

Estado actual y monitoreo de las áreas arrecifales en el Pacífico de Nicaragua 2015



Fondo Multilateral de Inversiones
Miembro del **Grupo BID**

Elaborado por:	Arturo Ayala Bocos		Fecha de Elaboración 5/11/2015
Revisado por:	Para uso del Proyecto		Fecha de Revisión 12/10/2015
Aprobado por:	Para uso del Proyecto		Fecha de Aprobación 12/10/2015

CUADRO DE REVISIONES

⊕ **Tabla No. 1 Matriz de estructura por tipo de documento.**

Documento	Apartado						
	Tabla de contenido	Introducción	Alcance	Objetivos	Definiciones	Responsabilidades	Desarrollo
Manual	X	X	X	X	X	X	X
Guía/metodología	X	X	X	X	X		X
Procedimiento				X	X	X	X
Instructivo							X
Ficha de proceso							X

Tabla de contenido

i.	Introducción	8
ii.	Antecedentes	1
iii.	Objetivo general	3
iv.	Objetivos específicos.....	3
v.	Área de estudio	4
6.1	Composición íctica de los arrecifes	7
6.2	Composición de la comunidad bentónica	7
6.3	Rugosidad del arrecife.....	8
6.4	Estado de salud de las colonias coralinas.....	9
6.5	Análisis de datos.....	9
vii.	Resultados	10
7.1	Composición íctica de los arrecifes del Pacífico de Nicaragua.....	10
7.1	Otras especies	18
7.2	Peces de interés comercial.....	19
7.3	Composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y corales blandos.....	22
7.4	Cobertura del fondo arrecifal.....	28
7.5	Estado de salud de las colonias coralinas.....	35
7.6	Determinación de la calidad ambiental de los sitios: análisis multi criterio	39
viii.	Discusión general	42

Tabla de figuras

Figura 1. Localidades de estudio visitadas en la Costa Pacífica nicaragüense entre 2011 y 2015.....	4
Figura 2. Riqueza de especies de peces promedio ($S \pm$ error estándar) en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua en el año 2011. Los sitios se muestran de Norte a Sur.	10
Figura 3. Riqueza de especies de peces promedio ($S \pm$ error estándar) en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua en el año 2014. Los sitios se muestran de Norte a Sur.	11
Figura 4. Riqueza de especies de peces promedio ($S \pm$ error estándar) en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua en el año 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur.	12
Figura 5. Valores de riqueza promedio de peces ($S \pm$ error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015.	12
Figura 6. Valores de diversidad promedio de peces ($H' \pm$ error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur.	13
Figura 7. Diversidad (H') promedio de especies de peces en la costa pacífica nicaragüense de los años 2011, 2014 y 2015.....	14
Figura 8. Valores de diversidad y uniformidad promedio de peces (H' y $J' \pm$ error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015.	15
Figura 9. Distintividad taxonómica promedio (2011, 2014, 2015, $\Delta^* \pm$ error estándar) de individuos en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua. Los sitios se muestran de Norte a Sur.	16
Figura 10. Distintividad taxonómica promedio de peces ($\Delta^* \pm$ error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015.	17
Figura 11. Densidad promedio (2011, 2014, 2015) de individuos en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua. Los sitios se muestran de Norte a Sur.	17
Figura 12. Valores de densidad promedio de peces (individuos/m ² \pm error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015.	18
Figura 13 Algunas de las especies de interés comercial observadas en el Pacífico de Panamá en el período de monitoreo correspondiente al 2014. a). <i>Lutjanus argentiventris</i> b). <i>Lutjanus guttatus</i> c). <i>Epinephelus labriformis</i> d) <i>Cephalopholis panamensis</i>	19
Figura 14. Biomasa (t/ha) promedio (2011, 2014, 2015) de peces de interés comercial en la costa pacífica nicaragüense.	20
Figura 15. Valores de biomasa promedio de peces de interés comercial (t/ha \pm error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur.	21
Figura 16. Valores de biomasa promedio de peces de interés comercial (t/ha \pm error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015.	22
Figura 17. Riqueza de especies macroinvertebrados y de corales blandos promedio (2014 y 2015) en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua. Los sitios se muestran de Norte a Sur.	23
Figura 18. Riqueza promedio ($S \pm$ Error estándar) macroinvertebrados y de corales blandos observados en el Pacífico de Nicaragua en 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur.	24
Figura 19. Riqueza y densidad promedio de individuos macroinvertebrados y de corales blandos observados en el Pacífico de Nicaragua en 2014 y 2015.	25
Figura 20. Diversidad promedio ($H' \pm$ Error estándar) de macroinvertebrados y de corales blandos observados en el Pacífico de Nicaragua en 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur.	26

Figura 21. Distintividad taxonómica promedio (2014, 2015 $\Delta^* \pm$ error estándar) de macroinvertebrados y de corales blandos observados en el Pacífico de Nicaragua. Los sitios se muestran de Norte a Sur. 27

Figura 22. Distintividad taxonómica promedio de macroinvertebrados y corales blandos ($\Delta^* \pm$ error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015. 28

Figura 23. Porcentaje de cobertura promedio (2014, 2015) de los diferentes tipos de sustrato en toda la zona de estudio. 29

Figura 24. Composición del fondo arrecifal en el Pacífico de Nicaragua en el año 2014. 30

Figura 25 Composición del fondo arrecifal en el Pacífico de Nicaragua en el año 2015. 31

Figura 26. Algunas de las especies de coral escleratóneo presentes en el Pacífico de Nicaragua. A. *Psammocora stellata* (café) y *Porites panamensis* (verde), B. *Pavona clavus*, C. *Pocillopora* sp., D. *Tubastrea coccinea*, E. *Pavona chiriquiensis*, F. *Gardineroserosis planulata*. 32

Figura 27. Porcentaje de cobertura coralina en cada uno de los sitios muestreados en 2014 y 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur. 33

Figura 28. Sobrecrecimiento algal en corales escleractíenos del Pacífico de Nicaragua. 37

Figura 29. Pérdida de tejido asociada con depredación de *Epidendrium billeanum* sobre colonias de *Tubastrea coccinea*. 37

Figura 30. Pérdida de tejido asociada con depredación por peces en colonias de *Pavona* sp y *Pocillopora* sp. 38

Figura 31. Pérdida de tejido de Origen No Definido observado en colonias de *Porites panamensis* y *Pavona gigantean* en el Pacífico de Nicaragua. 39

Figura 32. Cambio de coloración en colonias de *Pavona* spp. En el Pacífico de Nicaragua. 39

Lista de tablas

Tabla 1. Localización y fecha de visita a los sitios del Pacífico de Nicaragua entre 2011 y 2015.	6
Tabla 2. Porcentaje (%) de pérdida de cobertura de coral en los sitios de estudio del Pacífico de Nicaragua.....	34
Tabla 3. Valores de rugosidad calculados en los sitios visitados en 2015.....	34
Tabla 4. Estado de salud de las colonias coralinas de las principales especies de coral escleractíneos presentes en el Pacífico de Nicaragua.....	35
Tabla 5. Estado de salud de las colonias coralinas de los sitios visitados en el Pacífico de Nicaragua	36
Tabla 6. Puntaje obtenido por cada uno de los sitios después del análisis multi - criterio de calidad ambiental. Puntaje total posible 120.	40

i. Introducción

Los sistemas arrecifales (rocosos y coralinos), son de los ecosistemas más valiosos a nivel mundial. Su importancia ecológica es indiscutible y radica principalmente en que posee una gran variedad de hábitats estables aptos para el asentamiento de la vida marina, actúan como áreas de crianza, brindando protección a gran número de individuos juveniles de casi todos los organismos marinos (Prahly y Erdhart, 1985, Hardy et al., 1992, INVEMAR, 2003). También actúan como barreras protectoras de las costas ante eventos climatológicos tales como huracanes y tormentas tropicales entre otros (MARENA, 2010).

Económicamente, los ecosistemas arrecifales ofrecen una gran variedad de servicios ambientales, por ejemplo: la pesca, el turismo, la bioprospección y protección de las zonas costeras, entre otras. Existen registros de que al menos 10 millones de personas en zonas costeras tropicales dependen de los arrecifes de una manera directa o indirecta (Birkeland, 1997). Los arrecifes ofrecen alimento a las poblaciones costeras (pesca ribereña), pues poseen una gran diversidad de peces de interés comercial (respecto a otros ambientes demersales). Además, este ecosistema beneficia a muchas otras pesquerías al brindar alimento a gran variedad de peces pelágicos y costeros (Birkeland, 1997).

Uno de los beneficios económicos más aprovechados en muchos lugares del mundo se asocia con las actividades turísticas desarrolladas en cercanías a estos ecosistemas. El crecimiento turístico en Nicaragua es evidente. Los boletines Estadísticos de Turismo emitidos anualmente por el Instituto nicaragüense de turismo dan cuenta de ello, registrando el incremento en 24% en el número de visitantes entre el año 2010 y 2014 (INTUR, 2015). Sin embargo, esta industria tiene aún mucho que aportar al crecimiento del país. Por ejemplo el buceo y esnórquel, ocupan el séptimo y octavo lugar en el ranking de las actividades realizadas por los visitantes a Nicaragua, incluso después de la categoría "Otras actividades" (INTUR, Boletín de Estadísticas de Turismo Año 2014), lo que demuestra la necesidad de promover el desarrollo de estrategias de difusión del turismo, que a su vez permita incrementar los recursos destinados para la conservación de la biodiversidad marina nicaragüense.

El turismo puede representar en sí mismo una herramienta de conservación de los arrecifes coralinos y rocosos. Sin embargo, es necesario tener un conocimiento completo del ecosistema, que permita establecer la resistencia y capacidad de recuperación del mismo ante las perturbaciones que las actividades de explotación puedan generar, evitando de esta manera daños irreversibles (Pereira - Morales et al., 2011). Para esto, por medio del monitoreo biológico (mediciones repetidas sobre el área arrecifal) y una vez establecidos estudios de línea base, se pueden detectar cambios dentro del ecosistema en el tiempo así como definir las variables involucradas en este cambio (Raymundo et al., 2008).

En este trabajo se resume el monitoreo biológico realizado en 2011, 2014 y 2015 en los arrecifes del Pacífico de Nicaragua, haciendo énfasis en la diversidad, abundancia y densidad de las especies que conforman los ecosistemas de interés.

ii. Antecedentes

La aparente ausencia de comunidades coralinas o arrecifales en la región comprendida entre las costas desde Nicaragua hasta el Salvador, que se conoce como “Pacific Central American Faunal Gap” (Springer, 1958), fue hasta hace poco una de las limitantes en el estudio de los arrecifes del Pacífico nicaragüense. Recientemente algunos estudios demostraron que persisten comunidades arrecifales y coralinas en la zona que deben ser estudiadas (Alvarado et al., 2009, Buitrago et al., 2009, Alvarado et al., 2011).

A raíz de esto, se han realizado algunos pocos estudios descriptivos de los arrecifes y de las comunidades coralinas del pacífico limitados a la zona sur del país (donde se ha registrado la presencia de corales y arrecifes rocosos) (Buitrago et al., 2009, Alvarado et al., 2011, Cortés-Núñez, 2012).

Desde finales de la década anterior (2000) se han realizado trabajos a lo largo de una zona de aproximadamente 100 km desde la costa de Carazo hasta la frontera con Costa Rica. A partir de estos estudios se determinó la existencia de un corredor biológico marino que a pesar de contar con una menor diversidad respecto a otros sectores del Pacífico Oriental Tropical (POT), es de gran importancia para la productividad biológica de la región (Buitrago et al., 2009).

En 2011, Alvarado *et al.*, describió la región de San Juan del Sur (SJS), que hasta el momento es una de las más estudiadas. En este trabajo se reporta que en la zona los arrecifes de coral están dominados por la especie escleractínea *Pavona gigantea* pero que también se presentan otras nueve especies de coral zooxantelado y cuatro de coral azooxantelado.

Si bien en SJS se presenta una menor diversidad de peces respecto a otras regiones arrecifales del POT, los valores coinciden con lo típico para regiones que se encuentran sometidas a condiciones de surgencia (Alvarado et al., 2011). Respecto la biodiversidad marina en general, en la región pacífica nicaragüense se han identificado además más de 300 especies de peces, 1000 de moluscos (González, 1997), cinco de esponjas y un mayor número de crustáceos, equinodermos y algas (Cortés-Núñez, 2012).

En 2014, evaluación anterior que antecede a este trabajo, se visitaron 12 sitios encontrándose 101 especies: 72 de peces, 8 especies de corales escleractíneos, 21 especies de invertebrados y al menos ocho especies de corales con una dominancia parcial de las especies del género *Pavona*. Esta dominancia contrasta con la mayoría de las zonas arrecifales del POT que son en su mayoría dominadas por especies del género *Pocillopora* (Cortés y Jiménez 2003, Glynn, 2003, Maté, 2003, Reyes-Bonilla, 2003).

Así mismo, con ese estudio se determinó que el área de La Anciana merece atención de conservación por su diversidad y otros caracteres que le confieren importancia ecológica.

iii.Objetivo general

Caracterizar el componente biológico y ecológico, así como el estado actual del ecosistema arrecifal y detectar cambios en la estructura comunitaria con base en la comparación con información anterior. Además crear herramientas funcionales en la toma de decisiones respecto al manejo tendiente a la conservación de los recursos.

iv.Objetivos específicos

1. Evaluar el estado de conservación de los recursos marinos en las comunidades arrecifales seleccionadas por el proyecto y sus patrones de distribución a partir de los resultados de la aplicación de un plan de monitoreo de largo plazo.
2. Realizar un análisis comparativo entre los resultados (diversidad y abundancia de macroinvertebrados móviles, peces, tortugas, mamíferos marinos y cobertura coralina) del periodo 2014-2015 y la línea base obtenida a partir del plan de monitoreo de las áreas arrecifales del Pacífico de Nicaragua, para ser adoptado como herramienta de manejo y fortalecimiento de los procesos de conservación de la zona.
3. A partir de los resultados obtenidos, evaluar el estado de las áreas protegidas marinas determinadas en el estudio pasado y proponer medidas o recomendaciones para el uso responsable de los recursos para pesca turismo y conservación (georeferenciados).

v. Área de estudio

Con el fin de caracterizar biológica y ecológicamente las principales comunidades arrecifales y coralinas del pacífico de Nicaragua, desde el año 2011 se han visitado 20 localidades a lo largo de la costa del Pacífico de Nicaragua desde la zona conocida como Hueco de Diego (11°24'52.62" N y 86°04'22.76" O) hasta La Cocinera (11°06'26.77" N y 85°46'23.40" O) en el departamento de Rivas (Figura 1).



Figura 1. Localidades de estudio visitadas en la Costa Pacífica nicaragüense entre 2011 y 2015.

Nicaragua es uno de los países que cuenta con costas en el Océano Pacífico y en el Mar Caribe, este último donde se encuentran las formaciones arrecifales más grandes del país, por el contrario en el Pacífico se encuentran solamente pequeños parches de coral principalmente distribuidos hacia el sur cercano a la frontera con Costa Rica (Ryan y Zapata, 2003). Una de las razones por las cuales se presenta esta poca uniformidad en la presencia y cobertura de corales entre las dos costas de Nicaragua, es la característica físicas de cada una de éstas. El Pacífico de

Nicaragua y en general el Pacífico Oriental Tropical no presenta condiciones óptimas para el desarrollo de ecosistemas arrecifales coralinos. Sus aguas son frías debido a las surgencias estacionales y a las corrientes profundas que ocasionan crecimiento limitado de especies escleractíneas (Ryan y Zapata, 2003). Sin embargo la presencia de estas formaciones aún bajo estas condiciones merece atención.

vi. Metodología

Para el monitoreo del ecosistema arrecifal rocoso y coralino, se utilizó una metodología estándar empleada en las evaluaciones de ecosistemas arrecifales en el Corredor Marino de la Conservación del Pacífico Oriental Tropical. Para esto en cada uno de los sitios de muestreo (Tabla 1) se realizaron censos visuales a lo largo de cuatro transectos de banda de 20 m de longitud paralelos a la línea de costa, localizados en dos estratos de profundidad (somero <6m y profundo >6m).

Tabla 1. Localización y fecha de visita a los sitios del Pacífico de Nicaragua entre 2011 y 2015.

Sitio	Años de visitas	Latitud	Longitud
		Norte	Oeste
Punta Clavo	2011-2014-2015	11° 06.571	85° 46.828
El Toro	2014-2015	11° 07.587	85° 48.224
Bajo del Tigre	2014-2015	11° 07.310	85° 47.811
Chicarias Afuera	2014-2015	11° 07.926	85° 48.357
Paloma Sur	2011-2014-2015	11° 11.347	85° 50.359
Paloma Norte	2011-2014-2015	11° 12.225	85° 50.813
Toro Marsella/Toro Miscal	2011-2014-2015	11° 16.895	85° 54.399
Marsella	2015	11° 16.519	85° 54.210
Majagual	2011-2014-2015	11° 17.706	85° 55.275
Anciana	2011-2014-2015	11° 21.171	86° 00.329
Gigante	2015	11° 23.129	86° 2.187
Nacascolo	2011-2014-2015	11° 16.322	85° 54.215
Guacalito	2015	11° 21.261	85° 59.752
Peña Rota	2014	11° 14.041	85° 52.142
Punta La Flor	2014	11° 08.863	85° 48.141
El Ancla	2011	11° 15.641	85° 53.532
El Chiflonazo	2011	11° 06.867	85° 47.141

Hueco de Diego	2011	11° 24.878	86° 04.381
La Cocinera	2011	11° 06.447	85° 46.390
La Redonda	2011	11° 22.750	86° 01.952

6.1 Composición íctica de los arrecifes

Para determinar esta composición a lo largo de los transectos anteriores, se registraron, contaron y midieron todos los peces que se encontraron dentro de un túnel imaginario de 20 m de largo, 5 m de alto y 5 m de ancho en una sola dirección. El tamaño de los organismos se estimó en intervalos de 5 cm (Bellwood y Alcalá, 1988). Cuando los peces estaban en cardúmenes, se estimó su abundancia contándolos en bloque y luego multiplicándolos por el número de bloques que se estime componen el cardumen (Bellwood y Alcalá, 1988). Dentro de los censos además se incluyeron, de encontrarse, otros animales móviles como tortugas, ballenas y delfines.

6.2 Composición de la comunidad bentónica

Para la identificación de los macroinvertebrados y octocorales, basados en la metodología descrita en el sitio web del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales STRI (http://striweb.si.edu/esp/mesp/reef_monitoring_protocol.htm) se utilizaron los mismos transectos descritos para los censos de peces, solo que en este caso se muestrearon ambos lados del transecto hasta 1 m de distancia. Los organismos se identificaron en la mayoría de los casos hasta nivel de especie (en algunos casos solo a nivel de género por la dificultad de identificación en campo de algunos organismos) de los taxa Artrópoda, Molusca, Anelida y Echinodermata que se encontraron tanto por encima como en las oquedades del arrecife.

Tanto peces como organismos de la epifauna y la vegetación marina, fueron identificados visualmente durante el muestreo a nivel de especie (cuando fue posible), usando los criterios de Allen y Robertson (2006) y (Human y Deloach, 2004) para peces y de (Keen,

1971, Brusca, 1980, Kerstitch, 1989, Gotshall, 1998) para invertebrados.

Para describir el tipo de cobertura presente en los sitios de estudio, a lo largo de los transectos se utilizó un cuadrante o cuadrícula de PVC de 1 m², subdividida en cuadrículas o celdas de 0.01 m² (100 cuadrados en un 1m²). Este cuadrante se colocó una vez cada metro sobre la cinta métrica que describe el transecto, mientras el buzo observó y registró el taxón de organismo sésil o tipo de sedimento que cubría el fondo. Para cada colonia o tipo de cobertura en la cuadrícula, se registra el área que ocupa contando las celdas y fracciones de una celda. Las categorías descritas en este apartado fueron: tapete algal, algas (verdes, rojas, cafés), alga coralina, otros (esponja, hidrozoario, gorgónido, balano o coral) y el tipo de sedimento: arena, roca, cascajo o coral muerto. (Weinberg 1981; www.striweb.si.edu/esp/mesp/reef_monitoring_intro.htm), se realizaron dos transectos separados por 10 m entre ellos, en cada zona de profundidad (al menos dos zonas, dependiendo de la estructura específica del arrecife y del gradiente de profundidad. En caso de ser muy estrecha la plataforma, se realizaron transectos solamente en el rango entre tres y 6 m de profundidad y en la base del arrecife.

6.3 Rugosidad del arrecife

Finalmente para conocer la complejidad estructural o rugosidad del arrecife, sobre el mismo transecto se colocó una cadena de 10 m de largo que se ajustó a la topografía del sustrato (siguiendo el contorno estructural, arena, corales, piedras). Donde terminó la cadena, se registró el dato de la distancia horizontal cubierta. La distancia horizontal cubierta se dividió entre la longitud total de la cadena para obtener un índice de rugosidad con valores entre 0 y 1. Valores cercanos a 1 indican sitios muy planos, mientras que sitios cercanos a 0 indican sitios muy irregulares (Rogers et al. 2001).

6.4 Estado de salud de las colonias coralinas

A lo largo de los transectos mencionados se contabilizaron las colonias presentes hasta un metro a cada lado de la cinta métrica y se diagnosticaron de acuerdo a las lesiones morfológicas macroscópicas presentes en cada una de ellas. Las lesiones se caracterizaron de acuerdo a su forma, color, localización, distribución y margen. Siguiendo lo propuesto por Rodríguez-Villalobos (2014).

6.5 Análisis de datos

La información obtenida de cada censo durante los tres años de estudio fue organizada en una base de datos de cobertura de fondo, macroinvertebrados- corales blandos y peces. Los datos fueron procesados para conocer la estructura de la comunidad en términos de riqueza (S = número de especies por censo), densidad y abundancia de individuos (N = número de individuos por área), diversidad del sistema (Shannon-Wiener H' , uniformidad de Pielou J' , distintividad taxonómica Δ^*).

Con base en los valores de riqueza (S), diversidad (H'), equidad (J'), distintividad taxonómica (Δ^*) tanto de peces como invertebrados, biomasa (t/ha) de especies ícticas de interés comercial, prevalencia de lesiones, cobertura de coral vivo y de tapete algal y rugosidad del arrecife, se realizó un análisis multi - criterio para determinar la calidad ambiental de cada sitio visitado y establecer aquellos que requieran un manejo especial.

Para esto los índices se ordenaron del mayor al menor valor para 12 sitios (visitados en 2015 y que cuentan con la información completa para el análisis) considerando el valor 12 como el mejor (*e.g* mayor cobertura coralina) y el uno como el más bajo (*e.g* mayor cobertura de algas y menor biomasa de peces de interés comercial).

Para evaluar las posibles diferencias entre los sitios respecto a la diversidad de las especies de peces e invertebrados, se realizaron pruebas de comparaciones múltiples (Kruskal Wallis) previa evaluación de la normalidad de los datos. La prueba paramétrica *a posteriori* de Tukey se empleó para establecer entre qué sitios se presentan las diferencias, de detectarse éstas. Para análisis ecológicos y estadísticos de la diversidad y riqueza de especies, se utilizaron los programas Statistica 7 (StatSoft, 2005) y Primer 6[®] (Clarke, 2006.).

vii.Resultados

7.1 Composición íctica de los arrecifes del Pacífico de Nicaragua

A lo largo de estos años de estudio en el Pacífico nicaragüense se ha registrado un total de 96 especies de peces pertenecientes a 10 órdenes y 36 familias diferentes. De todos los sitios evaluados en las tres campañas, en promedio los lugares que presentaron el mayor número de especies fueron La Redonda ($S= 20 \pm 2$ especies/sitio), El Toro ($S= 17 \pm 1$ especies/sitio), Marsella ($S= 16 \pm 1$ especies/sitio) y Punta Clavo ($S= 16 \pm 1$ especies/sitio). Las riquezas más bajas registradas en promedio por sitio se presentaron en Gigante y El Ancla con 7 ± 1 y 9 ± 2 especies / sitio, respectivamente.

Particularmente, en el año 2011 la riqueza (S) por sitio presentó valores entre 9 ± 2 y 20 ± 0 especies / sitio, siendo Punta Clavo el que destacó por presentar el mayor número de especies de peces y El Ancla el menor (Figura 2).

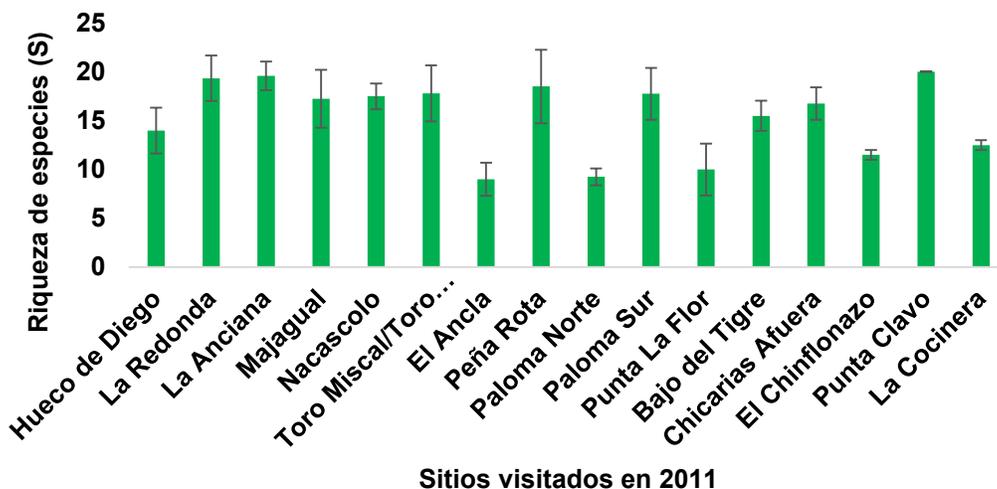


Figura 2. Riqueza de especies de peces promedio ($S \pm$ error estándar) en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua en el año 2011. Los sitios se muestran de Norte a Sur.

En el caso del 2014 el número de especies (S) promedio observado, presentó valores más altos respecto al año anterior. Los valores más bajos se presentaron en Punta La Flor y Peña Rota en donde 11 ± 1 especies / sitio se observaron mientras que los más altos fueron registrados en el sitio Paloma Sur con 19 ± 2 especies (Figura 3).

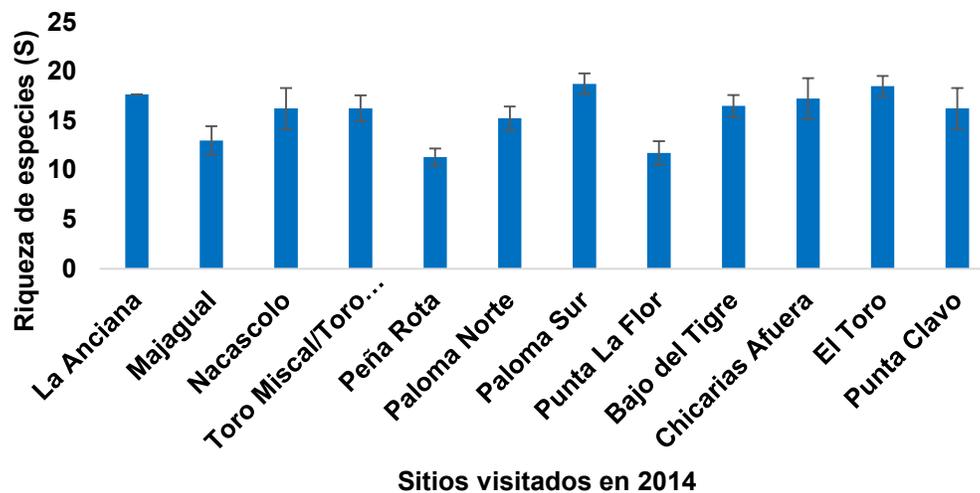


Figura 3. Riqueza de especies de peces promedio ($S \pm$ error estándar) en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua en el año 2014. Los sitios se muestran de Norte a Sur.

En el año 2015, el menor número de especies (S) de peces promedio por sitio se observó en el sitio conocido como Gigante con 7 ± 1 especies, mientras que en Marsella, 16 ± 1 especies fueron observadas (Figura 4).

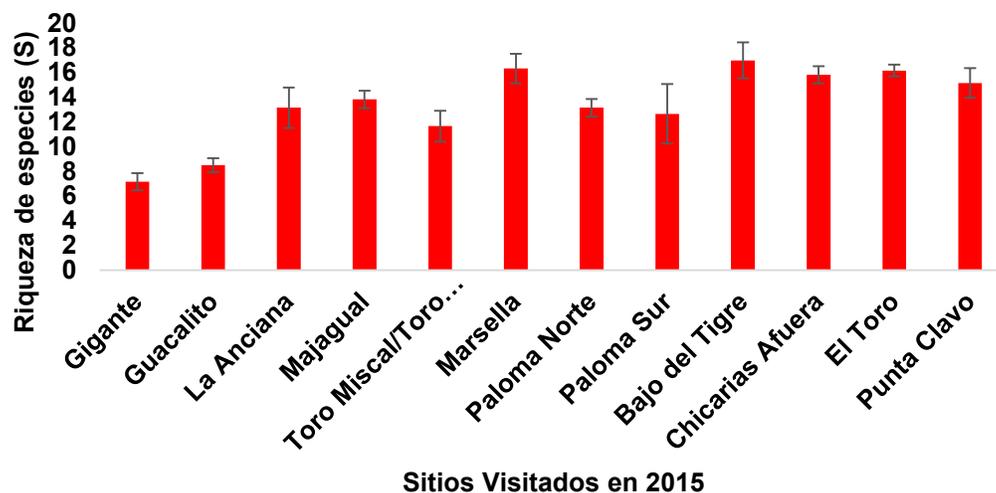


Figura 4. Riqueza de especies de peces promedio ($S \pm$ error estandar) en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua en el año 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur.

Combinando todos los sitios visitados a lo largo de estos tres años, los valores de riqueza se presentaron más altos en el 2011 y más bajos en el 2015 (Figura 5) sin embargo estas diferencias no fueron significativas ($p = 0.44$).

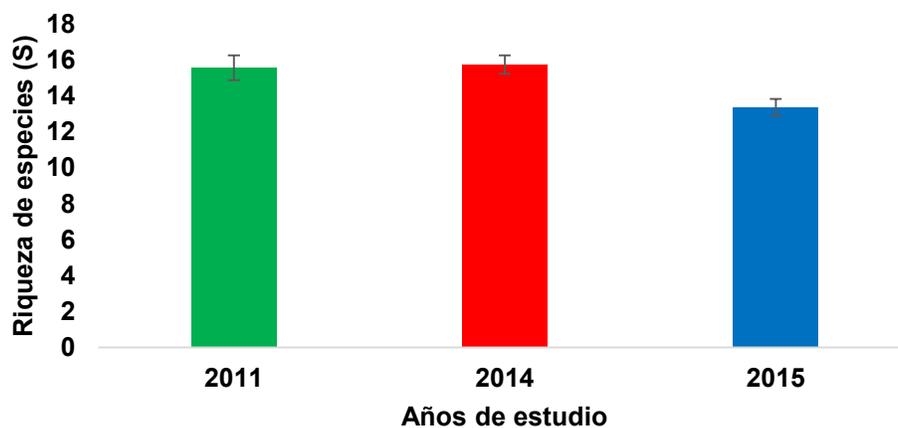


Figura 5. Valores de riqueza promedio de peces ($S \pm$ error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015.

En 2015, los valores de diversidad (H') más altos se presentaron en el Toro ($H' = 0.92$) y Punta Clavo ($H' = 0.85$), mientras que Gigante fue el sitio que se registró menos diverso ($H' = 0.53$) respecto a los peces arrecifales (Figura 6).

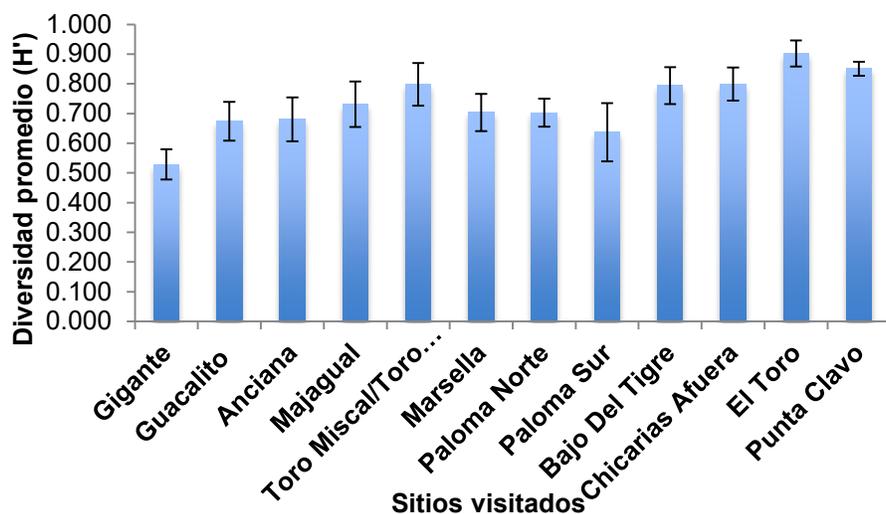


Figura 6. Valores de diversidad promedio de peces ($H' \pm$ error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur.

La diversidad de peces hasta 2015, de acuerdo al índice de Shannon (H'), presentó los valores más altos en La Redonda ($H' = 1.04$), Nacascolo ($H' = 0.96$), Bajo El Tigre $H' = 0.96$), mientras que El Chinflonazo ($H' = 0.64$) y Gigante ($H' = 0.52$) se presentaron como los menos biodiversos Figura 7.

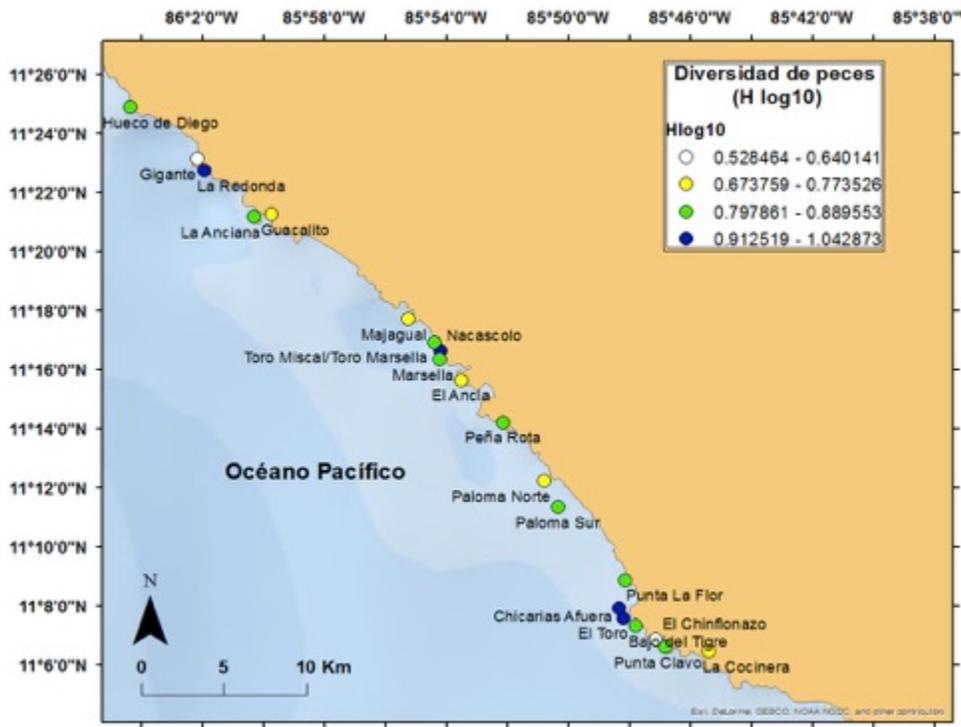


Figura 7. Diversidad (H') promedio de especies de peces en la costa pacífica nicaragüense de los años 2011, 2014 y 2015.

En el tiempo, los valores de diversidad han presentado una disminución a partir del 2014 cuando se registraron los mayores valores de acuerdo al índice de Shannon $H' = 0.90 \pm 0.023$. En 2014 y 2015 los valores promedio de H' fueron 0.89 ± 0.02 y 0.73 ± 0.02 , respectivamente. Las diferencias son estadísticamente significativas ($H = 31.49744$ $p < 0.01$), respecto a 2015 (Figura 7).

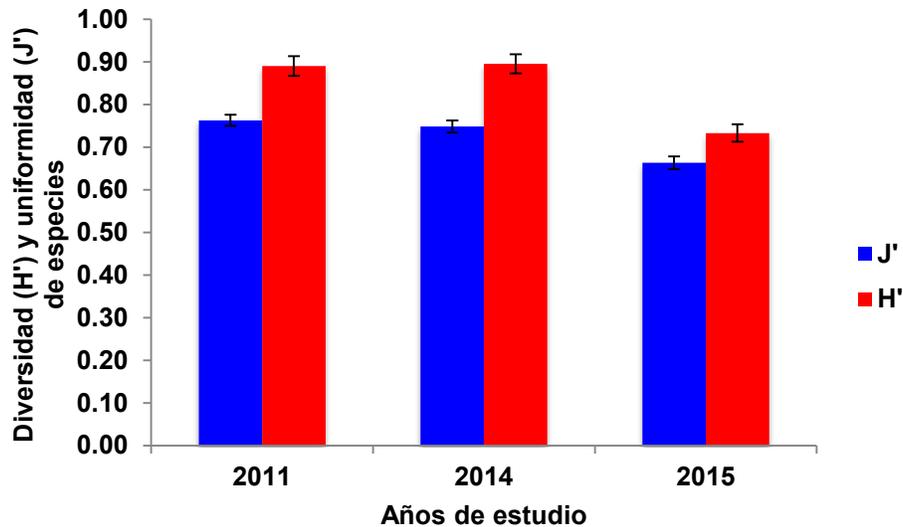


Figura 8. Valores de diversidad y uniformidad promedio de peces (H' y J' \pm error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015.

Respecto a la diversidad taxonómica, el cálculo del índice Δ^* para los tres años de estudio arrojó como resultados, los mayores valores en Gigante ($\Delta^*= 55.52$), El Ancla ($\Delta^*=52.30$) y Bajo del Tigre ($\Delta^*= 51.78$) y los menores en la Cocinera ($\Delta^*= 41$). La distintividad taxonómica promedio ($\Delta+$) fue mayor en El Chinflonazo ($\Delta+= 56.08$) y Paloma Norte ($\Delta+= 55.60$) y menor en La Cocinera ($\Delta+= 48.91$). Finalmente, los valores de equidad de Pielou (J') presentaron los promedios más altos en Punta La Flor ($J'= 0.81$) y La Redonda ($J'= 0.80$) lo que indica que no existe una dominancia importante de alguna especie de pez sobre otro. Los valores más bajos por su parte, se observaron en los sitios El Chinflonazo ($J'= 0.60$) y Gigante ($J'= 0.63$).

Las diferencias en los índices de diversidad (como Δ^* Figura 9) de las localidades visitadas son estadísticamente significativas ($H: 38.89$, $p= 0.0058$), siendo Gigante el que se presenta diferente a algunos de los demás ($H'= 0.52 \pm 0.1$).

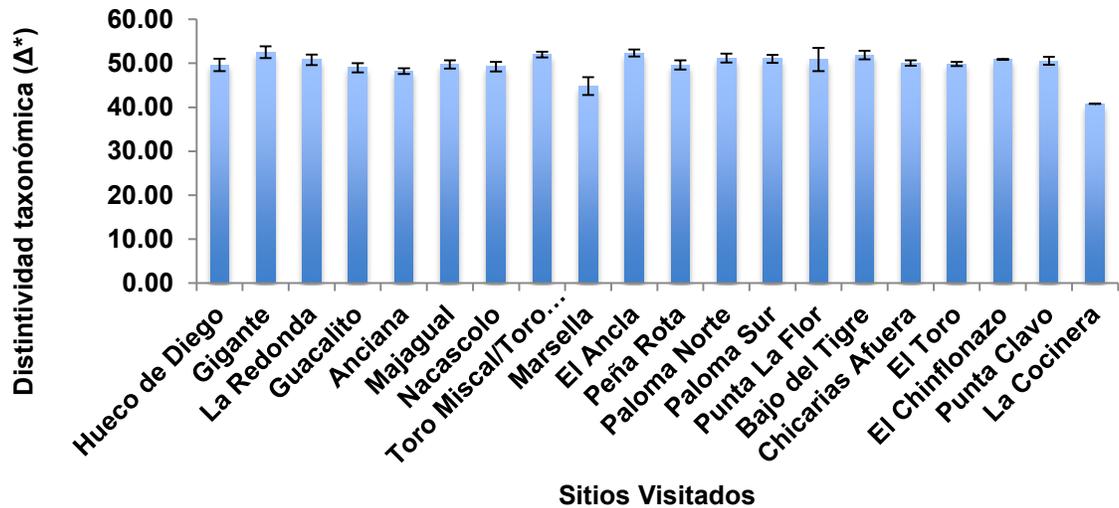


Figura 9. Distintividad taxonómica promedio (2011, 2014, 2015, $\Delta^* \pm$ error estándar) de individuos en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua. Los sitios se muestran de Norte a Sur

En el tiempo, las diferencias en los valores de distintividad taxonómica de peces no fueron significativas ($p > 0.01$), aunque el 2014 presentó valores menores respecto a los otros dos años (Figura 10).

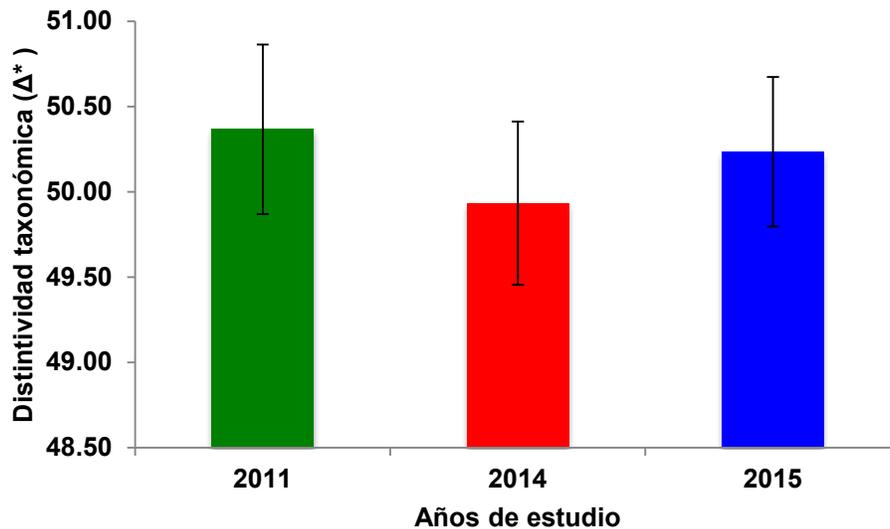


Figura 10. Distintividad taxonómica promedio de peces ($\Delta^* \pm$ error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015.

Respecto a la densidad de individuos entendida como el número de peces observados por m^2 , el promedio general para el Pacífico nicaragüense (2011, 2014, 2015) fue de 1.65 ± 0.1 (individuos / $m^2 \pm$ EE), presentándose los valores más altos en los sitios conocidos como Marsella (4.55 ± 1 , individuos / m^2), el Toro (2.22 ± 0.36 , individuos / m^2), Bajo del tigre (2.30 ± 0.53 , individuos / m^2) mientras que en El Ancla (0.21 individuos ± 0.037 / m^2) y Punta la Flor y Hueco del Diego (0.35 ± 0.12 individuos / m^2), se registraron los valores más bajos. Estas diferencias en la densidad de individuos entre sitios fueron significativas ($H: 60.60$, $p= 0.003$) y se presentaron principalmente entre Marsella (4.55 ± 0.1 individuos / m^2) y todos demás los sitios visitados.

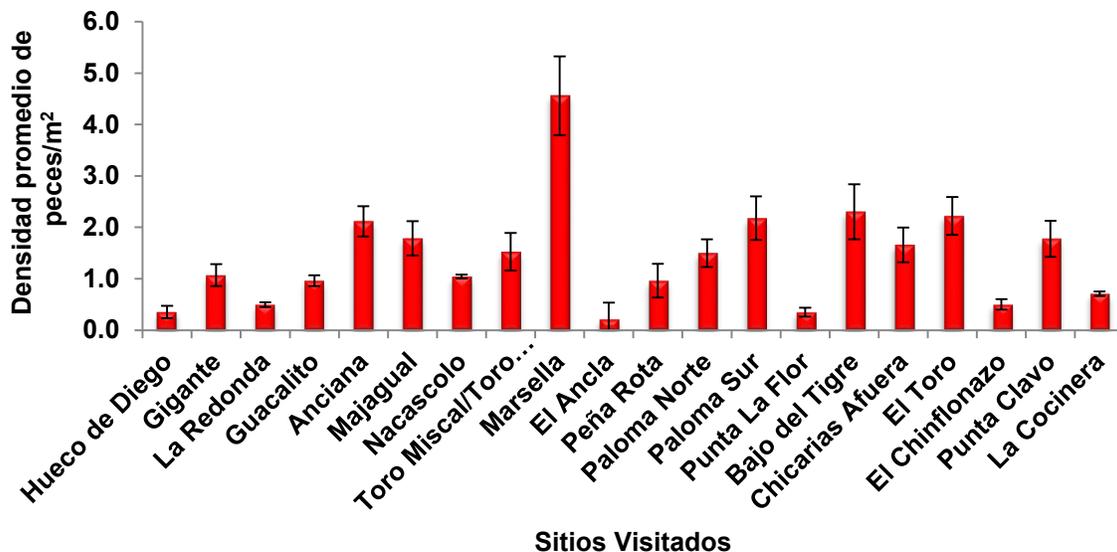


Figura 11. Densidad promedio (2011, 2014, 2015) de individuos en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua. Los sitios se muestran de Norte a Sur

En el tiempo (Figura 12), las diferencias en la densidad de peces fueron estadísticamente ($H=87.77245$ $p < 0.01$) significativas entre los tres años, presentándose menor en 2011 ($N= 0.51 \pm 0.012$) y mayor en 2015 (2.49 ± 0.01).

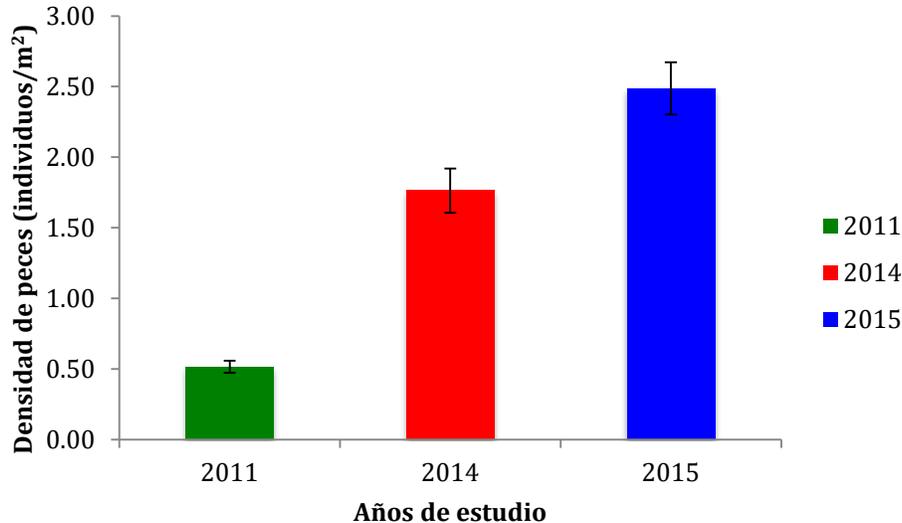


Figura 12. Valores de densidad promedio de peces (individuos/m² ± error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015.

Las especies más abundantes en el área de estudio fueron *Thalassoma lucasanum* (n=6222), seguida por *Chromis atrilobata* (n=5478) y *Abudefduf troschelii* (n=2799). Las especies más comúnmente observadas (presentes en 17 o más sitios de muestreo) en el Pacífico nicaragüense fueron: el pez ronco *Haemulon flavigutatum*, los meros *Epinephelus labriformis* y *Cephalopholis panamensis*, la mariposa *Chaetodon humeralis*, las damiselas *Stegastes flavilatus*, *Stegastes acapulcoensis* y *Microspathodon dorsalis*, las viejas *Bodianus diplotaenia* y *Thalassoma lucasanum*, *Halichoeres dispilus* y el botete *Diodon holocanthus*.

Por su parte, las especies menos comunes y abundantes (presentes solamente en un sitio en los tres años de estudio), fueron 17: *Ablennes hians*, *Abudefduf concolor*, *Acanthemblemaria macrospilus*, *Chanos chanos*, *Chilomycterus reticulatus*, *Ekemblemaria myersi*, *Gymnomuraena zebra*, *Gymnothorax dovii*, *Hippocampus ingens*, *Hoplopagrus guentherii*, *Mycteroperca xenarcha*, *Myrichthys tigrinus*, *Prionurus punctatus*, *Rypticus bicolor*, *Selene sp.*, *Seriola rivoliana* y *Synodus lacertinus*.

7.1 Otras especies

Durante los censos realizados en los tres años de estudio no se observaron ejemplares de especies de gran tamaño como ballenas, delfines, tiburones ni tortugas marinas.

7.2 Peces de interés comercial

En el Pacífico de Nicaragua durante 2011, 2014 y 2015, se han registrado 16 especies (S) de peces comerciales que incluyen jureles, loros o pericos, meros, pargos y cabrillas.

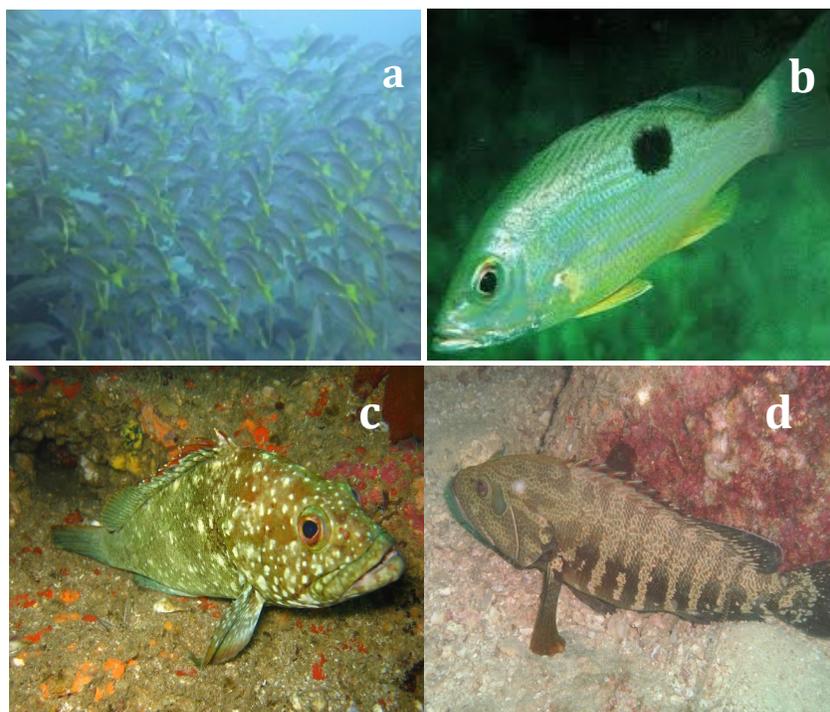


Figura 13 Algunas de las especies de interés comercial observadas en el Pacífico de Panamá en el período de monitoreo correspondiente al 2014. a). *Lutjanus argentiventris* b). *Lutjanus guttatus* c). *Epinephelus labriformis* d) *Cephalopholis panamensis*

El promedio de biomasa de estas especies en la región es de 0.55 ± 0.06 ton/ha, presentándose los mayores valores en Marsella (1.89 ± 0.92 ton/ha) y Toro Miscal / Marsella (0.88 ± 0.18 ton/ha). En Peña Rota (0.07 ± 0.04 ton/ha) y El Ancla (0.04 ± 0.02 ton/ha) los valores de biomasa de peces de interés comercial fueron los más bajos reportados en este estudio (Figura 14).



Figura 14. Biomasa (t/ha) promedio (2011, 2014, 2015) de peces de interés comercial en la costa pacífica nicaragüense.

En 2015, los valores de biomasa se muestran en la Figura 15. Marsella presentó los valores promedio más altos (1.3 ± 0.7 t/ha), mientras que en Gigante 0.02 ± 0.001 t/ha) y Guacalito (0.052 ± 0.001) estos fueron significativamente menores.

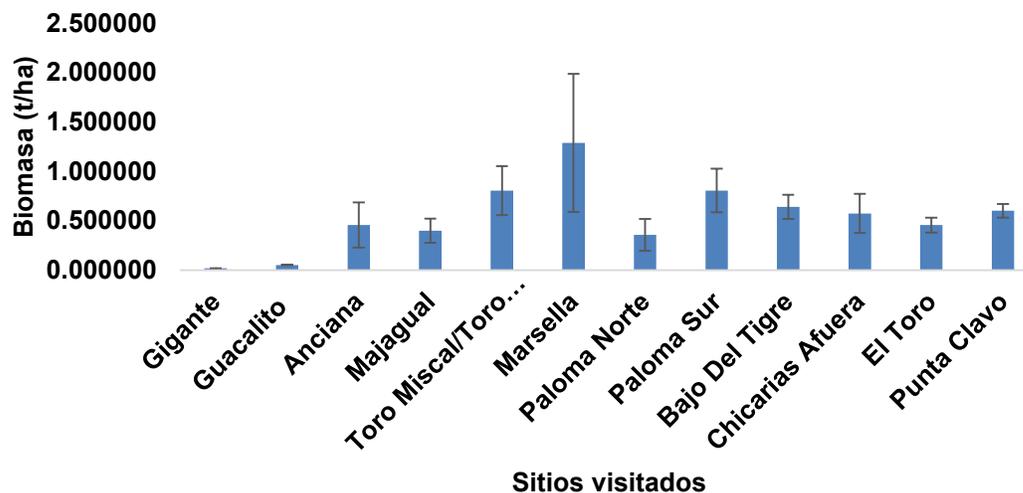


Figura 15. Valores de biomasa promedio de peces de interés comercial (t/ha ± error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur.

La biomasa ha incrementado significativamente ($H= 36.56$, $p < 0.01$) desde 2011 (0.21 t/ha). En 2014 se reportan las mayores toneladas por hectárea (0.77 t/ha).

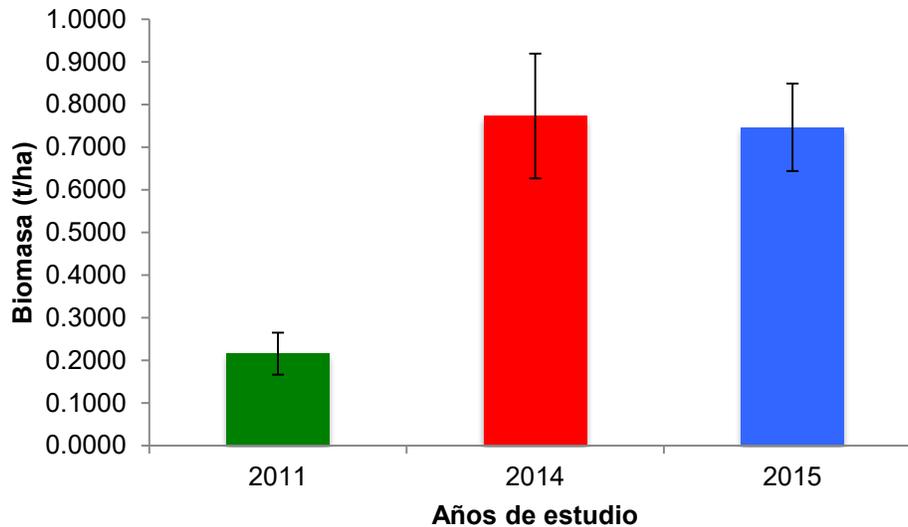


Figura 16. Valores de biomasa promedio de peces de interés comercial (t/ha ± error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015.

7.3 Composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y corales blandos

En el Pacífico de Nicaragua se registraron entre 2014 y 2015 un total de 56 especies de macroinvertebrados pertenecientes a cinco phyla (Cnidaria, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata y Annelida), 12 clases y 38 familias. Los caracoles fueron los más dominantes con un total de 12 especies observadas.

De las especies con interés comercial, la langosta *Panulirus* spp, únicamente fue observada en las localidades de Chicarias en los dos años y en Bajo del Tigre y el Toro solamente en 2014. El pepino de mar de importancia comercial *Isostichopus fuscus*, se observó únicamente en Majagual, Marsella y Gigante en 2015.

El promedio (2014, 2015) de riqueza (S) observadas por sitio fue de 9 ± 0.4 especies presentándose los mayores valores en Guacalito (12 ± 2 especies/sitio), Punta Clavo (10 ± 1 especies / sitio) y Chicarias (10 ± 1 especies /sitio), mientras que Peña Rota y Nacascolo presentan la menor riqueza específica de macroinvertebrados con 6 ± 1 y 7 ± 1 especies / sitio respectivamente.

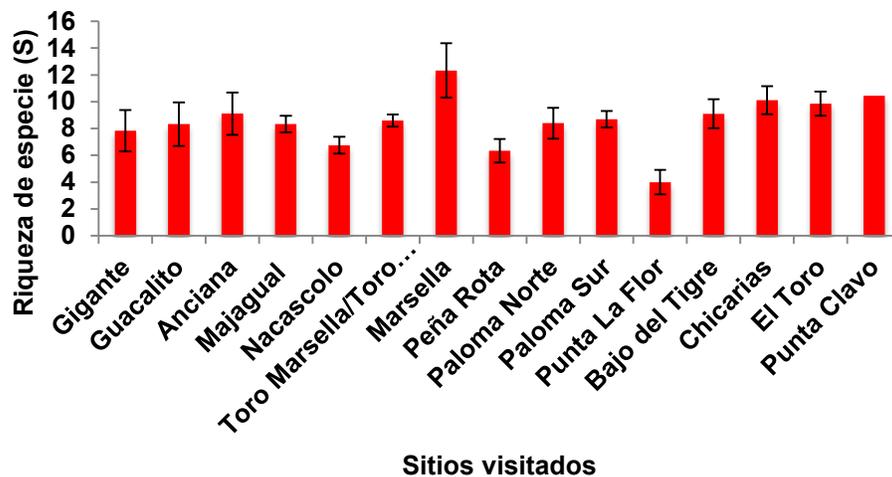


Figura 17. Riqueza de especies macroinvertebrados y de corales blandos promedio (2014 y 2015) en el área de estudio del Pacífico de Nicaragua. Los sitios se muestran de Norte a Sur.

Los datos de riqueza de 2015 se muestran en la Figura 18. En Punta Clavo y Marsella se reportaron los valores más altos de riqueza (12.4 y 12.3 respectivamente). Mientras que con solo 7.8 especies promedio Gigante es el sitio con los valores de riqueza S más bajos de la región.

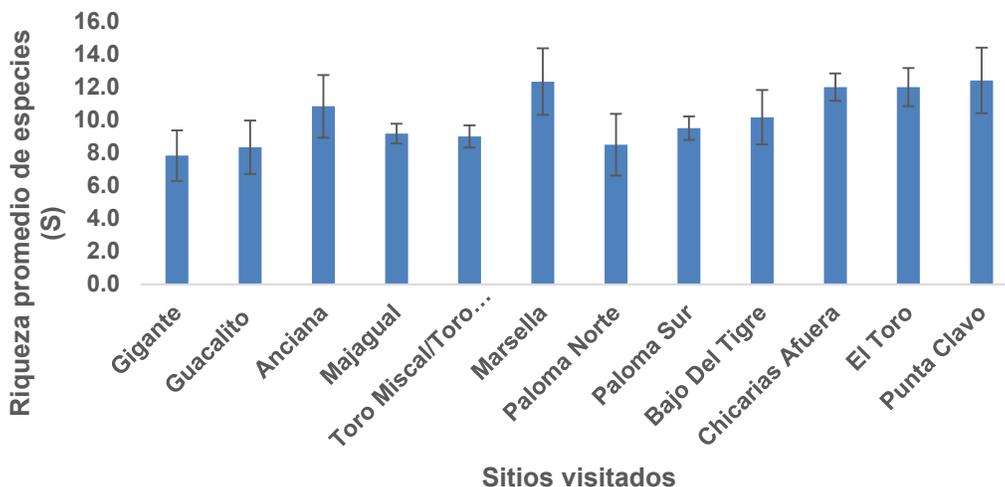


Figura 18. Riqueza promedio ($S \pm$ Error estándar) macroinvertebrados y de corales blandos observados en el Pacífico de Nicaragua en 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur .

Respecto al 2014 la riqueza de especies de macroinvertebrados en el 2015 presentó un aumento encontrándose en promedio 10 especies por sitio (Figura 19). Las diferencias entre los años fueron estadísticamente significativas ($H = 21.86$ $p < 0.01$). El total de especies de macroinvertebrados reportados en el 2014 fue de 21 mientras que el 2015 se registraron un total de 53 especies. Las especies nuevas registradas en 2015 corresponden en su mayoría a moluscos (17 especies) y crustáceos (11 especies).

La densidad de individuos macroinvertebrados y de corales blandos presentó un promedio de 3.9 ± 0.25 individuos / m^2 en el Pacífico de Nicaragua. La densidad fue menor en el año 2015 con 3.23 ± 0.2 individuos / m^2 . Estas diferencias fueron significativas ($H = 47.06$, $p = 0.000$) (Figura 23).

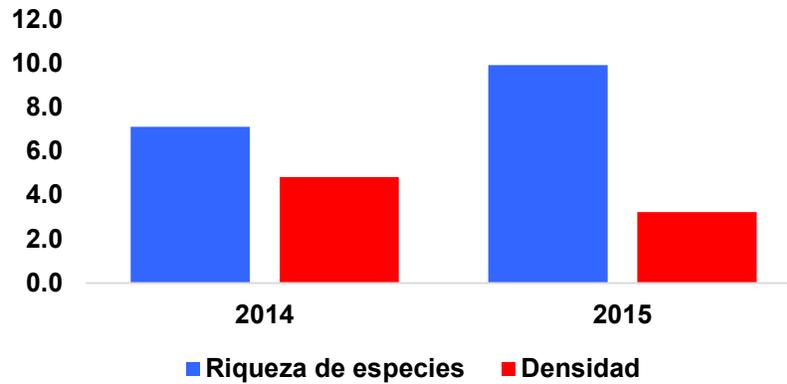


Figura 19. Riqueza y densidad promedio de individuos macroinvertebrados y de corales blandos observados en el Pacífico de Nicaragua en 2014 y 2015.

En 2015 la diversidad de especies de macroinvertebrados y de corales blandos se presentaron muy similares en todas las localidades visitadas. Los valores más altos se presentaron en Punta clavo, El Toro, Chicarias, Guacalito y Marsella ($H'=0.8$) y los menores se reportaron en Anciana, Majagual, Paloma Norte, Paloma Sur, Bajo del Tigre ($H'=0.7$) Figura 20.

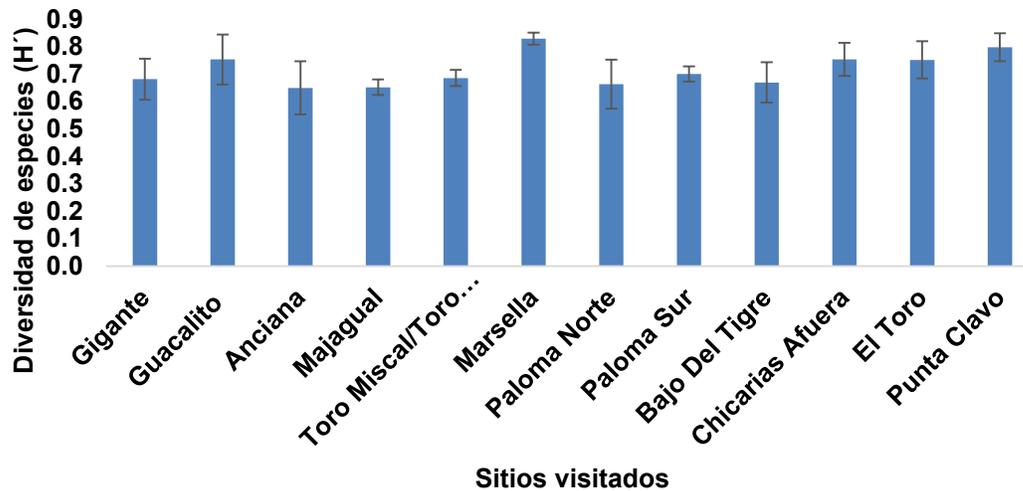


Figura 20. Diversidad promedio ($H' \pm$ Error estándar) de macroinvertebrados y de corales blandos observados en el Pacífico de Nicaragua en 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur.

Combinando los datos de 2014 y 2015, la diversidad de macroinvertebrados presentó un valor promedio de 0.62 ± 0.01 , siendo Marsella ($H= 0.83 \pm 0.02$) y Guacalito ($H= 0.75 \pm 0.1$) los sitios con una mayor diversidad específica. Al contrario de Punta La Flor que registró los valores más bajos del índice de Shannon ($H= 0.45 \pm 0.07$). Estas diferencias entre sitios no fueron significativas ($p>0.01$).

Coincidiendo con los valores altos de diversidad en Guacalito se presenta la mayor uniformidad de acuerdo al índice de Pielou ($J'= 0.85 \pm 0.03$), mientras que en Anciana y Punta Clavo, se presentan uniformidades bajas ($J'= 0.57 \pm 0.05$ y $J'= 0.58 \pm 0.05$, respectivamente). Las diferencias en los valores de uniformidad entre los sitios visitados fueron significativas estadísticamente hablando ($H=40.76737$ $p =.0002$) y se presentaron principalmente entre Guacalito y Gigante y Guacalito y el Toro.

Finalmente, respecto a la distintividad taxonómica Δ^* promedio (2014 y 2015), Guacalito ($\Delta^*= 87.29 \pm 1$) y Gigante ($\Delta^*= 90.37 \pm 2$) presentan los valores más altos del Pacífico de Nicaragua mientras que Peña Rota presentó los valores más bajos en la región ($\Delta^*= 80.6 \pm 5$). Estas diferencias no son estadísticamente significativas ($p>0.01$) (Figura 21).

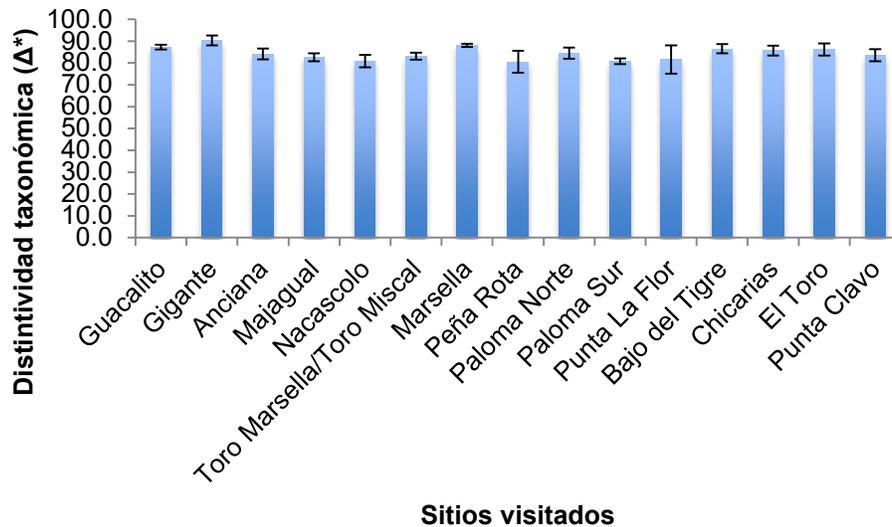


Figura 21. Distintividad taxonómica promedio (2014, 2015 $\Delta^* \pm$ error estándar) de macroinvertebrados y de corales blandos observados en el Pacífico de Nicaragua. Los sitios se muestran de Norte a Sur.

En el tiempo la distintividad taxonómica promedio (Δ^* Figura 22) presentó diferencias significativas ($H = 44.55097$ $p = .0000$), siendo el 2015 más diverso taxonómicamente hablando ($\Delta^* = 88$) respecto al año anterior ($\Delta^* = 79.2$).

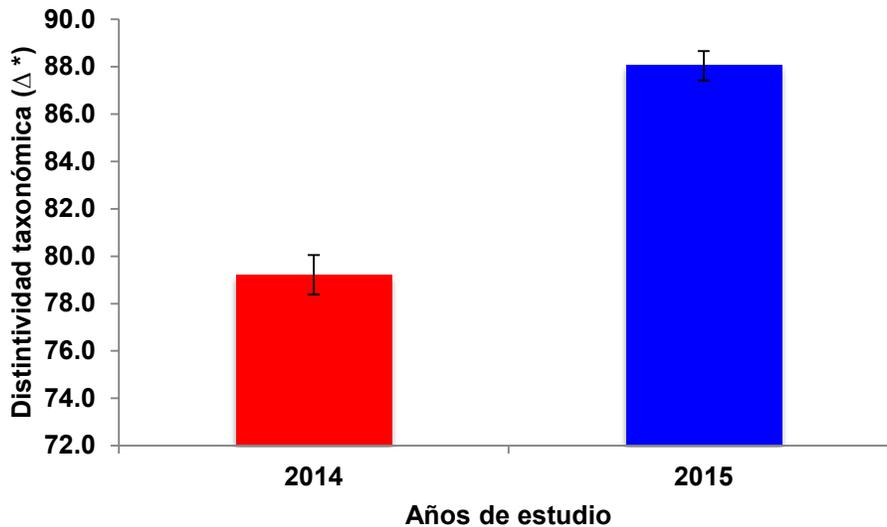


Figura 22. Distintividad taxonómica promedio de macroinvertebrados y corales blandos ($\Delta^* \pm$ error estándar) en el Pacífico de Nicaragua durante los años de estudio 2011, 2014 y 2015.

7.4 Cobertura del fondo arrecifal

En este apartado se detallará la información respecto a las categorías descritas para el tipo de fondo caracterizado en la zona sur del Pacífico de Nicaragua en el año 2014 y los cambios en algunos lugares en 2015.

La cobertura del fondo más abundante en todos los sitios muestreados fue el tapete algal con un 43 %, seguido del alga coralina con un 26% en promedio. El cascajo / arena cubrió un 11% del total de los sitios muestreados. La categoría algas que incluye las verdes, cafés y rojas comprende el 8% del fondo estudiado mientras la cobertura de coral vivo representó el 2% del total observado (Figura 23).

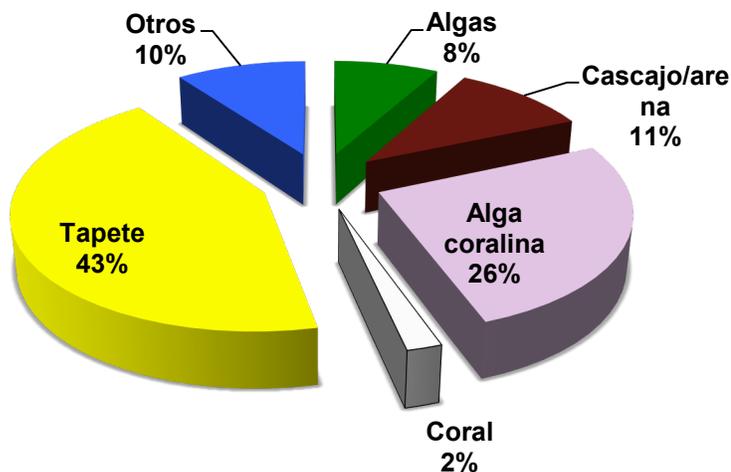


Figura 23. Porcentaje de cobertura promedio (2014, 2015) de los diferentes tipos de sustrato en toda la zona de estudio.

Los cambios en la cobertura del fondo arrecifal entre 2014 (Figura 24) y 2015 (Figura 25) se aprecian principalmente en un mayor porcentaje de alga coralina en el último año de estudio.

En 2014 el tapete algal presentó una cobertura promedio de 50% y se registró el mayor porcentaje en los sitios conocidos como El Toro (71%) y Punta la Flor (69%). El Alga coralina fue la segunda categoría de cobertura de fondo más comúnmente observada con un porcentaje del 30%. Las algas (verdes, rojas y cafés, 6%) presentaron los valores más altos en Majagual (3.6%) y Nacascolo (2.4%). El porcentaje más alto de coral vivo que en general representó el 2%, se registró en el área de la Anciana con una cobertura promedio de 8.5% (Figura 24).



Figura 24. Composición del fondo arrecifal en el Pacífico de Nicaragua en el año 2014.

En 2015 (Figura 25) la cobertura del tapete algal resultó menor (27%) respecto al año anterior, presentándose los mayores valores en Gigante donde el porcentaje de fondo cubierto por esta categoría fue de 14%. Esta disminución de Tapete algal coincidió con un leve aumento en la presencia de algas frondosas (verdes, rojas y café) que pasó de 6% en 2014 a tener una cobertura de 7% y con un incremento importante en la cobertura por cascajo/arena del 22%. El porcentaje de coral vivo presentó una disminución en la región a nivel localidad, observándose una cobertura máxima en Anciana con 3%. La cobertura por otros tipos de organismos o fondos (cianobacterias, hidrozoos, esponjas, rocas) incrementó hasta 24%.



Figura 25 Composición del fondo arrecifal en el Pacífico de Nicaragua en el año 2015.

Las especies de coral escleractíneo (Figura 26) que se observaron en la región del Pacífico Sur de Nicaragua durante el 2014 y 2015 pertenecen a siete géneros diferentes y fueron: *Gardineroseris planulata*, *Oulangia* sp., *Pavona chiriquiensis*, *P. clavus*, *P. gigantea*, *P. varians*, *Pocillopora capitata*, *P. eydouxi*, *P. meandrina*, *P. sp.*, *P. verrucosa*, *Porites panamensis*, *Psammocora stellata* y *Tubastrea coccinea*. En la Anciana fue el lugar en donde se reportó el mayor número de especies (n=13) seguido por Gigante y Guacalito con seis y cinco especies respectivamente.

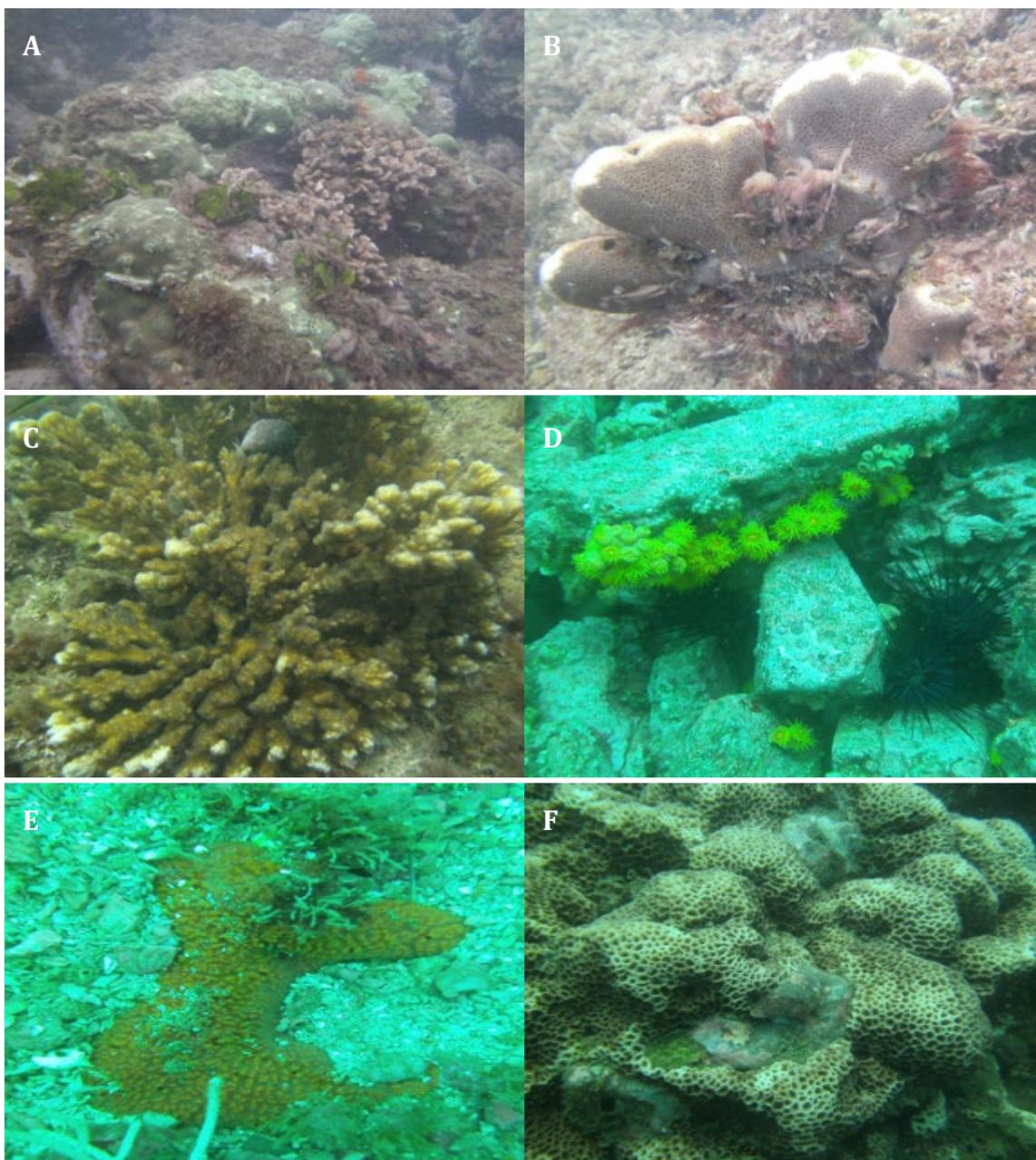


Figura 26. Algunas de las especies de coral escleratíneo presentes en el Pacífico de Nicaragua. A. *Psammocora stellata* (café) y *Porites panamensis* (verde), B. *Pavona clavus*, C. *Pocillopora* sp., D. *Tubastrea coccinea*, E. *Pavona chiriquiensis*, F. *Gardineroserosis planulata*.

La disminución en la cobertura de coral vivo fue un patrón general observado al interior de cada localidad en el pacífico de Nicaragua entre 2014 y 2015, sin embargo el promedio general se mantuvo estable en un 2% (Figura 27). Las nuevas localidades visitadas en 2015, Gigante, Guacalito y Marsella presentaron coberturas coralinas de 2.4%, 0.6% y 0.3%, respectivamente.

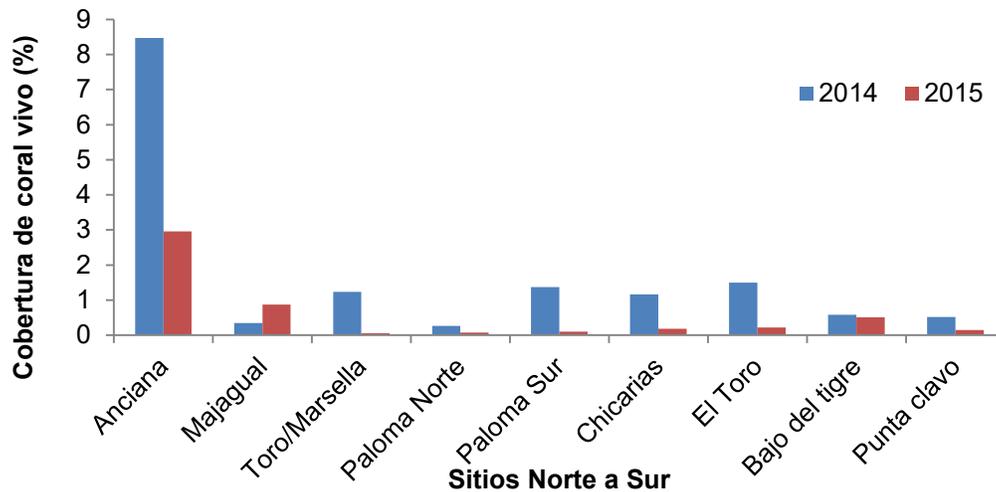


Figura 27. Porcentaje de cobertura coralina en cada uno de los sitios muestreados en 2014 y 2015. Los sitios se muestran de Norte a Sur.

Merece la pena señalar la marcada disminución de coral que se presentó en la Anciana, donde la cobertura de coral vivo pasó de 8% en 2014 a 3% en 2015. En general la pérdida de coral vivo se observó en todas las estaciones que se visitaron durante los dos años a excepción de Majagual en donde se observó un aumento desde prácticamente 0% de cobertura hasta 1%. La pérdida de cobertura y ganancia de ésta se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Porcentaje (%) de pérdida de cobertura de coral en los sitios de estudio del Pacífico de Nicaragua.

% de pérdida	
La Anciana	65
Majagual	-149 (ganancia)
Toro/Marsella	96
Paloma Norte	72
Paloma Sur	92
Chicarias	85
El Toro	85
Bajo del tigre	13
Punta clavo	71

Finalmente los valores de rugosidad se muestran en la Tabla 3. La mayor complejidad estructural se presenta en Majagual mientras que en Punta Clavo, el arrecife es más tendiente a una planicie con menos oquedades y cambios en la altura.

Tabla 3. Valores de rugosidad calculados en los sitios visitados en 2015.

Sitio	Rugosidad (m)
Majagual	0.61
Bajo del Tigre	0.63
Paloma Sur	0.64
Chicarias Afuera	0.65
Anciana	0.66
Marsella	0.72
El Toro	0.72
Gigante	0.75
Paloma Norte	0.778
Toro Miscal/Toro Marsella	0.78
Punta Clavo	0.79

7.5 Estado de salud de las colonias coralinas

Como parte del estudio del estado general del ecosistema arrecifal en el Pacífico nicaragüense se realizó un censo de las lesiones morfológicas presentes en las colonias coralinas de las principales especies escleractíneas observadas (*G. planulata*, *P. chiriquensis*, *P. clavus*, *Pavona gigantea*, *P. verrucosa*, *P. panamensis*, *P. stellata*, *T. coccinea*). De acuerdo a este estudio, del total de 581 colonias evaluadas, 259 presentaron algún tipo de lesión, generando una prevalencia (porcentaje de individuos lesionados) general de lesiones del 45%.

Cinco de las especies observadas presentan prevalencia de lesión igual o mayor al 50%. La población más afectada de acuerdo a nuestro estudio es la de *G. planulata* que presenta el 92% de los individuos afectados por algún tipo de lesión que será descrita más adelante. *Tubastrea coccinea* es la población con el menor número de individuos lesionados por lo cual su prevalencia (10%) es la más baja reportada en nuestro estudio.

Tabla 4. Estado de salud de las colonias coralinas de las principales especies de coral escleractíneos presentes en el Pacífico de Nicaragua.

Especie	Lesionados	Sanos	Total	Prevalencia
<i>Gardineroserosis planulata</i>	22	2	24	92%
<i>Pavona chiriquensis</i>	5	3	8	63%
<i>Pavona clavus</i>	1	1	2	50%
<i>Pavona gigantea</i>	55	6	61	90%
<i>Pocillopora verrucosa</i>	17	19	36	47%
<i>Porites panamensis</i>	120	163	283	42%
<i>Psammocora stellata</i>	26	15	41	63%
<i>Tubastrea coccinea</i>	13	113	126	10%

Geográficamente en seis de 12 sitios estudiados no se presentaron lesiones. En los sitios restantes la prevalencia de lesiones varía desde 4% en Bajo del Tigre hasta 78% en el sitio Gigante (Tabla 5).

Tabla 5. Estado de salud de las colonias coralinas de los sitios visitados en el Pacífico de Nicaragua

Sitio	Lesionados	Sanos	Total	Prevalencia
Bajo del Tigre	3	73	76	4%
Chicarias	0	3	3	0%
El Toro	0	4	4	0%
Gigante	155	43	198	78%
Guacalito	10	69	79	13%
Anciana	81	71	152	53%
Majagual	7	26	33	21%
Marsella	3	13	16	19%
Paloma Norte	0	1	1	0%
Paloma Sur	0	6	6	0%
Punta Clavo	0	8	8	0%
Toro Miscal	0	5	5	0%

Las lesiones encontradas se agrupan dentro de las siguientes categorías: cambio de coloración, pérdida de tejido y sobrecrecimiento de material de origen no coralino. Adicionalmente se reporta la mortalidad parcial en las colonias.

El sobrecrecimiento por algas (Figura 28) fue la lesión más comúnmente observada afectando a 138 individuos, seguida por la pérdida de tejido que se vio en 136 colonias. En algunos sitios tales como Guacalito y Gigante, el sobrecrecimiento de macroalgas y complejos algales diversos es una señal del alarma para el mantenimiento del ecosistema arrecifal coralino, puesto que se presenta asfixia y mortalidad parcial o total de las colonias coralinas.



Figura 28. Sobrecrecimiento algal en corales escleractíenos del Pacífico de Nicaragua.

La pérdida de tejido presentó diversos orígenes en el Pacífico de Nicaragua. En *T. coccinea* el caracol *Epidendrium billeeanum* se asoció con una lesión multifocal y agua (reciente) de pérdida de tejido que permitía observar el esqueleto expuesto del coral (Figura 29).



Figura 29. Pérdida de tejido asociada con depredación de *Epidendrium billeeanum* sobre colonias de *Tubastrea coccinea*.

La depredación por peces (Figura 30) fue la lesión asociada con pérdida de tejido más frecuente, fue observada en 122 colonias de *G. planulata*, *P. verrucosa*, *P. panamensis*, *T. coccinea*, *P. stellata*, *P. clavus* y *P. gigantea*.



Figura 30. Pérdida de tejido asociada con depredación por peces en colonias de *Pavona* sp y *Pocillopora* sp.

Otro tipo de depredación esta vez asociado con *Jenneria pustulata*, fue otra de las causas asociadas con la pérdida de tejido en los corales escleractíneos del Pacífico de Nicaragua aunque fue muy poco común y afectó a menos del 1% de los individuos de *P. verrucosa*.

Debido a la ausencia de un agente evidente asociado con la lesión, algunos de los casos (n=14) se determinaron como Pérdida de Tejido de Origen No Definido (Figura 31). En el caso de las especies de *Pocillopora*, esta lesión se presenta como una banda de entre 3 y 5 cm de grosor de esqueleto expuesto, que se presenta a media altura de todas las ramificaciones de la colonia y que al parecer progresa desde la base a la punta de las mismas. En el caso de especies masivas (*G. planulata*, *P. gigantea*, *P. panamensis*), esta lesión se observa como un área difusa de diverso tamaño que permite ver el esqueleto desnudo y que no presenta ningún tipo de erosión del mismo.



Figura 31. Pérdida de tejido de Origen No Definido observado en colonias de *Porites panamensis* y *Pavona gigantean* en el Pacífico de Nicaragua.

Respecto al cambio de coloración (Figura 32), el empaldecimiento de algunos sectores de las colonias fue la lesión reportada en el Pacífico nicaragüense en 54 ocasiones. No se reportó blanqueamiento masivo en los lugares visitados.



Figura 32. Cambio de coloración en colonias de *Pavona* spp. En el Pacífico de Nicaragua.

7.6 Determinación de la calidad ambiental de los sitios: análisis multi criterio

Tras incluir 12 indicadores de calidad ambiental obtuvimos los resultados que se muestran en Tabla 6. Es importante recalcar que una mejor calidad ambiental no debe considerarse un factor para permitir el uso y goce de un sitio en particular si no es una medida que permite implementar planes de manejo dirigidos a un fin en particular.

Tabla 6. Puntaje obtenido por cada uno de los sitios después del análisis multi - criterio de calidad ambiental. Puntaje total posible 120.

Sitio	Puntaje multi criterio
Chicarias Afuera	106
Marsella	103
El Toro	99
Punta Clavo	95
Bajo del Tigre	91
Toro Miscal/Toro Marsella	89
Gigante	78
Paloma Sur	77
La Anciana	76
Guacalito	72
Paloma Norte	70
Majagual	38

Chicarias es una localidad de importancia comercial puesto que alberga langostas, pepinos y cuenta con una biomasa de especies ícticas importantes por encima del promedio de la región. Así mismo su porcentaje de cobertura coralina promedio y la ausencia de lesiones que pongan en riesgo por el momento su permanencia, incrementan su calidad ambiental, a pesar de una cobertura algal importante del fondo marino. De recalcar para este sitio, la presencia del caballito de mar *Hippocampus ingens* únicamente observado allí en el 2011 y 2015.

Marsella es un sitio en el que se registró la mayor biomasa de peces de interés comercial y uno de los pocos en donde se registró el pepino de mar (*I. fuscus*) que es una de las especies que actualmente tiene un alto valor comercial. Así mismo, presenta alta riqueza y densidad de macroinvertebrados, corales blandos y peces, que junto con la cobertura coralina y cierta complejidad estructural confiere una importancia ecológica merecedora de planes de manejo dirigidos al óptimo aprovechamiento del recurso y la conservación del ecosistema en general.

Bajo del Tigre es uno de los sitios que presentó índices ecológicos altos de manera general. Así mismo es uno de los pocos lugares en los que se encuentran especies de interés comercial como langostas y diversas especies de peces. La presencia de corales y algas debe ser monitoreada continuamente.

Majagual por su parte, si bien presentó valores intermedio a altos en diversidad y riqueza de especies de peces e invertebrados, presentó valores altos de cobertura alga y bajos de cobertura de coral vivo con una alta prevalencia de lesiones (21%), por lo que la calidad ambiental de este lugar se ve altamente comprometida. Debido a esta situación, esta localidad merece atención y manejo que busque la reducción de las fuentes de nutrientes para el crecimiento algal que compromete la salud de los corales, disminuyendo su cobertura y con esto, haciendo que la características del ecosistema no sean propicios para el establecimiento de vida marina y especies de importancia ecológica y comercial.

La Anciana es otro sitio que presentó una calidad ambiental baja de acuerdo a nuestro análisis. Este sitio merece atención encaminada a conservar y recuperar la cobertura coralina pérdida. Es el lugar del pacífico de Nicaragua con mayor cobertura coralina pero también con la mayor pérdida de ésta (65%) en solamente un año. Adicionalmente, las colonias coralinas presentes que a juzgar por sus tamaños, no son juveniles, se encuentran fuertemente afectadas por lesiones que pueden comprometer su permanencia.

De acuerdo a este estudio, a pesar de tener una calidad ambiental intermedia, el sitio Gigante debe ser uno de los lugares en donde se implementen medidas de manejo que busquen reducir el impacto sobre las comunidades coralinas y consecuentemente en la diversidad de peces. El sobrecrecimiento de algas es evidente y está causando serias afectaciones al ecosistema. La baja densidad de especies herbívoras tales como (*Diadema mexicanum*, *Echinometra vanbrunti*, *Eucidaris thouarsi*, *Toxopneustes roseus*, *Tripneustes depressus*) en sinergia con altos aportes de nutrientes y temperatura pueden estar influenciando el crecimiento de las algas.

viii. Discusión general

El ecosistema arrecifal rocoso y coralino, es uno de los de mayor importancia ecológica en el medio marino, principalmente en asociación con su gran diversidad, que a su vez le confiere potencial económico tanto por las especies que alberga como por el atractivo turístico. En el Pacífico de Nicaragua este potencial turístico debe desarrollarse teniendo en cuenta que los ingresos obtenidos pueden ser empleados para la misma conservación y restauración de los ecosistemas.

El establecimiento de la línea base y el monitoreo de los arrecifes de coral y rocoso en general y en el caso particular del Pacífico de Nicaragua es una herramienta importante de conservación de los recursos en la región (Bruno et al., 2014). A partir del 2011 se empezó a reunir información que permitirá comprobar que las diferencias y cambios en la riqueza, diversidad y abundancias de las especies de peces, macroinvertebrados y corales blandos, estén relacionadas con un proceso real de desequilibrio del ecosistema, o sean el reflejo de los cambios en el ecosistema asociados con la intensidad de variables ambientales como luz y temperatura de los últimos años.

Uno de los mayores problemas evidenciados a partir de este estudio, es la aparente pérdida de cobertura de coral vivo al interior de todas (a excepción de Majagual) las localidades visitadas. Esto coincide con los patrones globales de degradación arrecifal que se han presentado desde hace algunas décadas (Kennedy et al., 2013, Jackson et al., 2014), sin embargo las causas de esta pérdida deben evaluarse de una manera local.

En el Pacífico de Nicaragua uno de los problemas asociados a la pérdida de cobertura de coral vivo es la presencia de macro algas y tapetes algales sobrecreciendo las colonias coralinas, lo que además se comprobó con los cambios en la cobertura de éstas. Las algas a diferencia de lo que puede pensarse no solamente sobrecrecen colonias que han muerto o que presentan algún tipo de enfermedad como blanqueamiento, de hecho pueden crecer sobre el tejido vivo coralino causando la muerte del mismo (Cetz-Navarro et al., 2015) ya sea por asfixia o por alelopatía.

El crecimiento en exceso de macroalgas puede ser consecuencia de la disminución de especies herbívoras (tales como las de los géneros *Scarus*, *Stegastes*, *Microspathodon* y *Prionurus*) ocasionadas directamente por un exceso de pesca de las mismas (Particularmente de los pericos o loros) o por una aumento de los depredadores de éstas (DeMartini y Smith, 2015). Aunque la biomasa de peces de interés comercial no se ha visto afectada en los últimos dos años, es importante realizar seguimientos a las actividades de pesca y establecer por medio de encuestas y estudios de desembarque, cuáles son las especies objetivo de los pescadores en las zonas donde la

cobertura algal ha incrementado con los años, como es el caso de Gigante, Guacalito y la Anciana, donde puede estarse dando una pesca excesiva de peces loro o perico. Es importante resaltar que las especies del genero *Scarus* sp, no se han reportado desde 2011. Los peces herbívoros son de gran importancia, ya que ayudan a regular la competencia entre algas y corales, y muchas especies como los pericos son foco importante de las pesquerías artesanales (Edwards et al., 2014).

La mayor cobertura coralina del Pacífico de Nicaragua se presenta actualmente en La Anciana 3%. Estos valores son significativamente inferiores a los encontrados en años anteriores que estiman una cobertura de hasta 30% para algunas zonas del Pacífico nicaragüense (Cortés-Núñez, 2012). Estas diferencias si bien pueden ser debidas en parte a las metodologías empleadas para estimarse, también pueden ser ocasionadas por la degradación real del ecosistema. La disminución en la cobertura de coral vivo observada en el arrecife de la Anciana (65% menos de coral) entre 2014 y 2015, así como la disminución en la riqueza de invertebrados, corales blandos y peces, a lo largo del tiempo, hacen que esta localidad sea una de las que merece mayor atención por parte de las autoridades.

En relación a esto y confirmando la recomendación generada en el informe de actividades del 2014, se sugiere que la Anciana sea considerada como uno de los objetivos inmediatos de conservación que requiere que se implementen medidas de restauración que permitan recuperar la cobertura coralina pérdida en el tiempo, y que esto a su vez permita la recuperación de la diversidad y densidad de peces, macroinvertebrados y corales blandos en el área. Coincidiendo con lo sugerido por Alvarado et al. (2011) y Cortés et al. (2012), de acuerdo a nuestro trabajo se debe instaurar un área de protección natural que incluya la zona núcleo de manejo entre Gigante e Isla La Vieja así como un área de amortiguamiento más allá de estos límites.

Respecto al estado del pepino café y la langosta, es necesario tomar medidas precautorias, ya que estas especies fueron vistas únicamente en tres sitios del total. Las pesquerías del pepino y la langosta han ido en declive debido a la sobreexplotación y demanda sobre todo del mercado asiático. A nivel mundial esta demanda y falta de manejo en estas pesquerías han provocado disminución en las poblaciones (Anderson et al., 2010). Posiblemente exista pesca excesiva de estas especies, razón por la cual los números en los monitoreos fueron muy bajos.

Respecto al estado de salud de las colonias coralinas en el Pacífico de Nicaragua, la prevalencia general de lesiones observada coincide con los valores que se han presentado en arrecifes de México (Rodríguez-Villalobos et al., 2014) y Panamá (Rodríguez-Villalobos, com. pers). Además del sobrecrecimiento por algas, la pérdida de tejido es una lesión que merece atención, más aún cuando su origen no puede ser asociado con un agente depredador. La presencia de enfermedades conocidas bajo el nombre del Síndrome Blanco que presentan pérdidas de tejido con características similares a las registradas en corales del Pacífico de Nicaragua, se han reportado por primera vez en

el Pacífico de México (Rodríguez-Villalobos et al., 2015) y debido a las graves consecuencias de su presencia y distribución en los arrecifes (Willis et al., 2004), sugerimos realizar monitoreos constantes que busquen conocer su prevalencia e incidencia en la región.

ix. Recomendaciones

Con el fin de conseguir la conservación del ecosistema de arrecife en el Pacífico de Nicaragua, se sugiere tomar las siguientes medidas inmediatas:

- 1) regular las actividades extractivas de peces e invertebrados,
- 2) regular la presencia de embarcaciones y anclajes en el área,
- 3) implementar el uso de boyas de amarre o prohibir el anclaje de embarcaciones en las zonas de la Anciana y Gigante para disminuir el daño de los corales asociado con este factor,
- 4) realizar mediciones de los nutrientes y las fuentes de estos que influyen el crecimiento de las algas,
- 5) monitorear el estado de salud de las colonias coralinas y caracterizar aquellas lesiones que están causando la mortalidad de las mismas,
- 6) monitorear la abundancia y densidad de herbívoros en los sitios de interés.
- 7) realizar talleres de concientización para turistas y prestadores de servicios para el cuidado de los arrecifes,
- 8) generar manuales de buenas prácticas para los visitantes a los sitios de buceo,
- 9) caracterizar las embarcaciones y las actividades que realizan en las zonas de arrecife con el fin de medir el impacto sobre los ecosistemas

Finalmente sugerimos la elaboración de un plan de manejo ajustado a las necesidades de conservación que contemple un programa de uso público que permita la explotación turística sustentable de los recursos del ecosistema arrecifal en el Pacífico de Nicaragua.

x. Referencias bibliográficas

Alvarado, J. J., Ayala, A., del Castillo-Cárdenas, P., Fernández, C., Aguirre-Rubí, J., Buitrago, F. and Reyes-Bonilla, H. (2011). Coral communities of San Juan del Sur, Pacific Nicaragua. *Bulletin of Marine Science* 87(1): 129-146.

Alvarado, J. J., H. Reyes-Bonilla, P. A. Alvarez del Castillo Cardenas, F. Buitrago and Aguirre-Rubí, J. (2009). Coral reefs of the Pacific coast of Nicaragua. *Coral Reefs*.

Anderson, S.C., Felming, J.M., Watson, R. and Lotze, K. 2010. Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. *Fish and Fisheries*. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2010.00397.x

Bellwood, D. R. and Alcalá, A. C. (1988). The effect of a minimum length specification on visual estimates of density and biomass of coral reef fishes. *Coral Reefs* 7(1): 23-27.

Bruno, J. F., Precht, W. F., Vroom, P. S. and Aronson, R. B. (2014). Coral reef baselines: How much macroalgae is natural? *Marine Pollution Bulletin* 80(1–2): 24-29.

Brusca, R. (1980). *Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California*, The University of Arizona Press.

Buitrago, F., Castañeda, E., Barahona, P., García, A., Urteaga, J., Pérez, M., Torres, P., Müller, B., 2009. Evaluación Ecológica Rápida del área marino-costera La Anciana (Brito – Gigante, Tola, Rivas, Océano Pacífico de Nicaragua). Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales, Fondo Natura, Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica, y Fauna & Flora Internacional.

Cetz-Navarro, N. P., Quan-Young, L. I. and Espinoza-Avalos, J. (2015). Morphological and community changes of turf algae in competition with corals. *Scientific reports* 5.

Cortés, J. and Jiménez, C. (2003). Corals and Coral Reefs of the Pacific of Costa Rica: history, research and status. *Latin American Coral Reefs*. J. Cortés. Amsterdam, Elsevier: 361-385.pp.

Cortés-Núñez, J., O. Breedy-Shadid, C. Sánchez-Noguera & C. Pacheco-Solano (2012). Los Ecosistemas marinos del Refugio de Vida Silvestre La Flor y del Corredor Biológico Paso del Istmo, Rivas, Nicaragua. Managua, Nicaragua, CIMAR, Paso Pacífico, DANIDA.

DeMartini, E. E. and Smith, J. E. (2015). 14 Effects of fishing on the fishes and habitat of coral reefs. *Ecology of Fishes on Coral Reefs*: 135.

Edwards, C.B., Friedlander, A.M., Green, A.G., Hardt, M.J., Sala, E., Sweatman, H.P., Williams, I.D., Zgliczynski, B. and Sandin, S.A. 2014. Global assesment of the status of coral reef herbivorous fishes: evidence for fishing effect. *Proceedings of the Royal Society B*. 281:20131835.

Glynn, P. W. (2003). Coral communities and coral reefs of Ecuador. *Latin American Coral Reefs*. J. Cortés. Amsterdam, Elsevier: 449-472.pp.

Gotshall, D. W. (1998). *Sea of Cortez Marine Animals. A guide to common fishes and invertebrates. Baja California to Panama*. Monterey, California, Sea Challengers.

Hardy, J., Hoge, F., Yungel, J. and Dodge, R. (1992). Remote detection of coral" bleaching" using pulsed-laser fluorescence spectroscopy. *Marine Ecology Progress Series* 88(2): 247-255.

Human, P. and Deloach, N. (2004). *Reef Fish Identification: Baja to Panama*. London, New World Publications.

INTUR (2015). "Estadísticas de turismo." Retrieved Octubre 1 de 2015, from <http://www.intur.gob.ni/estadisticas-de-turismo/>.

INVEMAR, Ed. (2003). *Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2002 Serie de Publicaciones Periódicas*. (Pages.pp) Servigráficas.

Jackson, J. B. C., Donovan, M. K., Cramer, K. L. and Lam, V. V. (2014). *Status and Trends of Caribbean Coral Reefs*.

Keen, A. (1971). *Sea Shells of Tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Peru* California Stanford University Press

Kennedy, Emma V., Perry, Chris T., Halloran, Paul R., Iglesias-Prieto, R., Schönberg, Christine H. L., Wisshak, M., Form, Armin U., Carricart-Ganivet, Juan P., Fine, M., Eakin, C. M. and Mumby, Peter J. (2013). Avoiding Coral Reef Functional Collapse Requires Local and Global Action. *Current Biology* 23(10): 912-918.

Kerstitch, A. (1989). *Sea of Cortez marine invertebrates. A guide for the Pacific coast, Mexico to Ecuador*. Monterey, Sea Challengers

Maté, J. L. (2003). *Coral and coral reefs of the Pacific coast of Panama*. Latin American Coral Reefs. J. Cortés. Amsterdam, Elsevier: 387-418.pp.

Pereira - Morales, C. A., Maycotte - Morales, C. C., Restrepo, B. E., Mauro, F., Calle - Montes, A., Esther - Velarde, M. J., Marín - Serna, G. L. and Álvarez - Mejía, M. L. (2011). Manejo y Conservación de los Recursos Naturales. Caldas, Colombia, Espacio Gráfico Comunicaciones S.A.

Prahl, H. and Erdhart, H. (1985). Corales y Arrecifes coralinos. Bogotá, Fondo para la protección del Medio Ambiente. FEN Colombia.

Reyes-Bonilla, H. (2003). Coral reefs of the Pacific coast of Mexico. Latin American Coral Reefs. J. Cortés. Amsterdam, Elsevier Science B. V: 479.pp.

Rodríguez-Villalobos, J., W. TM,, , Calderon-Aguilera. LE, Reyes-Bonilla, H., and Hernández, Luis. (2015). Explained and unexplained tissue loss in corals from the Tropical Eastern Pacific. Prepress Abstract.

Rodríguez-Villalobos, J. C., Rocha-Olivares, A., Work, T. M., Calderon-Aguilera, L. E. and Cáceres-Martínez, J. A. (2014). Gross and microscopic pathology of lesions in Pocillopora spp. from the subtropical eastern Pacific. Journal of Invertebrate Pathology 120: 9-17.

Ryan, J. and Zapata, Y. (2003). Nicaragua's Coral Reefs. Latin American Coral Reefs. J. Corés. San Pedro, Elsevier: 203-222.pp.

Springer, V. (1958). Systematics and zoogeography of the clinid fishes of the subtribe Labrisomini Hubbs. Austin, Texas, State Board of Conservation Marine Laboratory/Maritime Base

Willis, B., Page, C. and Dinsdale, E. (2004). Coral disease on the Great Barrier Reef. Coral Health and Disease. E. Rosenberg and Y. Loya, Springer: 69-104.pp.

ANEXOS

A. Listado de especies de peces observadas en el Pacífico de Nicaragua

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	
Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Acanthuridae	Acanthurus	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	
				Prionurus	<i>Prionurus laticlavus</i>	
				Prionurus	<i>Prionurus punctatus</i>	
		Tetraodontiformes	Apogonidae	Apogon	<i>Apogon dovii</i>	
				Balistidae	Balistes	<i>Balistes polylepis</i>
					Pseudobalistes	<i>Pseudobalistes naufragium</i>
		Beloniformes	Belonidae	Sufflamen	<i>Sufflamen verres</i>	
				Ablennes	<i>Ablennes hians</i>	
		Perciformes	Bleniidae	Ophioblennius	<i>Ophioblennius steindachneri</i>	
				Plagiotremus	<i>Plagiotremus azaleus</i>	
				Carangidae	Caranx	<i>Caranx caballus</i>
			Caranx		<i>Caranx caninus</i>	
			Selene sp.		<i>Selene sp.</i>	
			Chaenopsidae	Chaenopsidae	Seriola	<i>Seriola rivoliana</i>
					Acanthemblemaria	<i>Acanthemblemaria crockeri</i>
					Acanthemblemaria	<i>Acanthemblemaria exilispinus</i>
					Acanthemblemaria	<i>Acanthemblemaria hancocki</i>
					Acanthemblemaria	<i>Acanthemblemaria macrospilus</i>
			Chaetodontidae	Chaetodontidae	Ekemblemaria	<i>Ekemblemaria myersi</i>
					Chaetodon	<i>Chaetodon humeralis</i>
			Johnrandallia	Johnrandallia	Johnrandallia	<i>Johnrandallia nigrirostris</i>
					Chanos	<i>Chanos chanos</i>
			Gonorynchiformes	Chanidae	Chanidae	Chanos
		Perciformes				Cirrhitidae
			Cirrhitus	<i>Cirrhitus rivulatus</i>		
			Tetraodontiformes	Diodontidae	Chilomycterus	
		Diodon			<i>Diodon holocanthus</i>	
		Diodon			<i>Diodon hystrix</i>	
		Syngnathiformes	Fistulariidae	Fistulariidae	Fistularia	<i>Fistularia commersonii</i>
					Perciformes	Gobiidae
		Haemulidae	Anisotremus	<i>Anisotremus caesius</i>		
Anisotremus	<i>Anisotremus interruptus</i>					
Anisotremus	<i>Anisotremus taeniatus</i>					
Haemulon	<i>Haemulon flaviguttatum</i>					
Haemulon	<i>Haemulon maculicauda</i>					
Haemulon	<i>Haemulon steindachneri</i>					

Beryciformes	Holocentridae	Myripristis	<i>Myripristis leiognathos</i>
		Sargocentron	<i>Sargocentron suborbitalis</i>
Perciformes	Kyphosidae	Kyphosus	<i>Kyphosus ocyurus</i>
		Kyphosus	<i>Kyphosus vaigiensis</i>
	Labridae	Bodianus	<i>Bodianus diplotaenia</i>
		Halichoeres	<i>Halichoeres chierchiae</i>
		Halichoeres	<i>Halichoeres dispilus</i>
		Halichoeres	<i>Halichoeres nicholsi</i>
		Halichoeres	<i>Halichoeres notospilus</i>
		Halichoeres	<i>Halichoeres sp</i>
	Thalassoma	<i>Thalassoma lucasanum</i>	
	Labrisomidae	Malacoctenus	<i>Malacoctenus ebisui</i>
Lutjanidae	Hoplopagrus	<i>Hoplopagrus guentherii</i>	
	Lutjanus	<i>Lutjanus argentiventris</i>	
	Lutjanus	<i>Lutjanus guttatus</i>	
	Lutjanus	<i>Lutjanus inermis</i>	
Tetraodontiformes	Monacanthidae	Aluterus	<i>Aluterus scriptus</i>
Perciformes	Mullidae	Mulloidichthys	<i>Mulloidichthys dentatus</i>
		Mulloidichthys	<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>
		Pseudupeneus	<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>
Anguilliformes	Muraenidae	Gymnomuraena	<i>Gymnomuraena zebra</i>
		Gymnothorax	<i>Gymnothorax castaneus</i>
		Gymnothorax	<i>Gymnothorax dovii</i>
		Gymnothorax	<i>Gymnothorax panamensis</i>
		Muraena	<i>Muraena clepsydra</i>
		Muraena	<i>Muraena lentiginosa</i>
	Ophichthidae	Myrichthys	<i>Myrichthys tigrinus</i>
	Perciformes	Pomacanthidae	Holacanthus
Pomacanthus			<i>Pomacanthus zonipectus</i>
Abudefduf			<i>Abudefduf concolor</i>
Abudefduf			<i>Abudefduf troschelii</i>
Chromis			<i>Chromis atrilobata</i>
Microspathodon			<i>Microspathodon bairdii</i>
Microspathodon			<i>Microspathodon dorsalis</i>
Stegastes			<i>Stegastes acapulcoensis</i>
Stegastes			<i>Stegastes flavilatus</i>
Scaridae			Calotomus
		Nicholsina	<i>Nicholsina denticulata</i>
		Scarus	<i>Scarus compressus</i>
		Scarus	<i>Scarus perrico</i>
		Sciaenidae	Corvula
Micropogonias			<i>Micropogonias sp</i>

			Pareques	<i>Pareques sp</i>	
	Scorpaeniformes	Scorpaenidae	Scorpaena mystes	<i>Scorpaena mystes</i>	
	Perciformes	Serranidae	Alphestes	<i>Alphestes immaculatus</i>	
			Cephalopholis	<i>Cephalopholis panamensis</i>	
			Epinephelus	<i>Epinephelus labriformis</i>	
			Mycteroperca	<i>Mycteroperca xenarcha</i>	
			Paranthias	<i>Paranthias colonus</i>	
			Rypticus	<i>Rypticus bicolor</i>	
			Rypticus	<i>Rypticus nigripinnis</i>	
			Serranus	<i>Serranus psitacinus</i>	
			Sparidae	Calamus	<i>Calamus brachysomus</i>
			Syngnathiformes	Syngnathidae	Hippocampus
	Aulopiformes	Synodontidae	Synodus	<i>Synodus lacertinus</i>	
	Tetraodontiformes	Tetraodontidae	Arothron	<i>Arothron hispidus</i>	
			Arothron	<i>Arothron meleagris</i>	
			Canthigaster	<i>Canthigaster punctatissima</i>	
			Sphoeroides	<i>Sphoeroides lobatus</i>	
	Perciformes	Tripterygiidae	Axoclinus	<i>Axoclinus lucillae</i>	
Elasmobranchii	Rajiformis	Urotrygonidae	Urobatis	<i>Urobatis halleri</i>	

B. Listado de especies de invertebrados y corales blandos observadas en el Pacífico de Nicaragua

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Annelida	Polychaeta	Sabellida	Sabellidae	Parasabella	<i>Parasabella rugosa</i>
			Sabellariidae	Sabellidae	<i>Sabellidae</i>
			Sabellariidae	spirobranchus	<i>spirobranchus giganteus</i>
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Alpheidae	Alpheus	<i>Alpheus lottini</i>
			Diogenidae	Aniculus	<i>Aniculus elegans</i>
			Diogenidae	Calcinus	<i>Calcinus obscurus</i>
			Eriphiidae	Eriphia	<i>Eriphia squamata</i>
			Palaemonidae	Harpiliopsis	<i>harpiliopsis depressa</i>
			Palaemonidae	Harpiliopsis	<i>Harpiliopsis spinigera</i>
			Strahlaxiidae	neaxius	<i>neaxius vivesi</i>
			Diogenidae	Paguristes	<i>Paguristes sp.</i>
			Palinuridae	Panulirus	<i>Panulirus sp</i>
			Porcellanidae	Petrolisthes	<i>Petrolisthes sanfelipensis</i>
			Paguridae	Phimochirus	<i>Phimochirus</i>
			Inachidae	Stenorhynchus	<i>Stenorhynchus debilis</i>
Cnidaria	Hydrozoa	Leptothecata	Aglaopheniidae	Aglaophenia	<i>Aglaophenia diegensis</i>
			Ceriantharia	Cerianthidae	Cerianthus
		Leptothecata	Aglaopheniidae	Lytocarpus	<i>Lytocarpus nuttingi</i>
Echinodermata	Anthozoa	Scleractinia	Rhizangiidae	Oulangia	<i>Oulangia sp.</i>
	Echinoidea	Diadematoida	Diadematidae	Astropyga	<i>Astropyga pulvinata</i>
	Holoturoidea	Dendrochirotida	Cucumariidae	Cucumaria	<i>Cucumaria flamma</i>
	Echinoidea	Diadematoida	Diadematidae	Diadema	<i>Diadema mexicanum</i>

		Camarodonta	Echinometridae	Echinometra	<i>Echinometra vamburuti</i>
		Cidaroida	Cidaridae	Eucidaris	<i>Eucidaris thouarsi</i>
	Holoturoidea	Aspidochirotida	Holothuriidae	Holothuria	<i>Holothuria sp</i>
		Aspidochirotida	Stichopodidae	Isostichopus	<i>Isostichopus fuscus</i>
	Asteroidea	Valvatida	Mithrodiidae	Mithrodia	<i>Mithrodia bradleyi</i>
	Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiocomidae	Ophiocoma	<i>Ophiocoma aethiops</i>
	Asteroidea	Valvatida	Oreasteridae	Pentaceraster	<i>Pentaceraster cummingii</i>
			Ophidiasteridae	Pharia	<i>Pharia pyramidata</i>
			Ophidiasteridae	Phataria	<i>Phataria unifascialis</i>
	Echinoidea	Camarodonta	Toxopneustidae	Toxopneustes	<i>Toxopneustes roseus</i>
			Toxopneustidae	Tripneustes	<i>Tripneustes depressus</i>
Mollusca	gastropoda	Caenogastropoda	Buccinidae	Cantharus	<i>Cantharus sanguinolentus</i>
			Cerithiidae	Cerithium	<i>Cerithium maculosum</i>
		Neogastropoda	Fasciariidae	Fusinus	<i>Fusinus sp.</i>
			Conidae	Conus	<i>Conus nux</i>
			Conidae	Conus	<i>Conus princeps</i>
		Sacoglossa	Plakobranchidae	Elysia	<i>Elysia diomedea</i>
		Nudibranchia	Chromodorididae	Glossodoris	<i>Glossodoris sedna</i>
		Neogastropoda	Muricidae	Hexaplex	<i>Hexaplex princeps</i>
		Nudibranchia	Chromodorididae	Hypselodoris	<i>Hypselodoris agassizii</i>
		Littorinimorpha	Pediculariidae	Jenneria	<i>Jenneria pustulata</i>
		Neogastropoda	Muricidae	Muricanthus	<i>Muricanthus princeps</i>
			Muricidae	Neorapana	<i>Neorapana muricata</i>
	Cephalopoda	Octopoda	Octopodoidea	Octopus	<i>Octopus sp</i>

	gastropoda	Neogastropoda	Olividae	Oliva	<i>oliva anettae</i>
		Neogastropoda	Fasciariidae	Opeatostoma	<i>Opeatostoma pseudodon</i>
	Bivalvia	Ostreoida	Ostreidae	Ostrea	<i>Ostrea sp</i>
		Pterioida	Pteriidae	Pinctada	<i>Pinctada mazatlanica</i>
			Pteriidae	Pteria	<i>Pteria sp</i>
	Gastropoda	Neogastropoda	Muricidae	Quoyula	<i>Quoyula madreporarum</i>
	Bivalvia	Pectinoida	Spondylidae	Spondylus	<i>Spondylus calcifer</i>
	gastropoda	Neogastropoda	Muricidae	Thais	<i>Thais biserialis</i>
			Muricidae	Thais	<i>Thais sp.</i>