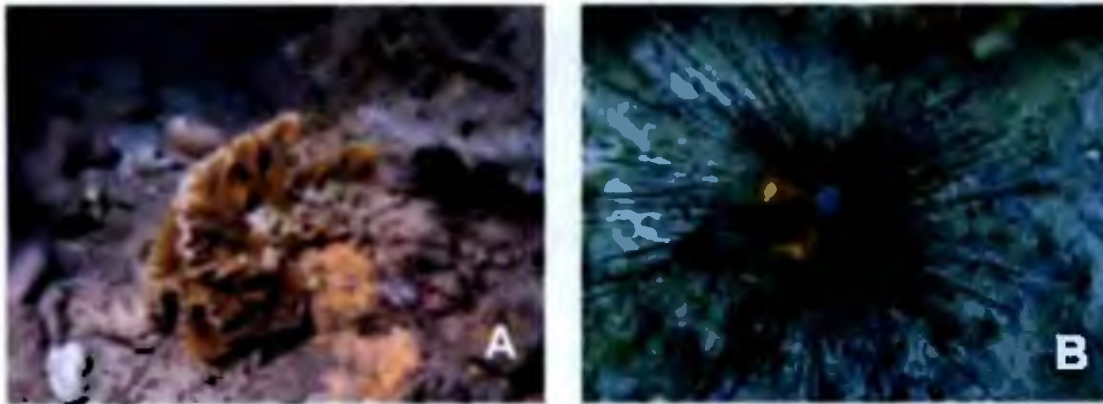


Fig. 7. Algunos organismos encontrados en los ambientes costeros de Pixvae. A) *Pavona frondifera*; B) *Astropyga pulvinata*.

Con los datos procesados con el CPCE, del índice de diversidad de Shannon-Weiner (H') en los dos periodos (2015-2016) no mostró diferencias significativas

($p > 0.05$). Sin embargo, fue evidente el deterioro de importantes arreglos coralinos en la transición de ambos periodos (fig. 8).

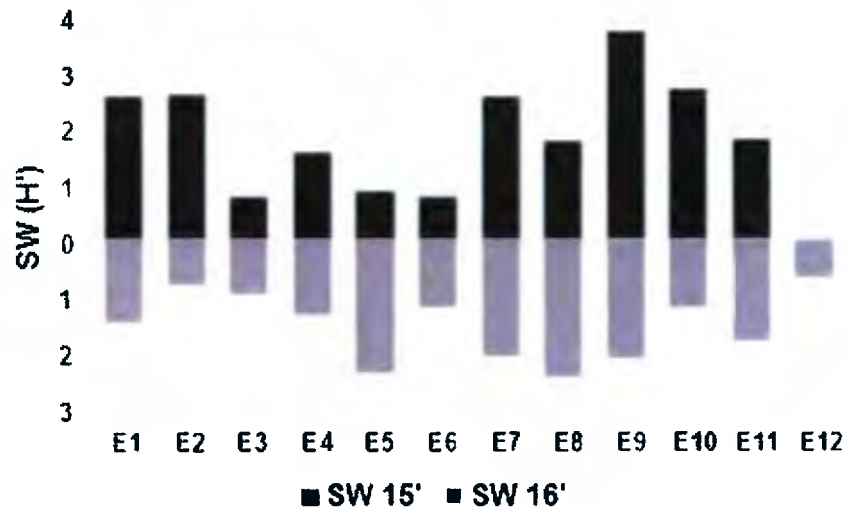


Fig. 8. Diversidad de Shannon-Weiner (H'), en las estaciones de muestreo de Pixvae, para los años 2015-2016, procesado con CPCE.

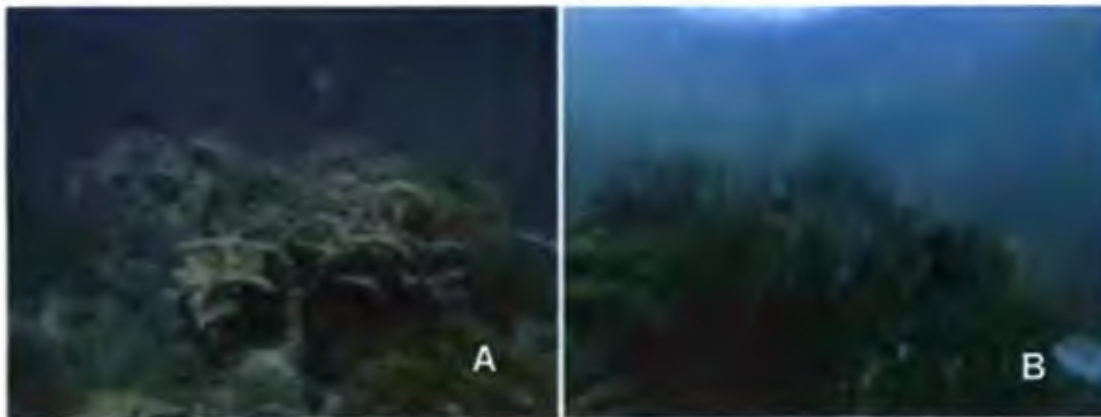


Fig. 9. Efectos del fenómeno del niño en las comunidades coralinas de la costa de Pixvae. A) imagen tomada marzo 2015. B) misma colonia, foto agosto 2016.

4.2 Complejidad estructural del hábitat

El análisis “Cluster” de los 12 transectos basados en los atributos del hábitat (cobertura de los grupos morfofuncionales, número de oquedades, profundidad,

complejidad topográfica) permitió identificar cuatro grupos de ambientes o fondos marinos.

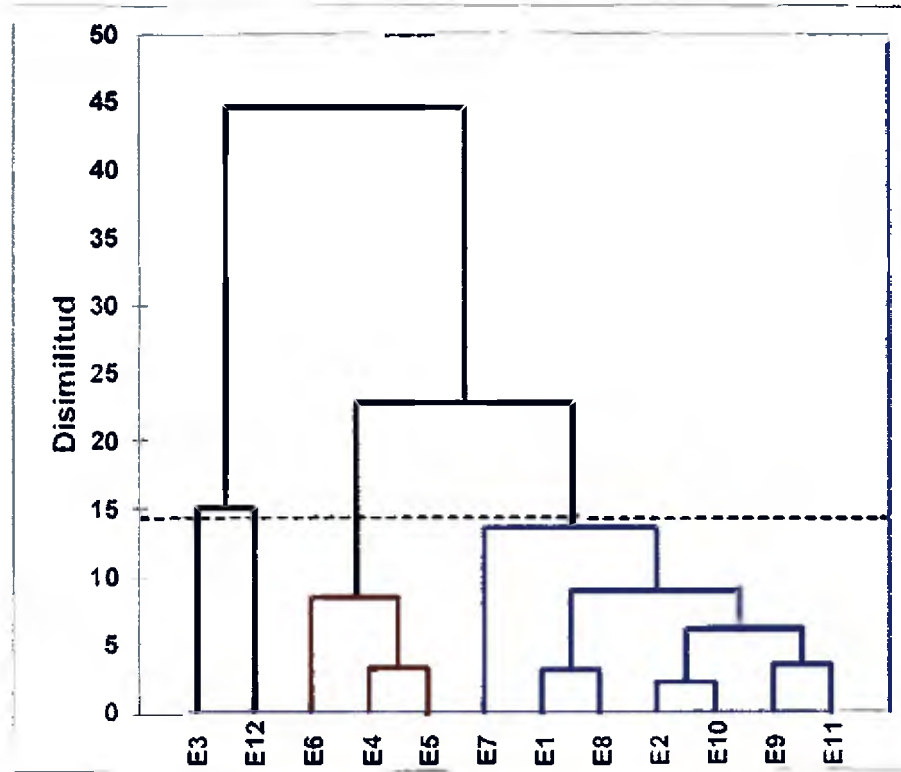


Fig. 10. "Clúster" distancia Euclidiana – Método de Ward, de los atributos del hábitat para las 12 estaciones de muestreo en la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí.

Ambiente de Fondos Rocosos (arrecifes rocosos): Son los fondos marinos dominantes en la costa de Pixvae, bajos de roca consolidada con superficies mayores a los 5 m, estos ambientes o bajos rocosos presentan profundidades que varían entre 7 a 14 m, compuestos de colonias de coral duro (ramificados y masivos) y octocorales; la roca se encuentran divididas por canales de arena-grava; su fauna la componen peces coralinos que aprovechan las grietas u oquedades para refugio de depredadores, este ambiente está dominado por peces de hábitos herbívoros principalmente, pero es común observar peces demersales, estadios juveniles de

familias Lutjanidae (*Lutjanus novemfasciatus*, *L. argentiventris*), serranidae (*Cephalopholis panamensis*, *Epinephelus labriformis*) y ocasionalmente peces nadadores activos (carangidos) que ingresan en gremios para alimentarse. De los 12 sitios muestreados, 6 presentan estas características: E1 y E2 (sector de punta Pixvae), E7 localizado al norte de Isla Muelita y las estaciones E8, E9, E10 y E11 que se localizan en la bahía de Pixvae.

Ambientes rocosos de paredes y roca pequeña: Ambiente característico del sector Sur, Este y oeste de Isla Muelita (estaciones E4, E5 y E6), por ser uno de los sectores más oceánicos presenta importantes arreglos coralinos, principalmente su cobertura, dominado por especies de la familia Pocillopora (*Pocillopora damicornis*, *P. elegans* y *P. eydouxi*), Poritidae (*Porites lobata*) y Agariciidae (*Pavona clavus*, *P. gigantea*); también, cuenta con diversidad de peces coralinos, de hábitos demersales y pelágicos que incursionan al sitio para jornadas de alimentación; igualmente, este sitio es utilizado como estación de limpieza para especies transitorias de tortugas marinas (*Eretmochelys imbricata* y *Chelonia mydas*). Estos sitios, se encuentran bordeando Isla Muelita, se componen de roca un tanto disgregada (menor de 1 m) y paredes de roca en el sector Oeste (E6), las grietas de las paredes sirven de refugio a peces coralinos (Pomacentridae, Pomacanthidae, Chaetodontidae y Holocentridae), que también utilizan los exuberantes arreglos que les brindan los octocorales (*Pacofigorgia irene*, *P. rubicunda*). Por otro lado, se observó que zonas de rocas pequeñas y disgregadas, son de importancia en el ciclo reproductivo de especies como el pez sargento (*Abudefduf troschelii*), las hembras adhieren los huevos a la roca y brindan cuidado parental, para evitar que peces

coralinos se alimenten de estos. También se observó presencia de equinodermos, principalmente estrellas marinas *Acanthaster planci* consumiendo diversos tipos de colonias de coral, desde arreglos de corales masivos, ramificados y hasta corales negros.

Ambientes someros con formaciones de corales masivos: Este ambiente corresponde al sitio de Playa Gone (E3-PG), cercano a punta Pixvae, cuenta con un fondo compuesto de arena-grava (esqueleto de coral) principalmente y arreglos de corales masivos (*Pavona clavus*) a profundidades menores a 8 m, con una fauna compuesta de peces juveniles de familias como Scaridae, Pomacentridae y Chaetodontidae, se aprecia poca densidad de peces y funciona como un sitio de criadero donde las especies pueden migrar a ambientes más profundos o hábitats cercanos, como arrecifes de corales masivos.

Ambientes de corales negros: Localizado en la bahía de Rosario (E12 – Bajo Goyo), es uno de los sitios más frecuentados por los pescadores del sector, cuenta con una profundidad promedio de 23 m y un fondo compuesto de arena-grava con importantes arreglos de corales negros que asemejan arbustos y que componen gran parte de la cobertura del transecto; Aquí confluyen grandes cardúmenes de peces (Haemulidos y Lutjanidos principalmente) y a diferencia de otros sitios, se observan grandes depredadores tope como pargos (*Lutjanus novemfasciatus*) y mero (*Epinephelus quinquefasciatus*), es un sitios muy productivo para la pesca del sector y sus atractivos lo potencian como un sitio de interés para el buceo recreativo.

La afinidad entre estos ambientes (similitud/disimilitud), que muestra el gráfico de Escalamiento Multidimensional no Métrico "nMDS" por sus siglas en inglés, indican que los sitios cuentan con gran afinidad, principalmente los **grupos 1 y 2** (que corresponde a ambientes rocosos y ambientes de paredes con roca pequeña), mientras que el **grupo 3** que corresponde a fondos someros de arena con arreglos de corales masivos, muestra distancia, lo que describe como un ambiente diferente, al igual que el **grupo 4** que corresponde a la E12 Bajo Goyo, uno de los sitios más profundos que cuenta con un ambiente característico compuesto principalmente de corales negros.

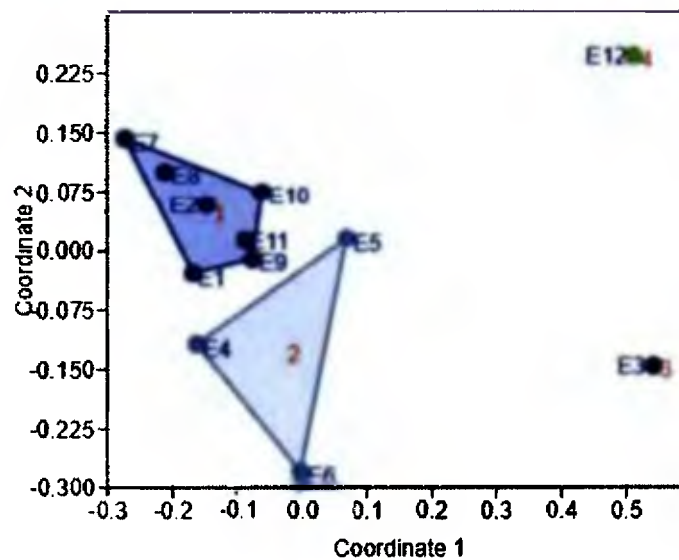


Fig. 11. Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), muestra los patrones espaciales de afinidad de los sitios de muestreo en la costa de Pixvae.

El ANOVA de un factor muestra diferencias significativas entre los grupos, respecto al número de oquedades, el índice de Simpson's, la riqueza y abundancia.



Cuadro No. 4. Resultados de ANOVA de una vía y comparaciones múltiples entre grupos de ambientes en la costa de Pixvae.

	<i>p</i>	F	Comparaciones múltiples
Diversidad de sustrato (índice de Simpson's)	0.000	0.73	grupo1=grupo2 ≠ otros grupos
Oquedades	0.005	7.939	grupo1=grupo2 ≠ otros grupos
Riqueza	0.003	9.191	grupo1=grupo2 ≠ otros grupos
Abundancia	0.000	20.387	grupo1=grupo2=grupo3≠grupo4

4.3 Análisis de la comunidad de peces

Se contabilizaron un total de 3 348 peces, agrupados dentro de 20 familias, 34 géneros y 50 especies. Las familias con más especies fueron: Labridae (5), Haemulidae (5), Lutjanidae (4), Pomacentridae (4), Scaridae (4) y Serranidae (4). Quince especies *Stegastes flavilatus*, *Canthigaster punctatissima*, *Abudefduf troschellii*, *Stegastes acapulcoensis*, *Lutjanus argentiventris*, *Haemulon maculicauda*, *Lutjanus guttatus*, *Cephalopholis colonus*, *Chaetodon humeralis*, *Johnrandallia nigrirostris*, *Scarus ghobban*, *Bodianus diplotaenia*, *Lutjanus inermis*, *Holacanthus passer* y *Neoniphon suborbitalis*, acumularon el 95% de la abundancia relativa con respecto al total.

Riqueza de especies

En general estuvo conformada por 50 especies, los sitios E1 y E2 (Bajo la Boya) ubicados en punta Pixvae y el sitio E10 (Bajo Moline) localizado en la bahía de Pixvae, presentaron la mayor riqueza con 25 especies, por otra parte, los valores más bajos se registraron en el sitio E3 (Playa Gone) y E12 (Bajo Goyo), con 11 y 12 especies respectivamente, los demás sitios no muestran una marcada diferencia con rangos que van de 15 a 21 especies. Al realizar un análisis de la varianza se mostró

diferencias significativas entre la riqueza de especies en las diferentes localidades ($p < 0.05$).

Abundancia

De las 50 especies, *Stegastes flavilatus*, *Canthigaster punctatissima*, *Stegastes acapulcoensis*, *Lutjanus argentiventis*, *Scarus gobban*, *Lutjanus guttatus*, *Abudefduf troschelli*, *Chaetodon humeralis*, *Haemulon maculicauda* y *Lutjanus inermis*, acumularon 52% de la abundancia total.

De acuerdo a las características del hábitat, la mayor abundancia se reportó en Bajo Goyo (E12) con 580 organismos y un promedio de 90.15, mostró diferencia significativa ($p < 0.05$) con relación los demás sitios. Seguidamente el sector de Bajo La Boya (E1 y E2) con 242 y 277 organismos, con promedios de 18.62 y 21.31 respectivamente, un aspecto importante de resaltar es que los ambientes de ambas localidades Bajo Goyo y la Boya, cuentan con presencia de corales negros; por otro lado, los alrededores de Isla Muelita especialmente el sector oeste que presenta importantes densidades de colonias de coral escleractino, se reportaron abundancias de 235 individuos con promedio de 27, su sector este (E5) 145 abundancia de 145 individuos con promedio de 14.5 y en su parte norte (E7) 191 individuos con promedio de 22; en la Bahía de Pixvae, sitio conocido como bajo Ruth (E8) se encontraron abundancia de 148 individuos con promedio de 15 y entre los ambientes con menos abundancias se encontraron sectores cercanos a isla Moline (E9 y E11) con abundancias de 74 y 95 individuos respectivamente con promedios de 7 a 10 individuos, el sector este de isla Muelita (E4) con 96 organismos y 12 de valor promedio.

Diversidad y Equidad

La diversidad mostró una diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo a la complejidad estructural del hábitat, encontrándose a Bajo Goyo (E12) como uno de los ambientes menos diversos, presento valores de mínimos $H' = 1.86$ bits/ind. y los máximos se reportan en Bajo Moline (E10) con valores de $H' = 2.88$ bits/ind., pudiendo sugerir que la diversidad varía en función de la profundidad y la presencia de fondos rocosos más complejos en lo que a topografía se refiere.

Por su parte la equidad no varía significativamente a excepción de Bajo Goyo (E12) que no mostro uniformidad indicando que este ambiente está dominado por cierto grupo de especies de peces.

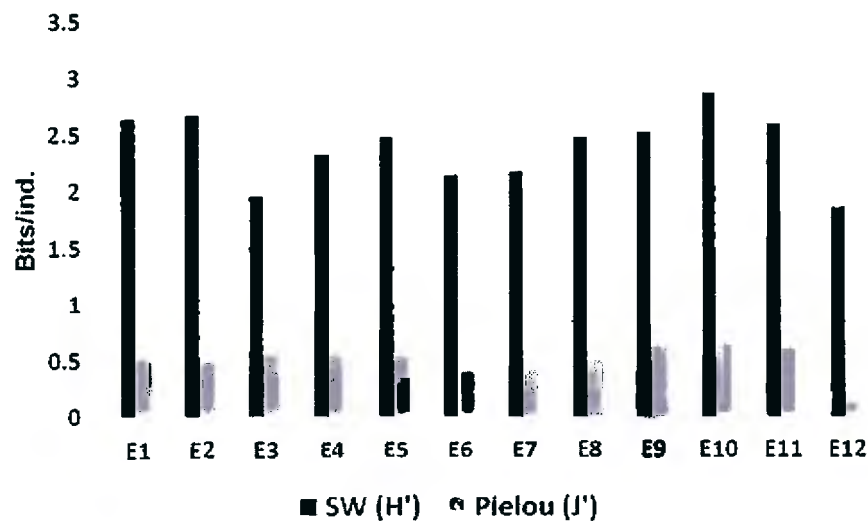


Fig. 12. Gráfico de valores de los índices de diversidad de Shannon-Weiner (H') y equidad de Pielou (J'), de la comunidad de peces en la costa de Pixvae, Golfo de Chiriquí.

Índice de Valor Biológico (IVB)

De acuerdo a los resultados del IVB general, 10 especies fueron consideradas dominantes para el año 2015, *Stegastes flavilatus* (8.74%), *Canthigaster punctatissima* (8.32%), *Abudefduf troschelii* (7.31%), *Stegastes acapulcoensis* (7.31%), *Haemulon maculicauda* (7.14%), *Cephalopholis colonus* (6.81%) y *Haemulon steindachneri* (4.29%). Mientras que para el 2016 fueron *Stegastes flavilatus* (8.23%), *Canthigaster punctatissima* (7.61%), *Stegastes acapulcoensis* (6.60%), *Lutjanus argentiventris* (5.63%), *Scarus ghobban* (5.63%), *Lutjanus guttatus* (5.19%), *Abudefduf troschelii* (4.84%), *Chaetodon humeralis* (4.22%) y *Haemulon maculicauda* (4.18%). Estas especies acumularon el 50% del puntaje total para ambos periodos. La dominancia de acuerdo a la complejidad estructural del hábitat y época del año nos indicó, que si bien, son casi las mismas especies, no se observaron cambios marcados de jerarquía, más allá del esfuerzo de muestreo.

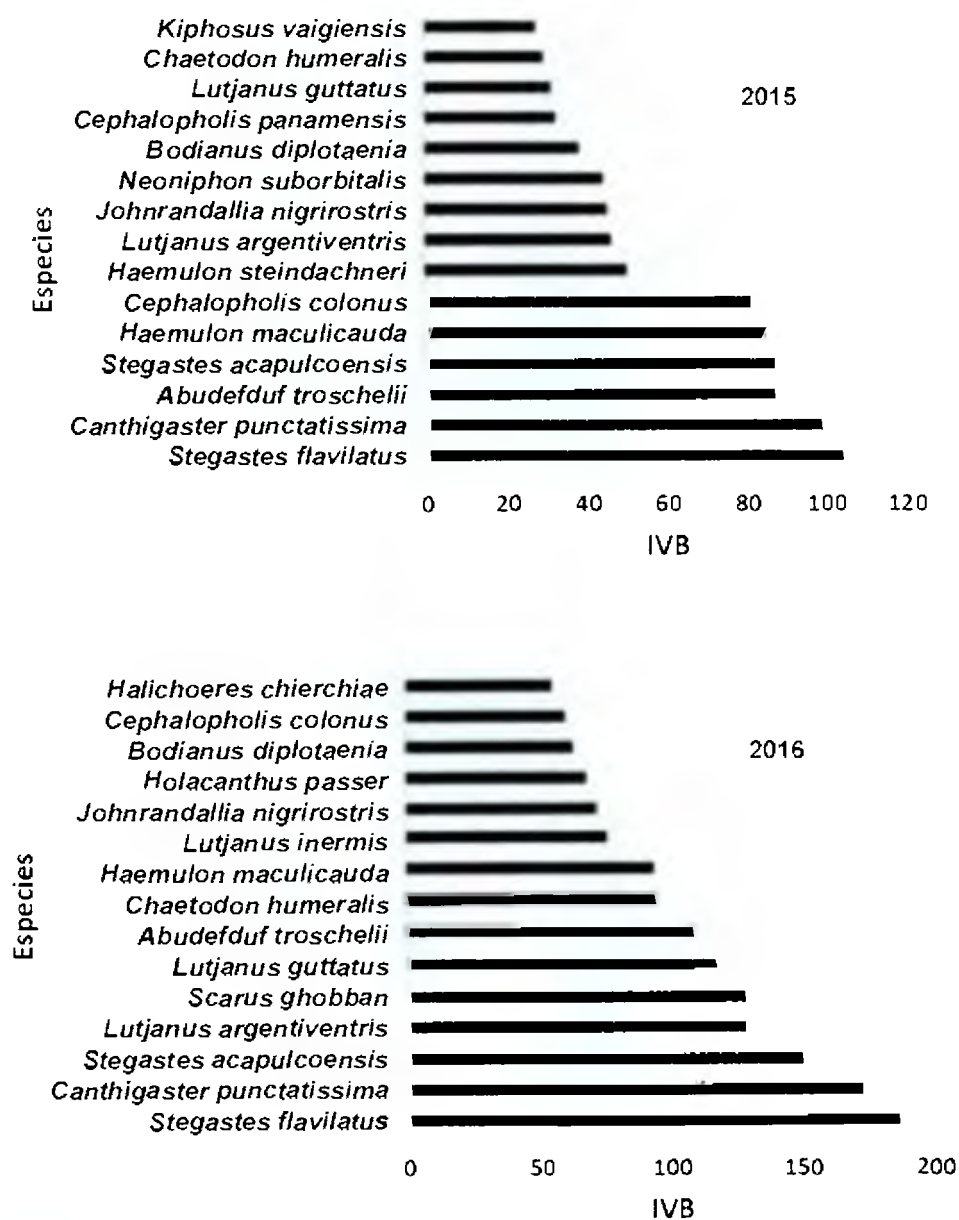


Fig. 13. Especies de peces dominantes en la costa de Pixvae, de acuerdo a los valores del Índice de Valor Biológico. A) periodo 2015; B) periodo 2016.

Según la puntuación obtenida en el IVB, 6 especies de peces fueron consideradas abundantes, 11 se consideraron frecuentes, 13 comunes y 12 se describieron como raras.

Cuadro No. 5. Estructura de la comunidad de peces según IVB y frecuencia de ocurrencia.

Especie	CODE	IVB	%	Categoría
<i>Stegastes flavilatus</i>	SFL	187	8.2	Abundantes
<i>Canthigaster punctatissima</i>	CPU	173	7.6	
<i>Stegastes acapulcoensis</i>	SAC	150	6.6	
<i>Lutjanus argentiventris</i>	LAR	128	5.6	
<i>Scarus ghobban</i>	SGH	128	5.6	
<i>Lutjanus guttatus</i>	LGU	118	5.2	
<i>Abudefduf troschelii</i>	ATR	110	4.8	Frecuentes
<i>Chaetodon humeralis</i>	CHU	96	4.2	
<i>Haemulon maculicauda</i>	HMA	95	4.2	
<i>Lutjanus inermis</i>	LIN	77	3.4	
<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	JNI	73	3.2	
<i>Holacanthus passer</i>	HPA	69	3	
<i>Bodianus diplotaenia</i>	BDI	64	2.8	
<i>Cephalopholis colonus</i>	CCO	61	2.7	
<i>Halichoeres chierchiae</i>	HCH	56	2.5	
<i>Microspathodon dorsalis</i>	MDO	54	2.4	
<i>Cephalopholis panamensis</i>	CPA	54	2.4	
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	AXA	47	2.1	
<i>Neoniphon suborbitalis</i>	NSU	47	2.1	
<i>Myripristis leiognathus</i>	MLE	42	1.8	
<i>Chaetodipterus zonatus</i>	CHZ	40	1.8	
<i>Kipphosus vaigiensis</i>	KVA	38	1.7	Comunes
<i>Halichoeres nicholsi</i>	HNI	38	1.7	
<i>Caranx caballus</i>	CCA	36	1.6	
<i>Sufflamen verres</i>	SVE	33	1.5	
<i>Prionurus laticlavus</i>	PLA	30	1.3	
<i>Thalassoma lucasanum</i>	TLU	28	1.2	
<i>Diodon holacanthus</i>	DHO	24	1.1	
<i>Pseudobalistes naufragium</i>	PNA	21	0.9	
<i>Epinephelus labriformis</i>	ELA	21	0.9	
<i>Scarus compressus</i>	SCO	18	0.8	
<i>Anisotremus taeniatus</i>	ATA	17	0.7	
<i>Haemulon flaviguttatum</i>	HFL	17	0.7	
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	SRU	17	0.7	
<i>Haemulon steindachneri</i>	HST	14	0.6	
<i>Scarus perrico</i>	SPE	13	0.6	
<i>Arothron hispidus</i>	AHÍ	10	0.4	

<i>Aluterus scriptus</i>	ASC	9	0.4	Raras
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	PZO	9	0.4	
<i>Gnathanodon speciosus</i>	GSP	8	0.4	
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	LNO	3	0.1	
<i>Epinephelus quinquefasciatus</i>	EQUI	1	0.1	

Grupos Tróficos

En cuanto a la organización de los grupos tróficos en las diferentes localidades, muestra que peces de carnívoros muestran mayor frecuencia en localidades de arrecifes rocosos y ambientes de corales negros (grupo 1, 2 y 3); Por otra parte, peces de hábitos omnívoros se asociaron a ambientes con mayor cobertura de coral duro y octocorales (grupo 1 y 2), al igual que los peces herbívoros; Los peces comedores de plancton, mostraron mayor frecuencia en la Bahía de Pixvae y los invertívoros móviles en zonas asociada a roca y coral (Grupo 1 y 2).

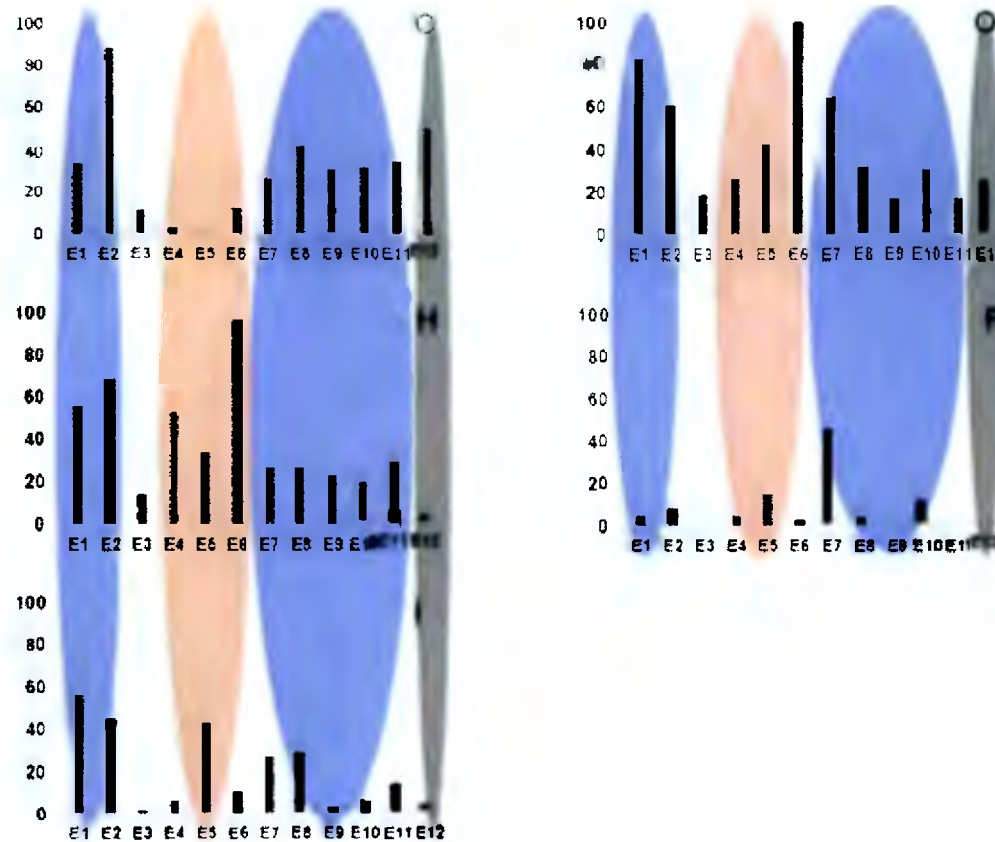


Fig. 14. Estructura de los grupos tróficos en diferentes localidades de la costa de Pixvae. Elipse azul (grupo1), elipse roja (grupo 2), elipse verde (grupo 4) y espacio en blanco (grupo 3). Grupos según nMDS.

4.4 Descripción de las estaciones

Durante la evaluación de los fondos en ambos periodos (2015 – 2016), se registra cierta variación en la composición de la comunidad íctica asociada a cada caladero, como también, se observaron cambios en el estado de condición de las formaciones coralinas presentes. A continuación, se describe cada estación de muestreo y se presentan los resultados sus principales indicadores ecológicos.

Punta Pixvae

Estación 1: Bajo la Boya sur

Se localiza a 550 m aproximadamente en dirección sur de punta Pixvae, el bajo es ocasionalmente utilizado por pescadores locales y es uno de los sitios con mayor influencia oceánica al igual que los de Isla Muela. Cuenta con un fondo constituido principalmente de roca y una superficie considerable de esta se encuentra cubierta de algas filamentosas.

Cuadro No. 6. Resultados de la composición del fondo E1 mediante CPCE, 2015-2016.

Categoría	2015			2016		
	%	SW	S	%	SW	S
Coral	11.5	0.88	0.45	14.58	1.00	0.56
Octocoral	5.0	0.99	0.59	2.08	0.50	0.32
Coral Negro	0.0	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Equinodermo	1.7	0.38	0.22	0.42	0.00	0.00
Esponja	0.0	0.00	1.00	0.21	0.00	0.00
Alga	29.0	0.31	0.17	7.50	0.00	0.00
Roca	50.0	0.00	0.00	72.92	0.00	0.00
Grava	2.3	0.00	0.00	2.08	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

En cuanto la presencia de organismos bentónicos, se reportan 5 especies de coral escleractinidos en donde *Pocillopora elegans*, fue la especie más cobertura, seguida de *Porites lobata*, en el sitio se pueden observar algunos arreglos dispersos de *Pavona gigantea* y *P. clavus*. Este sitio presenta se dan las mayores concentraciones de corales blandos, aunque no resulta representativa su aparición en los conteros de organismos bentónicos, se realizó la práctica de contero colonia por transecto y se reportan densidades hasta de 18 colonias del octocoral

Leptogorgia cuspidata, alrededor de 14 colonias de *L. alba*, *Paciforgia irene* y *P. rubicunda* en menores densidades (5 individuos). De igual manera, los conteos realizados muestran densidades del erizo marino *Diadema mexicanum*, hasta de 16 individuos por transecto (2015) y 29 contabilizados en el 2016.

Cuadro No. 7. Composición cobertura de sub categorías E1-2015/2016.

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Pocillopora elegans</i>	8.33	0.23	0.53	<i>Pocillopora elegans</i>	8.75	0.31	0.36
<i>Pocillopora damicornis</i>	1.04	0.22	0.01	<i>Pocillopora damicornis</i>	3.33	0.34	0.05
<i>Porites lobata</i>	1.25	0.24	0.01	<i>Porites lobata</i>	2.29	0.29	0.02
<i>Pavona clavus</i>	0.83	0.19	0.01	<i>Pavona gigantea</i>	0.21	0.06	0.00
<i>Leptogorgia alba</i>	1.46	0.36	0.09	<i>Leptogorgia alba</i>	1.67	0.18	0.64
<i>Leptogorgia cuspidata</i>	2.71	0.33	0.29	<i>Leptogorgia cuspidata</i>	0.42	0.32	0.04
<i>Paciforgia irene</i>	0.83	0.30	0.03	<i>Diadema mexicanum</i>	0.42	0.00	1.00
<i>Diadema mexicanum</i>	1.46	0.12	0.77	Esponja incrustante	0.21	0.00	1.00
Alga filamentosa	26.3	0.09	0.82	Alga filamentosa	7.50	0.00	1.00
Padina sp	2.71	0.22	0.01	Roca	72.9	0.00	1.00
Roca	50.0	0.00	1.00	Arena grava	2.08	0.00	1.00
Arena grava	2.29	0.00	1.00				

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

Los censos visuales realizados para la comunidad de peces reflejan que *Abudefduf troschelii*, *Haemulon maculicauda*, *Stegastes acapulcoensis*, *Canthigaster punctatissima* y *Lutjanus inermis* como las más abundantes. De igual manera, se encuentran peces de interés comercial como lo son pargos amarillos (*Lutjanus argentiventris*), pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) en etapas juveniles y sub adulto.

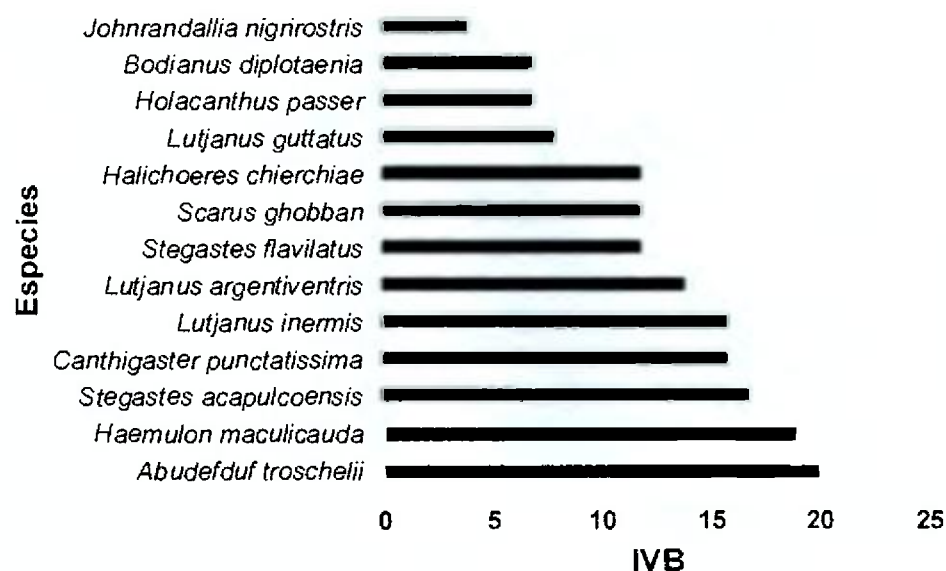


Fig. 15. Índice de Valor Biológico para peces en la E1_BLBS, costa de Pixvae.

Un aspecto importante fue la presencia de un tiburón juvenil punta blanca de arrecife (*Triacodon obesus*) que solo fue avistado en dos ocasiones durante todo el trabajo de campo (otro E7_IMN), también, se observan rayas del género *Dasyatis* en postradas sobre fondos arenosos e importantes cardúmenes de peces coralinos y algunas especies de morenas.

Estación 2: Bajo la Boya (E2_BLB)

Consiste en una piedra sedimentaria que sube del fondo desde una profundidad de 19 m en su parte este y 12 m en su lado oeste, en periodo de mareas bajas esta estructura rocosa emerge casi 1 m fuera de la superficie. Esta formación se dispone de norte a sur, en este último lado pasa un canal de arena a unos 14 m de profundidad seguidos de otra formación rocosa que se aproxima hasta unos 8 m

de la superficie, sus paredes rocosas están dominadas por Octocorales y algunas esponjas incrustantes (Fig. 13).

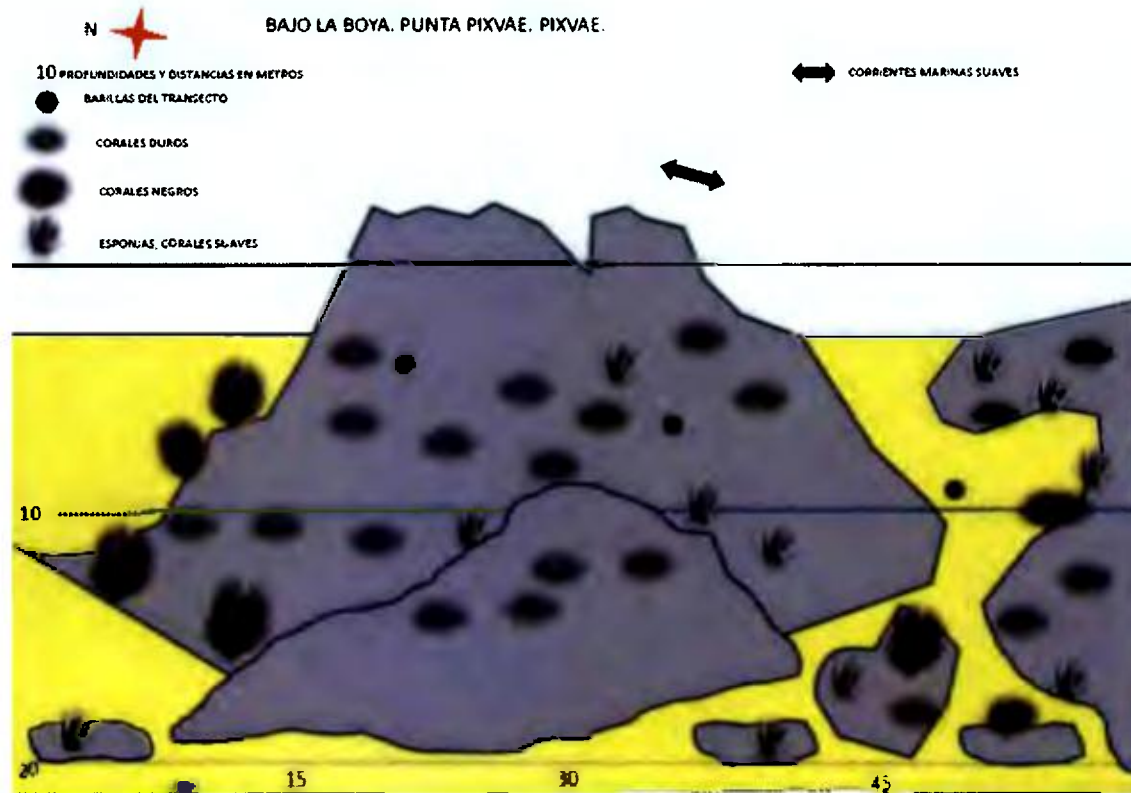


Fig. 16. Esquema de Bajo la Boya.

En su lado oeste, desciende hasta unos 28 m, donde se pueden observar algunas estaciones de limpieza de peces de la familia Labridae y Chaetodontidae, también cuenta con formaciones corales negros dispersos que cubren las rocas. A unos 5 m de la superficie, el bajo presenta una porción estable (plana), donde se observan las mayores proporciones de corales duros dominado por *Pocillopora* y sobre las paredes de la roca gran cantidad de Octocorales, de igual manera se aprecian grietas habitadas por peces (Holocentridae, Muraenidae, Serranidae, entre

otros) y equinodermos. Por ser un sitio utilizado por pescadores es común encontrar restos o artes de pesca abandonados como trasmallos, líneas de mano y anzuelos. La estación, presenta un porcentaje de cobertura de roca superior al 60% durante ambos periodos; se da poca cobertura de corales duros, los mayores arreglos coloniales presentes corresponden a especies como *Porites lobata* y *Pavona clavus*, *P. gigantea*. Por otra parte, es uno de los sitios que cuenta con la presencia del coral negro *Myriopathes panamensis*.

Cuadro No. 8. Resultados de la composición del fondo E2 con CPCE, 2015-2016.

Categoria	2015				2016		
	%	SW	S		%	SW	S
Coral	1.88	0.96	0.59		3.54	0.79	0.39
Octocoral	1.04	0.67	0.48		0.42	0.00	0.00
Coral Negro	1.46	0.00	0.00		3.33	0.00	0.00
Equinodermo	0.00	0.00	1.00		0.21	0.00	0.00
Esponja	2.50	0.29	0.15		0.83	0.00	0.00
Alga	11.67	0.66	0.47		2.92	0.00	0.00
Roca	64.17	0.00	0.00		77.92	0.00	0.00
Arena	0.00	0.00	1.00		1.25	0.00	0.00
Grava	17.08	0.00	0.00		9.38	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

Los conteos de Octocorales fue de 10 *Leptogorgia alba* y una colonia de *Pacifigorgia rubicunda*, poca presencia de equinodermos, se registra una estrella de mar *Pentagaster cuminigi*.

Cuadro No. 9. Composición cobertura de sub categorías E2-2015/2016.

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Porites panamensis</i>	0.83	0.36	0.20	<i>Pocillopora elegans</i>	0.21	0.17	0.00
<i>Porites lobata</i>	0.21	0.24	0.01	<i>Porites panamensis</i>	0.21	0.17	0.00
<i>Pavona gigantea</i>	0.83	0.36	0.20	<i>Pavona clavus</i>	0.42	0.25	0.01
<i>Pacifigorgia irene</i>	0.63	0.31	0.36	<i>Pavona gigantea</i>	2.71	0.21	0.58
<i>Leptogorgia alba</i>	0.42	0.37	0.16	<i>Leptogorgia alba</i>	0.42	0.00	1.00
<i>Myriopathes panamensis</i>	1.46	0.00	1.00	<i>Myriopathes panamensis</i>	3.33	0.00	1.00
Esponja erecta	0.21	0.21	0.01	<i>Pentaceraster cuminigi</i>	0.21	0.00	1.00
Esponja incrustante	2.29	0.08	0.84	Alga filamentosa	2.92	0.00	1.00
Alga filamentosa	7.29	0.29	0.39	Esponja incrustante	0.83	0.00	1.00
Roca	64.17	0.00	1.00				
Arena grava	17.08	0.00	1.00				

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

Para el periodo de 2015 las especies de peces que presentaron las mayores puntuaciones fueron: *Abudefduf troschelii*, *Stegastes acapulcoensis*, *Haemulon maculicauda*, *Stegastes flavilatus* y *Canthigaster punctatissima*. Sin embargo, para el segundo momento que corresponde a la temporada lluvia de 2016, adquiere protagonismo la familia Lutjanidae, donde *Lutjanus inermis*, *L. guttatus* y *L. argentiventris*, se incluyen dentro de las cinco especies de mayor valor en esa estación y de igual manera se mantiene las especies, *Haemulon maculicauda* y *Abudefduf troscheli*.

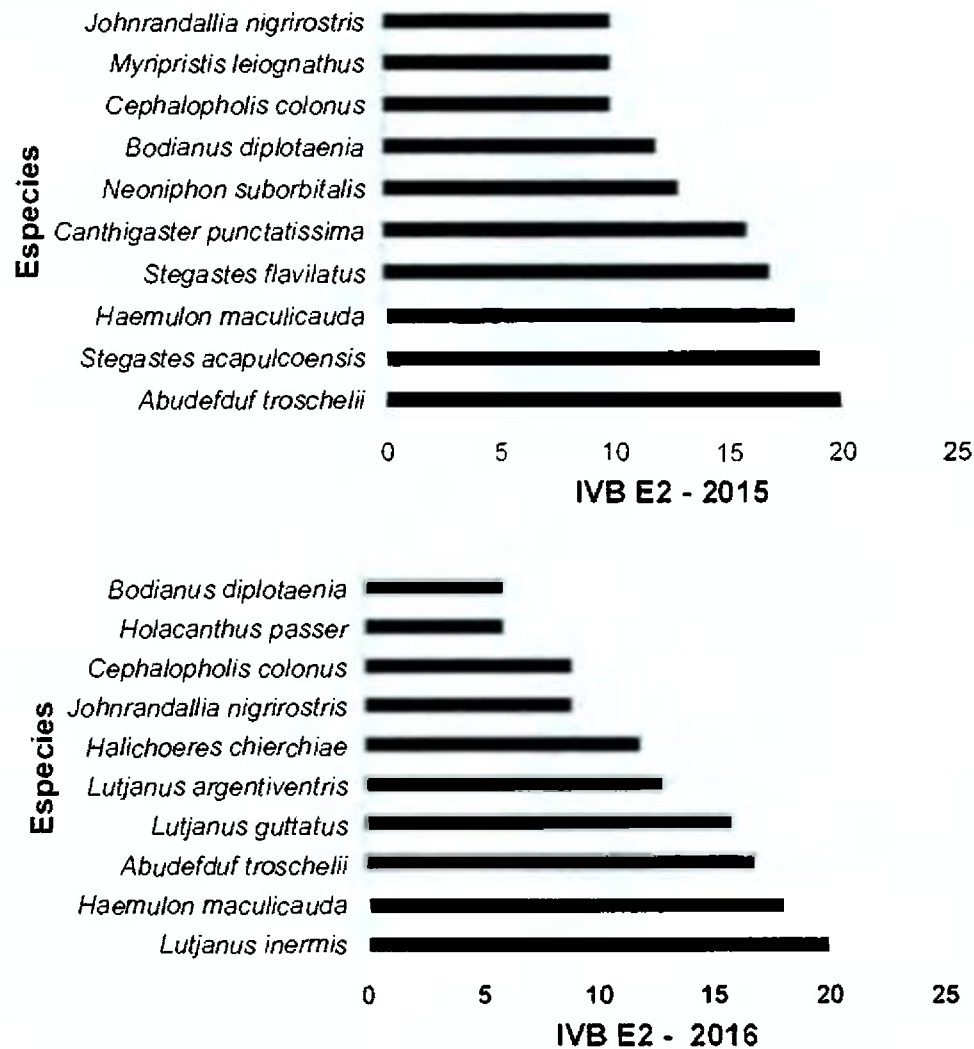


Fig. 17. Resultado del IVB – E2_BLB (2015/2016).

También adquieren importancia especies de peces coralinos como *Holacanthus passer*, *Bodianus diplotaenis* y *Johnrandallia nigrirrostris*, peces que sirven de agentes limpiadores a especies de pece de mayor tamaño. El sitio es de interés, presenta un ambiente productivo donde se pueden observar numerosas escuelas de peces que incluyen: rabirrubia (*Lutjanus inermis*), roncadores (*Haemulon maculicauda*), mamita o sandia (*Cephalopholis colonus*), entre otros.

En el primer momento de la evaluación de los fondos, la presencia de especies de hábitos herbívoros fue parcialmente escasa en todas las localidades; lo contrario sucedió en el segundo periodo donde grandes cardúmenes de peces cirujanos, se observaron varias localidades.



Fig. 18. Comunidad de peces en Bajo la Boya.

A) Roncadores, sandía, rabirrubias.



B) agrupaciones de peces cirujanos (*Prionurus laticlavus*), durante el periodo de agosto de 2016.

Estación 3: Playa Gone (E3_PG)

Próximo a punta Pixvae, cuenta con parches de rocas y formaciones de corales masivos, es un ambiente somero de 2 a 10 m de profundidad con influencia oceánica (luz y corrientes), se observan arreglos coralinos vivos de superficie considerable de la especie *Pavona clavus*, a pocos metros de profundidad ($\pm 7m$), y de manera dispersa en aguas más someras *Pocillopora damicornis* y *Porites lobata*. El fondo está compuesto principalmente de arena y restos de coral muerto.

Esta playa presenta una extensión aproximada de 200 m de arena blanca. Al desarrollar la segunda etapa del proyecto (época lluviosa), gran parte de la playa había desaparecido, producto de actividades extractivas para desarrollo de obras civiles. Las consecuencias de esta acción, se vieron reflejadas en las comunidades coralinas, ahogadas en sedimento causando la muerte de colonias de *Pocillopora damicornis* y grandes formaciones.

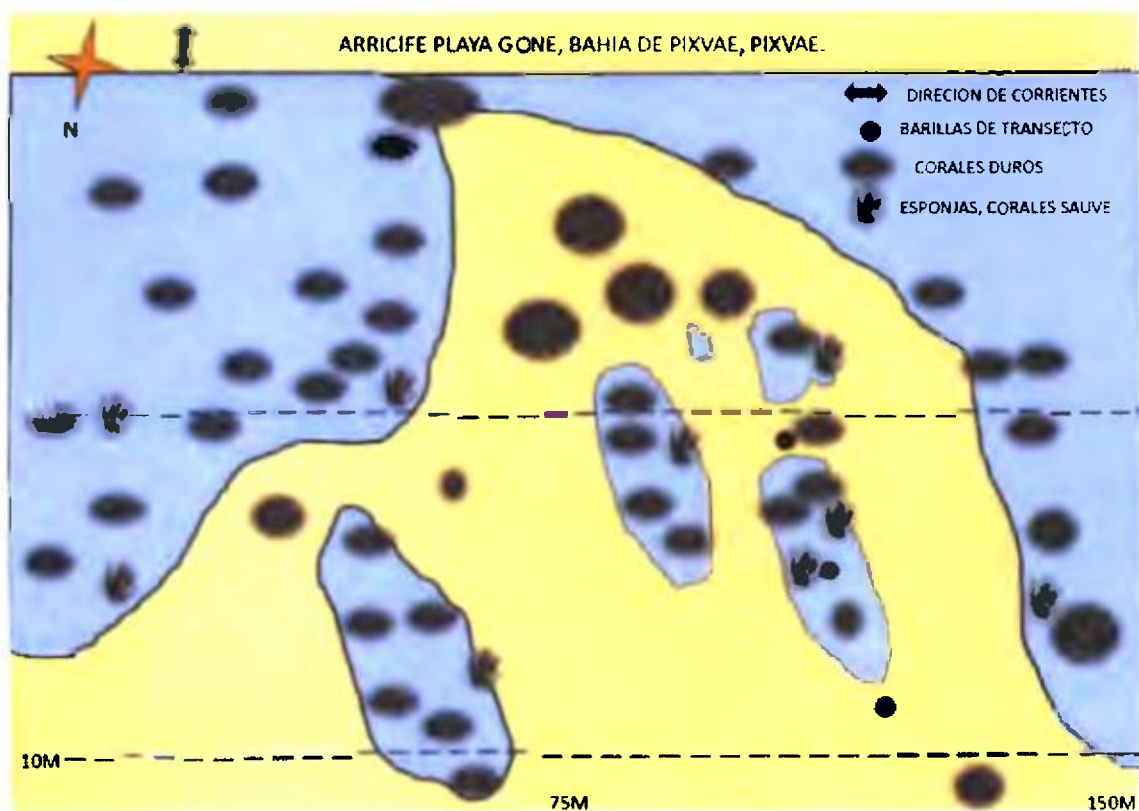


Fig. 19. Esquema de la estación tres en Playa Gone (E3_PG), Pixvae.

El sitio presentó el índice más bajo en complejidad topográfica, indicativo de tener un fondo relativamente estable (poca complejidad) que consiste en arena y se observan algunos arreglos coralinos de 1m de altura, principalmente de *Pavona clavus*, también, cuenta con parches de *Pocillopora damicornis*.

En el espacio de transición entre los periodos de muestreo las especies coralinas fueron influenciadas por el fenómeno del Niño, prueba de ello se expresa en el blanqueamiento coralino que se dio en los alrededores de Isla Muela; aunado a esto, otro tipo de presiones como lo es la extracción de arena de la playa Gone, tuvieron drásticas repercusiones en el estado de salud de las formaciones masiva de *Pavona sp*, que se encontraron en excelente estado durante el periodo 2015.

Cuadro No. 10. Resultados de la composición del fondo E3 con CPCE, 2015-2016.

Categoría	2015			2016		
	%	SW	S	%	SW	S
Coral	24.58	0.74	0.43	6.25	0.96	0.54
Esponja	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Alga	4.79	0.00	0.00	2.71	0.00	0.00
Roca	0.21	0.00	0.00	30.00	0.00	0.00
Arena	15.83	0.00	0.00	7.29	0.00	0.00
Grava	53.13	0.00	0.00	53.75	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

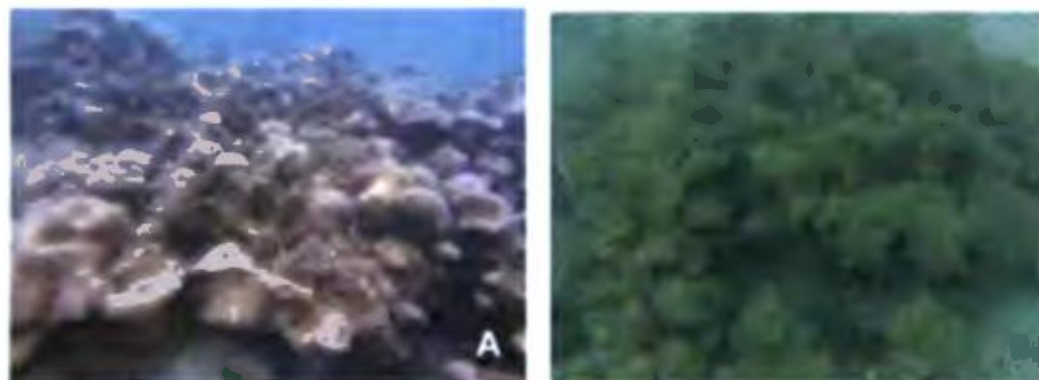


Fig. 20. Sitio – Playa Gone, parches del coral masivo *Pavona clavus*. A) Colonia saludable – 23/03/2015. B) Colonia cubierta de sedimentos y algas – 16/08/2016.

Cuadro No. 11. Composición cobertura de sub categorías E3-2015/2016.

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Pocillopora damicornis</i>	5.42	0.33	0.05	<i>Pocillopora damicornis</i>	1.88	0.36	0.09
<i>Porites lobata</i>	1.46	0.17	0.00	<i>Pocillopora elegans</i>	0.21	0.11	0.00
<i>Pavona clavus</i>	17.71	0.24	0.52	<i>Porites lobata</i>	0.42	0.18	0.00
Alga filamentosa	4.79	0.00	1.00	<i>Pavona clavus</i>	3.75	0.31	0.36
Esponja incrustante	1.46	0.00	1.00	Alga filamentosa	2.71	0.00	1.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

La comunidad de peces estuvo compuesta de 12 especies, etapas juveniles del pez loro (*Scarus ghobban*), pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*); uno de los ambientes menos diversos en comparación con las demás localidades del estudio.

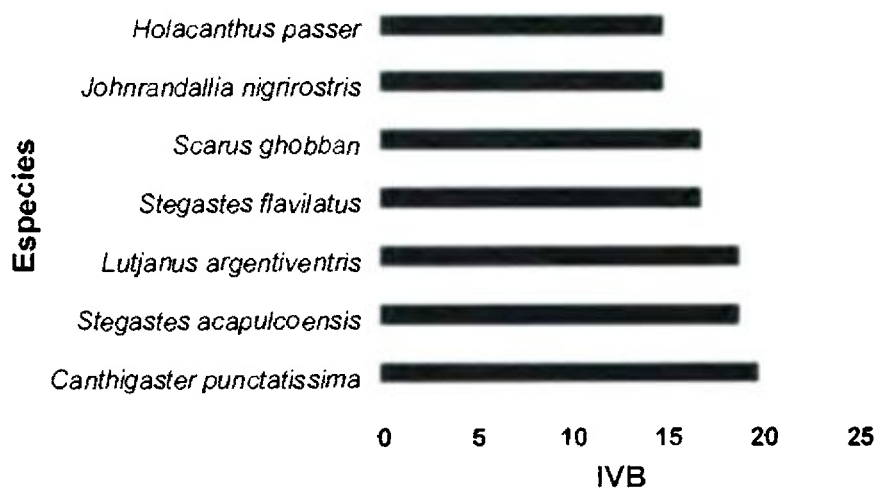


Fig. 21. IVB de las especies de peces presentes en E3_PG, costa de Pixvae.

ISLA MUELA

Ubicada en la entrada de la Bahía de Pixvae, consiste en sistema de piedra sedimentaria que conforma un arrecife rocoso con formaciones coralinas dispersas, cuenta con características particulares que se aprecian en sentido este de la Isla (hacia el continente), con el lado oeste (hacia el océano). El área se caracteriza por presentar los mayores porcentajes de cobertura de coral de la costa de Pixvae, posiblemente porque se encuentra en un área con mayor influencia oceánica. Estos ambientes cuentan con una variada ictiofauna de peces coralinos y también es frecuentado por peces de hábitos pelágicos como: *Selene peruviana*, *Caranx sexfasciatus*, entre otros. Pero dominan los peces de arrecife, principalmente las pertenecientes a las familias Pomacentridae, Holocentridae y Scaridae.

Estación 4: Isla Muela Sur (E4_IMS)

Consiste en un promontorio de piedra que se eleva de 6 a 8 m en su parte más cercana a la superficie, está relativamente plana (su parte somera) y abarca un área próxima a los 30 m², al igual que la zona oeste cuenta con características oceanográficas adecuadas para el asentamiento de organismos coralinos, en donde se pudieron observar grandes colonias de corales masivos como *Pavona clavus* y *Porites lobata*, de igual forma, se observan parches de *Pocillopora* (*P. elegans* y *P. damicornis*), unos de las pocas localidades que presenta formaciones de *Pocillopora eydouxi*. Este sector sur muestra importantes arreglos coralinos de la costa de Pixvae. Para el periodo lluvioso, colonias de corales (ramificados y masivos) presentaron blanqueamiento bien marcado, con respecto a otros sectores de la isla. Este sector de la isla, presento la mayor cobertura de coral de todas las

estaciones con 23% en ambos periodos. La práctica de conteo de erizo muestra densidades de 20 individuos por transecto.

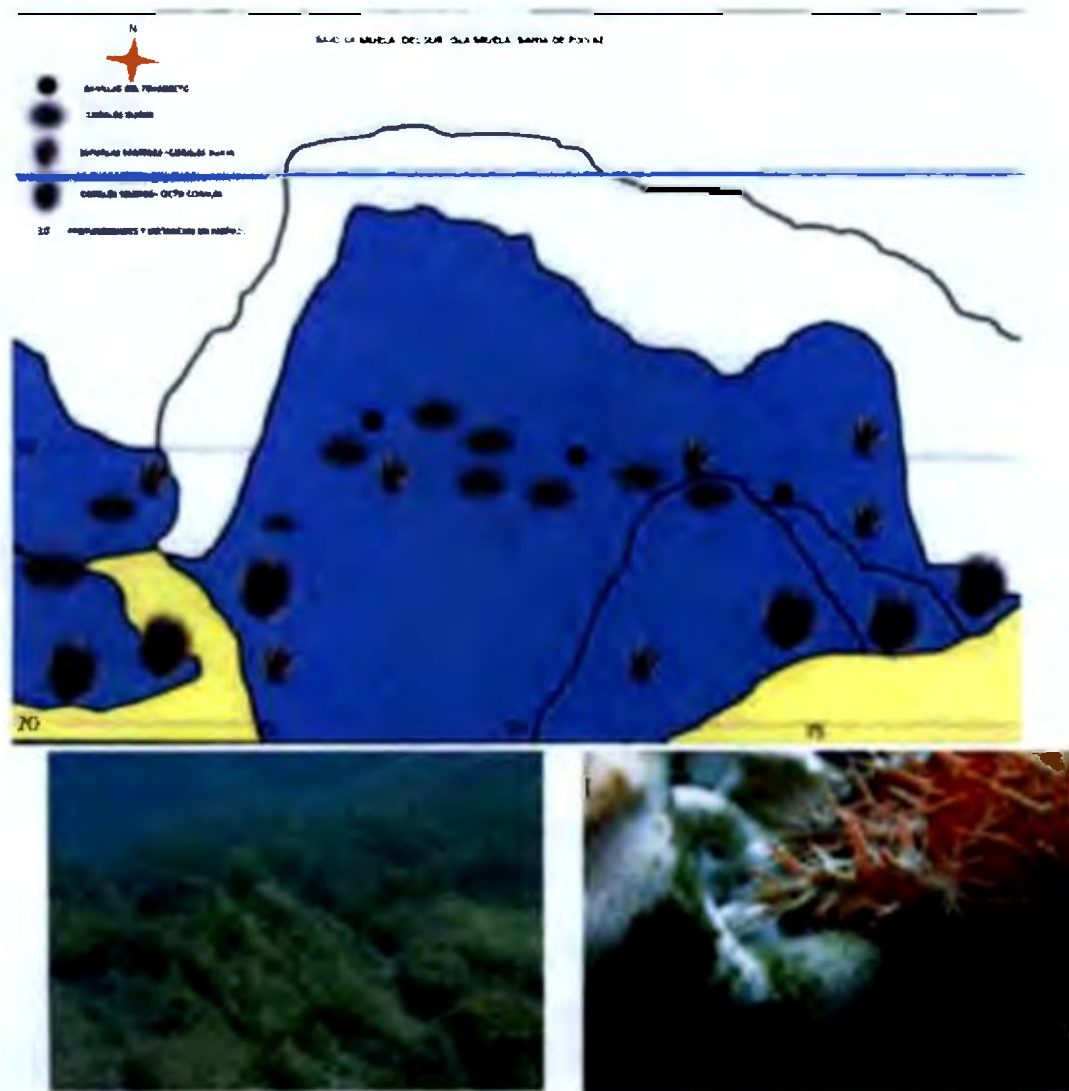


Fig. 22. Esquematación de la localidad de Isla Muela, sector sur (arriba). A) Las mayores formaciones coralinas de la isla grupos de *Pocillopora*, *Pavona* y *Porites*. B) Estrella corona de espinas, alimentando de coral masivo – *Pavona* sp.

Cuadro No. 12. Resultados de la composición del fondo E4 con CPCE, 2015-2016.

Categoría	2015			2016		
	%	SW	S	%	SW	S
Coral	23.33	1.42	0.74	23.96	1.34	0.68

Equinodermo	1.25	0.00	0.00		0.42	0.00	0.00
Esponja	0.21	0.00	0.00		0.00	0.00	1.00
Alga	16.04	0.14	0.05		1.04	0.00	0.00
Roca	55.83	0.00	0.00		69.17	0.00	0.00
Grava	3.13	0.00	0.00		5.42	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

No se observaron variaciones en la cobertura de las especies coralinas si se comparan los dos periodos; pero aprecian blanqueamiento de coral en importantes arreglos de corales masicos, asociados a eventos ENSO, gran parte de la colonia se encontró cubierta de algas.

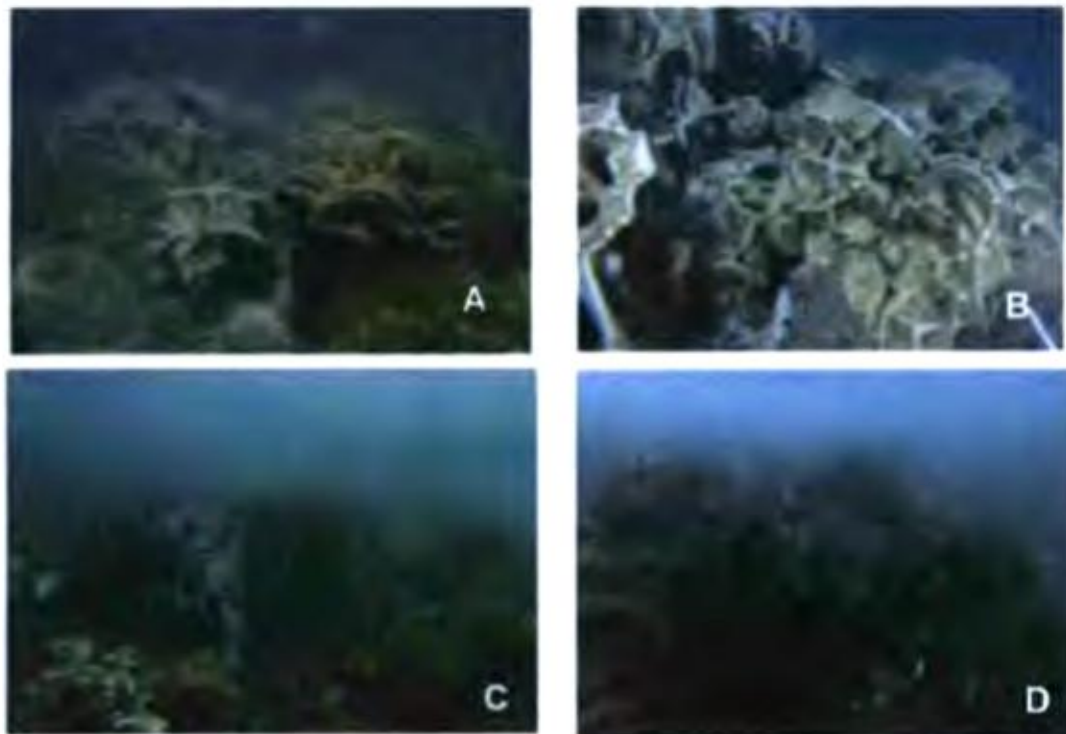


Fig. 23. Fondo marino de Isla Muela sur, arreglo colonial del *Pavona clavus*. A y B) Primer periodo de muestreo (mar-may 2015). C y D) estado durante la segunda evaluación (ago 2016).

Cuadro No. 13. Composición cobertura de sub categorías E4 2015-2016.

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Pocillopora damicornis</i>	3.96	0.30	0.03	<i>Pocillopora damicornis</i>	6.25	0.35	0.07
<i>Pocillopora elegans</i>	7.71	0.37	0.11	<i>Pocillopora elegans</i>	11.25	0.35	0.22
<i>Porites lobata</i>	6.25	0.35	0.07	<i>Pocillopora eydouxi</i>	0.42	0.07	0.00
<i>Porites panamensis</i>	0.42	0.07	0.00	<i>Porites lobata</i>	3.96	0.30	0.03
<i>Pavona clavus</i>	5.00	0.33	0.05	<i>Pavona clavus</i>	0.83	0.12	0.00
<i>Diadema mexicanum</i>	1.25	0.00	1.00	<i>Psammacora setellata</i>	1.25	0.15	0.00
Padina sp	0.21	0.06	0.00	<i>Diadema mexicanum</i>	0.42	0.00	1.00
Esponja incrustante	0.21	0.00	1.00	Alga filamentosa	1.04	0.00	1.00
Alga filamentosa	15.63	0.03	0.95				
Alga incrustante	0.21	0.06	0.00				

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

La ictiofauna de la estación estuvo constituida principalmente de peces residentes de ambientes coralinos como lo son: *Stegastes flavilatus*, *S. acapulcoensis*, algunos serranidos toman representación en el sitio como *Cephalopholis colonus*, también, es común observar peces de hábitos coralívoros.

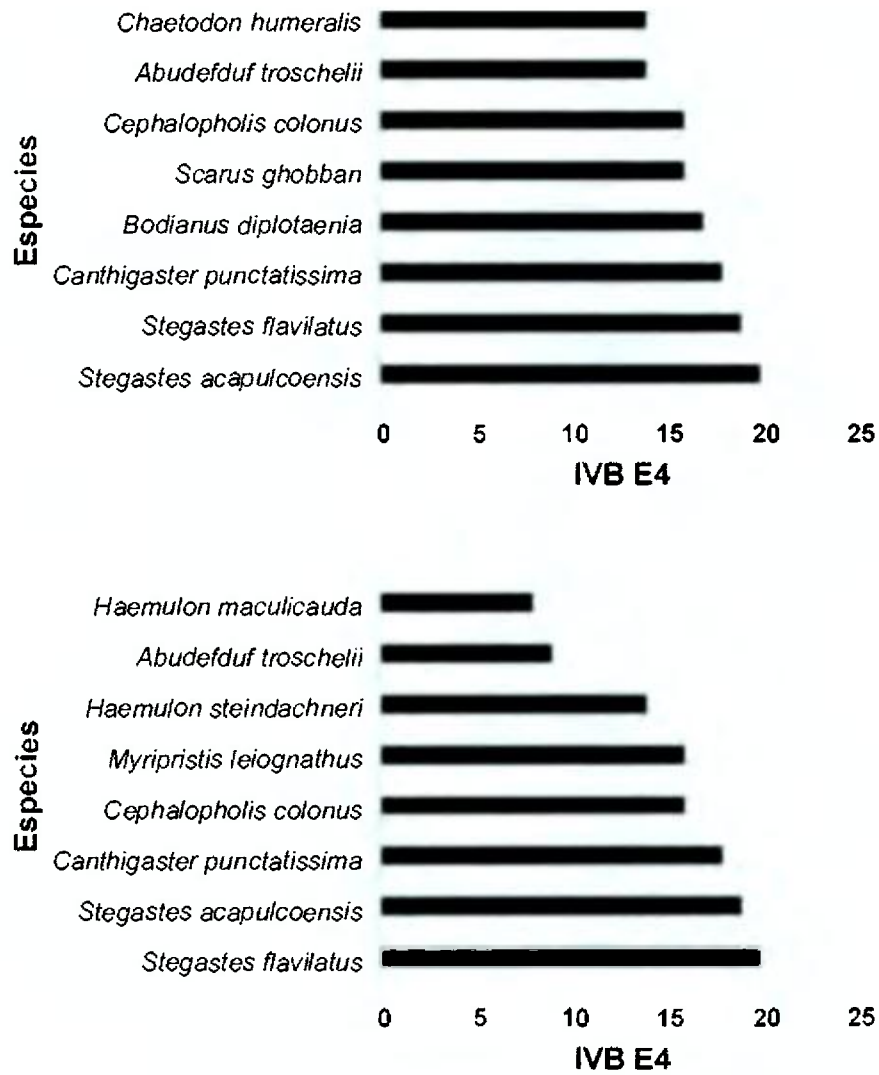


Fig. 24. Resultado del IVB – E4_IMS (2015/2016).

Isla Muela, presenta ambientes de gran potencial para el buceo recreativo y científico, durante la época seca con la influencia de corrientes frías, se aprecian importantes avances de sardinas, factores que condicionan la vida en estos ambientes que son de importancia para la pesquería local.

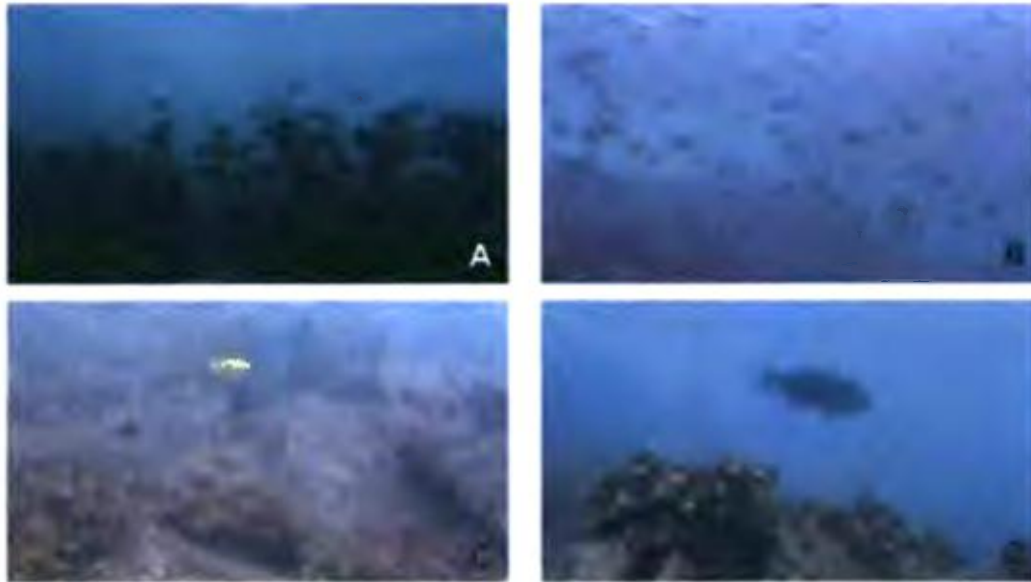
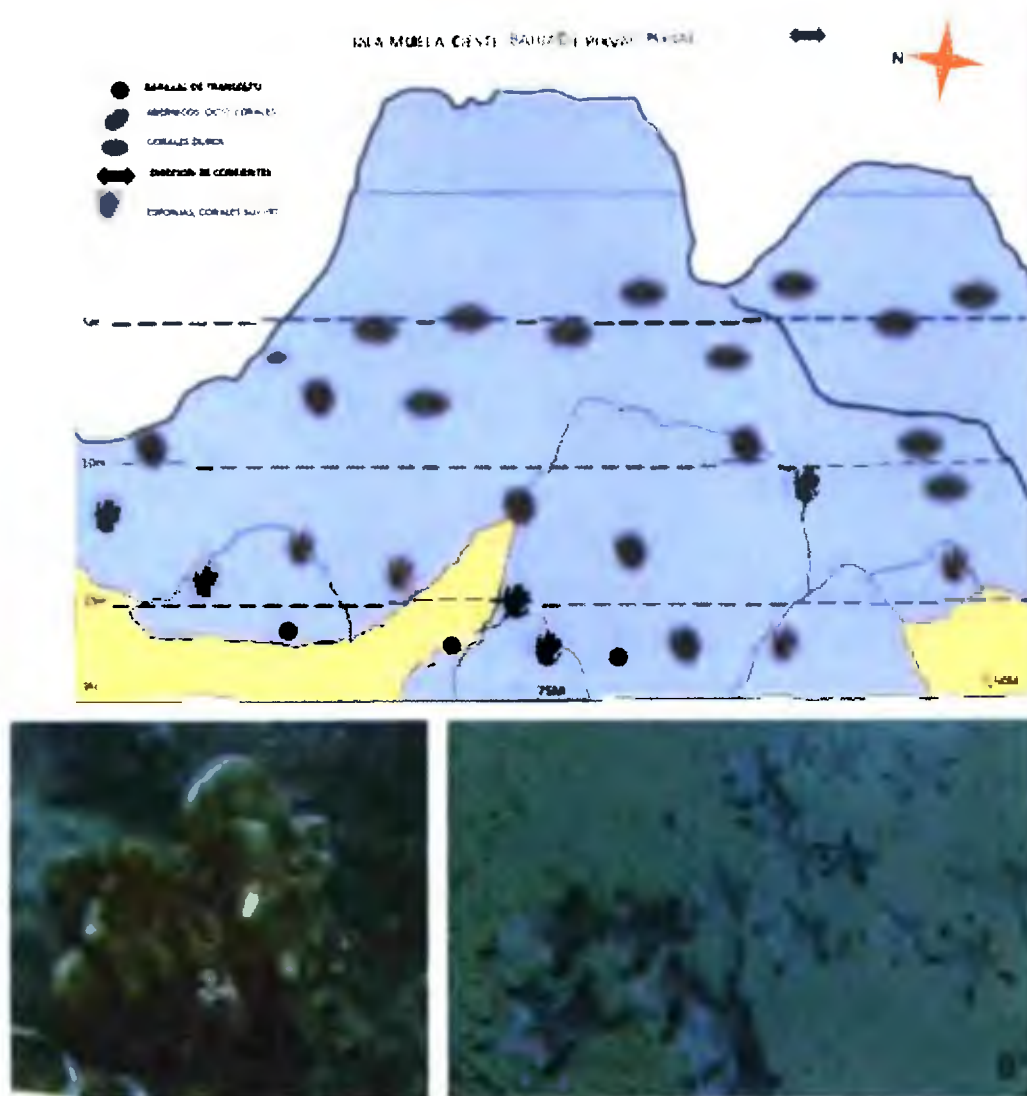


Fig. 25. Sur de Isla Muela. A) Cardumen de *Prionurus laticlavus*; B) Avances de sardinas (*Clupeidae*); C y D) algunos peces loros comunes del sitio.

Estación 5: Isla Muela oeste (E5_IMO)

Presenta unas condiciones más oceánicas, si la comparamos con los demás sectores de la isla, cuenta con buena penetración de luz solar e influencia de corrientes, factor que posiblemente ha inducido la presencia de algunas especies corales escleractinos, como los del género *Pavona* (pocos parches dispersos) y arreglos de Octocorales del género *Leptogorgia* que comúnmente se encuentran en zonas de corrientes. El ambiente es rocoso en su mayoría y presenta menor cobertura de coral. Sin embargo, es evidente la regeneración de algunas especies sobre superficies rocosas, trabajo que se le atribuye a organismos colarivoros como la familia *Scaridae* (peces loro), según algunos investigadores, mediante la fragmentación del coral, promueven la dispersión y asentamiento de nuevas colonias (Guzmán & Cortes 1993).

Las mayores formaciones coralinas que se aprecian en este bajo, corresponden a la especie de coral ramificado *Pocillopora elegans* y del coral masivo *Pavona clavus*. No se observaron diferencias en cuanto al estado de conservación de las colonias más allá de procesos naturales como la bioerosion por organismos coralivoros. Por otra parte, durante el periodo lluvioso se dieron agregaciones de equinodermos hasta de 32 individuos (*Pentaceraster cuminigi*), como también de *Toxopneustes roseus*.



Cuadro No. 14. Resultados de la composición del fondo E5 con CPCE, 2015-2016.

Categoría	2015			2016		
	%	SW	S	%	SW	S
Coral	25.00	0.83	0.41	4.79	1.42	0.74
Octocoral	0.00	0.00	1.00	0.21	0.00	0.00
Equinodermo	0.42	0.00	0.00	2.71	0.27	0.14
Esponja	0.00	0.00	1.00	0.21	0.00	0.00
Alga	2.08	0.00	0.00	1.46	0.68	0.49
Roca	49.38	0.00	0.00	62.71	0.00	0.00
Arena	0.00	0.00	1.00	0.42	0.00	0.00
Grava	23.13	0.00	0.00	27.50	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

En el sitio, se encuentran tres especies de corales Pocilloporidos (*damicornis*, *elegans* y *eydouxii*), se observa gran variación las coberturas de *P. elegans*, lo que se debe a efectos de la corriente sobre el transecto. En cuanto a los conteos de erizos, se observó un aumento en las densidades de 3 a 10 individuos respectivamente. También cuenta con algunas colonias dispersas de géneros como *Porites* y *Pavona*, con menos presencia que otros sectores de la isla.

Cuadro No. 15. Composición cobertura de sub categorías E5_IMO 2015/2016.

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Pocillopora damicornis</i>	2.50	0.23	0.01	<i>Pocillopora damicornis</i>	1.46	0.36	0.09
<i>Pocillopora elegans</i>	18.8	0.22	0.56	<i>Pocillopora elegans</i>	1.25	0.35	0.07
<i>Pocillopora eydouxii</i>	0.63	0.09	0.00	<i>Pocillopora eydouxii</i>	0.42	0.21	0.01
<i>Porites lobata</i>	2.92	0.25	0.01	<i>Porites lobata</i>	1.46	0.36	0.09
<i>Psammacora setellata</i>	0.21	0.04	0.00	<i>Pavona clavus</i>	0.21	0.14	0.00

<i>Diadema mexicanum</i>	0.42	0.00	1.00	<i>Leptogorgia alba</i>	0.21	0.00	1.00
<i>Alga filamentosa</i>	2.08	0.00	1.00	<i>Diadema mexicanum</i>	0.21	0.20	0.01
				<i>Pentaceraster cuminigi</i>	2.50	0.07	0.85
				<i>Padina</i> sp	0.63	0.36	0.18
				<i>Alga filamentosa</i>	0.83	0.32	0.33
				<i>Esponja erecta</i>	0.21	0.00	1.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

Las familias de peces más representativas en esta estación fueron la Haemulidae, Pomacentridae, Tetradontidae, Serranidae y Lutjanidae. Se aprecia el efecto de peces de hábitos coralívoro sobre formaciones de corales masivos.



Fig. 27. Ambiente del sector oeste de Isla Muela. A) *Pavona clavus* - círculo rojo, muestra depredación por peces B) Juveniles de pargo amarillo C) *Gnatodon speciosus*.

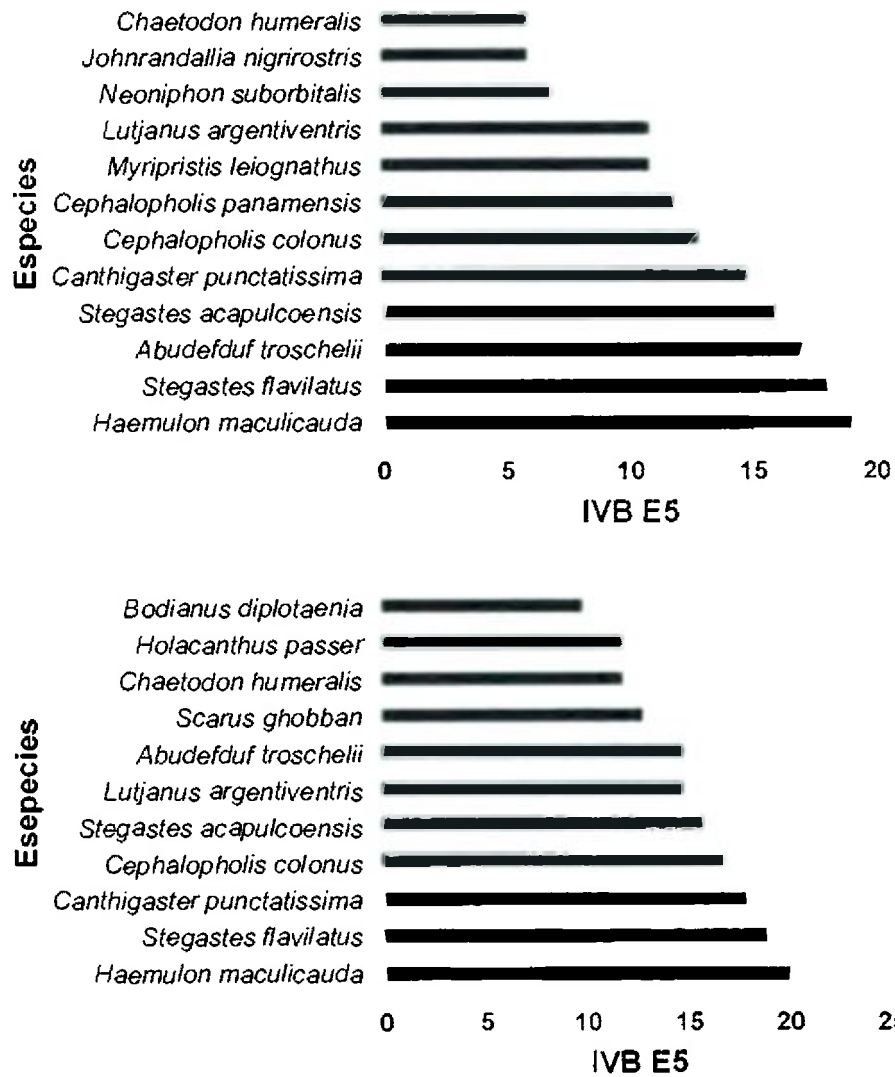


Fig. 28. Resultado del IVB – E5_IMO (2015/2016).

Estación 6: Isla Muela este (E6_IME)

Esta sector de la Isla Muela que se posiciona en dirección a la costa continental, con profundidades varían de 8 a 10 m durante las marea baja; presenta cierta influencia de la bahía en cuanto al aporte de sedimento y la presencia de algas, a diferencia de los otros sectores de la isla, las formaciones coralinas están

compuestas de parches dominados por especies del género *Pocillopora* (*P. damicornis*, *P. elegans*) y *Porites* (*P. lobata*) (Fig. 21), presentando las mayores proporciones de cobertura de coral vivo. La descripción de los sitios durante ambos periodos muestra que a diferencia de otros sectores de la isla donde se observa indicios de blanqueamientos, los corales en este sector presentan un estado saludable.

Cuadro No. 16. Resultados de la composición del fondo E6 con CPCE, 2015-2016.

Categoría	2015			2016		
	%	SW	S	%	SW	S
Coral	25.00	0.74	0.37	29.17	0.84	0.53
Equinodermo	1.04	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00
Esponja	0.00	0.00	1.00	0.63	0.00	0.00
Alga	2.08	0.00	0.00	3.54	0.36	0.21
Roca	45.00	0.00	0.00	49.79	0.00	0.00
Arena	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Grava	26.04	0.00	0.00	16.46	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

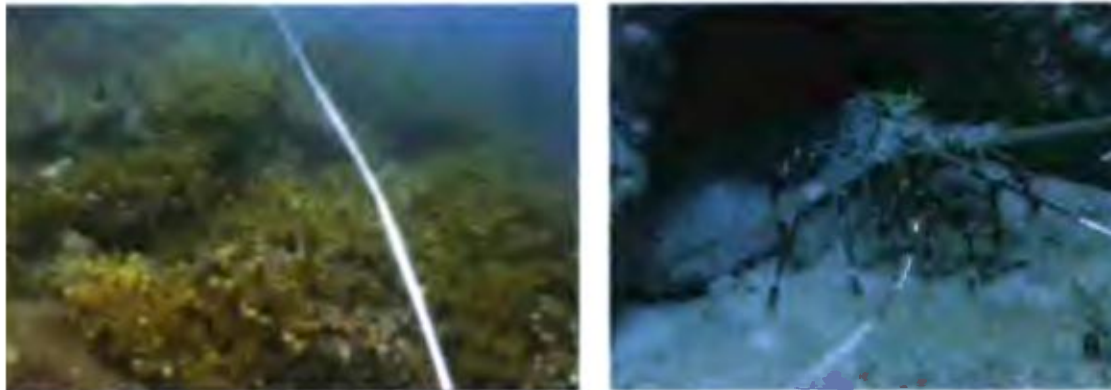


Fig. 29. Esquemmatización de la localidad de Isla Muela, sector este (arriba). A) Parches de *Pocillopora*; B) Langosta espinosa - *Panulirus gracilis*.

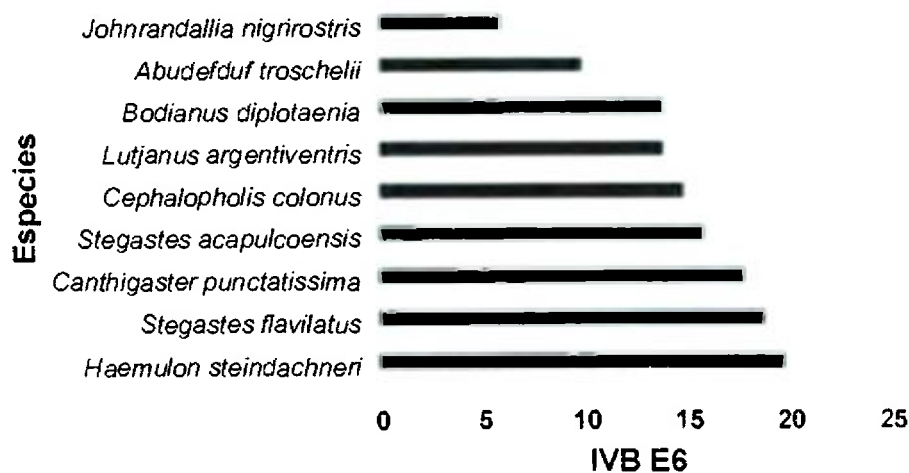
Las fonaciones coralinas dominante son de tipo ramificada, se pueden observar especies de crustáceos asociados a estas estructuras, quienes reciben beneficios de resguardo y a la vez brindan protección al coral de posibles depredadores (Guzmán y Cortes, 1993).

Cuadro No. 17. Composición cobertura de sub categorías E6_IME 2015/2016.

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Pocillopora damicornis</i>	0.63	0.09	0.00	<i>Pocillopora damicornis</i>	13.75	0.35	0.22
<i>Pocillopora elegans</i>	19.38	0.20	0.60	<i>Pocillopora elegans</i>	14.38	0.35	0.24
<i>Pocillopora eydouxi</i>	0.63	0.09	0.00	<i>Pocillopora eydouxi</i>	0.21	0.04	0.00
<i>Porites lobata</i>	3.96	0.29	0.03	<i>Porites lobata</i>	0.83	0.10	0.00
<i>Psammacora setellata</i>	0.42	0.07	0.00	<i>Diadema mexicanum</i>	0.42	0.00	1.00
<i>Diadema mexicanum</i>	1.04	0.00	1.00	Alga filamentosa	3.13	0.11	0.78
Alga filamentosa	2.08	0.00	1.00	Alga incrustante	0.42	0.25	0.01
				Esponja incrustante	0.63	0.00	1.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

La estructura íctica de esta comunidad al igual que otros sectores de la isla, está compuesta de peces arrénciales, pero un punto importante es la presencia de pargo amarillos de manera permanente en estos ambientes.



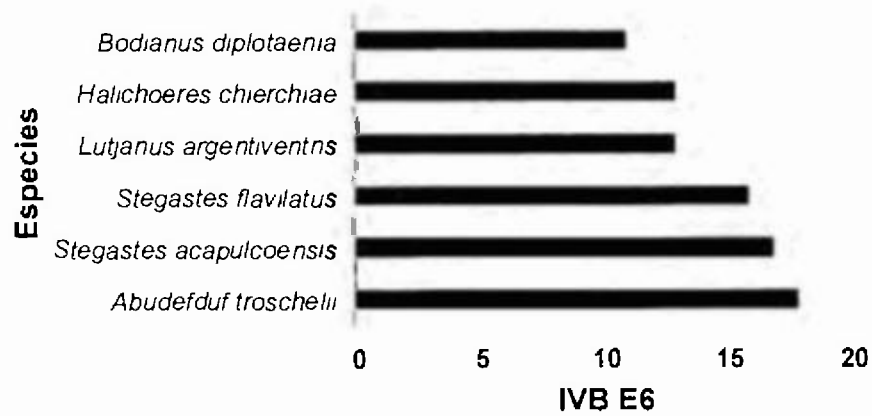


Fig. 30 Resultado del IVB – E6_IME (2015/2016)

Periodo Seco se reportan 22 especies de peces conspicuos, agrupados en 12 familias Siendo las familias Haemulidae, Kiphosidae y Pomacentridae las que presentaron mayor número de individuos

Lluvia Se reportan 16 especies, agrupadas en 9 familias, donde las familias Ehippidae y Kiphosidae, presentaron el mayor número de individuos Esta última representada por la especie *Kiphusus vaigiensis*, que incursiona en grandes grupos para alimentarse de algas rojas que crecen en las rocas (Fig 31-C)



Fig. 31. Ambiente submarino del este de Isla Muela. **B)** *Haemulon maculicauda*. **C)** *Kipphosus vaigiensis*.

Estación 7: Isla Muela N (E7_IMN)

Este bajo se ubica a unos 200 m de la parte más extrema al norte de la isla y es donde se presentan las mayores corrientes, posible motivo por el cual se observa poco asentamiento de especies de corales duros, su parte más somera alcanza 8 m de la superficie y predominan grupos de esponjas, al igual que algunas especies de equinodermos (estrellas, erizos y pepinos de mar), las pocas formaciones coralinas corresponden a *Pocillopora damicornis* y *Porites lobata*. Durante el periodo de evaluación, la composición bentónica no presenta gran

variación, pero al igual que el sector Sur de la isla, se observa blanqueamiento en ciertas colonias y se reporta el mayor número de erizos hasta 50 individuos durante la temporada seca y cerca de 30 en la lluviosa.

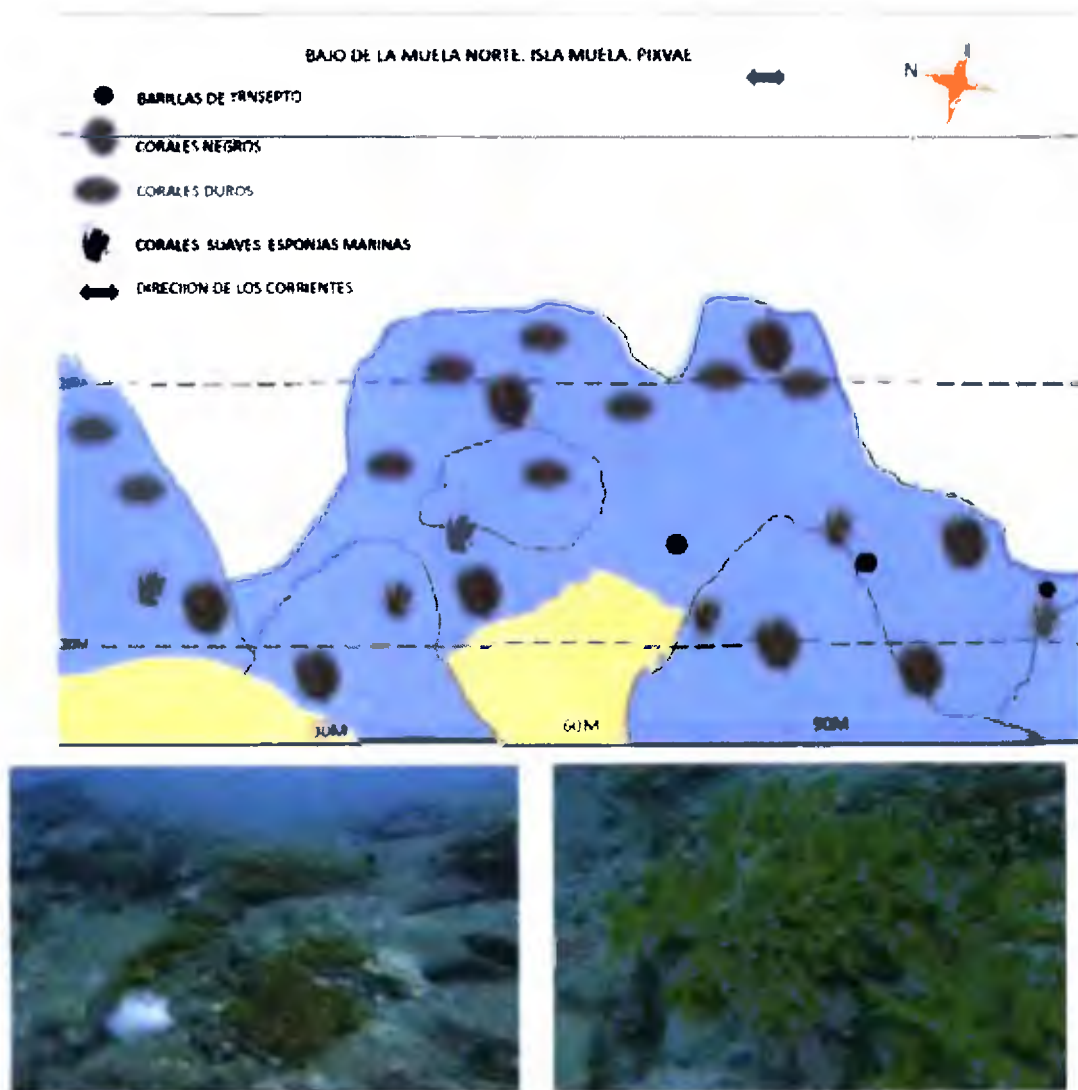


Fig. 32. Norte de Isla Muela. A) Blanqueamiento de coral; B) *Pocillopora damicornis* y restos de redes de pesca.

Por lo general presenta corrientes permanentes y la composición del fondo, para el periodo de 2015, presento la mayor diversidad de equinodermos (cuatro especies).

Cuadro No. 18. Resultados de la composición del fondo E7 con CPCE, 2015-2016.

Categoría	2015			2016		
	%	SW	S	%	SW	S
Coral	1.67	1.21	0.66	0.42	0.69	0.50
Octocoral	3.75	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00
Coral Negro	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Equinodermo	4.58	0.66	0.32	1.88	0.85	0.49
Esponja	3.54	0.00	0.00	2.71	0.54	0.36
Alga	3.54	0.69	0.50	0.42	0.00	0.00
Roca	79.583	0.00	0.00	92.08	0.00	0.00
Arena	3.3333	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00
Grava	0	0.00	1.00	1.88	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

Especies de corales escleractínidos estuvieron presente, pero en pocas densidades.

Cuadro No. 19. Composición cobertura de sub categorías E7_IME 2015/2016.

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Pocillopora damicornis</i>	0.21	0.26	0.02	<i>Pocillopora damicornis</i>	0.21	0.35	0.25
<i>Pocillopora elegans</i>	0.83	0.35	0.25	<i>Pocillopora elegans</i>	0.21	0.35	0.25
<i>Porites lobata</i>	0.21	0.26	0.02	<i>Leptogorgia alba</i>	0.21	0.00	1.00
<i>Pavona gigantea</i>	0.42	0.35	0.06	<i>Diadema mexicanum</i>	1.25	0.27	0.44
<i>Leptogorgia alba</i>	3.75	0.00	1.00	<i>Isostichopus fuscus</i>	0.21	0.24	0.01
<i>Diadema mexicanum</i>	3.75	0.16	0.67	<i>Toxopneustes roseus</i>	0.42	0.33	0.05
<i>Pentaceraster cuminigi</i>	0.42	0.22	0.01	Esponja incrustante	2.08	0.20	0.59
<i>Isostichopus fuscus</i>	0.21	0.14	0.00	Esponja erecta	0.63	0.34	0.05
<i>Pharia pyramidatus</i>	0.21	0.14	0.00	Alga filamentosa	0.42	0.00	1.00
Esponja erecta	3.54	0.00	1.00				

Alga filamentosa	1.88	0.34	0.28				
Padina sp	1.67	0.35	0.22				

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

Se realizó un único ceso para la época lluviosa, donde se reportaron 16 especies de peces, dentro de 11 familias, siendo la familia Serranidae y Hemulidae las más representativas. Al igual que otros sectores de la isla, es frecuente el paso de especies transitorias y es uno de los pocos lugares donde se observa depredadores topes del sistema como es el tiburón punta blanca de arrecife (*Triaenodon obesus*).

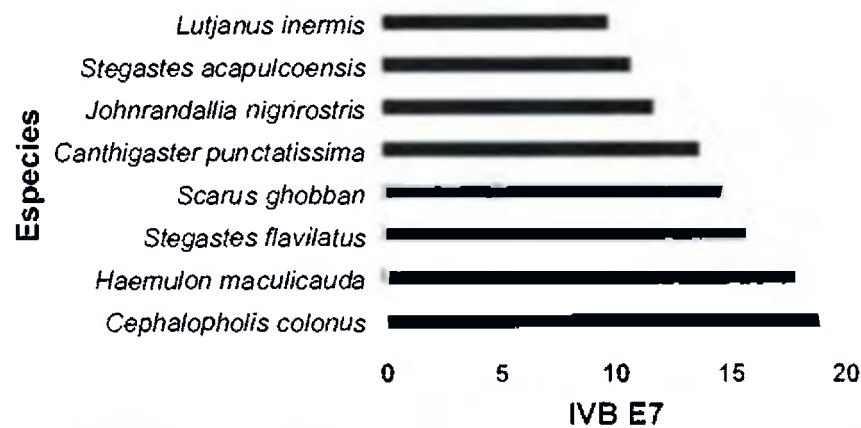


Fig. 33. Resultado del IVB – E7_IME (2015/2016).

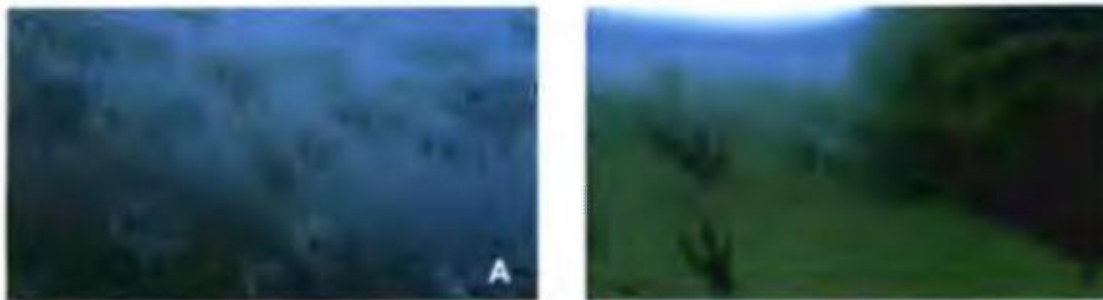


Fig. 34. Superior muestra el IVB para la E7_IMN / 2016. A) cardumen de pez Murcielago - *Chaetodipterus zonatus*; B) Tiburón punta blanca de arrecife.

BAHIA PIXVAE

Ubicado prácticamente en el centro de la ensenada de Pixvae, consiste en una serie de rocas de origen volcánico y sedimentario que se disponen en línea recta con rumbo oeste, a partir de Punta Moliné. En estos sitios rocosos se aprecian especies de pargos (*Lutjanus novemfasciatus*) sub adultos y peces loros (adultos); un factor muy importante de mencionar es la poca presencia de especies de peces controladoras de algas, ya que la zona se encuentra fuertemente cubierta de alga y sedimento, producto de aportes de los ríos Pixvae, Seco y Mona, la gran descarga de sedimentos, cubre gran parte del sustrato incluso las formaciones coralinas, que se encuentran en contante competencia por espacio.

Esta área cuenta con importantes formaciones coralinas donde confluyen cardúmenes de peces de interés comercial como pargo Seda en etapa juvenil (durante la temporada seca), pargos amarillo y negro; se observan también un número importante de peces loro y peces arrecifales como Labridae, Pomacantidae y haemulidae, entre otros. Las formaciones rocosas se encuentran divididas por canales de arena gruesa y algunos bancos de arena; se observan corales escleractínidos en las partes someras, masivos en las áreas más profundas y las paredes de roca cubiertas de Octocorales.

Estación 8: Bajo Ruth (E8_BR)

El sitio cubre aproximadamente 110 m de largo por 40 m de ancho, orientado de oeste a este, en su parte más somera alcanza los 8 m de la superficie, sus alrededores lo componen canales de arena, este bajo, en su sector este desciende hasta unos 18 m de profundidad y se pueden observar corales blandos y negros en

sus paredes, al igual que los otros bajos de Moliné, se observan importantes agregaciones de peces juveniles y presenta la topografía más irregular que proporciona variedad de hábitats para distintos grupos de organismos. En lo referente a zonación coralina, se aprecian corales duros del género *Pocillopora* y *Porites* en sus partes más someras y corales masivos del género *Pavona* en zonas más profundas.

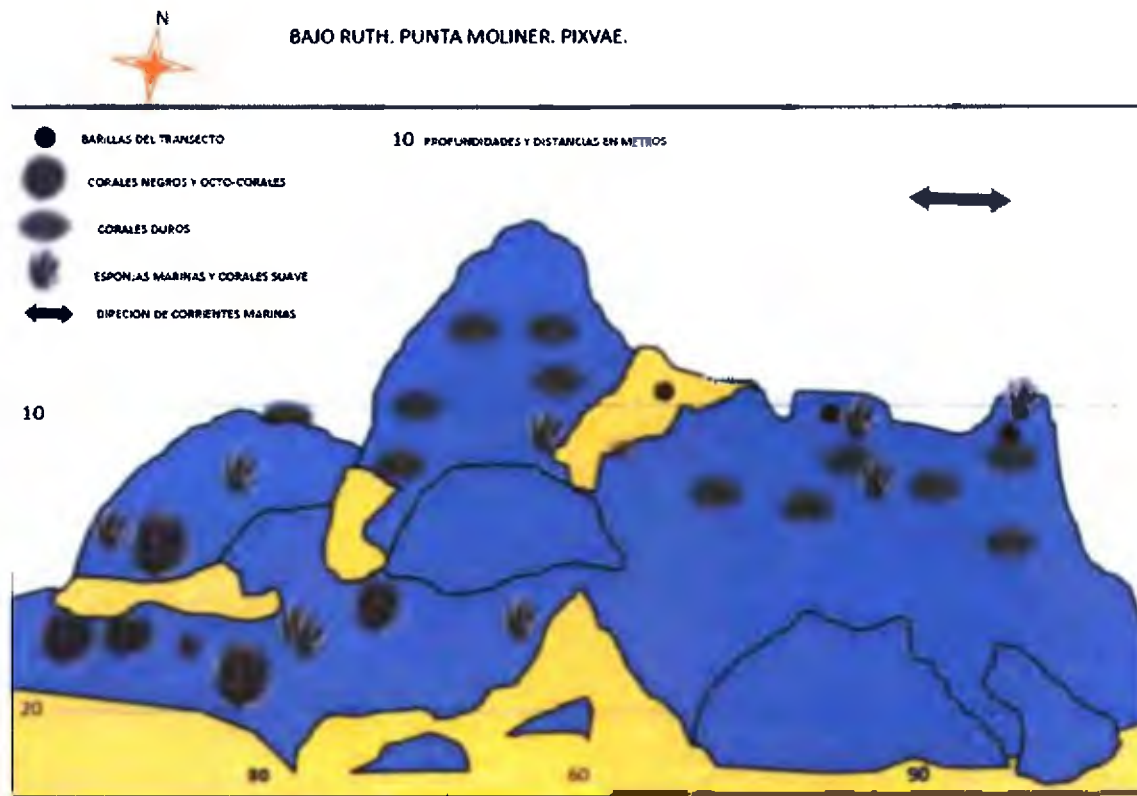


Fig. 35. Esquema de la estación 8 – Bajo Ruth (E8_BR), Costa de Pixvae.

Cuadro No. 20. Resultados de la composición del fondo E8 con CPCE, 2015-2016.

Categoría	2015			2016		
	●	●	●	%	SW	S
Coral	7.08	1.18	7.08	4.38	1.30	0.71
Octocoral	3.96	0.00	3.96	1.04	0.00	0.00
Equinodermo	2.08	0.00	2.08	0.42	0.69	0.50

Esponja	0.42	0.00	0.42	1.25	0.45	0.28
Alga	11.88	0.58	11.88	1.67	0.00	0.00
Roca	68.33	0.00	68.33	86.25	0.00	0.00
Arena	1.88	0.00	1.88	0.63	0.00	0.00
Grava	4.38	0.00	4.38	4.17	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

Este bajo, contiene distintas especies de coral que parecen mostrar relación con la fauna de peces asociada, es común observar especies de importancia comercial como pargo mancha, rabirrubia, pargo negro y amarillo. Los arreglos coralinos presente alcanzan alturas hasta de 1m (*Porites sp.*) en algunos sectores del bajo y es ahí, donde confluye gran número de peces.

Cuadro No. 21. Composición cobertura de sub categorías E8_IME 2015/2016.

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Pocillopora elegans</i>	2.50	0.37	0.12	<i>Pocillopora elegans</i>	1.46	0.37	0.11
<i>Porites lobata</i>	0.21	0.10	0.00	<i>Pavona clavus</i>	1.04	0.34	0.06
<i>Porites panamensis</i>	0.21	0.10	0.00	<i>Pavona gigantea</i>	1.46	0.37	0.11
<i>Pavona clavus</i>	0.83	0.25	0.01	<i>Leptogorgia alba</i>	1.04	0.00	1.00
<i>Pavona gigantea</i>	3.33	0.35	0.22	<i>Porites lobata</i>	0.42	0.22	0.01
<i>Leptogorgia alba</i>	3.96	0.00	1.00	<i>Diadema mexicanum</i>	0.21	0.35	0.25
<i>Diadema mexicanum</i>	2.08	0.00	1.00	<i>Pharia pyramidatus</i>	0.21	0.35	0.25
Padina sp	2.29	0.32	0.04	Esponja incrustante	1.04	0.15	0.69
Alga incrustante	0.21	0.07	0.00	Esponja erecta	0.21	0.30	0.03
Alga filamentosa	9.38	0.19	0.62	Alga filamentosa	1.67	0.00	1.00
Esponja erecta	0.42	0.00	1.00				

Los censos muestran que, para verano, confluyen grupos de pargos y peces roncadores. Con la entrada de agua fría a estos sistemas, se pueden encontrar

especies demersales como pargo seda (*Lutjanus peru*) y pargos negros subadultos. Por otra parte, durante el periodo lluvioso se reporta un total de 21 especies dentro de 12 familias, mayormente representada por el grupo de los pargos; de igual forma se da gran actividad de peces coralinos, incluye familia de Haemulidos, Lutjanidos y pomacantidos.

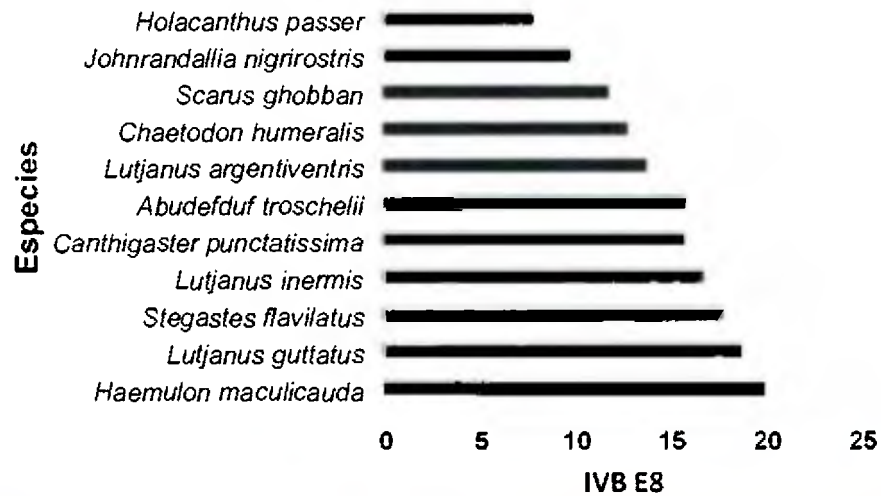


Fig. 36. Resultado del IVB – E8_BR (2016).



Fig. 37. Ambiente submarino de Bajo Ruth. Actividad de especies de peces coralinos.

Estación 9: Bajo Moliné II (E9_BM II)

Bajo rocoso de unos 15 m de profundidad, su parte más somera se encuentra a 6 m de la superficie, presenta características similares a bajo Moliné, ya que es una serie de rocas continuas, sirven de base para el asentamiento de diferentes tipos de corales y variada fauna de organismos bentónicos, es uno de los ambientes más productivos del sistema en cuanto a la presencia de peces de interés comercial en etapas juveniles. Este ambiente es utilizado por pescadores de línea para la extracción de pargos, roncadors y peces loro. También cuenta con colonias de esponjas bien definidas y corales masivo que sirven de resguardo a peces en etapas juveniles de desarrollo, siendo *Porites lobata* el de mayor representatividad, se reporta la especie *Gardeniroseris planulata*, solo en este caladero.

El constante aporte de sedimentos durante la estación lluviosa, es una de la mayor amenaza de los ambientes coralinos de este sector, los cuales se encuentran en constante competencia con las algas por la obtención de espacio.

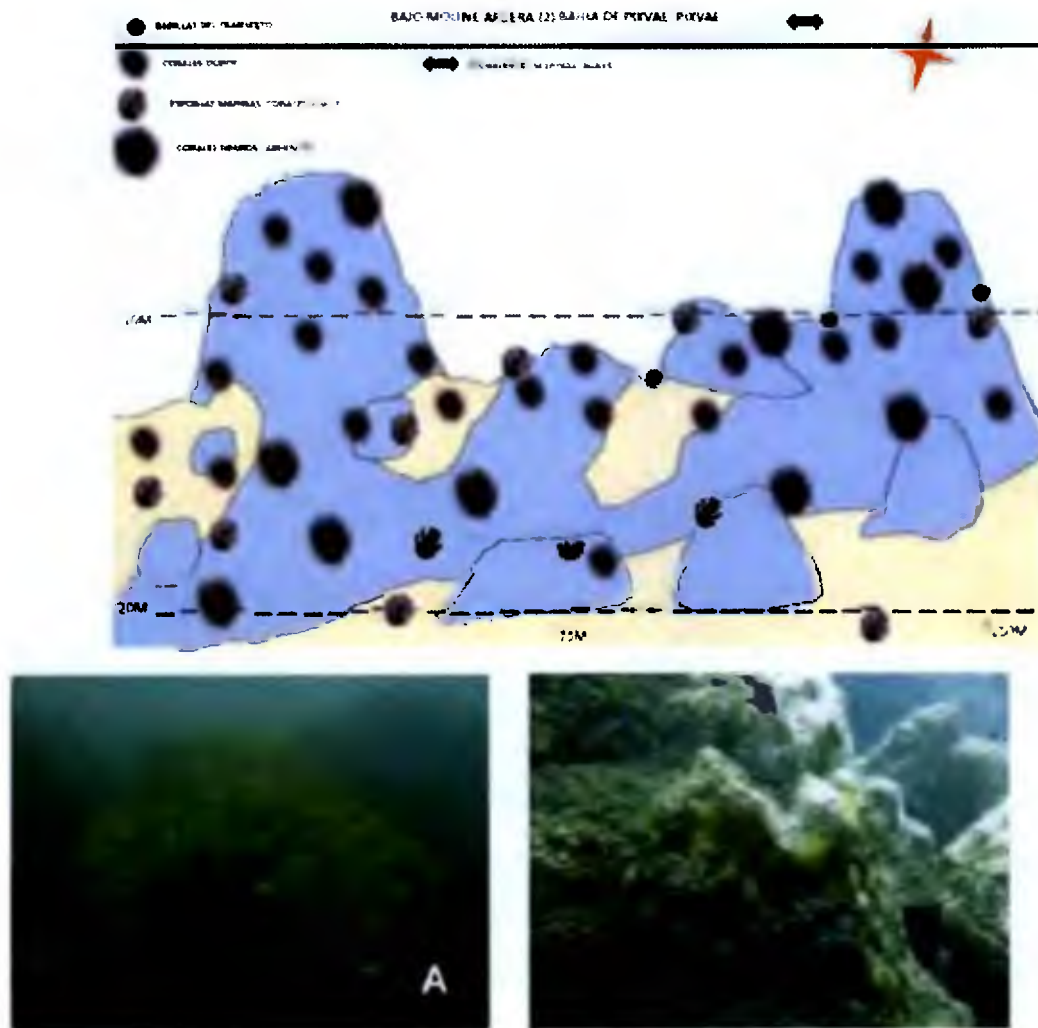


Fig. 38. Estación Bajo Moline 2 (arriba). Colonia de corales masivos. A) *Porites lobata*; B) *Gardenirosaris planulata*

Cuadro No. 22. Resultados de la composición del fondo E9 con CPCE, 2015-2016.

Categoría	2015			2016		
	%	SW	S	%	SW	S
Coral	16.46	1.87	0.81	8.33	1.55	0.70
Octocoral	1.67	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00
Equinodermo	1.67	1.07	0.56	1.25	0.00	0.00
Esponja	1.88	0.64	0.44	2.08	0.50	0.32
Alga	12.71	0.14	0.06	12.29	0.09	0.03
Roca	55.83	0.00	0.00	65.63	0.00	0.00

Arena	1.88	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00
Grava	7.92	0.00	0.00	8.96	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

La comunidad bentónica presente, se encuentra sometida constantemente a descarga de sedimentos, sobre todo en el periodo lluvioso que se observa la ensenada turbia en su totalidad. El sitio presenta variedad de organismos coralinos ramificados, asociados a los estratos más superficiales del bajo que tiene influencia de corrientes. A pesar del constante estrés que se da en el medio en cuanto a la fluctuación de corriente y aporte de sedimentos, se reporta la mayor diversidad de corales.

Cuadro No. 23. Composición cobertura de sub categorías E9 con CPCE, 2015-2016.

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Pocillopora damicornis</i>	1.46	0.21	0.01	<i>Pocillopora damicornis</i>	4.17	0.35	0.25
<i>Pocillopora elegans</i>	4.38	0.35	0.07	<i>Pocillopora elegans</i>	1.04	0.26	0.02
<i>Porites lobata</i>	4.58	0.36	0.08	<i>Porites lobata</i>	1.46	0.31	0.03
<i>Porites panamensis</i>	0.42	0.09	0.00	<i>Pavona clavus</i>	0.42	0.15	0.00
<i>Pavona gigantea</i>	2.08	0.26	0.02	<i>Pavona gigantea</i>	0.42	0.15	0.00
<i>Pavona clavus</i>	0.42	0.09	0.00	<i>Gardineroseris planulata</i>	0.21	0.09	0.00
<i>Pavona varians</i>	1.25	0.20	0.01	<i>Psammacora setellata</i>	0.42	0.15	0.00
<i>Pavona chiriquensis</i>	1.46	0.21	0.01	<i>Porites panamensis</i>	0.21	0.09	0.00
<i>Psammacora setellata</i>	0.42	0.09	0.00	<i>Diadema mexicanum</i>	1.25	0.00	1.00
<i>Leptogorgia alba</i>	1.67	0.00	1.00	<i>Leptogorgia alba</i>	0.21	0.00	1.00
<i>Diadema mexicanum</i>	1.04	0.29	0.39	Alga filamentosa	12.08	0.02	0.97
<i>Isostichopus fuscus</i>	0.21	0.26	0.02	Alga incrustante	0.21	0.07	0.00

<i>Pentaceraster cuminigi</i>	0.21	0.26	0.02	Esponja incrustante	1.67	0.18	0.64
<i>Pharia pyramidatus</i>	0.21	0.26	0.02	Esponja erecta	0.42	0.32	0.04
Alga filamentosa	12.29	0.03	0.94				
Alga incrustante	0.42	0.11	0.00				
Esponja erecta	1.25	0.27	0.44				
Esponja incrustante	0.63	0.37	0.11				

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

Se reportan 19 especies de peces conspicuos, un sitio de interés como criadero de pargos, el mayor número de individuos censados corresponde al grupo de los Haemulidos seguido de la familia Pomacentridae. Mientras que para el periodo lluvioso se reportan 21 especies y empiezan aparecer individuos de la familia Acanthuridae; los peces de interés comercial están representados por el pargo coli-amarillo presenta los valores más altos, algunos pargos mancha y la presencia de la familia Anthennariidae.

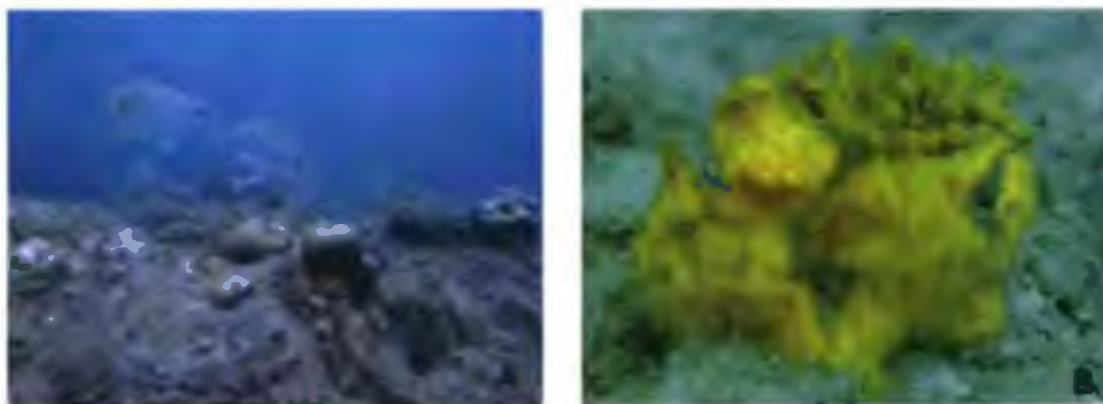


Fig. 39. Ambiente de Bajo Moline 2. A) juveniles de pargo coli-amarillo. B) *Antennarius commerson*, en mimetismo con esponja.

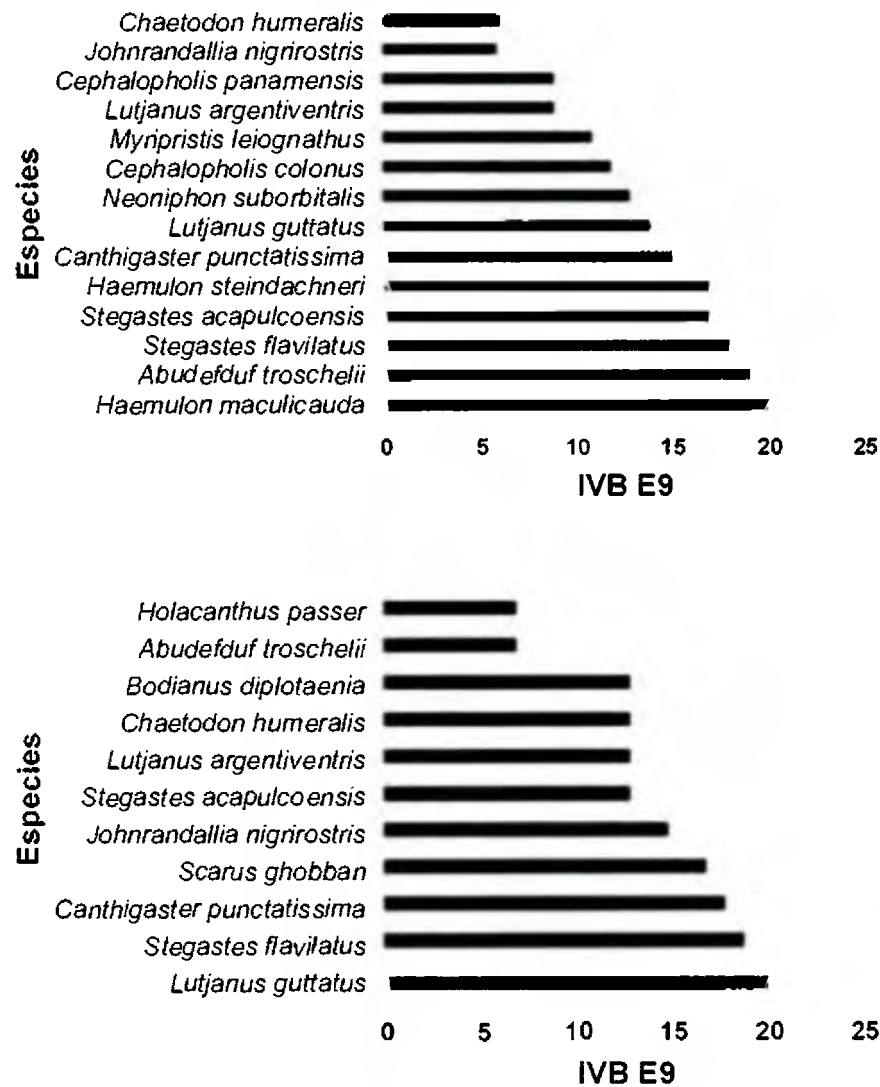


Fig. 40. IVB de la E9_BM II, grafica superior (2015) – inferior (2016).

Estación 10: Bajo Moliné (E10_BM)

Formación rocosa de aproximadamente 8 m de alto, presenta complejas estructuras que sirven de hábitats a diferentes organismos marinos entre estos equinodermos, esponjas y Octocorales. Se observan importantes arreglos de corales masivos del género *Porites* y *Pavona*, que sirven de refugio a peces

juveniles de interés comercial y a la vez son aprovechados por la estrella corona de espinas (*Acanthaster planci*) que muestra mayor preferencia por colonias de corales masivos. Durante la estación lluviosa se dan importantes los aportes de sedimento al sistema, estos cubren la mayor parte de la bahía.

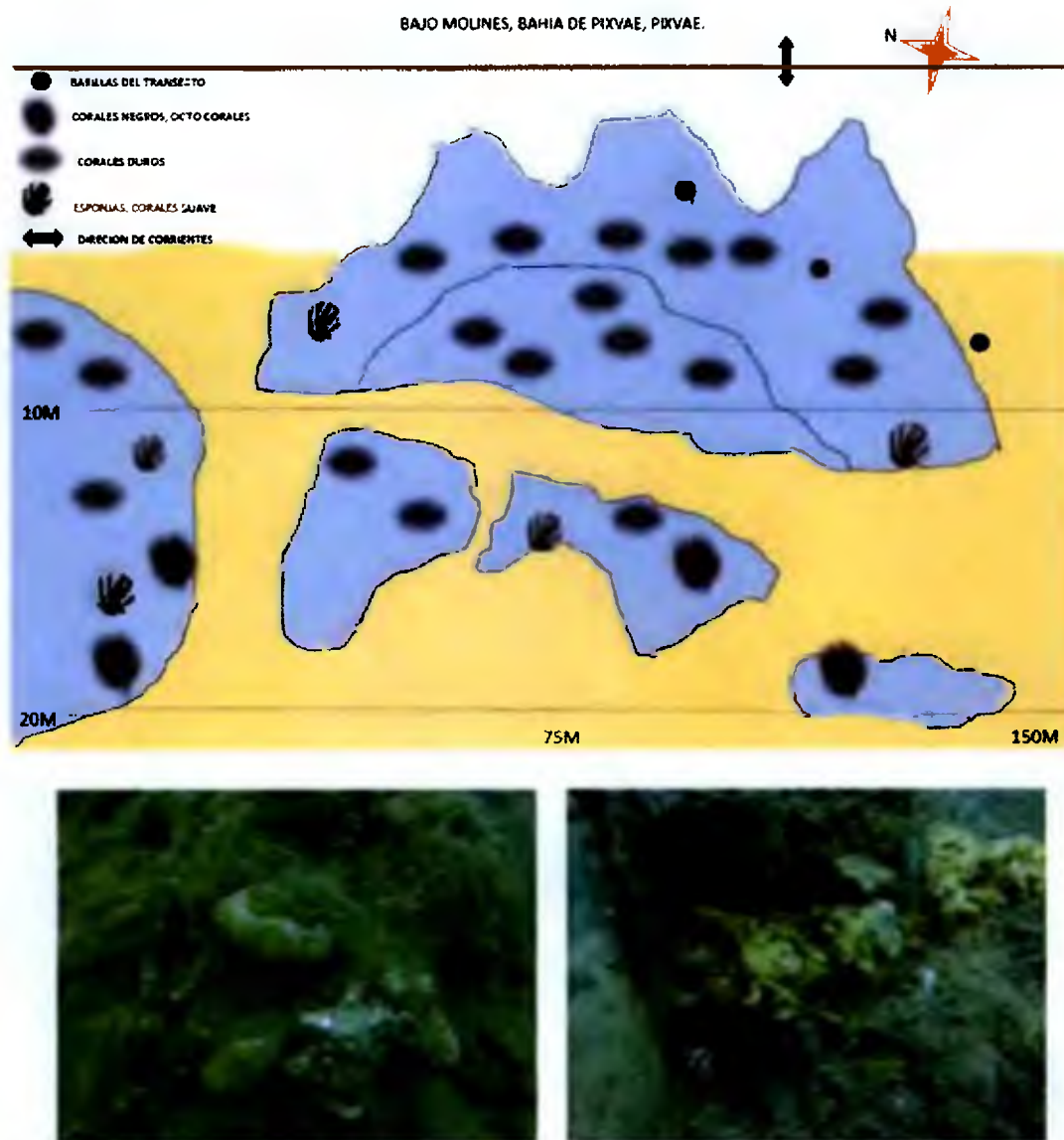


Fig. 41. Esquema del sitio Bajo Moline. A) *Porites lobata*; B) *Pavona varians*, ambas especies en lucha con algas y sedimento.

La parte más somera de la formación rocosa, alcanza cerca de 4 metros de la superficie y cuenta con influencia de corrientes donde se encuentran corales ramificados.

Cuadro No. 24. Resultados de la composición del fondo E10 con CPCE, 2015-2016.

Categoría	2015			2016		
	%	SW	S	%	SW	S
Coral	4.17	1.38	0.69	2.71	1.20	0.66
Octocoral	0.42	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00
Coral Negro	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Equinodermo	0.42	0.69	0.50	0.00	0.00	1.00
Esponja	0.63	0.64	0.44	1.67	0.00	0.00
Alga	23.54	0.00	0.00	5.63	0.00	0.00
Roca	58.75	0.00	0.00	70.63	0.00	0.00
Arena	0.63	0.00	0.00	4.17	0.00	0.00
Grava	11.25	0.00	0.00	13.96	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), índice de Shannon-Weaver (SW); índice de Simpson (S).

Cuadro No. 25. Composición cobertura de sub categorías E10 (2015-2016).

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Porites panamensis</i>	0.42	0.23	0.01	<i>Pocillopora elegans</i>	0.21	0.20	0.01
<i>Pavona gigantea</i>	2.08	0.35	0.25	<i>Pavona gigantea</i>	0.83	0.36	0.09
<i>Pavona clavus</i>	0.42	0.23	0.01	<i>Porites lobata</i>	0.42	0.29	0.02
<i>Pavona varians</i>	0.63	0.28	0.02	<i>Pavona clavus</i>	1.25	0.36	0.21
<i>Porites lobata</i>	0.63	0.28	0.02	<i>Leptogorgia alba</i>	1.25	0.00	1.00
<i>Leptogorgia alba</i>	0.42	0.00	1.00	Alga filamentosa	5.63	0.00	1.00
<i>Diadema mexicanum</i>	0.21	0.35	0.25	Esponja incrustante	1.67	0.00	1.00
<i>Acanthaster planci</i>	0.21	0.35	0.25				
Alga filamentosa	23.54	0.00	1.00				
Esponja incrustante	0.42	0.27	0.44				
Esponja erecta	0.21	0.37	0.11				

Durante la época seca se realizó una descripción del sitio, se observaron cantidades considerables de peces de interés comercial como el pargo mancha, amarillo y seda. Sitio de interés, ya que, hace la función de guarderías para este tipo de peces que constituyen la base económica del sector. a pesar de que el bajo (roca) tiene aportes importantes de sedimento y partículas en suspensión, no se observa la presencia de peces controladores como Acanturidos, ya que tanto rocas como algunos corales duros, se encuentran tapizados de algas y sedimento. Este promontorio es de aproximadamente 60 m de largo y 40 de ancho, se encuentra rodeado de canales de arena y rocas sueltas.

Para el periodo de lluvioso, se registra un total de 26 especies, siendo la familia Lutjanidae la que aporta el mayor número de individuos, encontrando especies como el pargo negó (*Lutjanus novemfasciatus*), pargo coli-amarillo (*Lutjanus argentiventris*), pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) y la rabirrubia (*Lutjanus inermis*). Se observan especies de peces loro en diversas fases de desarrollo, como así también, variedad de labridos.

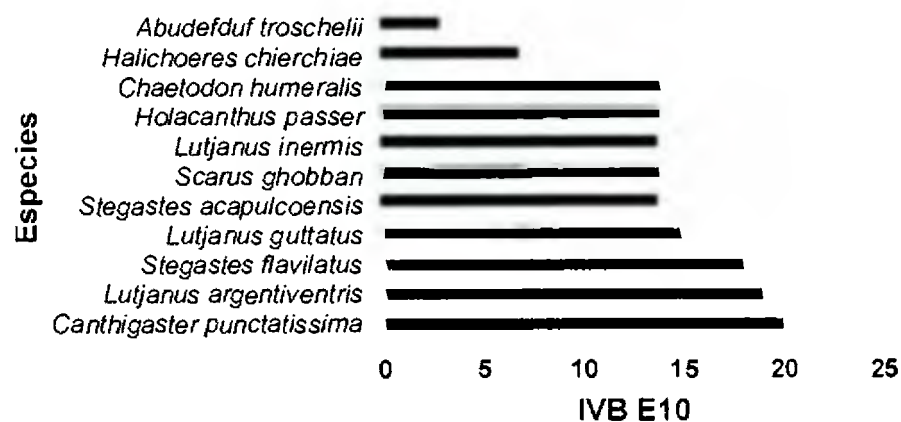


Fig. 42. IVB de la E10_BM, grafica superior (2015) – inferior (2016)

Estación 11: Isla Moliné (E11_IM):

Es una isla pequeña situada a pocos metros de la costa de Pixvae, cuenta con un fondo rocoso que llega a los 15 m de profundidad (roca); las partes someras de la roca se encuentra cubierta de sedimento y alga filamentosas, en el periodo de evaluación, no se muestra diferencias marcadas en esta localidad.

Cuadro No. 26. Resultados de la composición del fondo E11 con CPCE, 2015-2016.

Categoría	2015			2016		
	%	SW	S	%	SW	S
Coral	11.11	1.78	0.81	6.88	1.58	0.74
Octocoral	2.35	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00
Equinodermo	1.28	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00
Esponja	3.42	0.00	0.00	1.46	0.00	0.00
Alga	18.38	0.00	0.00	6.04	0.25	0.13
Roca	61.75	0.00	0.00	71.46	0.00	0.00
Grava	1.71	0.00	0.00	13.13	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

Presenta variedad de corales escleractinos, 7 especies en ambos momentos a pesar de ser un área con aportes constantes de sedimentos y descarga de ríos.

Cuadro No. 27. Composición cobertura de sub categorías E11 (2015-2016).

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Pocillopora damicornis</i>	0.85	0.20	0.01	<i>Pocillopora damicornis</i>	2.92	0.36	0.18
<i>Pocillopora elegans</i>	2.78	0.35	0.06	<i>Pocillopora elegans</i>	0.21	0.11	0.00
<i>Porites lobata</i>	2.99	0.35	0.07	<i>Porites lobata</i>	0.63	0.22	0.01
<i>Porites panamensis</i>	0.43	0.13	0.00	<i>Porites panamensis</i>	0.42	0.17	0.00
<i>Pavona gigantea</i>	0.85	0.20	0.01	<i>Pavona gigantea</i>	1.04	0.29	0.02
<i>Pavona clavus</i>	1.50	0.27	0.02	<i>Pavona chiquensis</i>	1.46	0.33	0.04
<i>Pavona varians</i>	1.71	0.29	0.02	<i>Psammacora setellata</i>	0.21	0.11	0.00

<i>Leptogorgia alba</i>	2.35	0.00	1.00	<i>Leptogorgia alba</i>	0.42	0.00	1.00
<i>Diadema mexicanum</i>	1.28	0.00	1.00	<i>Diadema mexicanum</i>	0.21	0.00	1.00
Alga filamentosa	18.38	0.00	1.00	Esponja incrustante	1.46	0.00	1.00
Esponja incrustante	3.42	0.00	1.00	Alga incrustante	0.42	0.18	0.00
				Alga filamentosa	5.63	0.07	0.87

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).



Fig. 43. Imagen superior (A), muestra las condiciones de la Bahía de Pixvae, después de una intensa lluvia. Imágenes inferiores se percibe el aporte de sedimento en este sector. B) *Pavona clavus*; C) roca tapisaza en sedimento y alga filamentosa.

El pargo mancha, fue la especie más representativa en este punto, todos en su etapa juvenil y utilizan este ambiente como guardería se han observado peces del grupo de los Carangidos que incursionan en estos ambientes para alimentarse.

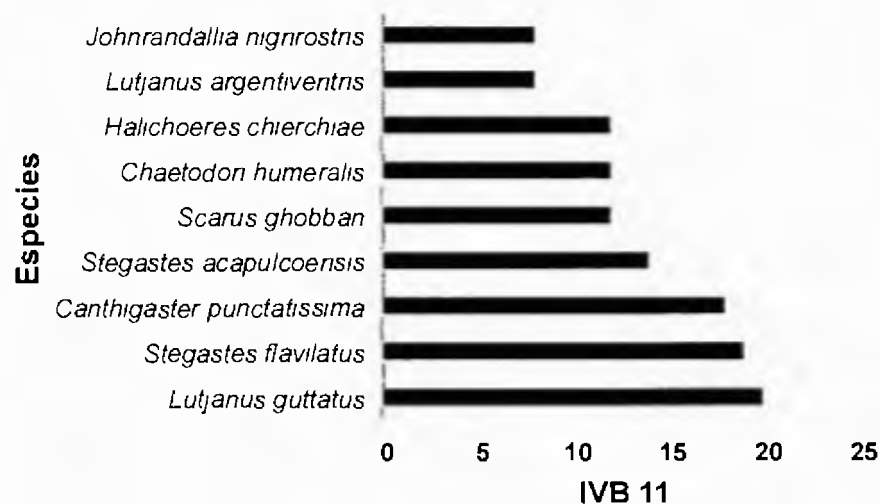


Fig. 44 IVB de la E11_IM, /2016

Estación 12: Bajo de Goyo (E12_BG)

Localizada en la ensenada de Rosario cuenta con un área aproximada de 50 m², una profundidad máxima registrada de 25 m (durante marea alta) y temperaturas registrada mediante computadora de buceo que puede llegar a 19° C (abril)

Presenta un relieve casi estable (plano), con conglomerados de rocas los cuales no sobrepasan los 2 m de altura, sustrato compuesto de arena fina, grava y rocas. Por los lados este – sur, la profundidad alcanza los 27 m

Se identificó para este punto, solo una especie de coral duro (*Tubastrea coccinea*), posiblemente por los cambios radicales a los que se encuentra sometida esta ensenada, los cuales son más evidentes en los periodos de transición de mareas ya que el área recibe descargas del río Rosario y río aguja, aportando sedimento. Sin embargo, se observan importantes arreglos de corales negros (Orden Antipatharia) y octocorales, que propician hábitats adecuados para peces

juveniles de interés comercial como pargo mancha (*Lutjanus guttatus*), Pargo seda (*L. peru*), pargo amarillo (*L. argentiventris*) y también se han observado organismos adultos de pargo negro (*Lutjanus novemfasciatus*) y mero de profundidad del Pacífico (*Epinephelus quinquemfasciatus*).

En el bajo, se nota cierto deterioro del medio a causa de artes de pesca como líneas, anclas, sogas, que se encuentran en los fondos. En este bajo se observaron los mayores cardúmenes de peces (roncadores, pargos y chopas), es evidente el potencial turístico y pesquero que representa para los usuarios de Pixvae que por lo general frecuentan el sitio a diario durante el periodo seco (mediados de diciembre – abril) (Fig. 44).



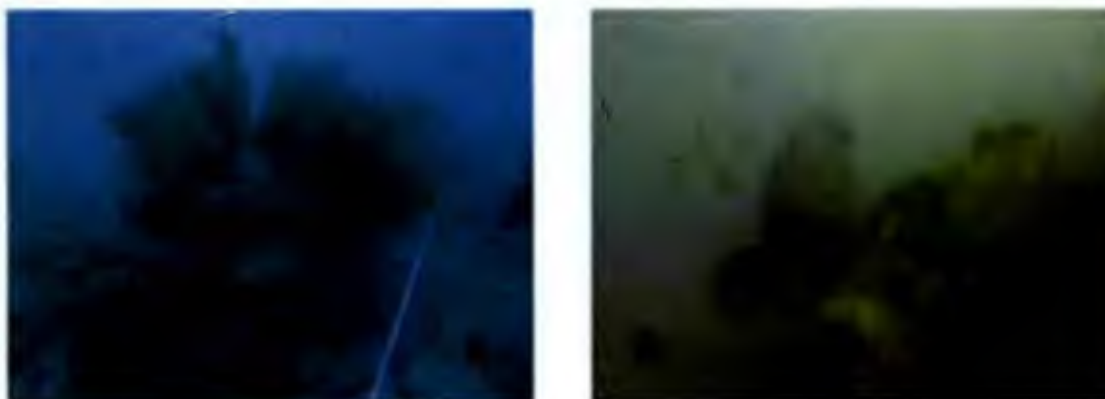


Fig. 45. Esquematzación de la localidad Bajo Goyo – Ensenada de Rosario / Pixvae: A) Coral negro dominante en estos ambientes *Myriopathes panamensis*; B) Mero de profundidad del Pacífico *Epinephelus quinquefasciatus*.

Cuadro No. 28. Resultados de la composición del fondo E11 con CPCE, 2015-2016.

Categoría	2015			2016		
	%	SW	S	%	SW	S
Coral	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Octocoral	0.42	0.00	0.00	2.71	0.67	0.47
Coral Negro	22.08	0.00	0.00	21.88	0.00	0.00
Esponja	0.83	0.00	0.00	1.46	0.00	0.00
Alga	1.88	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00
Roca	27.71	0.00	0.00	27.71	0.00	0.00
Arena	36.88	0.00	0.00	30.83	0.00	0.00
Grava	10.00	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

Cuadro No. 29. Composición cobertura de sub categorías E12 (2015-2016).

Sub Categoría	2015			Sub Categoría	2016		
	%	SW	S		%	SW	S
<i>Tubastrea coccinea</i>	0.21	0.00	1.00	<i>Mynopathes panamensis</i>	21.9	0.00	1.00
<i>Myriopathes panamensis</i>	22.08	0.00	1.00	<i>Pacificorgia irene</i>	1.67	0.30	0.38

<i>Leptogorgia alba</i>	0.42	0.00	1.00	<i>Leptogorgia alba</i>	1.04	0.37	0.15
Alga filamentosa	1.88	0.00	1.00	Alga filamentosa	0.42	0.00	1.00
Esponja erecta	0.83	0.00	1.00	Esponja erecta	1.46	0.00	1.00

Porcentaje de cobertura (%), Índice de Shannon-Weaver (SW); Índice de Simpson (S).

La comunidad de peces en este bajo, muestra la mayor afinidad de dominancia de peces de la familia Lutjanidae y Haemulidae, se aprecian cardúmenes con más de 500 individuos durante el periodo lluvioso, pero para la temporada seca, adquiere gran potencial pesquero donde ingresan peces de mayor tamaño (del punto de vista comercial) en relación a los reportados en la temporada lluviosa.

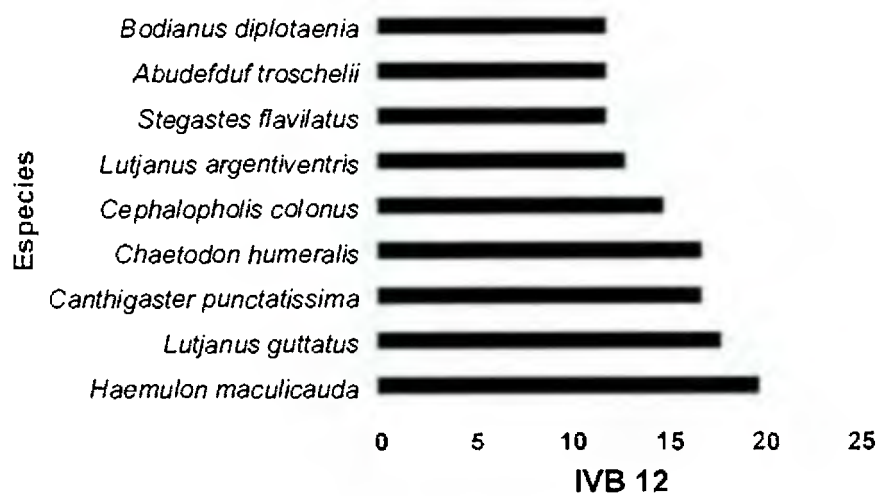


Fig. 46. IVB de la E12_IM /2015.

Análisis de correspondencia canónica (CCA)

Al relacionar los atributos de la complejidad estructural del hábitat, con la presencia de especies de peces de mayor dominancia, se observa que especies

como *Lutjanus guttatus* (LGU) y *Chaetodon humeralis* (CHU), están vinculados a ambientes profundos, como también a la presencia de corales negros y octocorales; por otra parte, en ambientes de roca consolidada o arrecifes rocosos, está estrechamente relacionado con la presencia de especies de peces coralinos como *Haemulon maculidauda* (HMA), *Johnradalia nigrirostris* (JNI), *Cephalopholis colonus* (CCO), *Holacanthus passer* (HPA) y *Scarus ghobban* (SGH). Mientras que la rugosidad, el número de oquedades y la cobertura de corales duros, estuvo relacionada con especies como *Stegastes flavilatus* (SFL), *S. acapucoensis* (SAC), *Lutjanus argentiventris* (LAR) y *Bodianus diplotaenia* (BDI).

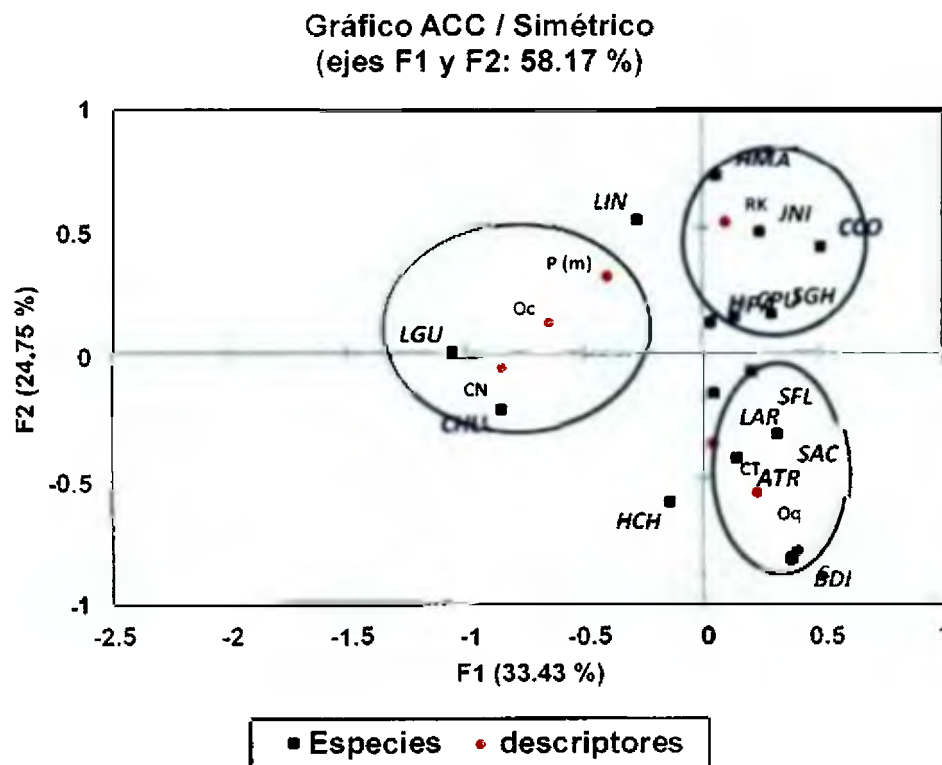


Fig. 47. Análisis de correspondencia canónica (CCA), de peces conspicuos relacionados con los atributos del hábitat.

5.0 DISCUSIÓN

Características del hábitat

Los resultados muestran que en la costa de Pixvae, los ambientes marinos asociados a los caladeros de uso artesanal están constituidos principalmente de bajos rocosos con cobertura promedio de 60% (ámbito 27.71-92.08); Se pudieron identificar cuatro grupos de ambientes o fondos, en base a los descriptores del hábitat, siendo los fondos arrecifales tipo rocoso (Grupo 1) los dominantes y presentan gran afinidad de atributos ecológicos de los fondos rocosos de paredes y rocas pequeñas (Grupo 2). Al analizar los índices ecológicos, muestra que ambientes rocosos asociados a Isla Muela (E5) y la bahía de Pixvae (E7, E8 y E9) son topográficamente más complejos y albergan una mayor diversidad de organismos bentónicos; Sin embargo, la fauna bentónica de invertebrados móviles, estuvo compuesta de equinodermos y se observan importantes densidades en alrededores de Isla Muela; Graham *et al.*, (2011), encuentra que la composición de la comunidad bentónica en el POT (Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador), muestra cierto grado de variación con altas densidades en zonas costeras que cuentan con acceso a la pesca, en relación a islas y áreas marinas protegidas cercanas a la costa, consideran esta variación un efecto secundario de la sobrepesca, debido a que los macroinvertebrados son presas de grandes peces depredadores (meros, pargos) y también de langostas (*Panulirus gracilis*), recursos objetivos de la pesquerías artesanales; la presencia de esta última, estuvo asociada a alrededores de isla Muela y Bajo Goyo. Por otra parte, el sustrato rocoso dominante

promueve el asentamiento de importantes arreglos coralinos y fauna asociada; Se registran 12 especies de coral escleractino de las 23 especies descritas por Guzmán & Breedy (2008), para el Pacífico occidental de Panamá. Estudios realizados en el golfo de Chiriquí y Panamá, destacan la importancia de los fondos rocosos como hábitat para un sinnúmero de especies, principalmente por la disponibilidad de refugio y alimento, especialmente en áreas biogeográficas empobrecidas de arrecifes coralinos como es el caso del POT (Dominicci-Arosemena y Wolf, 2006; Benfield, Baxter, Guzmán y Mair, 2008). La cobertura promedio de coral fue de 9.5% (ámbito 8-12) y estuvo compuesta principalmente por especies del género *Pocillopora* ($\pm 70\%$). Ambientes de someros de arena con arreglos de corales masivos (Grupo 3) corresponde a un ambiente simple (0.025 complejidad tipográfica) con escasa presencia de invertebrados móviles y corales blandos; En el caso de ambientes profundos dominado de corales negros (Grupo 4), muestra cobertura de 25%, con arreglos que alcanzan hasta cerca de 1.5 m, sus ramas permiten que se fijen bivalvos y en las bases rocosas del sustrato se resguardan invertebrados, principalmente la langosta espinosa. Este sitio, presenta una riqueza de especies baja si lo comparamos con los bajos rocosos, sin embargo, un fondo lleno de vida (corales negros) propicia la abundancia de algunas especies de peces. Gratwicke & Speight (2005), al relacionar las variables que definen el hábitat, encuentra que la altura del fondo es un factor determinante en la abundancia de peces; al realizar exploraciones en sitios profundos (± 30 m), encontramos ambientes de corales negros en varios sectores de la costa de Pixvae, con importantes densidades de peces.

Análisis de la comunidad de peces

La riqueza de peces conspicuos fue de 50 especies hasta profundidades de 25 m, un registro bajo si se compara con trabajos realizados en áreas cercanas, como Bahía Honda con 126 especies reportados Dominicci-Arosemena y Wolf (2006), con dominancia de especies planctívoras, pero incluye especies crípticas; Glynn, Enochs, Afflerbach, Brandtneris y Serafy (2014) comunican para Isla Uva, Archipiélago de las Contreras, en el PNC, 57 especies de peces asociadas a dicho arrecife acumuladas a lo largo de 20 años de monitoreo, con dominancia de especies carnívoras; por otra parte, Benfield, Baxter, Guzmán y Mair (2008), reportan 79 especies para el archipiélago de las Perlas y recientemente en Costa Rica reportan 78 especies, en Bahía Culebra (Arias-Godínez, Jiménez, Gamboa, Cortés, Espinoza y Alvarado, 2018); lo cual indica que con un mayor esfuerzo de muestreo se puede aumentar de manera importante no solo el número de especies asociadas a los caladeros, sino también, considerar las especies crípticas. En altas latitudes como el golfo de California específicamente en Isla Santa Isabel, se han reportado hasta 118 especies (Galvan-Villa, Arreola-Robes, Ríos-Jara y Rodríguez-Zaragoza, 2010) y localidades al sur (Brasil) Ferreira, Conçalves y Coutinho, censaron 91 especies. En áreas insulares del POT, atolón de Clipperton e Isla Revillagigedo, 44 y 111 especies respectivamente (Fourrière, Reyes-Bonilla, Galván-Villa, Ayala y Rodríguez-Zaragoza, 2018; Castro y Ballart, 2002) y 108 especies para la Isla de Coco (Friedlander, Zgliczynski, Ballesteros, Aburto-Oropeza², Bolaños y Sala, 2012) y 175 especies para el archipiélago de las Galápagos (Edgar, Banks, Fariña, Calvopiña y Martínez (2004). La mayor riqueza en las islas oceánicas se atribuye a la entrada de larvas de diferentes regiones

biogeográficas, así como de otras islas o costas continentales del Pacífico (Allen & Robertson, 1997; Dominici-Arosamena y Wolff, 2006), además del grado de protección que presenta estas islas, si se compara con áreas costeras de acceso a la pesca (Graham *et al.*, 2011; Fourrière, *et al.*, 2018).

Los atributos del hábitat muestran que los fondos rocosos de grupo 1, presentaron la mayor riqueza de peces, reportando hasta 25 especies en zonas de Bajo la Boya (E1 y E2) cercanas a punta Pixvae y en los bajos de Moliné (E10) que se encuentran en la bahía de Pixvae, estos montículos mantienen condiciones adecuadas para el desarrollo de la vida marina, principalmente por presentar niveles de profundidad de ± 5 m de variación, contando con disposición de refugios como grietas entre las rocas y cuervas donde la roca se asienta en la arena, a diferencia de los grupos 3 y 4, que presentan menor número de oquedades. Dominici-Arosamena y Wolff, (2006) indica que la riqueza de especies aumenta de zonas profundas a zonas poco profundas, mientras que latitudes altas del golfo de California, describen que la riqueza de especies aumenta con la profundidad (Villegas-Sánchez, Abitia-Cárdenas, Gutiérrez-Sánchez y Galván-Magaña, 2009); Sin embargo, Galvan-Villa, Arreola-Robes, Ríos-Jara y Rodríguez-Zaragoza (2010) atribuyen que la riqueza de especies en el golfo de California estarían relacionadas con el esfuerzo y tipo de muestreo; de igual manera, indican que la riqueza de especies en el golfo de California, se ve afectada por la estacionalidad.

Las familias con mayor número de especies registradas en este estudio fueron: Labridae (5), Haemulidae (5), Lutjanidae (4), Pomacentridae (4), Scaridae (4) y Serranidae (4), un patrón que se repite en otras zonas del Golfo de Chiriquí y también en el de California, aunque en zonas más oceánicas y en áreas con mayor profundidad las familias Lutjanidae y Carangidae, también llegan a presentar un alto número de especies (Dominicci-Arosemena y Wolf, 2006; Aburto-Oropeza & Balart, 2001).

Este estudio encontró que la profundidad es un factor determinante en la abundancia de peces, Bajo Goyo (E12) mostro diferencias significativas en abundancia con relación a los demás sitios ($p < 0.05$), se reportaron abundancia > 500 individuos un promedio de 90.15, especialmente de la familia Lutjanidae (*Lutjanus guttatus*) y Haemulidae (*Haemulon maculicauda*), mostro diferencia significativa ($p < 0.05$) con relación los demás sitios. Seguidamente el sector de Bajo La Boya (E1 y E2) con 242 y 277 organismos, con promedios de 18.62 y 21.31 respectivamente, un aspecto importante de resaltar es que los ambientes de ambas localidades Bajo Goyo y la Boya, cuentan con presencia de corales negros, Gratwicke y Speight (2004) indican que un componente que influye en la abundancia de peces es la altura del fondo. Otro aspecto importante a destacar, es que, en ambientes profundos de corales negros, se observaron depredadores tope ($> 1\text{m}$) como el Mero de profundidad del Pacífico (*Epinephelus quinquefasciatus*) y pargo negro (*Lutjanus novemfasciatus*), organismos con estas tallas no se observaron en ninguna otra localidad, coincidiendo con la descripción expuesta por Dominicci-

Arosemena y Wolf (2006) en bahía Honda, los patrones de distribución relacionados a la profundidad indican que las especies presentan tallas relativamente pequeñas en hábitats someros, mientras que especies de mayor tamaño se asocian a zonas profundas. Por otra parte, en Bajo Goyo (E12) se reportaron temperatura hasta de 23 °C, a diferencia de los demás sitios que mostraron temperaturas por encima de los 27 °C; un aspecto de importancia debido a que especies de pargos (*Lutjanus peru* y *L. guttatus*), aprovechan las corrientes de agua fría para acercarse a la costa.

La estructura de la comunidad de peces en las diferentes localidades se caracterizó por seis especies dominantes (*Stegastes flavilatus*, *Canthigaster punctatissima*, *Stegastes acapulcoensis*, *Lutjanus argentiventris*, *Scarus gobban* y *Lutjanus guttatus*) especies de la familia Lutjanidae de gran valor comercial, resaltaron en las diferentes estaciones, tanto en ambientes rocosos como en zonas profundas de corales negros; unas 11 especies que corresponden a un 35% de frecuencia corresponden a especies frecuentes principalmente a familia de peces coralinos (Chaetodontidae, Pomacentridae, Haemulidae, Lutjanidae, Pomacantidae, Labridae y Serranidae). 13 especies que corresponden a un 20% son consideradas comunes, especies como *Caranx caballus*, *Kyphosus vaigiensis*, que ingresan al sistema en cardúmenes durante jornadas de alimentación y 11 especies consideradas como raras acumulan un 6%.

La relación entre los atributos del hábitat y la presencia de peces dominantes indica que peces de importancia comercial como el grupo de los pargos, mantienen presencia en la mayoría de los sitios, especies como *Lutjanus argentiventris*, se encuentran en ambientes rocosos de poca profundidad, mientras que *Lutjanus guttatus* presenta importantes abundancias en ambientes profundos, indicando que existe gran disponibilidad de recursos en los diferentes sitios de pesca en la costa de Pixvae. Por otra parte, ambientes rocosos de la bahía de Pixvae sostienen un elenco diverso de grupos tróficos que incluye peces plactivoros, herbívoros, invertívoros móviles que están estrechamente relacionados que muestran una amplia distribución espacial y se encuentran relacionados con la cobertura de coral, según Glynn, Enochs, Afflerbach, Brandtneris y Serafy (2014), especies de la familia Scaridae, desempeñan un rol de importancia en la repoblación de colonias de coral. También se observa que especies *Abudefduf troschelii*, muestran gran relación con las oquedades de ambientes rocosos de paredes y roca pequeña, estos utilizan estos sitios para reproducción, aquí adhieren sus huevos en las oquedades que se forman entre rocas y brindan un cuidado parental ante los depredadores, principalmente peces coralinos como *Microsphaetodon dorsalis*, *Chaetodon humeralis* y *Holacanthus passer*. De manera general, el elenco de peces conspicuos de la costa de Pixvae, se encuentra dominado por peces de coralinos de tamaño pequeño, son pocos los avistamientos de depredadores tope, los cuales están relacionados a fondos profundos de corales negros, en más de 50 inmersiones solo se avisto dos tiburones punta blanca (*Triaenodon obesus*), asociado a los sectores más alejados de la costa, según Sala, Aburto-Oropeza, Reza, Gustavo Paredes y López-Lemus, (2013), la ausencia de depredadores topes es uno de los primeros indicativos de

sobrepesca y casos como este es común a lo largo de la costas del Pacífico Oriental Tropical, por lo que son necesario contar con herramientas de manejo que ordenen la actividad de pesca que aquí se desarrolla, principalmente por la conectividad entre ambientes y sus recursos con el Parque Nacional Coiba. Acciones de conservación a nivel de la región, como es el caso Cabo Pulmo en Baja California, muestran que con la disposición de la comunidades costeras y actores claves, pueden llevar a mayores éxitos de conservación con relación a grandes Áreas Marinas Protegidas cargadas en legislación, pero administrada por un gobierno estatal (Aburto-Oropeza *et al.*, 2011).

6.0 CONSIDERACIONES DE MANEJO

Sin lugar a dudas, los ambientes marinos de Pixvae cuenta con atributos ecológicos de importancia no solo para el aprovechamiento pesquero, sino también, para alternativas económicas como el ecoturismo marino. Este sector se complementa diversos ambientes que incluyen bosque de manglar, fondos rocosos, arrecife de corales ramificados, arrecife de corales masivos, fondos de corales negros, una serie de atributos que condicionan la exuberante vida marina. Sin embargo, ante la falta de ordenamiento y ausencia de autoridades, atenta la conservación del sistema, hecho que se manifiesta en los problemas de uso existentes entre pescadores locales que realizan su actividad con métodos selectivos, en contraste con pescadores de comunidades cercanas como Pajarón y Remedios que ingresan al sistema con embarcaciones de mayor tamaño cargadas en redes enmalle

(trasmallos), es por ello que consideramos que para tener un aprovechamiento responsable y contribuir a la conservación de los ecosistemas marinos de la costa de Pixvae, es necesario:

- Exista compatibilidad entre la forma de pescar de las comunidades de Pajarón y Pixvae, donde en el primer caso es común el uso de trasmallo, en contraposición de la pesca con cuerda que prevalece en la comunidad de Pixvae.
- Un factor no tomado en cuenta durante el diseño del estudio fue que, con la entrada de las lluvias, los pescadores de Pixvae cambian la forma de pescar y las especie objetivos. Esta información surge de las conversaciones con los pescadores, los cuales dicen que, en el llamado invierno, utilizan cuerdas y azuelo para la pesca, pero que, en vez de controlar las cuerdas de manera manual, las atan a flotadores y las liberan a la deriva con carnada viva (Cojinúa: *Carax caballus*). En este sentido es importante evaluar esta forma de pescar, ya que es una variante que cambia la especie objetivo, por lo que es necesario analizar cómo esta forma de pescar en temporada lluviosa afecta las capturas y la economía de los pobladores de Pixvae.
- Se recomienda establecer un área de pesca responsable en la comunidad de Pixvae; delimitar una zona que abarque desde Punta Muerto hasta Punta Tiradero.

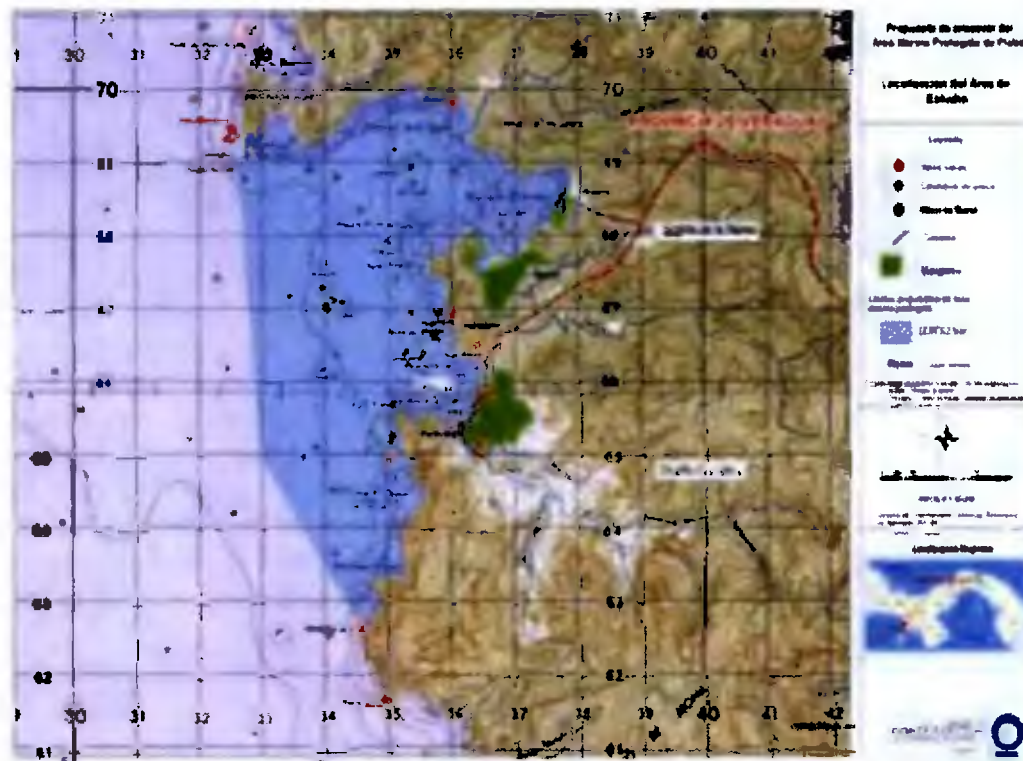


Fig. 44. Área propuesta para desarrollar el programa de manejo pesquero con la comunidad de Pixvae, escala 1:30000.

- Dicha zona, solo debería permitir el uso de anzuelo y cuerda, con no más de tres anzuelos por cuerda y sin el uso de aditamentos mecánicos para tirar y sacar la cuerda (solo uso manual).
- Prohibir totalmente el uso de cualquier otro arte de pesca diferentes a la línea manual en toda el área de manejo.
- Regularizar con el apoyo de las autoridades (ARAP) los permisos de pesca a los pescadores del sector.
- Se recomienda contar con el apoyo técnico de Organizaciones no Gubernamentales y la Universidad de Panamá para posibilitar complementar

el ciclo de investigación de las pesquerías en la Bahía de Pixvae durante la época lluviosa.

- Las embarcaciones no tendrán más de 30 pies de con propulsión manual (remo) o motores fuera de borda de no más de 75 Hp.
- El tipo de arte de pesca que se utilizará es la cuerda y anzuelos, ya sea a fondo con carnada y manejada por el pescador o a la deriva sostenida por una boya. Las cuerdas no podrán contener más de 6 anzuelos.
- Se prohíbe el uso de redes en el área demarcada, bajo el sustento de que son fondos donde predominan los arrecifes de coral y las comunidades coralinas.

7.0 CONCLUSIONES

- 1) La costa de Pixvae, cuenta con importantes atributos ecológicos que condicionan su rica y diversa vida marina, donde se han identificado 12 de las 33 especies de corales escleractino reportadas para el GCH, 4 especies de coral blando y una especie de coral negro. Además de 6 especies de equinodermos.
- 2) Los fondos marinos estuvieron compuestos principalmente de roca en un 60%, seguidamente de arena y grava en un 18%, coral duro de un 12% donde *Polillopora elegans* presento la mayor abundancia, cobertura de alga

11%, 2% de cobertura de coral negro, octocorales de 1.5% esponjas 1% y equinodermos fue de 1.20%.

- 3) Los atributos del hábitat asociada a cada caladero de pesca, permitió identificar 4 tipos de ambientes que incluyeron: Fondo de roca consolidada, fondo de roca pequeña y de paredes de roca, fondos someros con corales masivos y fondo de corales negros.
- 4) Su íctiofauna conspicua, estuvo compuesta de 20 familias, agrupada en 34 géneros y 50 especies, en sitios asociados a los caladeros.
- 5) La abundancia en la comunidad de peces conspicuos estuvo estrechamente relacionada con la profundidad y altura del fondo. Por otra parte, los ambientes con fondos rocosos a profundidades de 7 a 15m y una considerable complejidad topográfica, propiciaron la riqueza y diversidad de peces coralinos.
- 6) La dominancia de peces coralinos y la poca presencia de depredadores tope, pone de manifiesto que los recursos pesqueros en la costa de Pixvae, presenta signos de sobreexplotación.
- 7) Los hábitats de la costa de Pixvae, como también, sus recursos pesqueros, enfrentan un serio estado de amenaza por tema asociado a la falta de ordenación, la poca presencia de autoridades y programa de gobierno en el sector.

8.0 RECOMENDACIONES

- Con base en los atributos y potencial que representa el área, es necesario crear un área de pesca responsable que excluya el uso de trasmallo, con la finalidad de salvaguardar los ambientes marinos para un mejor aprovechamiento de recursos para los pescadores del sector, principalmente pescadores de Pixvae.
- Es necesario contar con la presencia de autoridades, para el ordenamiento del sistema, aprovechando la disposición de la comunidad de Pixvae para llevar un co-manejo. De igual manera, se debe promover programas de educación y desarrollo comunitario, como alternativa ante las escasas demandas laborales del sector.
- Con el apoyo de entes de investigación como la Universidad de Panamá, establecer un programa de monitoreo a largo plazo, con la finalidad de verificar indicadores sobre el estado de conservación del área.

9.0 BIBLIOGRAFIA

Aburto-Oropeza O. & E. Balart. 2001. Community structure of reef fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. *Marine Ecology* 22(4): 283-305.

Aburto-Oropeza O, B. Erisman, G.R. Galland, I. Mascareñas-Osorio, E. Sala E & E. Ezcurra. 2011. Large Recovery of Fish Biomass in a No-Take Marine Reserve. *PLoS ONE* 6(8): e23601

Álvarez-Filip L., H. Reyes-Bonilla & L.E. Calderón-Aguilera. 2006. Community structure of fishes in Cabo Pulmo Reef, Gulf of California marine. *Ecology* 27: 253–262.

Alzate A, F. Zapata & A. Giraldo. 2014. A comparison of visual and collection-based methods for assessing community structure of coral reef fishes in the Tropical Eastern Pacific. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 62 (Suppl. 1): 359-371.

ANAM. 2009. Plan de Manejo del Parque Nacional Coiba. Compiladores J.L Maté, D. Tovar, E. Arcia, Y, Hidalgo. STRI, 168pp.

Aronson R.B. & D.W. Swanson. 1997. Video surveys of coral reefs: uni and multivariate applications. *Proc. 8th Int. Coral Reef Sym.* 2:1923-1926.

Benfield S., L. Baxter, H. Guzman & J. Mair. 2008. A comparison of coral reef and coral community fish assemblages in Pacific Panamá and environmental factors governing their structure. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88 (7): 1331–1341.

Bueno N. & X. Basurto. 2009. Resilience and collapse of artisanal fisheries: a system dynamics analysis of a shellfish fishery in the Gulf of California, Mexico. *Sustain Sci* (2009) 4:139–149.

Chabanet, P., H. Ralambondrainy, M. Amanieu, G. Faure & R. Galzin. 1997. Relationships between coral reef substrata and fish. *Coral Reefs*. 16: 93-102.

Cooke R. 1992. Prehistoric nearshore and littoral fishing in the Eastern Tropical Pacific: an ichthyological evaluation. *Journal of World Prehistory* 6(1): 1-49.

Cortés, J. 1997. Biology and geology of coral reefs of the eastern Pacific. *Coral Reefs* 16: 39 - 46.

D'Croz, L. & D.R. Robertson. 1997. Coastal oceanographic conditions affecting coral reef on both sides of the Isthmus of Panamá. *Proc 8th Int Coral Reef Symp* 2:2053-2058.

Dominici-Arosemena A & M Wolff. 2006. Reef fish community structure in the Tropical Eastern Pacific (Panamá): living on a relatively stable rocky reef environment. *Helgol. Mar. Res* 60:287-305.

Ferreira C.E.L., J.E.A. Gondlaves & R. Coutinho. 2000. Community structure of fishes and habitat complexity on a tropical rocky shore. *Environmental Biology of Fishes* 61: 353–369.

Friedlander A.M. & J.D. Parrish. 1997. Habitat characteristics affecting fish assemblages on a Hawaiian coral reef. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 224:1-30.

Fourrière M., H. Reyes-Bonilla, C.M Galván-Villa, A. Ayala Bocos, F.A. Rodríguez-Zaragoza. 2019. Reef fish structure assemblages in oceanic islands of the eastern tropical Pacific: Revillagigedo Archipelago and Clipperton atoll. *Marine Ecology*. 40:e12539.

Galván-Villa CM., Arreola-Robles JL., Ríos-Jara E. & F Rodríguez-Zaragoza. 2010. Reef fish assemblages and their relation with the benthic habitat of Isabel Island, Nayarit, México. *Revista de biología marina y oceanografía*. 45 (2): 311-324.

Garza-Pérez J.R. 2011. Evaluación de comunidades bentónicas arrecifales. Guía de campo y laboratorio. PAPIME, DGAPA-UNAM. 25pp.

Glynn P.W. & I.G. Macintyre. 1977. Growth rate and age of coral reefs of the Pacific coast of Panama, In: Proceedings of 3rd International Coral Reef Symposium, vol 2, Miami, pp 251–259.

Glynn P.W. & GM Wellington. 1983. Corals and coral reefs of the Galápagos Islands. University of California Press, Berkeley.

Glynn P.W. & J.S. Ault. 2000. A biogeographic analysis and review of the far eastern Pacific coral reef region. *Coral Reef* 19:1-23.

Glynn PW & JL Maté. 1997. Field guide to the Pacific coral reefs of Panama, Proc 8th Int Coral Reef Symp 1:145-166

Glynn PW. 2017. History of Eastern Pacific Coral Reef Research. Coral reef of the Tropical Eastern Pacific persistence and loss in a dynamic environment. *Coral reef of the world* 8. Springer. 1-38p.

Graham J.E., S.A. Banks, S. Bessudo, J. Cortés, H.M. Guzmán, S. Henderson, C. Martinez, F. Rivera, G. Soler, D. Ruiz & F.A. Zapata. 2011. Variation in reef fish and invertebrate communities with level of protection from fishing across the Eastern Tropical Pacific seascape. *Global Ecology and Biogeography*. 20:730–743.

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

Guzmán HM & J Cortés. (1993) Los arrecifes coralinos del Pacifico Oriental Tropical: revisión y perspectivas. *Revista Biología Tropical* 41: 535–557.

Guzmán H. Guevara CA. & O Breedy. 2004. Distribution, diversity, and conservation of coral reefs and coral communities in the largest marine protected area of Pacific Panama (Coiba Island). *Environmental Conservation* 31 (2): 111–121.

Jackson J., M. Kirby, H. Berger, K. Bjorndal, L. Botsford, B. Bourque, R. Bradbury, R. Cooke, J. Erlandson, J. A. Estes, T. Hughes, S. Kidwell, C. Lange, H.S. Lenihan, J.M. Pandolfi, C.H. Peterson, R. Steneck, M J. Tegner & R. Warner. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* vol.293: 629-638p.

Komyakova V., P.L. Munday & G.P. Jones. Relative Importance of Coral Cover, habitat complexity and diversity in determining the structure of reef fish communities. 2013. *Habitat Complexity and Diversity in Determining the Structure of Reef Fish Communities*. PLoS ONE 8(12).

Legendre, P., Legendre, L., 1998. *Numerical ecology*. Second edition. Elsevier Science BV, Amsterdam. 853 pp.

Loya-Salinas DH & A Escofet. 1990. Aportaciones al cálculo del índice de valor biológico (Sanders 1960). *Ciencias Marinas* 16(2): 97-115.

Mate JL. 2003. Corals and coral reefs of the Pacific coast of Panama. In: Cortes J (ed) *Latin American Coral Reefs*. Elsevier Science BV, Amsterdam, pp 387-417.

Maté, J.L. 2005. Análisis de la Situación de la Pesca en los Golfos de Chiriquí y Montijo. *The Nature Conservancy – Panamá y Smithsonian Tropical Research Institute*. 83 pp.

Pauly D, V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese, and F. Torres. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279:860-863.

Palacios M. & F. Zapata. 2013. Fish community structure on coral habitats with contrasting architecture in the Tropical Eastern Pacific. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 62 (Suppl. 1): 343-357.

Ramírez-Ortiz G., L.E. Calderon-Aguilera, H. Reyes-Bonilla, A. Ayala-Bocos, L. Hernández, F. Rivera-Melo, A. López-Pérez & A. Dominici-Arosamena. 2017. Functional diversity of fish and invertebrates in coral and rocky reefs of the Eastern Tropical Pacific. *Marine Ecology*. 38:e12447.

Roberts CM. 1995. Effects of Fishing on the Ecosystem Structure. *Conservation Biology*. Vol. 9 (5): 988-995.

Roberts CM, JA Bohnsack, F Gell, JP Hawkins & R Goodridge. 2001. Effects of marine reserve on adjacent fisheries. *Science* Vol. 294: 1920-1923.

Robertson DR & GR Allen 2015 Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific online information system Version 2.0 Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá

Robertson DR & KL Cramer 2009 Shore fishes and biogeographic subdivisions of the Tropical Eastern Pacific *Mar Ecol Prog Ser* 380 1–17p

Sala E, O Aburto-Oropeza, M Reza, G Paredes & LG López-Lemus 2004 Fishing Down Coastal Food Webs in the Gulf of California, *Fisheries*, 29 3, 19-25

Salas S, R Chuenpagdee, JC Seijo & A Charles 2007 Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean *Fisheries Research* 87 (2007) 5–16

Samoilys M A & G Carlos 2000 Determining methods of underwater visual census for estimating the abundance of coral reef fishes *Environmental Biology of Fishes* 57 289–304

Tokeshi M & S Arakaki 2013 Habitat complexity in aquatic systems: fractals and beyond *Hydrobiologia* (2012) 685 27–47

Vega AJ, YA Robles P & JL Maté 2016 La pesca artesanal en el Parque Nacional Coiba y zona de influencia. Biología y pesquería de sus principales recursos, con recomendaciones de manejo. Fundación MarViva, Ciudad de Panamá, Panamá, 67pp

Villegas-Sánchez, C A , L A Abitia-Cárdenas, F J Gutiérrez-Sánchez & F. Galván-Magaña 2009 Asociaciones de peces de arrecifes rocosos en Isla San José, México *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80 169- 179