

Estado y Tendencias de los Arrecifes Coralinos en la REPÚBLICA DOMINICANA 2015-2019

Status and Trends of Coral Reefs in the DOMINICAN REPUBLIC 2015-2019

Robert S. Steneck, Ph.D.

Profesor, Universidad de Maine, Escuela de Ciencias Marinas
Professor, University of Maine, School of Marine Sciences

Rubén E. Torres, Ph.D.

Director Ejecutivo de Reef Check República Dominicana
Executive Director of Reef Check Dominican Republic

Fotografías: José Alejandro Alvarez



REPÚBLICA DOMINICANA
DOMINICAN REPUBLIC

Estado y Tendencias de los Arrecifes Coralinos en la REPÚBLICA DOMINICANA 2015-2019

Status and Trends of Coral Reefs in the DOMINICAN REPUBLIC 2015-2019

investigadores:
researchers:

Robert Steneck, Ph.D.

Profesor, Universidad de Maine, Escuela de Ciencias Marinas
Professor, University of Maine, School of Marine Sciences

Rubén Torres, Ph.D.

Director Ejecutivo de Reef Check República Dominicana
Executive Director of Reef Check Dominican Republic

Estudio científico realizado por:
Scientific study conducted by:







Tabla de Contenidos / Table of Contents

Resumen Ejecutivo <i>Executive Summary</i>	10	Peces Herbívoros y Erizos, las segadoras de los océanos <i>Herbivorous Fish and Urchins, the lawnmowers of the oceans.</i>	42
Salud Arrecifal en Contexto Local y Regional <i>Coral Reefs Health at the local and regional context</i>	16	Presencia de Peces Depredadores, como indicador de presión pesquera <i>Predatory Fish presence, an indicator fishing pressure</i>	56
¿Cómo Monitorear Impulsores de Salud Arrecifal? <i>How to monitor Coral Reef Health Drivers?</i>	22	Corales Juveniles, el futuro de los arrecifes <i>Juvenile Corals, the future of reefs</i>	61
¿Quién está Monitoreando la Salud Arrecifal en la República Dominicana? <i>Who is Monitoring Coral Reef Health in the Dominican Republic?</i>	25	Porque los corales también se enferman... <i>Because corals can get sick too...</i>	66
¿Qué encontramos en el 2019? <i>What did we find in 2019?</i>	27	¿Qué dice todo esto sobre los Arrecifes de Coral de la República Dominicana? <i>What does all this say about Coral Reefs in the Dominican Republic?</i>	73
Corales y Algas, como dos de los principales impulsores de salud arrecifal <i>Coral and Algae, as two of the main drivers of reef health</i>	28	Literatura citada <i>Literature cited</i>	78

Tabla de Figuras / Table of Figures

Figura / Figure 1	22
Seis regiones y lugares de estudio. <i>Six study regions and study sites.</i>	
Figura / Figure 2	29
Abundancia general de especies de coral para todos los lugares estudiados en 2019. <i>Overall coral species abundance for all sites studied in 2019.</i>	
Figura / Figure 3	32
Cobertura coralina en cada lugar para 2015, 2017 y 2019. <i>Coral cover at each site for 2015, 2017 and 2019.</i>	
Figura / Figure 4	34
Cobertura promedio por coral vivo en todas las estaciones para todos los años desde el 2015. <i>Average coral cover for all sites for all years since 2015.</i>	
Figura / Figure 5	35
Abundancia de macroalgas en todas las estaciones para cada año de monitoreo. <i>Macroalgal abundance at all sites for each monitored year.</i>	
Figura / Figure 6	36
Abundancia promedio de algas (usando un índice de algas de % cobertura x altura en mm) en el transcurso de los años monitoreados. <i>Average algal abundance (using an algal index of % cover x canopy heights in mm) over the monitored years.</i>	
Figura / Figure 7	38
Cobertura coralina y abundancia de macroalgas para todas las estaciones en el 2019. <i>Coral cover and macroalgal abundance for all sites in 2019.</i>	

Figura / Figure 8	39
Porcentaje de cobertura de coral como función de altura de territorio de algas filamentosas. <i>Percent cover of coral as a function of turf algae canopy highest.</i>	
Figura / Figure 9	42
Abundancia de peces loro para cada estación y cada año que fueron monitoreados. <i>Parrotfish abundance for each site and for each year they were monitored.</i>	
Figura / Figure 10	46
Abundancia de Acantúridos (peces doctor) para cada estación y cada año que fueron monitoreados <i>Surgeonfish abundance for each site for each year they were monitored.</i>	
Figura / Figure 11	48
Tendencias en peces herbívoros desde el 2015. Los Escáridos (peces loro) disminuyeron de manera significativa. <i>Trends in herbivorous fishes since 2015. Scarid (parrotfish) declined significantly.</i>	
Figura / Figure 12	49
Densidad poblacional del erizo negro de púas largas, <i>Diadema antillarum</i> . <i>Population density of the black long-spined sea urchin, Diadema antillarum.</i>	
Figura / Figure 13	50
Tendencia para <i>Diadema</i> desde el 2015. <i>Diadema trends since 2015.</i>	



Figura / Figure 14	50	Figura / Figure 22	60
Gráfica de frecuencia de tamaño para <i>Diadema antillarum</i> . <i>Size frequency plot for Diadema antillarum.</i>		Tendencias en peces carnívoros. <i>Trends in carnivorous fishes.</i>	
Figura / Figure 15	51	Figura / Figure 23	63
Abundancia de Pomacéntridos en el 2019. <i>Damselfish Abundance in 2019.</i>		Densidad poblacional de corales juveniles en todas las estaciones y para todos los años. <i>Population density of juvenile corals for all sites for all years.</i>	
Figura / Figure 16	52	Figura / Figure 24	65
Tasas de mordeduras de peces loro en zonas de un metro cuadrado de roca arrecifal (sin coral vivo). <i>Parrotfish bite rates on one-meter square areas of reef rock (no live coral).</i>		Tendencias en densidad de corales juveniles desde el 2015. <i>Trends in juvenile coral density since 2015.</i>	
Figura / Figure 17	56	Figura / Figure 25	66
Abundancia de Serránidos (meros) en cada estación en el 2019. <i>Serranid abundances for each site in 2019.</i>		Diversidad y abundancia de enfermedades coralinas en estaciones seleccionadas. Debido a que la enfermedad SCTL D es de progresión rápida, se requiere una visita posterior para validar los datos, hasta la fecha de este reporte, solo los datos de la caleta se consideran validados. <i>The diversity and abundance of coral disease at selected reef sites. Given that SCTL D is a fast-progressing diseases, follow up visits are needed to validate results, only La Caleta has been validated at the time of this report.</i>	
Figura / Figure 18	57	Figura / Figure 26	68
Abundancia de <i>Lutjánidos</i> (pargos) en todas las estaciones del 2019. <i>Abundance of Lutjanid snappers at all sites in 2019.</i>		Geografía de enfermedades coralinas por porcentaje de coral vivo. <i>The geography of coral disease by percentage of live coral.</i>	
Figura / Figure 19	57	Figura / Figure 27	70
Carángidos (jureles) en todas las estaciones. <i>Carangid (jacks) at all sites.</i>		Área de coral analizada para enfermedades (izquierda) y área enferma (derecha) para todas las especies de coral halladas. <i>The area of corals surveyed for disease (left) and the area diseased (right) for all species of corals encountered.</i>	
Figura / Figure 20	58		
Abundancia de pez león en todas las estaciones <i>Lionfish abundance at all sites.</i>			
Figura / Figure 21	59		
Biomasa de pez león en función de la biomasa de depredadores Serránidos. <i>Biomass of lionfish as a function of the biomass of Serranid predators.</i>			





Resumen Ejecutivo

Executive Summary

En mayo del 2019 lideramos un equipo de 11 personas para realizar 1 monitoreo cada dos años, en 6 regiones (12 localidades arrecifales RD): Parque Nacional Submarino La Caleta (La Bomba y Paisanito), Bayahibe (El Peñón, Tortuga), Punta Cana (Arrecife Coliseo, Arrecife Restauración), Samaná - Las Galeras (Jardín Coralino 1 y Jardín Coralino 2), Parque Nacional Submarino Monte Cristi (Banco Cuadrado y Banco Butuse) y Pedernales (Torre Bahía, Punta Aguilas).

Además, con el apoyo del Proyecto Corredor Biológico y el Programa Ambiental de las Naciones Unidas, se comenzó a monitorear seis zonas en Haití durante el verano del 2019, para completar el primer monitoreo de salud arrecifal jamás realizado de la Hispaniola completa.

Nuestro objetivo era monitorear las tendencias de importantes características de salud arrecifal en estas zonas, como lo hemos

In May 2019 we lead a team of 11 people to conduct 1 monitoring every two years, in 6 regions (12 RD reef locations): La Caleta (La Bomba and Paisanito) Submarine National Park, Bayahibe (El Peñón, Tortuga), Punta Cana (Colosseum Reef, Restoration Reef), Samana-Las Galeras (Coral Garden 1 and Coral Garden 2), Monte Cristi Submarine National Park (Banco Cuadrado and Banco Butuse) and Pedernales (Torre Bahía, Punta Aguilas).

Also, with the support of the Biological Corridor Project and The United Nations Environmental Program, six areas in Haiti were monitored during the summer of 2019, completing the first coral reef health evaluation ever conducted in La Hispaniola.

Our goal was to monitor trends of important characteristics of coral reef health at these sites as we have been doing every other year since 2015. This year, for the first time we are able to present the first trends.

estado haciendo cada dos años desde el 2015. Este año es la primera vez que podemos presentar patrones o tendencias de estas características a través del tiempo.

El programa de monitoreo arrecifal de la República Dominicana fue diseñado para explorar la fortaleza y tendencias de las interacciones que son críticas para la salud de los arrecifes de coral. De manera particular examinamos, la relación entre los peces loro herbívoros y las macroalgas perjudiciales, así como entre las macroalgas y los corales adultos y juveniles.

Encontramos que, aunque la cobertura por corales vivos y la cantidad de corales y algas (macroalgas) fueron aproximadamente iguales que lo que se ha estado registrando desde el 2015, algunos patrones de abundancia han cambiado. Específicamente, los corales en las zonas norteñas de la región de Montecristi se han reducido, pero los que se encuentran alrededor de la región de

The Dominican Republic coral reef monitoring program was designed to explore the strength and trends of interactions critical to the health of coral reefs. Specifically, we examined the relationship between herbivorous parrotfish and harmful macroalgae and between macroalgae and juvenile and adult corals.

While live coral cover and seaweed (macroalgae) and juvenile corals were about the same as we have recorded since 2015, some patterns of abundance have shifted. Specifically, corals in the northern sites of the Montecristi region have declined but those around the La Caleta region have increased. Coral cover was variable among sites averaging over 20% live coral overall. The highest coral cover (46%) was recorded in La Caleta, Paisianito Reef whereas the "Control" site at Punta Cana averaged less than 10% live coral. Macroalgal abundance was greatest in the Punta Cana region (averaging nearly 40% cover)



La Caleta han aumentado. La cobertura coralina variaba entre los lugares, con un promedio general de más de 20%. La cobertura más alta registrada en La Caleta (46%) fue en Paisianito mientras que la zona "Control" en Punta Cana registró un promedio de menos de 10% cobertura por coral vivo. La mayor abundancia de macroalgas registrada fue en la región de Punta Cana (con un promedio de cobertura de casi 40%), mientras que menos de 10% cobertura fue registrada en Banco Cuadrado y Coral Garden 1 en la región de Las Galeras.

Se registró una disminución en peces loros y en peces carnívoros (chillos y meros), probablemente debido a la presión pesquera. La disminución en peces loro es notable porque ocurrió durante un período cuando la pesca o captura de estos peces estaba prohibida en toda la República Dominicana. Si la administración puede restablecer la veda de peces loro y reforzar la aplicación de la misma, aumentarían considerablemente las probabilidades de que los arrecifes dañados se recuperen. La disminución de los meros coincide con un aumento en la cantidad de los invasivos peces león, lo cual pudiese causar reducciones en la abundancia de larvas de peces.

El monitoreo de los arrecifes de coral de la República Dominicana es un programa que integró estudiantes de la República Dominicana y de la Universidad de Maine. El equipo del 2019 fue mayor y se pudo lograr mucho más que en años anteriores. El objetivo de este programa es aprender de forma conjunta cómo monitorear los arrecifes de coral y también enriquecer nuestras perspectivas científicas y culturales.

and was below 10% cover at Banco Cuadrado and Coral Garden 1 in the Las Galeras region.

Parrotfish and carnivorous fish such (snappers and groupers) have declined likely due to fishing pressure. The parrotfish decline is noteworthy because it occurred during a period when the harvest of parrotfish was banned throughout the Dominican Republic. If management can reinstitute the ban on harvesting parrotfish and tighten enforcement on those, the chances of damaged reefs recovering become much greater. The decline in groupers corresponds to increases in invasive lionfish, which could cause reductions in larval fish abundance.

The monitoring of coral reefs of the Dominican Republic is a program that incorporated students from the DR along with students from the University of Maine. Our larger teams were able to accomplish much more than was possible in previous years. The goal of this program is to collectively learn how to monitor coral reefs and broaden our perspective scientifically and culturally.







Salud Arrecifal en Contexto Local y Regional

Los arrecifes de coral están entre los ecosistemas más diversos del mundo, pero también entre los más amenazados, y los arrecifes del Caribe están particularmente en riesgo. Estudios recientes han demostrado que los arrecifes del Caribe oriental donde la pesca se había restringido estaban más saludables que los arrecifes donde se practicaba la pesca sin regulación (Steneck et al 2018). Otros arrecifes donde se ha restringido la pesca de manera efectiva, especialmente la de los peces loro, han prosperado y hoy son arrecifes sumamente resistentes y que se han recuperado completamente de eventos severos de blanqueamiento coralino (Steneck et al 2019). Luego de esos hallazgos, algunos países

Coral Reefs Health at the local and regional context

Coral reefs are among the world's most diverse but also endangered ecosystems, and coral reefs in the Caribbean are particularly at risk. Recent studies found that coral reefs in the eastern Caribbean where fishing had been limited were healthier than reefs with unregulated fishing practices (see Steneck et al 2018). Other coral reefs that have effectively limited fishing pressure - especially on parrotfish have thrived and today are highly resilient reefs that recovered fully from a severe coral bleaching event (Steneck et al 2019). Following those findings, some Caribbean countries have banned fishing of herbivore fish such as parrotfish and surgeon fish in 2017 authorities in the

caribeños han prohibido la pesca de peces herbívoros como peces loro y doctores (en el 2017 la República Dominicana estableció una veda de 2 años), como una medida para controlar las algas de rápido crecimiento. Este crecimiento de algas se intensifica debido a descargas de nutrientes de origen terrestre, y las mismas crecen sobre los corales, transformando arrecifes dominados por corales a arrecifes dominados por algas. Este cambio de fase ha resultado en una pérdida en la capacidad de los arrecifes de proteger las costas de la erosión (como los corales duros son constructores de arrecifes, y las algas no lo son), y esto a su vez ha reducido el espacio disponible como hábitat para muchas otras especies usadas por nosotros los humanos como fuente de alimento, tales como peces y langostas, entre otros.

Luego de unas décadas de investigación científica en el Caribe, los científicos han concluido que existen ciertos "impulsores" fundamentales e indicadores de la salud arrecifal. Un "impulsor" es un factor que contribuye a o causa que un arrecife este sano o malsano (o muerto). Luego de la publicación de *Status and Trends of Caribbean Coral Reefs* por Jeremy Jackson en el 2014,

Dominican Republic established a 2 year ban), as a measure to control fast-growing algae, which growth is also enhanced by land-based nutrient loads, have come to grow over corals, and transform reefs from coral-dominated to algae-dominated. This phase shift has resulted in ecosystems losing their capacity to protect the shorelines from erosion (as stony corals are reef builders, where fleshy algae are not), this in turn reduces habitat space for many other species, such as fish, lobsters, among others, used by us humans as a source of food.

After a few decades of scientific research in the Caribbean, scientist have that there are certain prime "drivers" and indicators of coral reef health. A "driver" is a factor that contributes to or causes a reef to be healthy or unhealthy (or dead). After the publication of *Status and Trends of Caribbean Coral Reefs* by Jeremy Jackson in 2014, whose objective was to collect comparable data across the region more efficiently, coral reef monitoring guidelines were developed by the Global Coral Reef Monitoring Network (GCMRN), to make sure that, at least, these prime drivers are targeted to determine the health of reefs,



con el objetivo de recolectar datos de manera más eficiente y comparable a través de toda la región, la Red de Monitoreo Global de Arrecifes (GCRMN, siglas en inglés) desarrolló directrices para el monitoreo de arrecifes de coral, para así asegurar que por lo menos estos impulsores fundamentales sean específicamente seleccionados para determinar la salud de los arrecifes, a través del tiempo y espacio. Los aspectos más importantes que deben medirse incluyen: cobertura coralina por especies de coral constructoras de arrecifes, cobertura y altura de macroalgas, densidad de depredadores y peces herbívoros, erizos, y corales juveniles. Estos datos fueron cuantificados en el 2019 y a través de los años desde nuestro primer monitoreo en el 2015.

Como una nueva iniciativa derivada del programa de Monitoreo de la República Dominicana, liderada por el Proyecto de Corredor Biológico del Programa Ambiental de las Naciones Unidas, Reef Check República Dominicana con la colaboración de Reef Check Haití y del Dr. Gregor Hodgson (fundador y previo Director Ejecutivo de Reef Check Foundation), también monitoreó seis zonas en Haití durante el verano del 2019 utilizando el mismo protocolo que se usó en el Monitoreo de la República Dominicana, para completar el primer monitoreo de salud arrecifal jamás realizado de la Hispaniola completa. Estos resultados, y los previos para la República Dominicana serán entregados a las autoridades locales y también a la Red Global de Monitoreo de Arrecifes de Coral (Global Coral Reef Monitoring Network/ GCRMN por su siglas en inglés) para ser incluidos en el Reporte de Salud Arrecifal Mundial en el 2020. Una emergente capacidad local en Haití también ha sido posible debido a esta alianza estratégica y al apoyo de la Fundación Propagas. ■

across time and space. The most important things to measure include: Coral cover of reef building species, macroalgae cover and canopy height, density of predator and herbivore fish, urchins, and juvenile corals. These aspects were quantified in 2019 and over the years since our first survey in 2015.

As a new initiative, that resulted from the Dominican Republic Monitoring program, lead by the Biological Corridor Project, of the United Nations Environmental Program, Reef Check Dominican Republic with help from Reef Check Haiti and Dr. Gregor Hodgson (founder and former Executive Director of Reef Check Foundation), also monitored six locations in Haiti over the summer of 2019 using the same protocol used in the Dominican Republic Survey, to complete the first ever Hispaniola-wide survey of coral reef health. These results, and previous ones for Dominican Republic and Haiti will be provided to local authorities and also to the Global Coral Reef Monitoring Network for the upcoming 2020 Global Report on Coral Reef Health. Emerging local capacity in Haiti has also been possible due to the strategic partnership and the support from the Propagas Foundation. ■





¿Cómo Monitorear Impulsores de Salud Arrecifal?

Para poder recolectar los datos que ayudan a documentar los impulsores de salud arrecifal, nuestro equipo visitó seis zonas (solo se visitaron cinco en el 2015) que son las más representativas en cuanto al desarrollo y estructura arrecifal alrededor de la República Dominicana: Pedernales, La Caleta, Bayahibe, Punta Cana, Samaná y Montecristi (Fig. 1). Desde el 2015, hemos visitado dos arrecifes en cada uno de estos lugares, y hemos recolectado los datos utilizando una versión modificada del protocolo Evaluación Arrecifal Rápida del Golfo y el Caribe

How to monitor Coral Reef Health Drivers?

In order to collect data that helps document these coral reef health drivers, our team visited six areas (only five in 2015) that are the most representative in reef development and structure around the Dominican Republic: Pedernales, La Caleta, Bayahibe, Punta Cana, Samaná and Montecristi (Fig. 1). Since 2015, we have visited two reefs at each of these locations, and collected our data using a modified version of the Atlantic and Gulf Reef Rapid Assessment (AGRRA) protocol following the GCRMN guidelines. During our survey in 2019 we also installed permanent steel

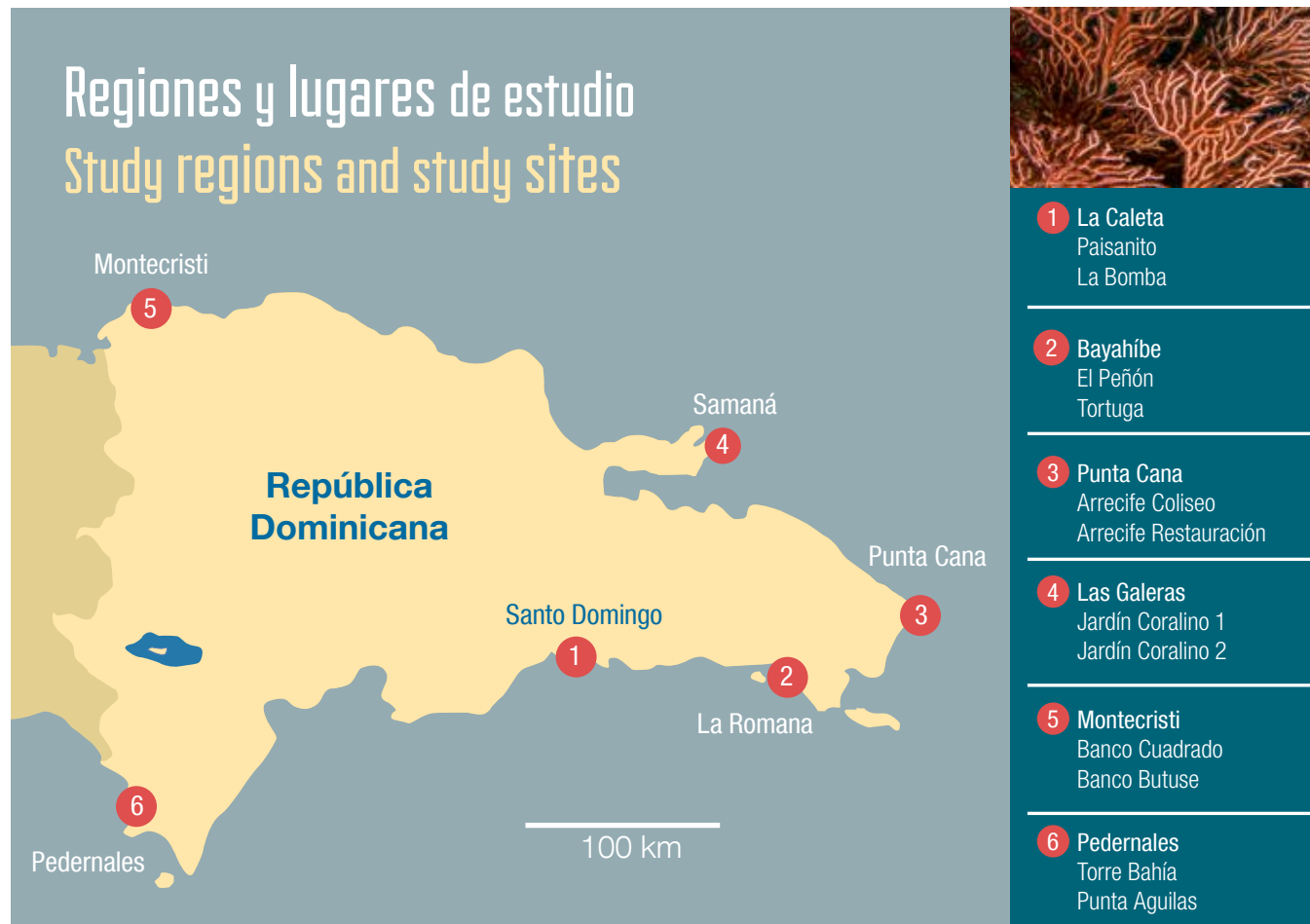


Figura 1. Seis regiones y lugares de estudio. Figure 1. Six study regions and study sites.

(AGGRA, siglas en inglés), siguiendo las pautas del GCRMN. Durante nuestros estudios del 2019 también instalamos estacas de acero permanentes para crear estaciones fijas para nuestros futuros monitoreos, permitiéndonos recolectar los datos en exactamente el mismo lugar en los años venideros. Los detalles de nuestro programa de monitoreo para todos los factores están publicados (Steneck et al 2018, 2019). Dada la prevalencia de una recién descubierta enfermedad coralina, durante el monitoreo de este año también se implementó un protocolo para estudiar todas las enfermedades coralinas, basado también en sugerencias por AGRRA y los esfuerzos regionales para documentar esta nueva enfermedad llamada Enfermedad de Pérdida Rápida de Tejido en Corales Duros (SCRTLD, siglas en inglés), la cual se ha estado propagando por toda la región, y, contrario a otras enfermedades coralinas existentes, esta aniquila las colonias de coral muy rápidamente, en cuestión de días. ■

stakes to create permanent fixed locations for our future coral reef monitoring which allow us to collect data at exactly the same spots over future years. Details of our monitoring program for all factors are in published studies (i.e., Steneck et al 2018, 2019). During this year's survey, given the prevalence of a recently new coral disease, a protocol to study all coral diseases was implemented, based also on suggestions by AGRRA and the recent regional efforts to document this new coral disease called Stony Coral Rapid Tissue Coral Disease (SCTLD), that has been spreading across the region, and, as opposed to other existing coral diseases, this one kills coral colonies very rapidly, in a matter of days. ■



Marcadores permanentes colocados en el arrecife para monitoreos futuros. / Permanent marker stakes installed for future monitor.



¿Quién está Monitoreando la Salud Arrecifal en la República Dominicana?

Who is Monitoring Coral Reef Health in the Dominican Republic?

Cada vez que se estudian los arrecifes de la República Dominicana, los científicos de Reef Check República Dominicana y de la Universidad de Maine, en alianza estratégica con la Fundación Propagas y la Red Arrecifal Dominicana, se aseguran de que se inviten y entrenen estudiantes y científicos dominicanos en buceo SCUBA, primeros auxilios, y técnicas de monitoreo arrecifal para asegurar que esta capacidad se mantenga en el país a largo plazo. Ya se han entrenado unos veinte estudiantes locales en años previos, pero durante el 2019, cuatro participantes en entrenamientos anteriores recibieron entrenamiento adicional: Buceo Avanzado PADI™ y Buceo con Aire Enriquecido PADI™, aumentando así el nivel de educación para mejorar la seguridad y eficientizar la colección de datos.

Every time we survey Dominican Republic Coral Reefs, scientists from Reef Check Dominican Republic, and the University of Maine, in strategic partnership with the Propagas Foundation and the Dominican Coral Reef Network ensure to invite and train Dominican students and scientist in SCUBA diving, first aid, and coral reef monitoring techniques to ensure the long-term capacity remains in the country. There have been some twenty local students already trained in previous years, but during 2019, four of those received additional training in PADI™ Advanced Open Water and PADI™ Enriched Air divers, raising the level of education to guarantee improved safety and enhanced data collection.



¿Qué encontramos en el 2019?
What did we find in 2019?



Corales y Algas, como dos de los principales impulsores de salud arrecifal

Encontramos que los lugares monitoreados en la República Dominicana estaban co-dominados por la especie de coral estrella *Orbicella faveolata* y *Agaricia agaricites* (Fig. 2). Las otras siete especies dominantes incluían *P. porites*, *O. annularis*, y *Millepora complanata*. Dado su crecimiento masivo en forma de peñascos y placas, el género coralino *Orbicella* (previamente conocido como *Montastraea*) está considerado como uno de los principales constructores de la estructura sólida de un arrecife, la cual ayuda a proteger las costas del embate de las olas y corrientes, especialmente durante tormentas. Durante nuestro reporte previo (2017-18) verificamos cómo los huracanes Irma y María habían destrozado los arrecifes en Montecristi, reduciendo drásticamente su cobertura por corales vivos, y durante el estudio del 2019, vimos que éstos aún no se han recuperado. *Agaricia* spp. y *Porites astreoides* también han empezado a convertirse en campeones frente a impactos humanos como la sedimentación, lo cual podría volverse una estrategia crucial para la supervivencia de los sistemas arrecifales como los conocemos hoy.

Coral and Algae, as two of the main drivers of reef health

We found that the coral reefs sites monitored in the Dominican Republic were co-dominated by the star coral species *Orbicella faveolata* and *Agaricia agaricites* (Fig. 2). Other dominant seven species also included *P. porites*, *O. annularis*, *Millepora complanata*. Given its massive growth in the form of boulders and plates, the coral genus *Orbicella* (previously known as *Montastraea*) is considered one of the primary builders of solid reef structure, that helps protect the coastlines from waves and currents, specially during storms. During our previous report (2017-18) we found how Hurricanes Maria and Irma devastated the reefs in Montecristi, drastically reducing its coverage of live coral, and during our 2019 survey, these have not recovered yet. *Agaricia* spp. and *Porites astreoides* are also starting to become champions in front of human impacts such as sedimentation, which could become a critical strategy for the survival of reef systems as we know them now.

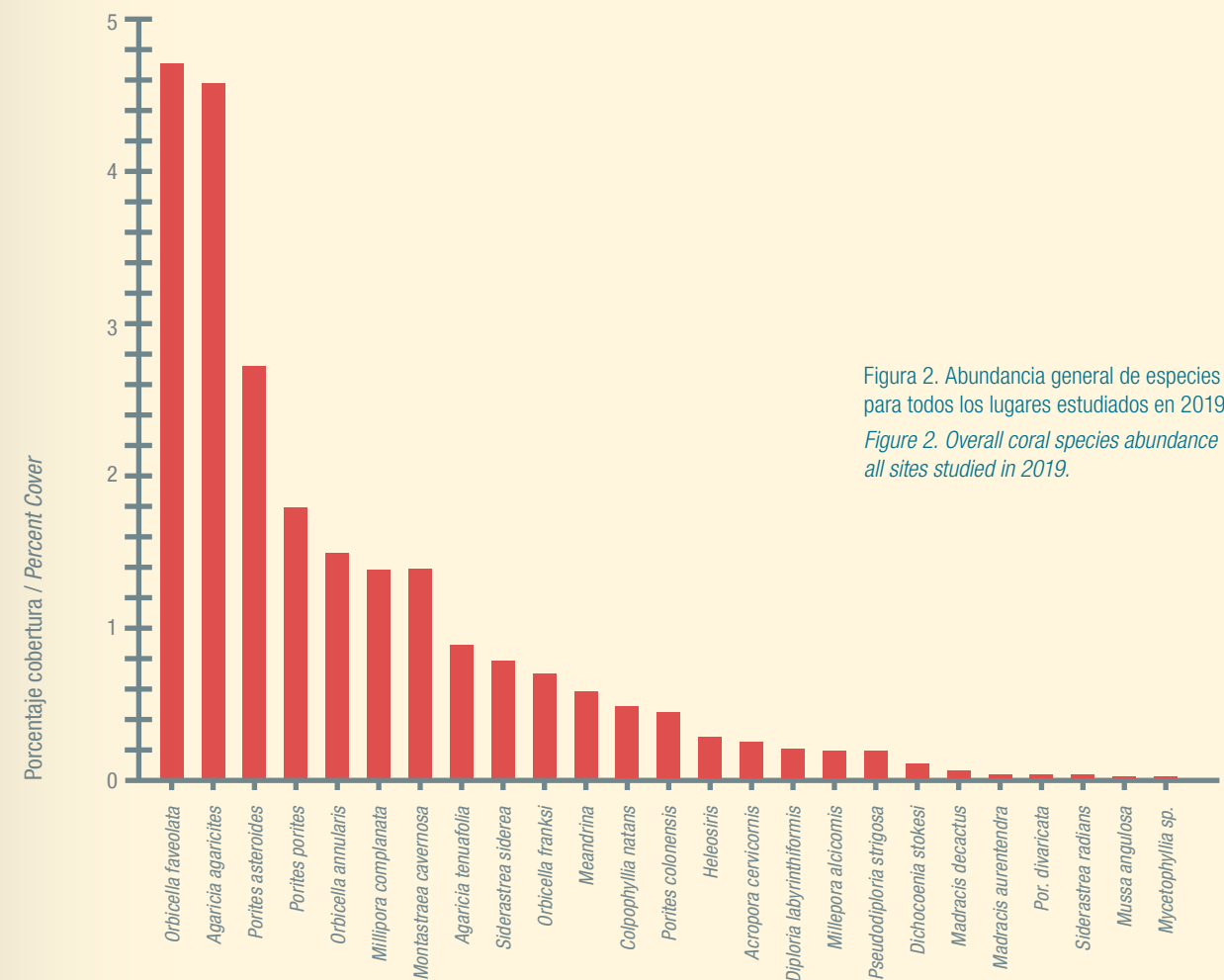


Figura 2. Abundancia general de especies de coral para todos los lugares estudiados en 2019.
Figure 2. Overall coral species abundance for all sites studied in 2019.

La abundancia de coral vivo, expresado como el porcentaje de cobertura del fondo, varió entre los lugares de estudio (Fig. 3). En el 2019 la cobertura por coral vivo más abundante fue registrado en las estaciones sureñas desde La Bomba (La Caleta) hasta Tortuga (Bayahibe), dos zonas que cuentan con algún tipo de manejo y donde los impactos humanos están relativamente reducidos dada su larga historia de manejo como Áreas Marinas Protegidas. Esto representa un cambio de lo encontrado en el 2015, cuando las estaciones del norte en la región de Montecristi eran las que tenían la mayor abundancia de corales vivos. Esta reducción en cobertura por coral vivo en las estaciones del norte se debe a los daños ocasionados por dos huracanes, Irma y María en el 2017, como lo documentamos en nuestro reporte del 2017-2018. Esperamos volver nuevamente a Montecristi en el 2021 para ver cómo estos una vez impresionantes arrecifes se recuperan dada su alta resiliencia (cobertura coralina relativamente alta, cobertura por algas relativamente baja, buena calidad de agua, etc.)

The abundance of living coral, expressed as the percentage cover of the bottom varied among study sites (Fig. 3). In 2019 the most abundant coral was recorded at southern sites from La Bomba (La Caleta) to Tortuga (Bayahibe), two areas that have some form of management and relatively reduced human impacts given their long history of management structure as Marine Protected Areas. This represents a shift from our 2015 findings, when the northern sites in the Montecristi region had the greatest abundance of coral. This decline in coral cover at northern sites was due to damage caused by two hurricanes Irma and Maria in 2017 as documented by us in our 217-2018 report. We hope to come back again to Montecristi in 2021 and see how these once impressive reefs bounce back due to their high resiliency (relatively high coral cover, relatively low algae coverage, good water quality, etc.)





Cobertura coralina / Coral Cover 2015

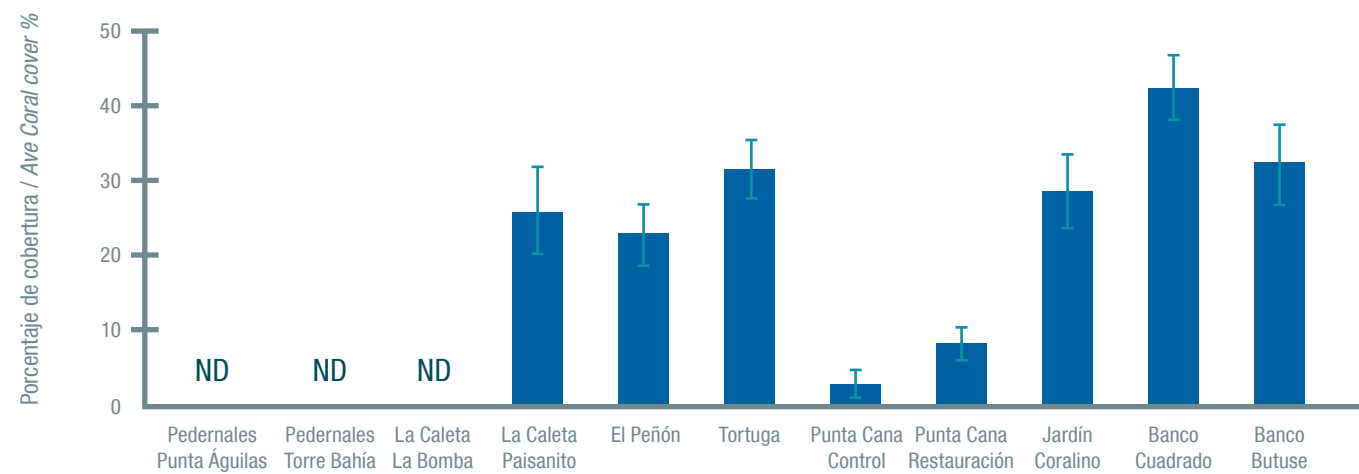
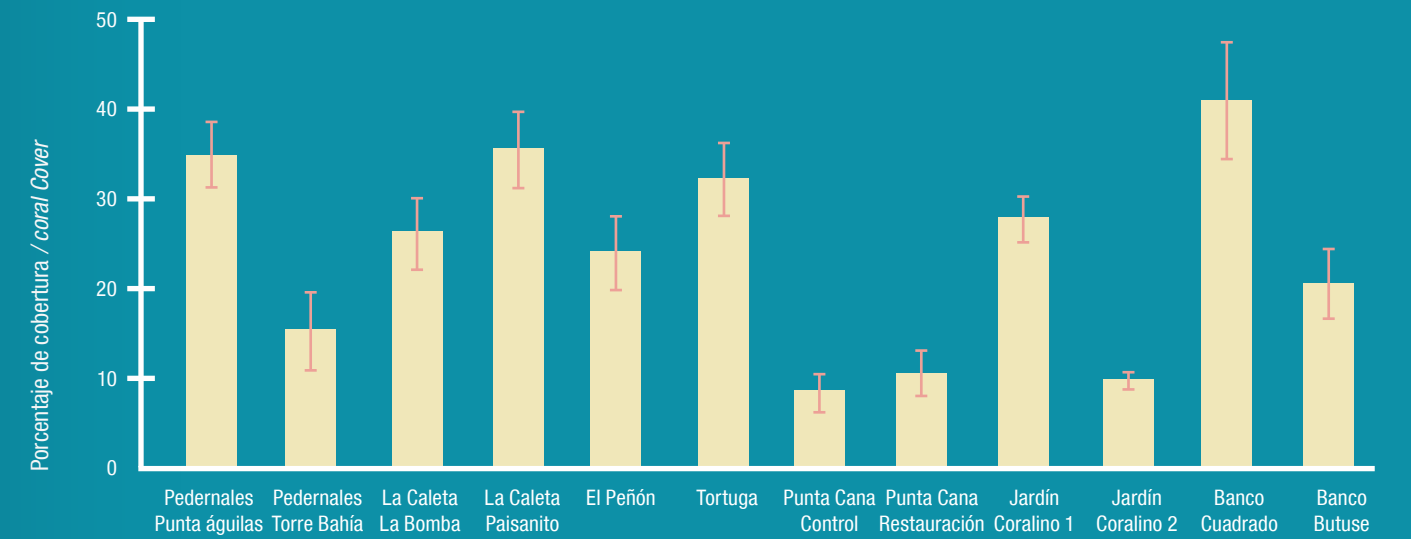
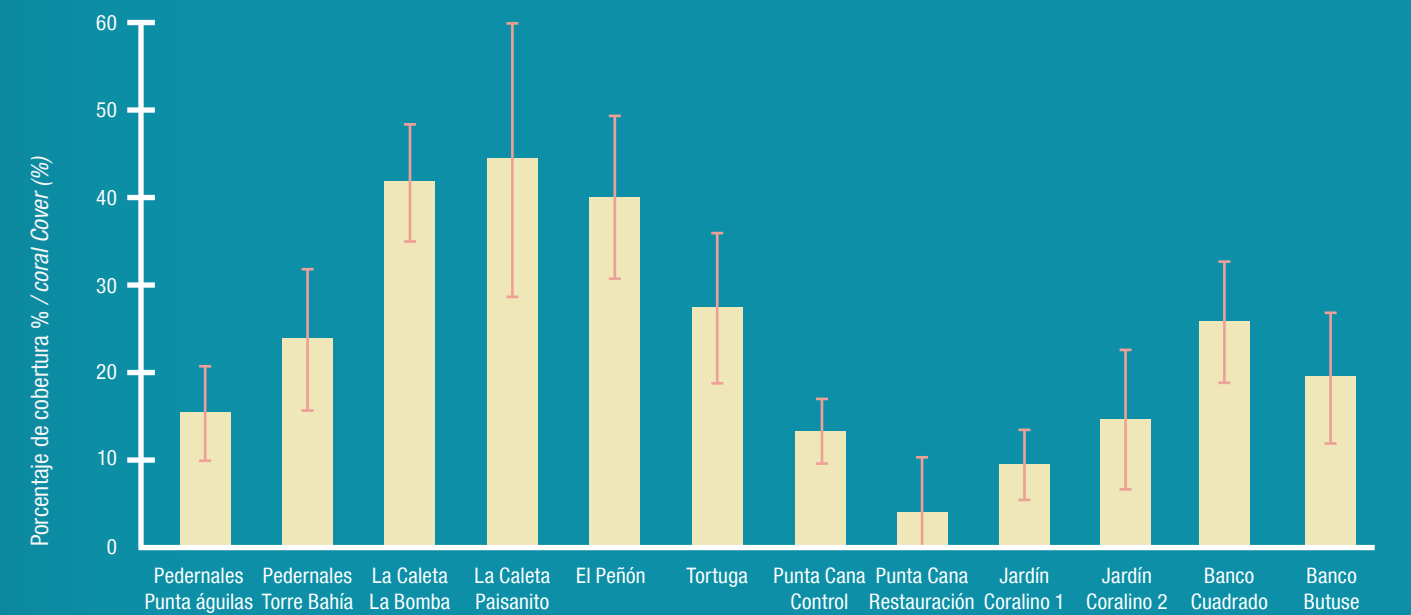


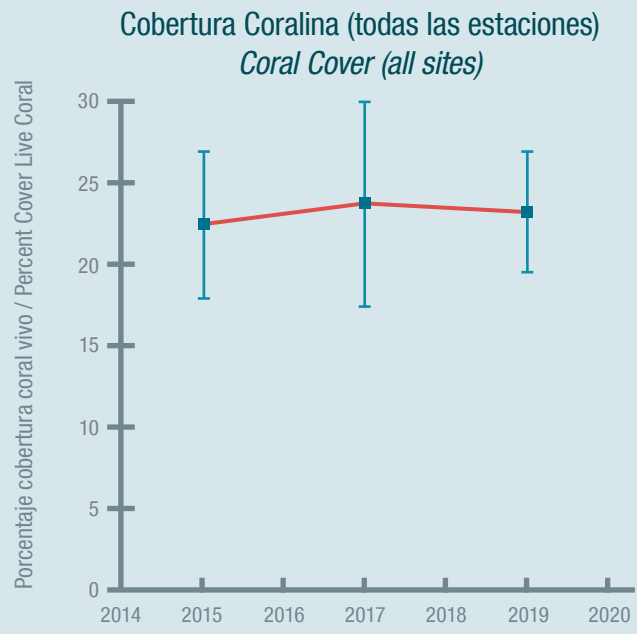
Figura 3. Cobertura coralina en cada lugar para 2015, 2017 y 2019.
Figure 3. Coral cover at each site for 2015, 2017 and 2019.

Cobertura coralina / Coral Cover 2017



Cobertura Coralina / Coral Cover 2019

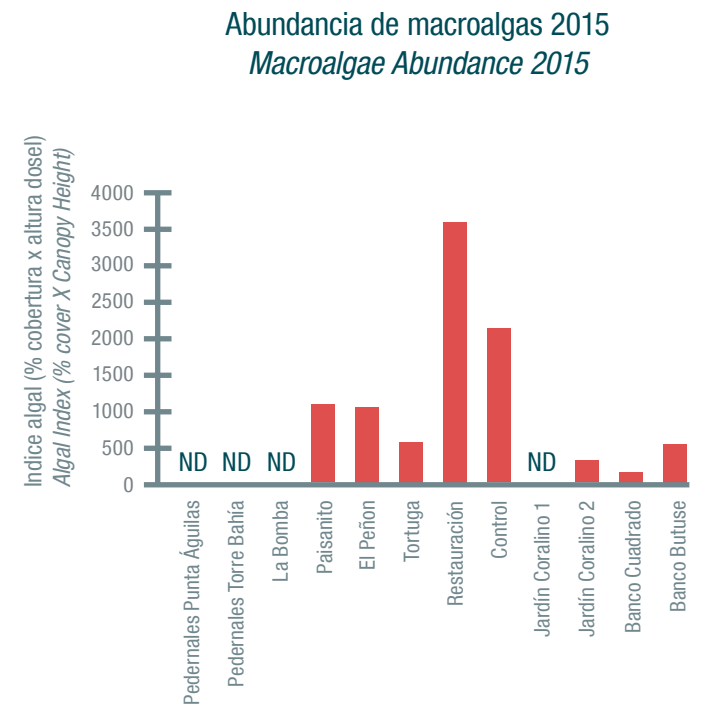




La tendencia en cobertura por corales vivos en la isla entera se ha mantenido de manera estable en aproximadamente 22% desde el 2015 (Fig.4). Esto es el resultado de la reducción en abundancia de corales en la costa norte (Montecristi) causada por los últimos huracanes, contrarrestada por el aumento en las estaciones del sur (La Caleta a Bayahibe).

The island wide trend in coral cover has remained steady at about 22% live coral since 2015 (Fig.4). This tendency resulted from the decline in coral abundance on the north shore sites (Montecristi) during the last hurricanes, being offset by the increase in coral cover to the south sites (La Caleta and Bayahibe).

Figura 4. Cobertura promedio por coral vivo en todas las estaciones para todos los años desde el 2015.
Figure 4. Average coral cover for all sites for all years since 2015.



La abundancia de macroalgas varía entre los lugares de estudio (Fig. 5). Se ha mantenido consistentemente alta en la región de Punta Cana (nuestras estaciones más hacia el este). No obstante, desde el 2015, la abundancia de macroalgas ha aumentado drásticamente en la región de Montecristi (especialmente en la estación Banco Butuse). Sin embargo, se ha reducido en algunos lugares a lo largo de la costa sur (regiones de Pedernales y La Caleta). Las macroalgas son organismos de rápido crecimiento que pueden cubrir y dar muerte a otros grupos funcionales que cubren el fondo, como corales constructores de arrecife. Estas pueden crecer sin control debido a varios factores, pero sobre todo por la falta de erizos y peces herbívoros, y por el ingreso de contaminantes y nutrientes relacionados al desarrollo humano. Esto nos lleva a la idea de comenzar a implementar un muestreo y análisis de calidad de agua en conjunto con nuestras investigaciones basadas en el ecosistema. Podría ser un factor clave para encontrar las razones para estos desplazamientos de corales hacia algas en nuestros arrecifes, y cómo esto podría estar reduciendo la habilidad de los arrecifes de recuperarse luego de trastornos agudos como huracanes, blanqueamientos o enfermedades.

Macroalgae is variably abundant among the study sites (Fig. 5). It has remained consistently high in the Puna Cana region (our easternmost sites). However, since 2015, the abundance of macroalgae has drastically increased in the Montecristi region (especially the Butuse Bank site). However, it has declined at some sites along the southern shore (Pedernales and La Caleta regions). Macroalgae is a fast growing organism, which can cover and kill other functional groups that cover the bottom, such as the reef building corals. These can grow without control given several factors, but mainly lack of grazing by herbivore fish and urchins, or input pollutants and nutrients usually related to human development. Which brings us to the idea of starting a water quality sampling and analysis, combined with our ecosystem-based research. This could be a key factor in finding answers to these shifts from corals to algae in our reefs, and how this could be impairing reefs to bounce back after acute disturbances such as hurricanes, coral bleaching and diseases.

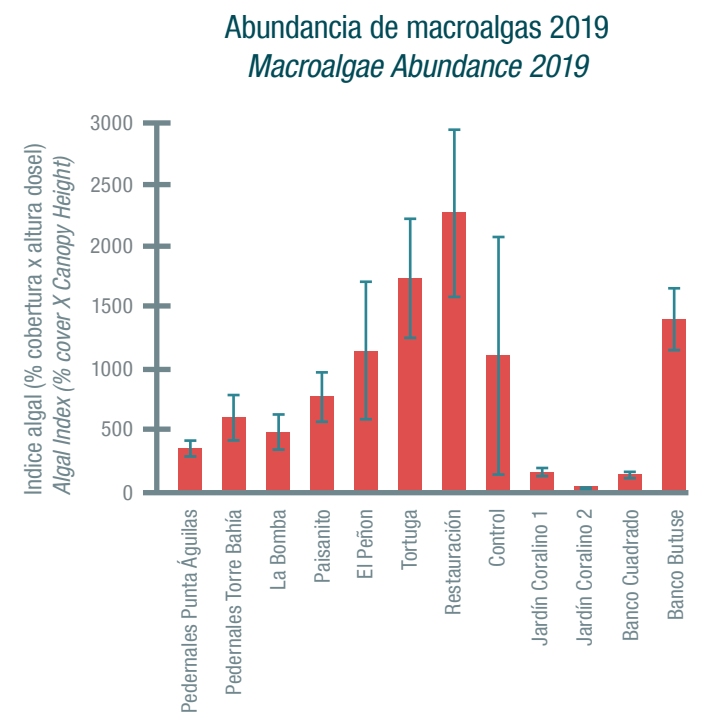
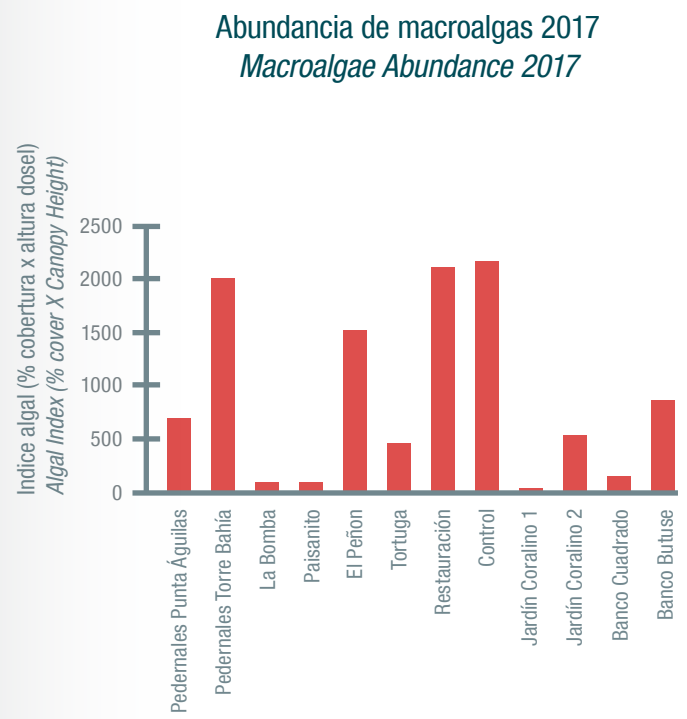


Figura 5. Abundancia de macroalgas en todas las estaciones para cada año de monitoreo.
Figure 5. Macroalgal abundance at all sites for each monitored year.

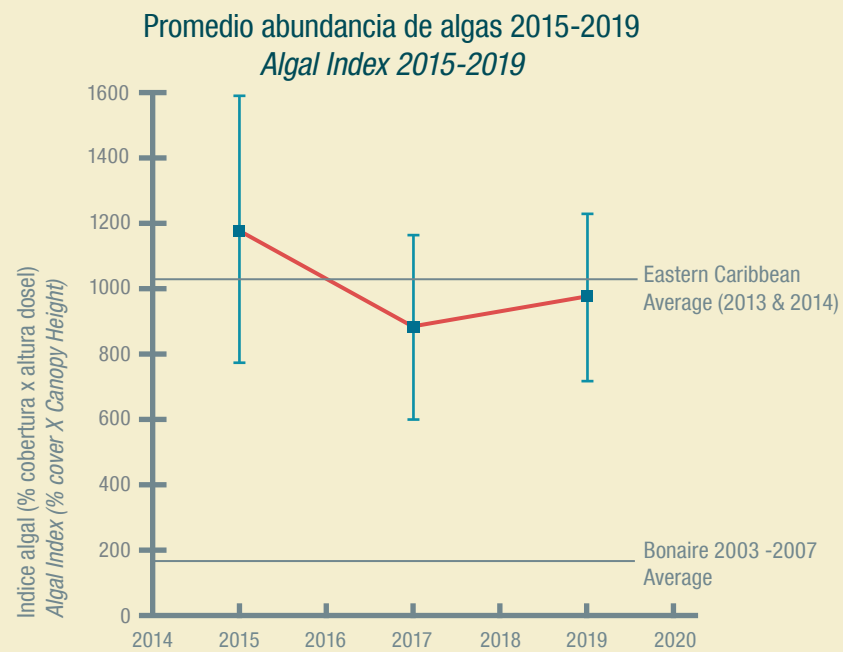


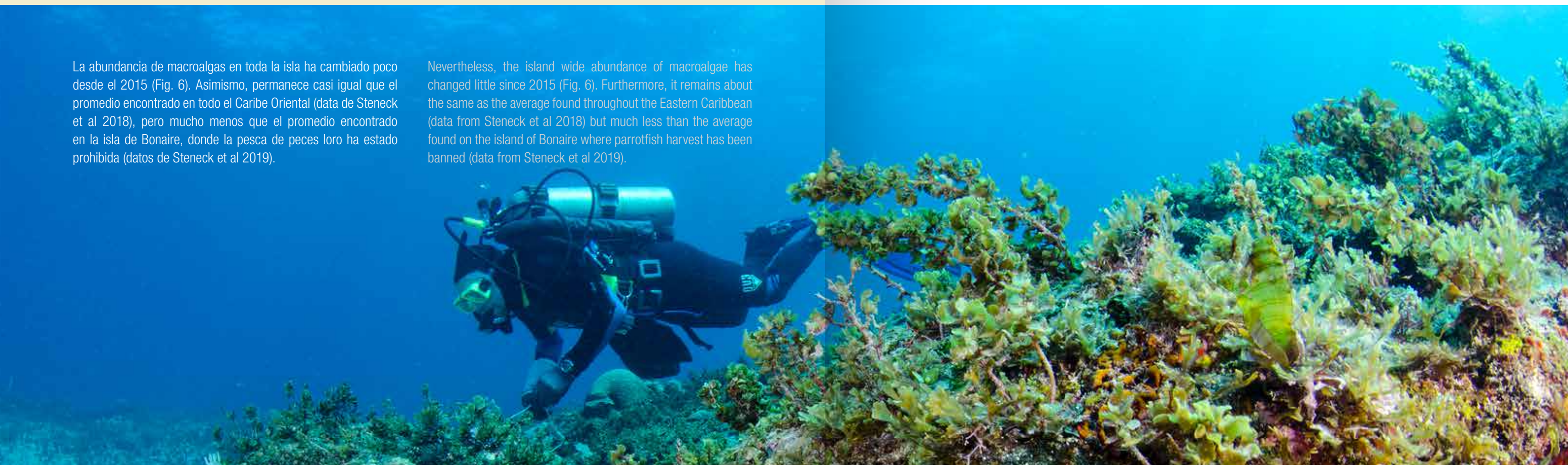
Figura 6. Abundancia promedio de algas (usando un índice de algas de % cobertura x altura en mm) en el transcurso de los años monitoreados. Las líneas horizontales indican el promedio del Caribe Oriental (Steneck et al 2018) y el promedio en Bonaire (Caribe Holandés de Steneck et al 2019).

Figure 6. Average algal abundance (using an algal index of % cover x canopy heights in mm) over the monitored years. The horizontal lines indicate the Eastern Caribbean average (Steneck et al 2018) and the average from Bonaire (Dutch Caribbean from Steneck et al 2019).



La abundancia de macroalgas en toda la isla ha cambiado poco desde el 2015 (Fig. 6). Asimismo, permanece casi igual que el promedio encontrado en todo el Caribe Oriental (data de Steneck et al 2018), pero mucho menos que el promedio encontrado en la isla de Bonaire, donde la pesca de peces loro ha estado prohibida (datos de Steneck et al 2019).

Nevertheless, the island wide abundance of macroalgae has changed little since 2015 (Fig. 6). Furthermore, it remains about the same as the average found throughout the Eastern Caribbean (data from Steneck et al 2018) but much less than the average found on the island of Bonaire where parrotfish harvest has been banned (data from Steneck et al 2019).



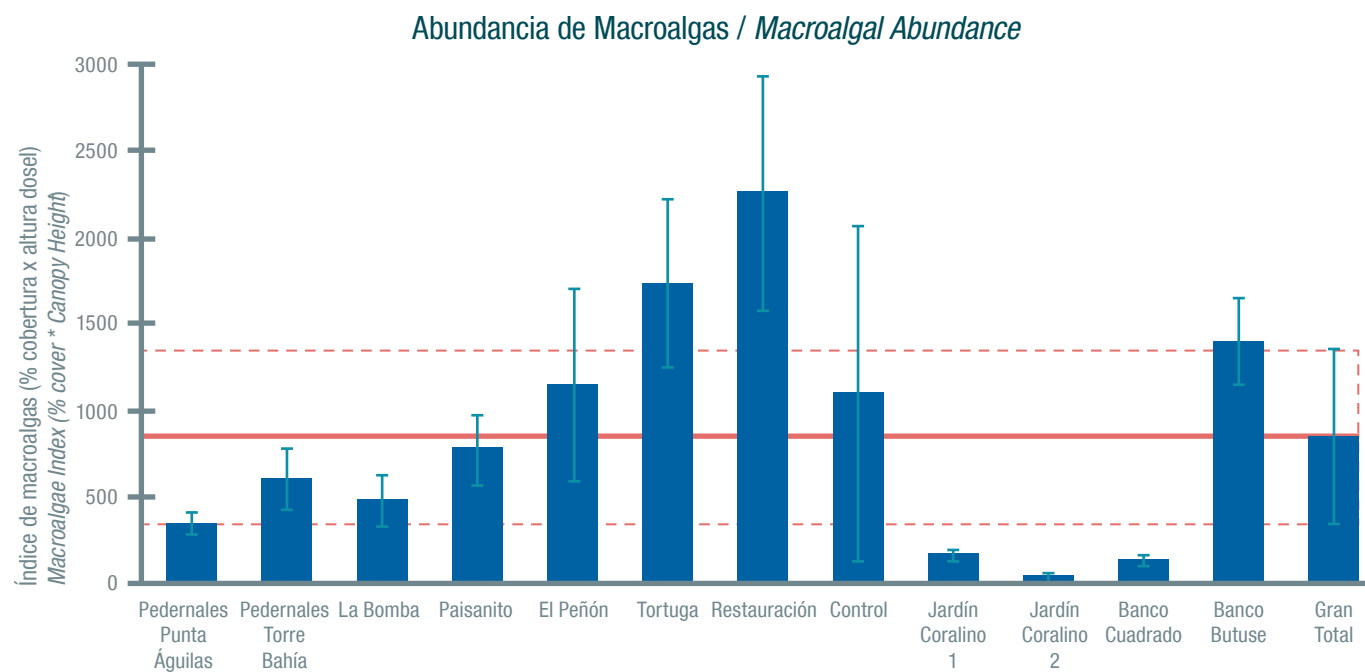
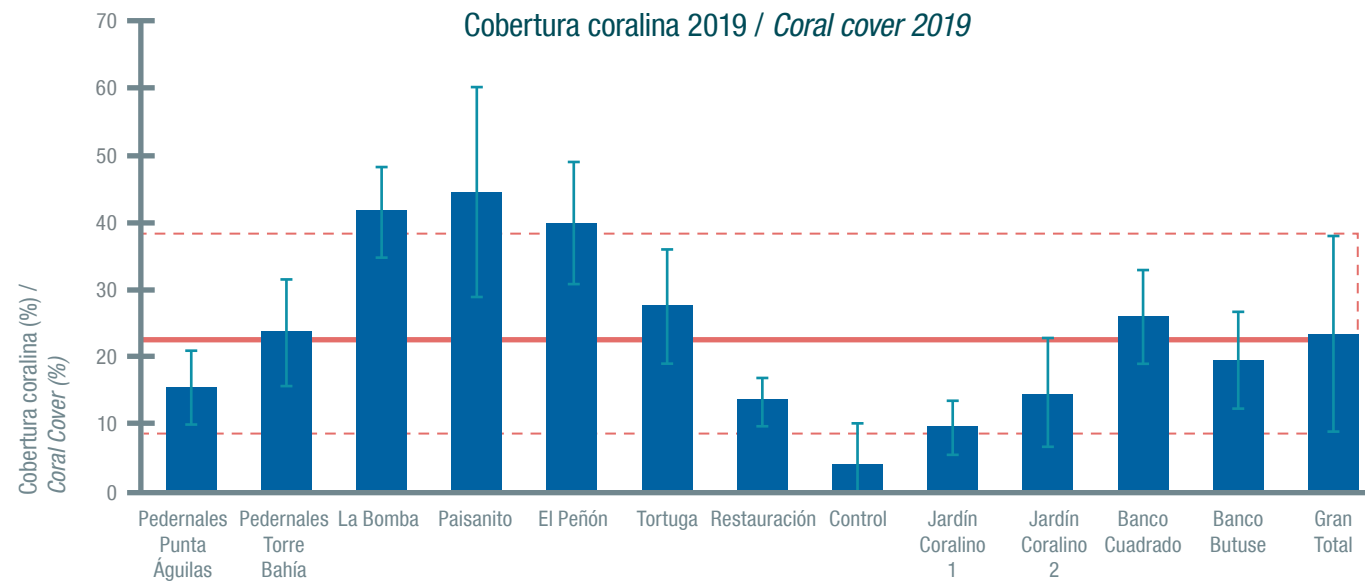


Figura 7. Cobertura coralina y abundancia de macroalgas para todas las estaciones en el 2019.
 Figure 7. Coral cover and macroalgal abundance for all sites in 2019.

Por lo general, los lugares con mayor cobertura por corales tenían una abundancia menor de macroalgas (Fig. 7). Un patrón similar fue evidente en los pequeños territorios de algas filamentosas. Encontramos que en los transectos de monitoreo con algas filamentosas de alturas de menos de 5 mm incluía a todos los lugares que tenían cobertura de más del 15% (Fig. 8). Ambos patrones apuntan al rol que tiene la herbivoría en la salud de los arrecifes de coral de la República Dominicana. ■

In general, sites with the highest coral cover generally had low abundance of macroalgae (Fig. 7). A similar pattern was evident in the small filamentous algal turfs. We found that in monitoring transects with turf canopies less than 5 mm included all of the sites that had coral cover over 15% (Fig. 8). Both of these patterns drivong the role of herbivory in driving the health of the Dominican Republic coral reefs. ■

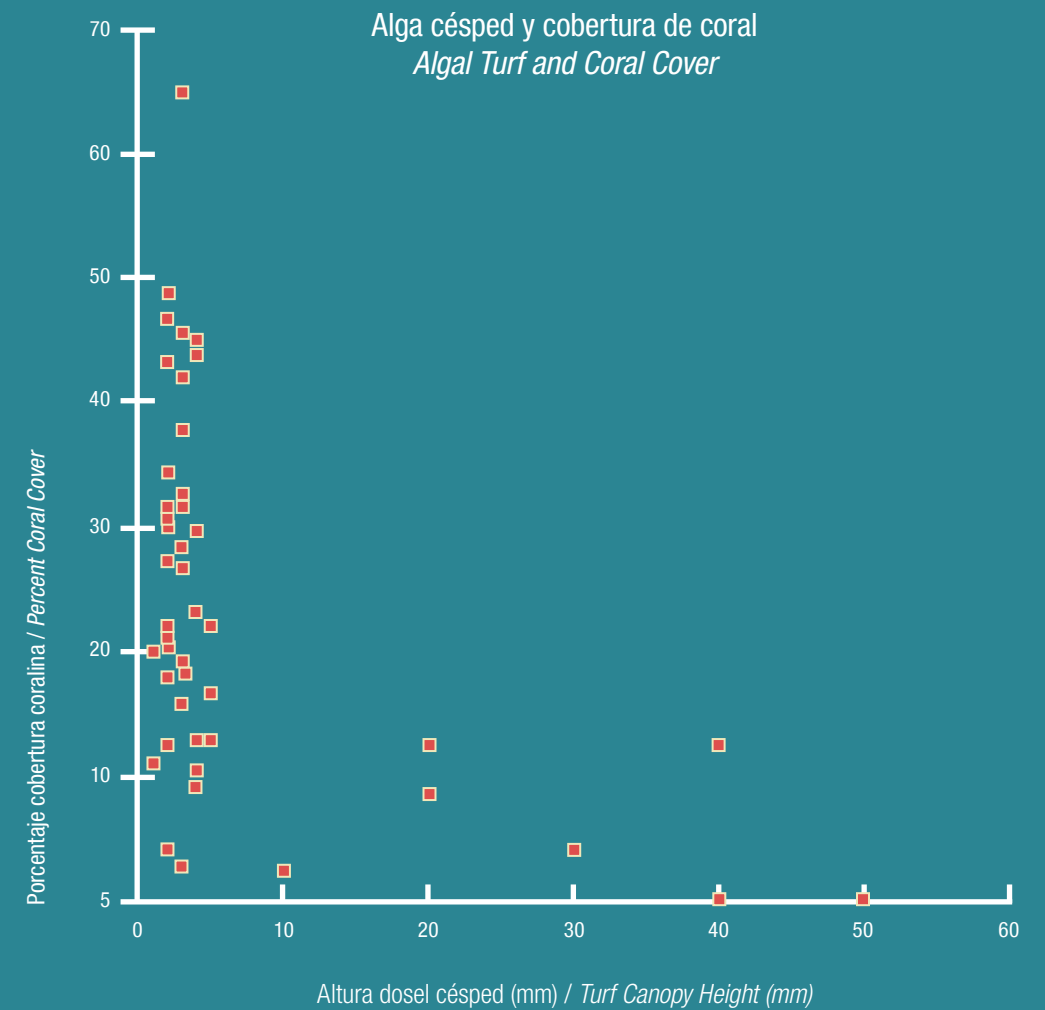


Figura 8. Porcentaje de cobertura de coral como función de altura de territorio de algas filamentosas (ver texto)
 Figure 8. Percent cover of coral as a function of turf algae canopy highest. (see text)





Peces Herbívoros y Erizos, las segadoras de los océanos

Por mucho, los peces herbívoros son los herbívoros dominantes en los arrecifes poco profundos del Caribe y de la República Dominicana. Varios estudios determinaron que los peces loro de manera general, y los peces loro de gran tamaño en particular eran especialmente importantes (Steneck et al 2014).

En el 2019 los peces loro fueron más abundantes en tres estaciones del sur (i.e., La Bomba y Paisanito en la región de La Caleta, y El Peñón en la región de Bayahibe (Fig. 9). Sin embargo, su abundancia relativa en el pasado (2017 y 2015) fue mayor en las estaciones del norte, como en Banco Cuadrado en Montecristi.

Herbivorous Fish and Urchins, the lawnmowers of the oceans

By far, herbivorous fishes are the dominant herbivores on shallow coral reefs throughout the Caribbean and the Dominican Republic. Several studies determined that parrotfish in general and large parrotfish in particular are especially important (Steneck et al 2014).

Parrotfishes in 2019 were most abundant at three southern sites (i.e., La Bomba and Paisanito in the La Caleta region and, El Peñón in the Bayahibe region; Fig. 9). However, their relative abundance in the past (2017 and 2015) was greatest at the northern sites such as Montecristi's Banco Cuadrado.

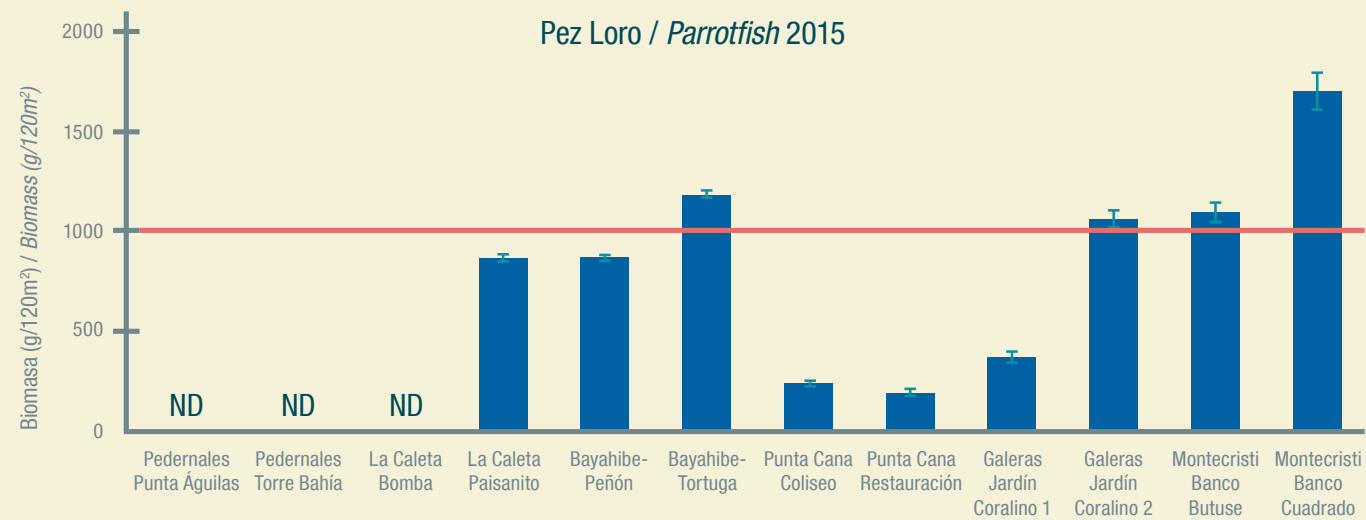


Figura 9. Abundancia de peces loro para cada estación y cada año que fueron monitoreados. La línea roja indica 1000 gr/120 m² para estandarizar las graficas y una mejor comparación.

Figure 9. Parrotfish abundances for each site for each year they were monitored. The red line indicates 1000 gr/120 m² to standardize the graphs for better comparison.

La tendencia general a largo plazo no es promisoría. En el 2015 y 2017 entre cuatro a siete estaciones tenían una abundancia de loros mayor que los 1000 g/120 m². En los estudios del 2019, sin embargo, ninguna de las estaciones tuvo un promedio de superior a los 1000 g/120 m² (Fig. 9).

The overall long-term trend is not promising. In 2015 and 2017 between four and seven sites had parrotfish abundance exceeding 1000 g/120 m². However, in the 2019 fish surveys none of the site averages were at or above the 1000 g/120 m² mark (Fig. 9).



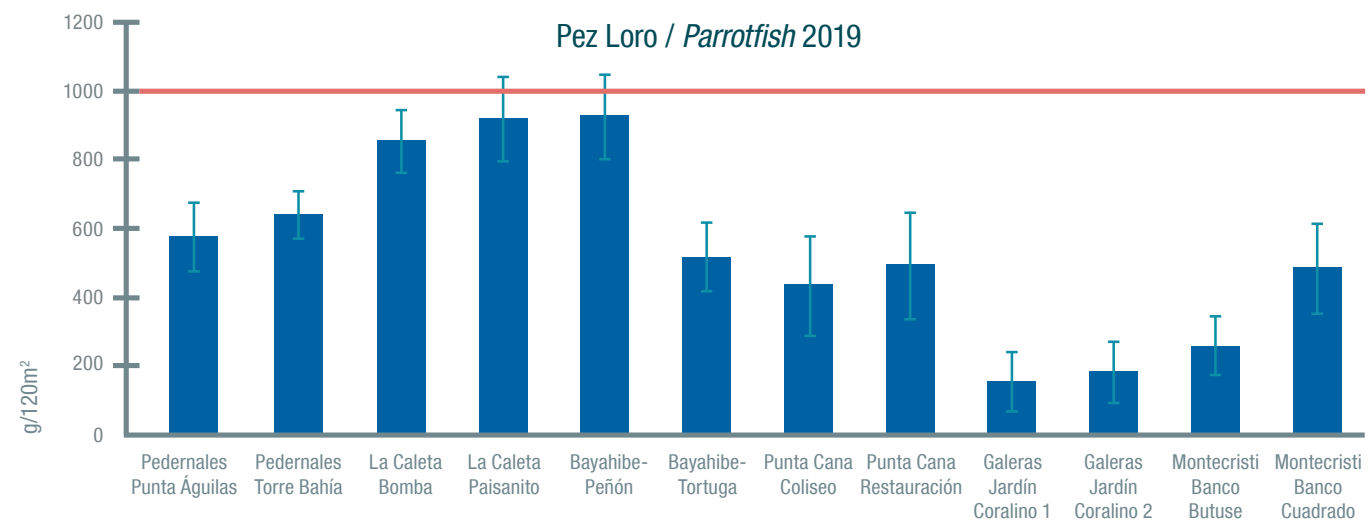
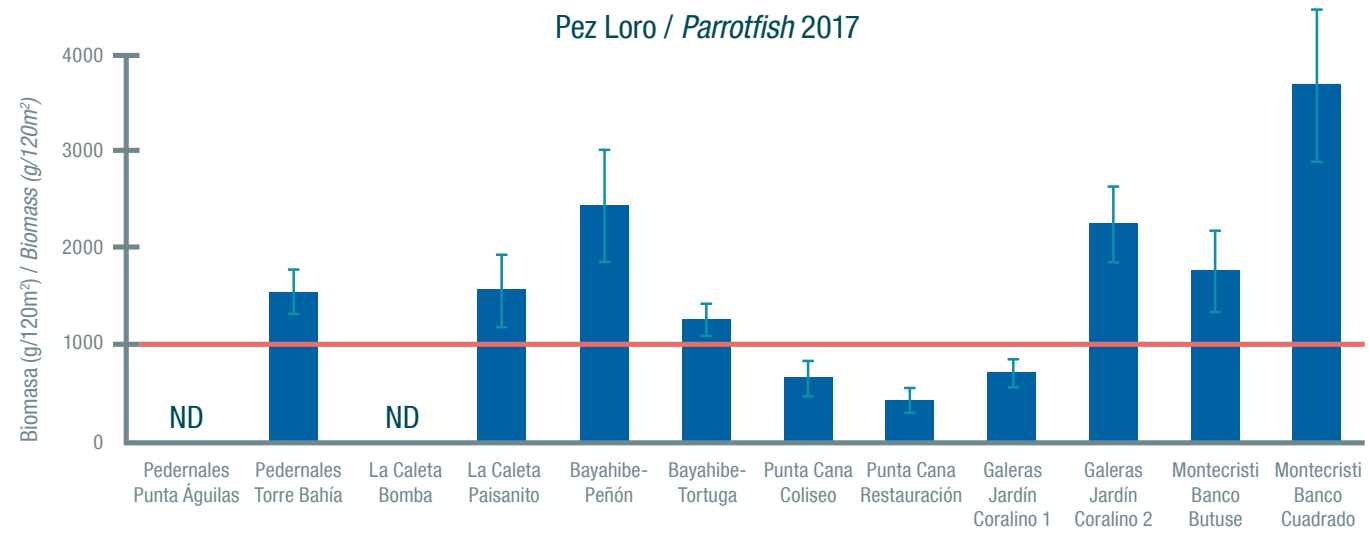


Figura 9. Abundancia de peces loro para cada estación y cada año que fueron monitoreados. La línea roja indica 1000 gr/120 m² para estandarizar las gráficas y una mejor comparación.

Figure 9. Parrotfish abundances for each site for each year they were monitored. The red line indicates 1000 gr/120 m² to standardize the graphs for better comparison.



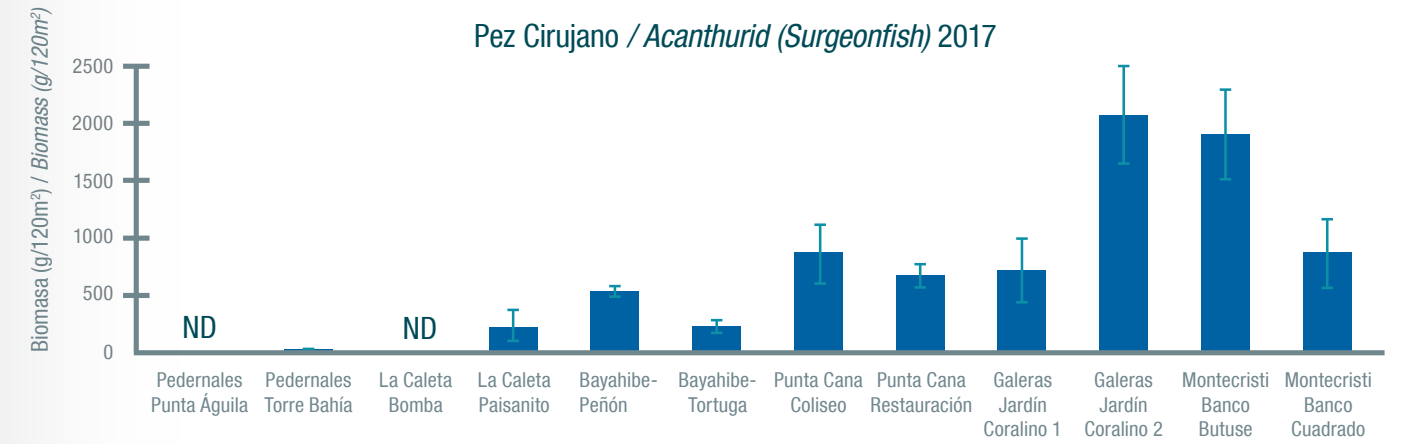


Figura 10. Abundancia de Acanthuridos (peces doctor) para cada estación y cada año que fueron monitoreados.
 Figure 10. Surgeonfish abundances for each site for each year they were monitored.

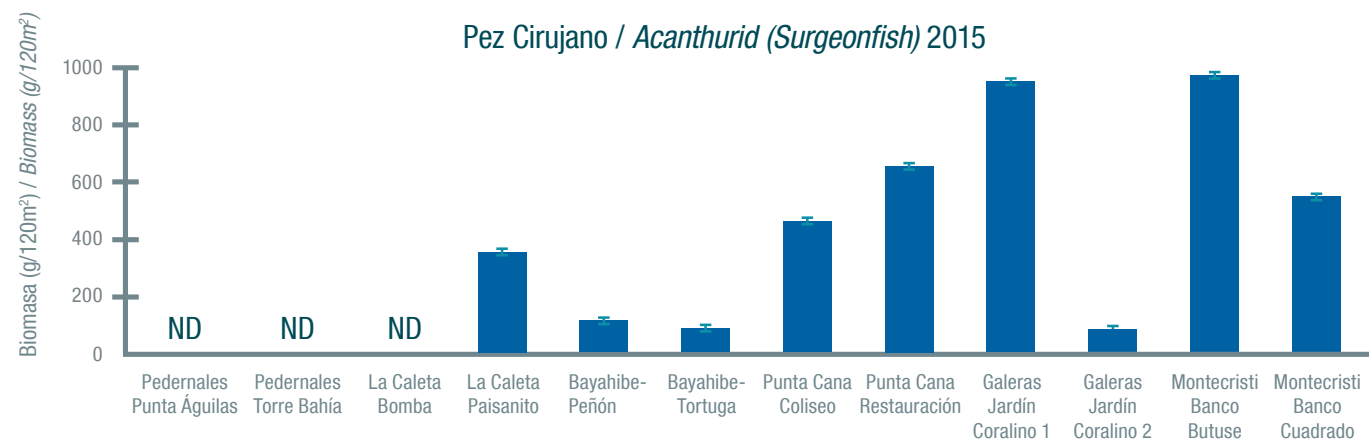


Figura 10. Abundancia de Acanthuridos (peces doctor) para cada estación y cada año que fueron monitoreados.
 Figure 10. Surgeonfish abundances for each site for each year they were monitored.

El otro grupo principal de peces herbívoros en el Caribe son los peces doctores y cirujanos (*Acanthuridae*). Su tendencia regional fue diferente a la de los peces loro, al ser más abundantes en las estaciones del norte, especialmente en la región de Las Galeras, incluyendo la estación "Coral Garden" (Fig. 10).

The other major group of herbivorous fishes in the Caribbean are the surgeonfishes (*Acanthuridae*). Their regional pattern differed from that of parrotfishes by being most abundant at northern sites especially the Galeras region including the "Coral Garden" site (Fig. 10).

Los peces loro han disminuido de manera significativa desde el 2015 (Fig. 11). A pesar de que durante el 2017 el anterior Ministro de Medio Ambiente, Francisco Domínguez Brito, emitió la Resolución 23-2017 que prohibió la pesca de los peces herbívoros que habitan los arrecifes por 2 años, tales como los peces loro, doctores y erizos (esta Resolución también incluyó una veda, pero permanente, para los tiburones y rayas). Aunque esta

Parrotfish have declined significantly since 2015 (Fig. 11). Despite the fact that during 2017, the former Minister of Environment Francisco Dominguez Brito, issued the resolution 23-2017 that banned fishing of herbivores for 2 years, such as parrotfish and surgeonfish and urchins (this resolution also included a permanent ban for sharks and rays, but permanent). Even though this resolution was issued as a short-term measure, it could have also

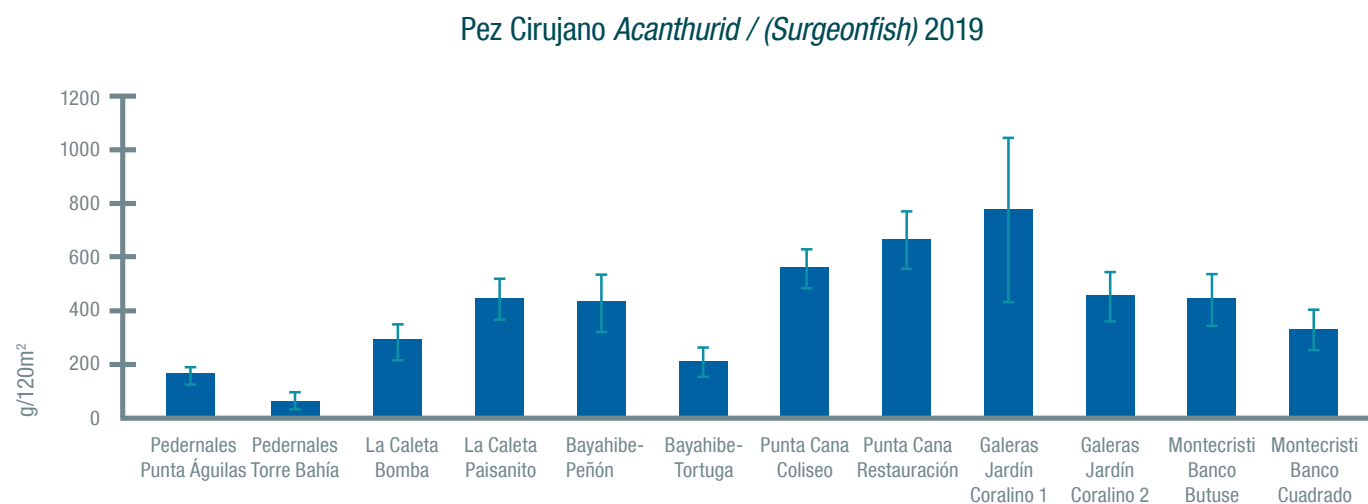


Figura 10. Abundancia de Acanthuridos (peces doctor) para cada estación y cada año que fueron monitoreados.
Figure 10. Surgeonfish abundances for each site for each year they were monitored.

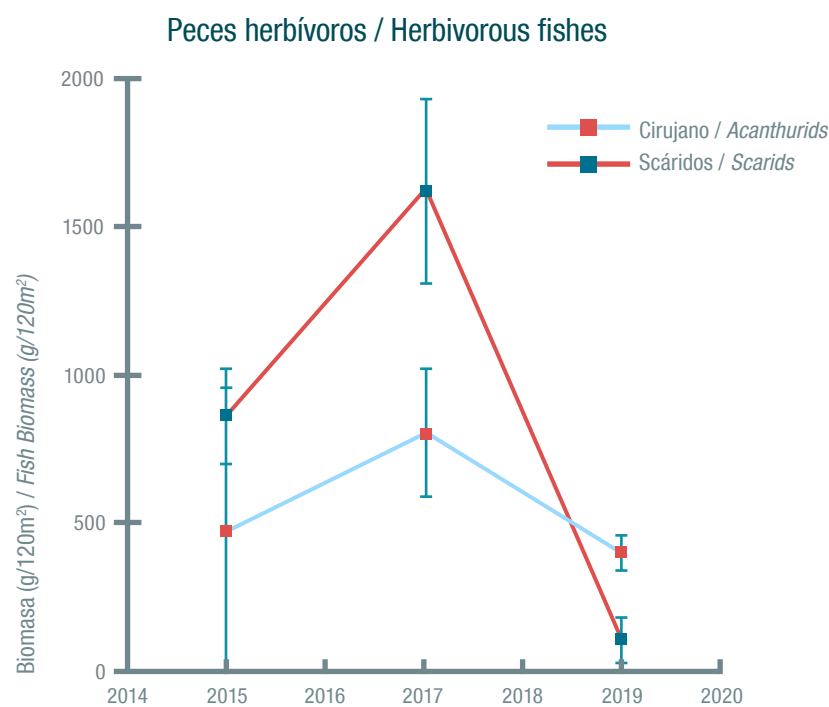


Figura 11. Tendencias en peces herbívoros desde el 2015. Los Escáridos (peces loro) disminuyeron de manera significativa.
Figure 11. Trends in herbivorous fishes since 2015. Scarid (parrotfish) declined significantly.

Resolución se emitió como un moratorio a corto plazo, también se debió haber utilizado para determinar las medidas a más largo plazo que se pudieran haber introducido al final del período. La implementación de la veda de peces loro ha sido muy limitada, y los resultados de este estudio indican claramente que las

been used to determine longer-term measures to be put in place at the end of such period. Enforcement of the parrotfish ban has been very limited, and findings of this study clearly indicate that regulations without planning and coordination by fisheries stakeholders, such as the Consejo Dominicano de Pesca y Agricultura

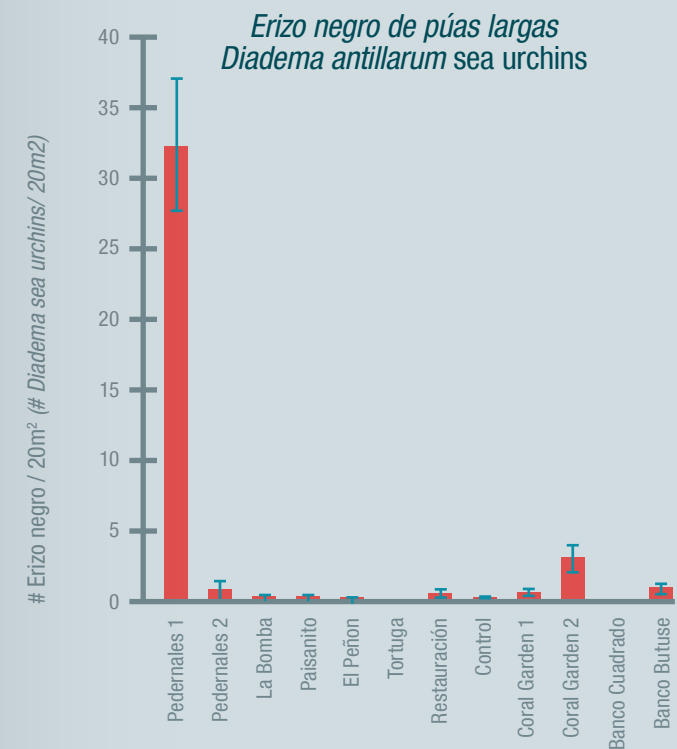


Figura 12. Densidad poblacional del erizo negro de púas largas, *Diadema antillarum*.
Figure 12. Population density of the black long-spined sea urchin, *Diadema antillarum*.

regulaciones sin planificación y coordinación entre las pesquerías y partes interesadas, tales como el Consejo Dominicano de Pesca y Agricultura (CODOPESCA), la Armada RD, las industrias y cooperativas pesqueras, entre otros, pueden tener resultados inesperados que en su mayoría solo crean conflictos sociales y reduce la credibilidad de las medidas de manejo y conservación.

La veda temporal de los herbívoros ya ha expirado, pero seguimos creyendo que, dada la importancia de los peces loro como impulsores clave de la salud arrecifal (como fue documentado en este y previos estudios), deberían introducirse nuevas medidas, pero con una buena coordinación y planificación entre la mayoría o todas las partes interesadas de las pesquerías y del sector ambiental.

Otro herbívoro importante es el erizo negro de púas largas, *Diadema antillarum*. Varios estudios han determinado que solamente funcionan como herbívoros que limitan la abundancia de algas cuando sus densidades poblacionales sobrepasan uno por metro cuadrado. Como nosotros cuantificamos a los erizos en transectos en serie de 20 m², solo cuando las densidades superen 20 erizos por metro cuadrado es que deberíamos encontrar una reducción en algas debido específicamente a ellos. De hecho, en una estación (Punta Águilas) en la región de Pedernales sí medimos “densidades funcionales” que superaban los 30 erizos/m² (Fig. 12). Esa estación sí tenía una abundancia por macroalgas menor que el promedio (Fig. 5).

(CODOPESCA), Armada RD, Fisheries Federation and cooperatives, among others, and the proper enforcement, can bring unexpected results that mostly create social conflicts and reduces credibility of management and conservation measures.

The temporary ban on herbivores has now expired, but we continue to believe that given the importance of parrotfish as a key driver of reef health (as documented in this as well as previous studies), new measures must be implemented, but in close coordination and planning with most if not all stakeholders of the fisheries and environmental sectors.

Another important herbivore is the long-spined black sea urchin, *Diadema antillarum*. Several studies determined that they serve as herbivores that limit algal abundance only when their population densities exceed one per square meter. Since we quantify sea urchins in 20 m² belt transects, only when densities exceed 20 per square meter would we expect to see any reduction in algae from them. In fact, one site (Punta Águilas) in the Pedernales region did have “functional densities” that exceeded 30 /m² (Fig. 12). That site had lower than average abundance of macroalgae (Fig. 5).

La alta abundancia de *Diadema* en una de las estaciones aumentó el promedio de erizos *Diadema* de todo el país (Fig. 13). Un dato importante fue que el tamaño cuantificado de los erizos *Diadema* fue relativamente grande comparado con los estándares modernos para el Caribe (Fig. 14). Es posible que a medida que los depredadores de peces se reducen en la República Dominicana debido a la presión pesquera, la abundancia de *Diadema* aumenta.

The high abundance of *Diadema* at one site increased the country-wide average of *Diadema* sea urchins (Fig. 13). Most importantly, the size of the *Diadema* sea urchins quantified was relatively large by modern Caribbean standards (Fig. 14). It is possible that as fish predators decline in the Dominican Republic due to fishing pressure, *Diadema* abundances increase.

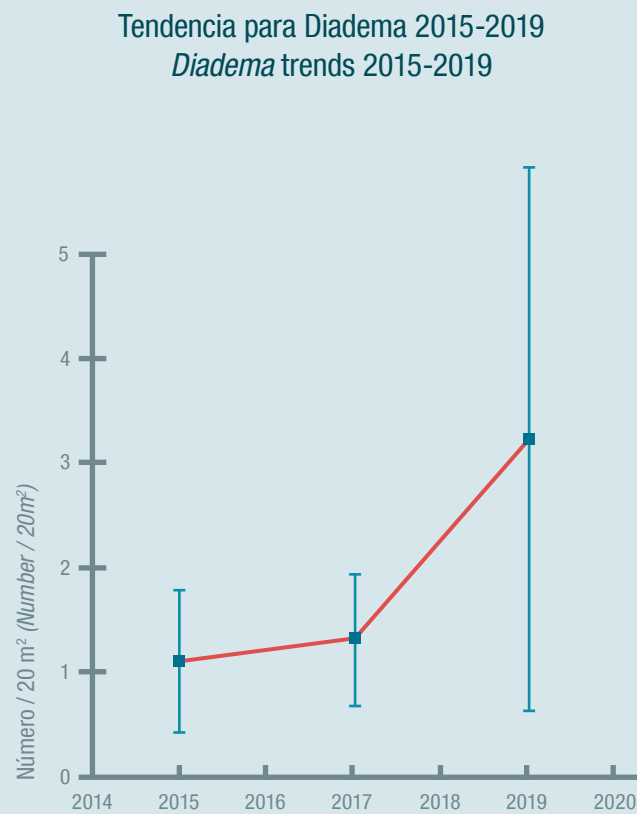


Figura 13. Tendencia para *Diadema* desde el 2015.
Figure 13. *Diadema* trends since 2015.

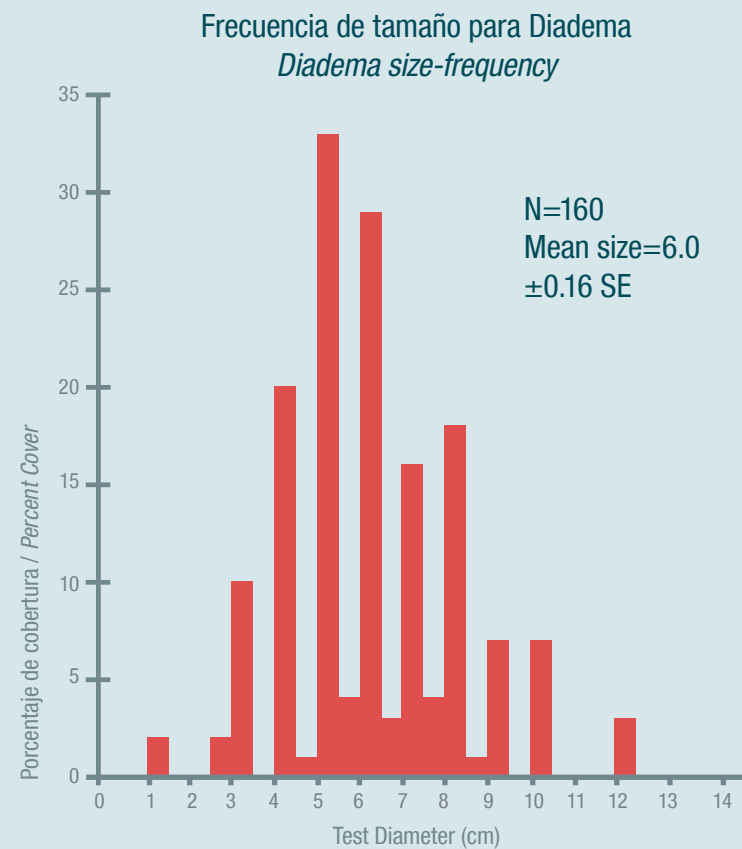


Figura 14. Gráfica de frecuencia de tamaño para *Diadema antillarum*.
Figure 14. Size frequency plot for *Diadema antillarum*.

Además del factor control que los peces herbívoros imponen sobre el crecimiento de algas, otro factor indirecto es la abundancia de Pomacéntridos. Estos peces territoriales y sumamente agresivos han sido descritos como “jaulas biológicas” que reducen la herbivoría al ahuyentar a los peces loro y otros herbívoros que se acercan a las pequeñas zonas que ellos defienden y mantienen intactas, por lo que también se les conoce como peces agricultores.

Aside the controlling factor of Herbivore fish on the growth of algae, another indirect factor is the abundance of territorial and highly aggressive Damselfish. They have been described as “biological cages” that reduce herbivory by chasing away parrotfish and other herbivores from small areas of the reefs they maintain untouched, which is why they are also known as “farmer fish.”

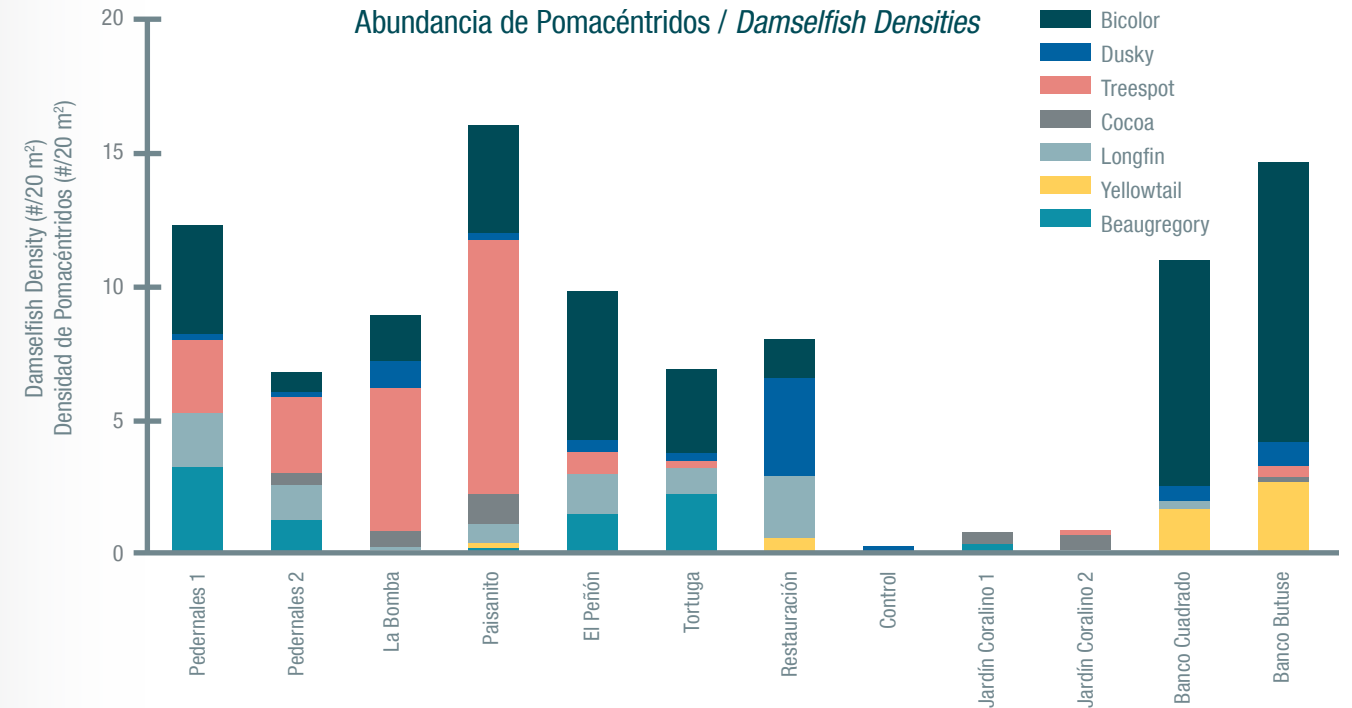


Figura 15. Abundancia de Pomacéntridos en el 2019. / Figure 15. Damselfish Abundance in 2019.



Documentamos la abundancia de siete especies de Pomacéntridos territoriales (Fig. 15). Encontramos la abundancia más baja para todas estas especies en las estaciones Coral Garden y en la estación “Coliseo” de Punta Cana (anteriormente llamado “Control”). El más abundante de estos Pomacéntridos es el bicolor; se alimenta generalmente de plancton y solo es ligeramente territorial. En la estación Paisanito de La Caleta se registró la abundancia más alta del muy territorial Pomacéntrido tres puntos.

We recorded the abundance of seven species of territorial damselfish (Fig. 15). We found the lowest abundance of damselfishes of all species were in the Coral Garden sites and Punta Cana’s “Colliseum” (formerly “control”) site. The most abundant of these damselfishes is the bicolor damsel and it feeds mostly on plankton and is only slightly territorial. The La Caleta Paisanito site had the greatest abundance of highly territorial (threespot) damselfish.

Otra forma de medir la herbivoría por peces es calculando las tasas de mordeduras en una zona de un metro cuadrado durante intervalos de 5 minutos. Haciendo esto en todas las estaciones pudimos cuantificar la herbivoría por peces loro. Esta oscilaba entre 5 y casi 20 mordeduras por metro cuadrado, por un período de cinco minutos (Fig. 16). Nótese que esto es aproximadamente la mitad de la tasa de mordeduras registrada para Bonaire en el 2019 (Steneck et al 2019). ■

Another metric of fish herbivory is to determine biting rates by herbivore fish on a 1 squared meter area during five minute intervals. While applying this metric at all study sites, quantified parrotfish herbivory to range between about 5 and nearly 20 bites per square meter per five minute period (Fig 16). Note that this is about half the bite rate quantified in Bonaire in 2019 (Steneck et al 2019). ■

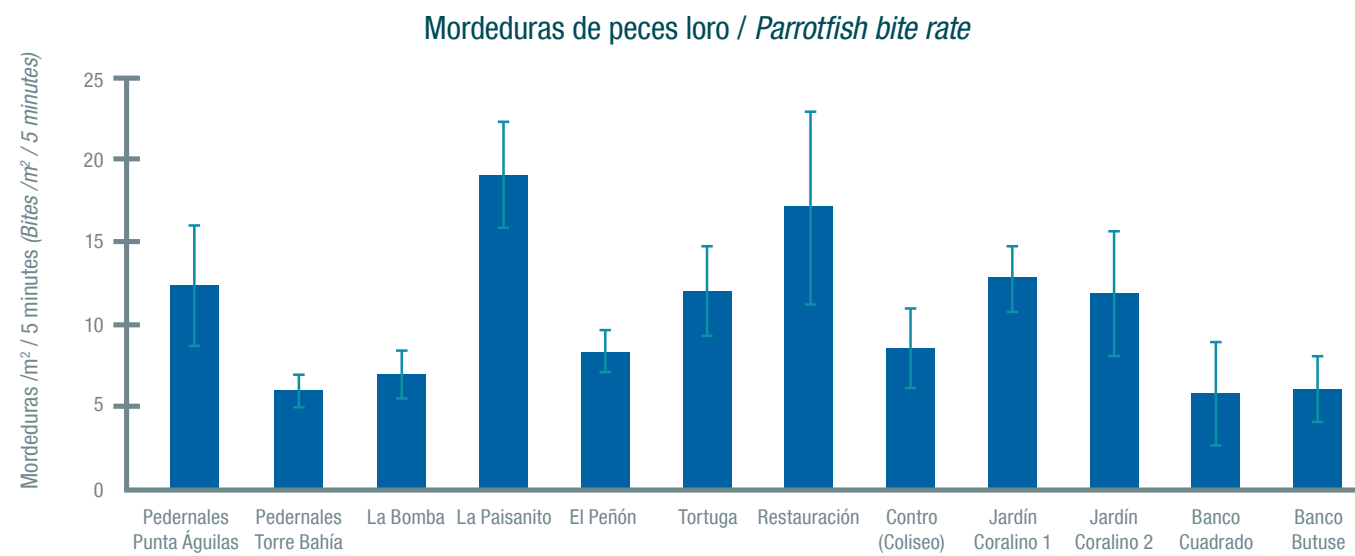
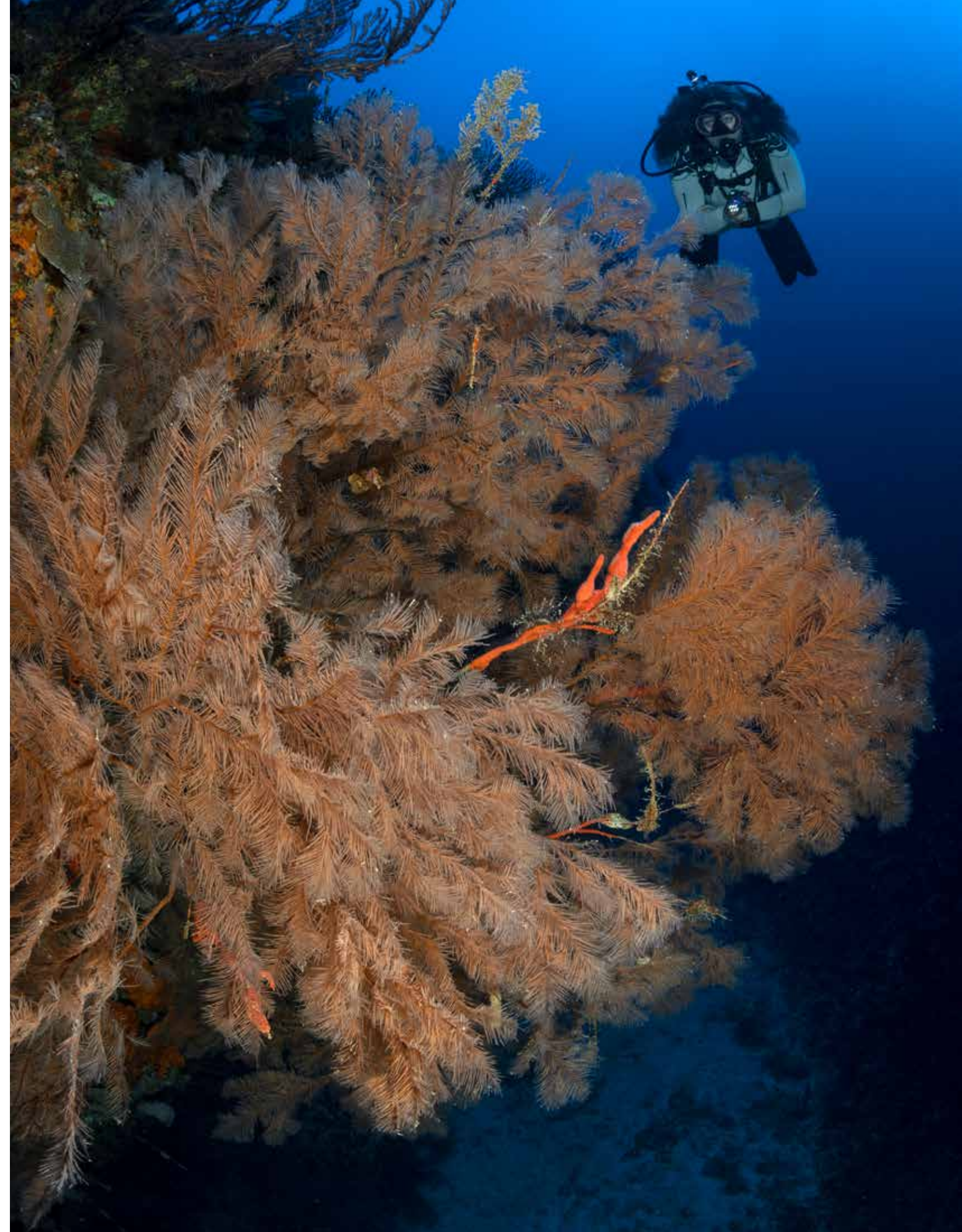
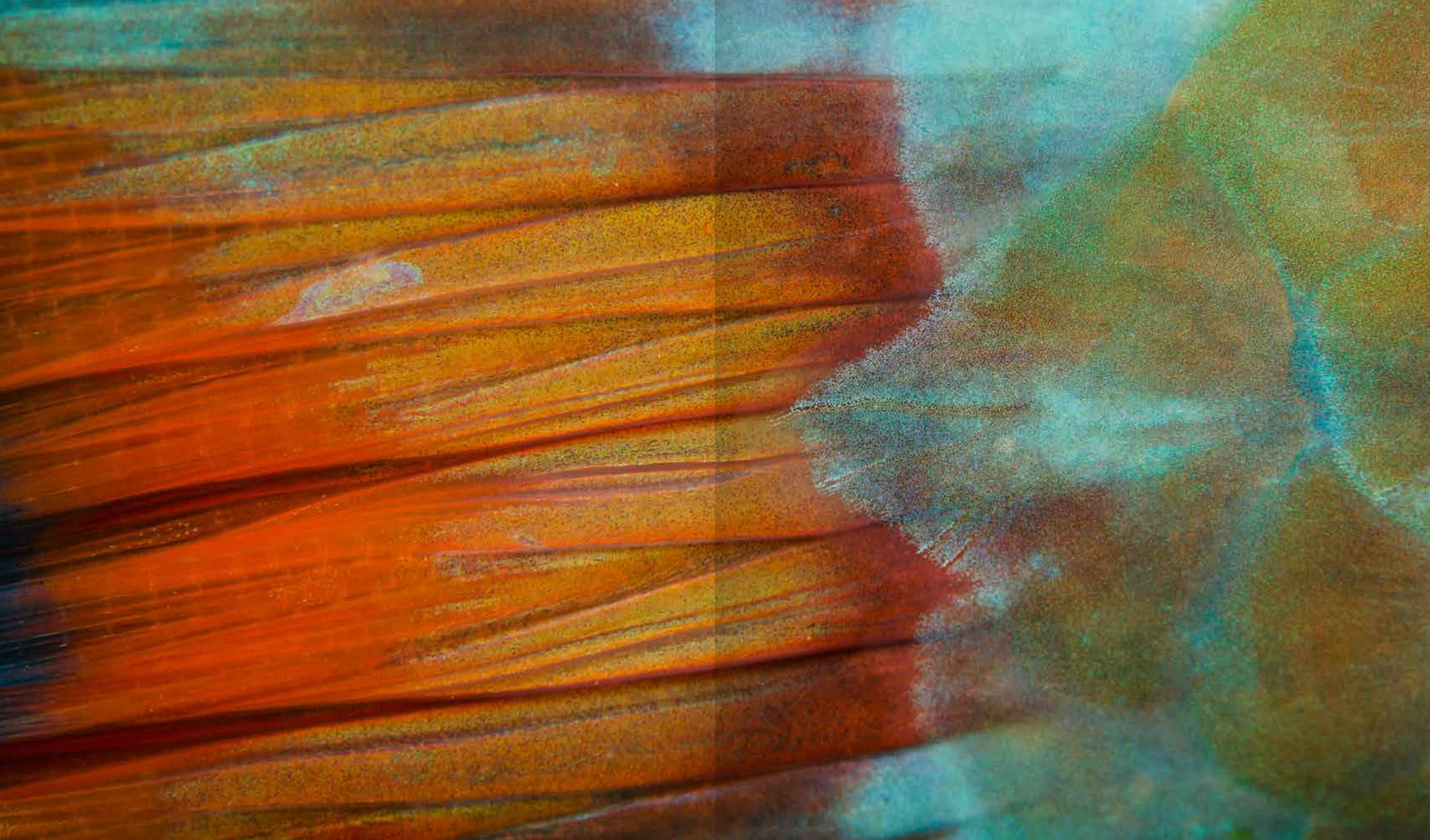


Figura 16. Tasas de mordeduras de peces loro en zonas de un metro cuadrado de roca arrecifal (sin coral vivo).
 Figure 16. Parrotfish bite rates on one-meter square areas of reef rock (no live coral).





Presencia de Peces Depredadores, como indicador de presión pesquera

Grandes peces carnívoros como tiburones y meros grandes son característicos de la mayoría de los arrecifes donde no se practica la pesca. Sin embargo, como existe la sobrepesca por toda la región, es raro ver a estos peces en la mayor parte de los arrecifes coralinos del Caribe. Si se examinan fotos viejas (en su mayoría en blanco y negro) de torneos de pesca submarina, se nota que los peces capturados eran mayormente peces arrecifales de gran tamaño. Hoy en día los torneos de pesca submarina son muy raros, o se realizan en aguas más profundas y focalizando especies pelágicas como atunes, guatapaná, entre otros.

En nuestros transectos de peces se contaron todos los peces y entre ellos habían cuatro familias de carnívoros. Los Serránidos incluye todos los meros, aunque las especies más pequeñas, como los coney y los graysby dominaban los arrecifes estudiados. Los Lutjánidos (pargos), Carángidos (jureles) y el no-nativo pez león eran los carnívoros predominantes en los arrecifes de la República Dominicana.

Predatory Fish presence, an indicator fishing pressure

Large carnivorous fishes such as sharks and large groupers are characteristics of most unfished coral reefs. However, due to overfishing throughout the region, those fish are now rare or absent from most Caribbean coral reefs. If you noticed old photos (mostly black and white) of spear fishing tournaments, fish caught were mostly very large reef fishes, nowadays, spearfishing tournaments are very rare, or mostly occur in deep water targeting pelagic species such as Tuna, wahoo and others.

Our fish transects quantified all fishes and among them were four families of carnivores. The Serranids include all groupers but the smaller coney and graysby dominated the study reefs. The Lutjanids (snappers), Carangids (jacks) and the non-native lionfish were the predominant carnivores we quantified on the coral reefs of the Dominican Republic.

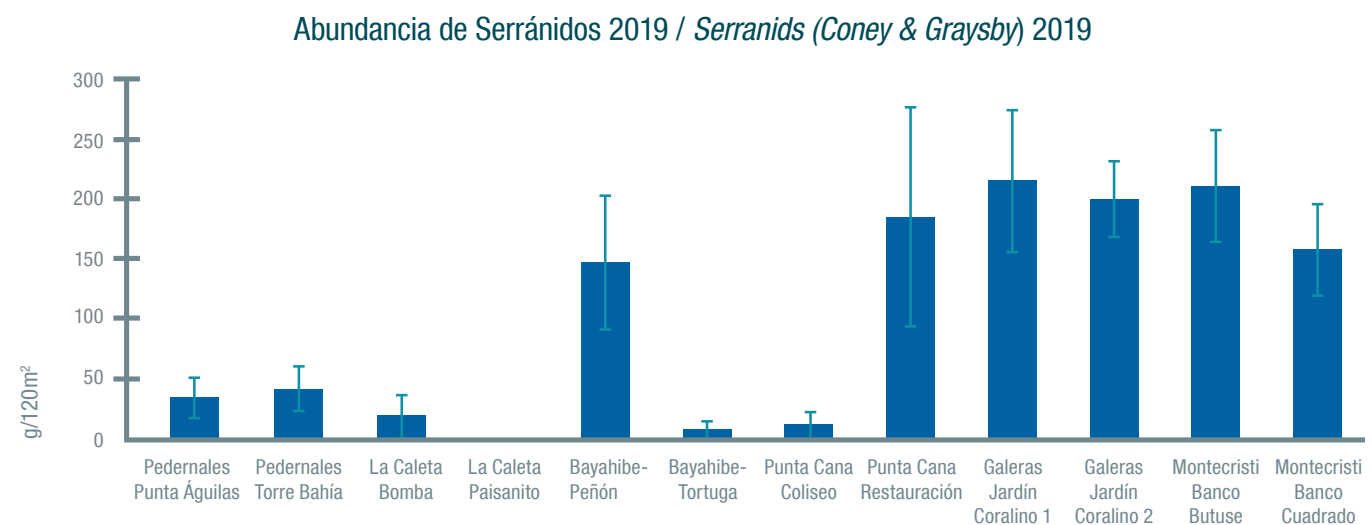


Figura 17. Abundancia de Serránidos (meros) en cada estación en el 2019. / Figure 17. Serranid abundances for each site in 2019.

Los meros coney y graysby fueron más abundantes en los arrecifes de la costa norte especialmente (Fig. 17). Dos excepciones a esa tendencia fue su alta abundancia encontrada en El Peñón, Bayahibe, y en las estaciones de restauración en Punta Cana

La distribución de otros carnívoros, como los Lutjánidos (pargos) y los Carángidos (jureles), fue irregular y no muestran una tendencia geográfica consistente (Figs. 18 y 19).

Serranid sea bass such as coney and graysby were most abundant especially among the northern shore reefs (Fig. 17). Two exceptions to that trend was the high abundance at Bayahibe- Peñón and the Punta Cana restoration sites.

Other carnivores such as Lutjanid (snappers) and Carangid (jacks) were spotty in their distribution and did not show a consistent geographic pattern (Figs 18 and 19).

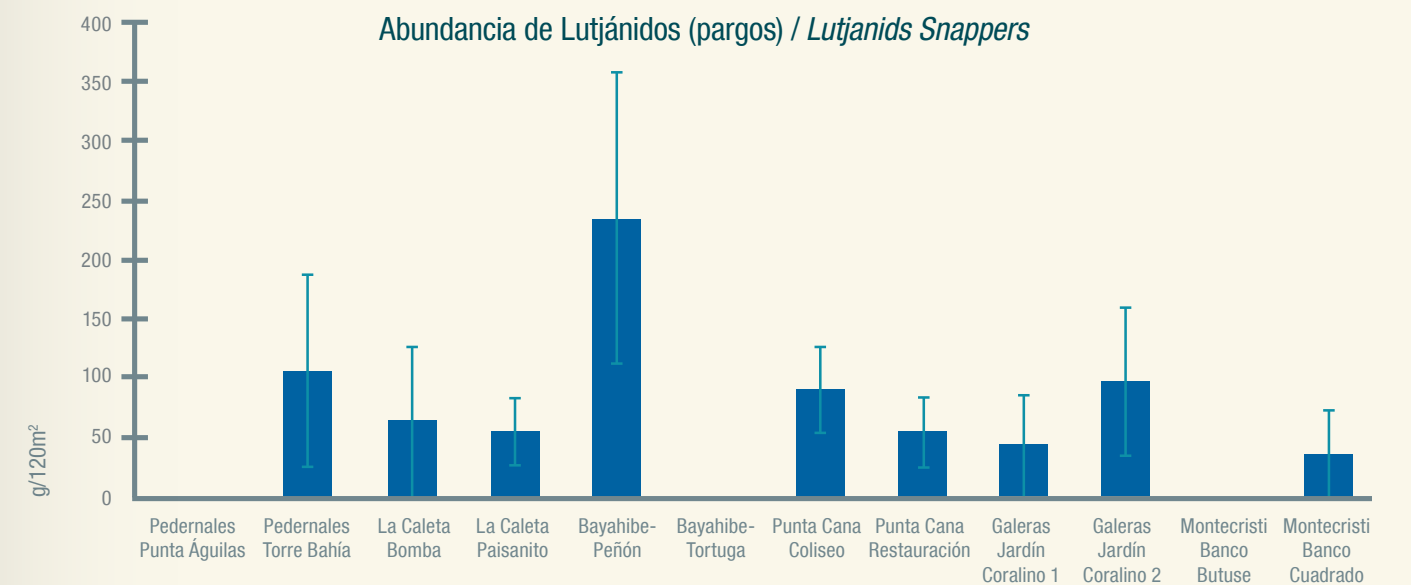


Figura 18. Abundancia de Lutjánidos (pargos) en todas las estaciones del 2019. / Figure 18. Abundance of Lutjanid snappers at all sites in 2019.

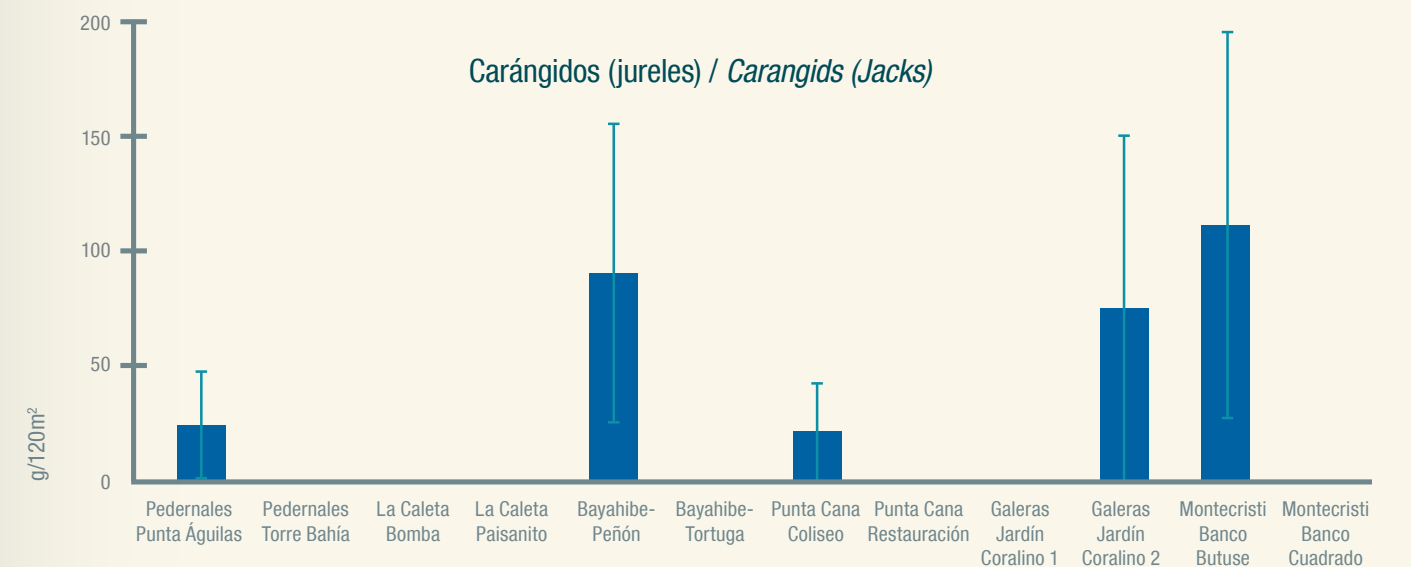


Figura 19. Carángidos (jureles) en todas las estaciones. / Figure 19. Carangid (jacks) at all sites.



Pez león / Lionfish

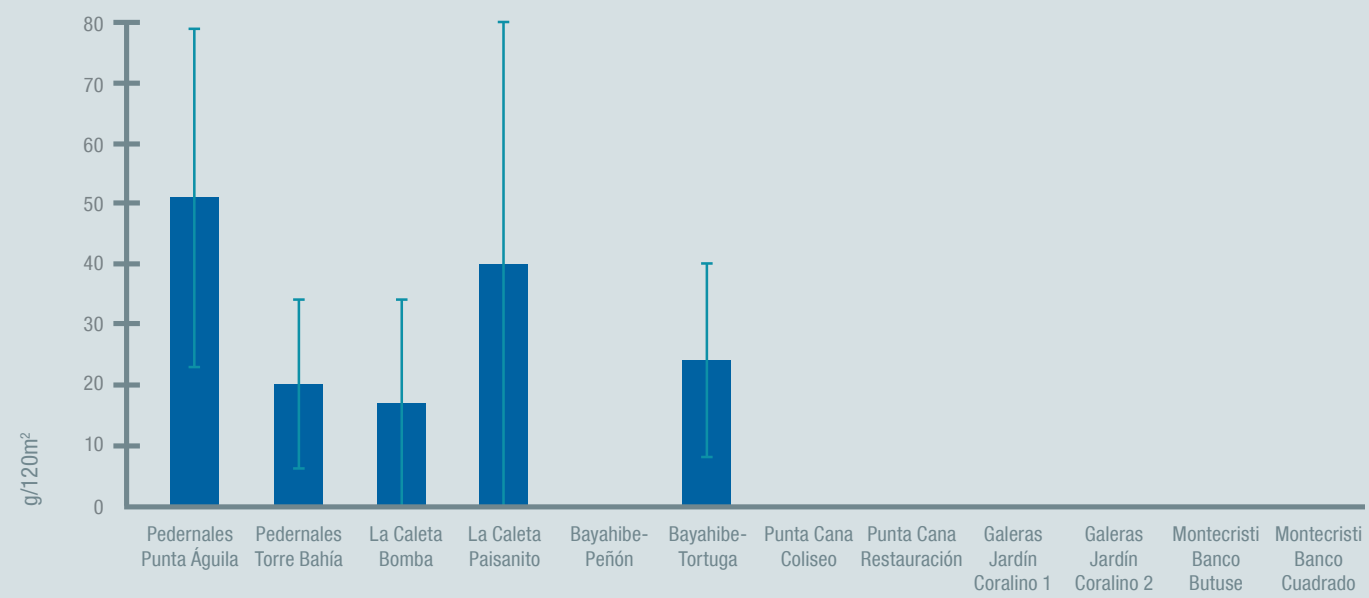


Figura 20. Abundancia de pez león en todas las estaciones. / Figure 20. Lionfish abundance at all sites.

Pez león en función de depredadores Serránidos
Lionfish as a function of fish predators

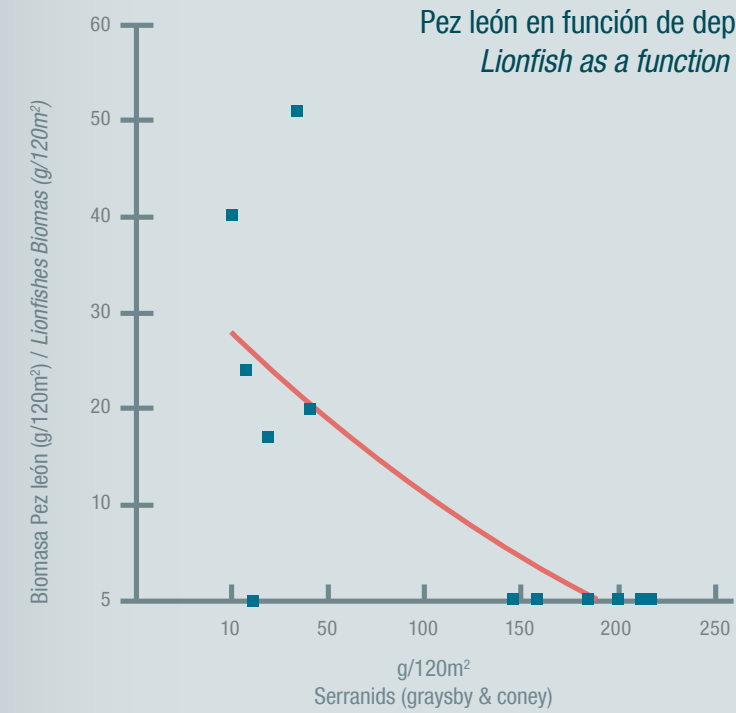


Figura 21. Biomasa de pez león en función de la biomasa de depredadores Serránidos.
Figure 21. Biomass of lionfish as a function of the biomass of Serranid predators.

Los peces león, en cambio, se limitaron en gran parte a las estaciones del sur y suroeste (Fig. 20). El pez león es un depredador introducido. La depredación por meros puede controlar la abundancia de peces león (Mumby et al 2011). Esto se corresponde con la relación registrada en la República Dominicana (Fig. 21). Si los meros pueden controlar la abundancia del pez león, entonces proteger las poblaciones de meros permitiría que otras poblaciones de peces prosperen.

In contrast, Lionfish were largely confined to the southern and southwestern most sites (Fig. 20). Lionfish are an introduced predator of larval fishes. Groupers predation may control the abundance of lionfish abundance (Mumby et al 2011). This is consistent with the relationship we recorded in the Dominican Republic (Fig. 21). If groupers can control the abundance of lionfishes, then by preserving grouper populations of many other reef fish may flourish.

Peces carnívoros / Carnivorous fishes

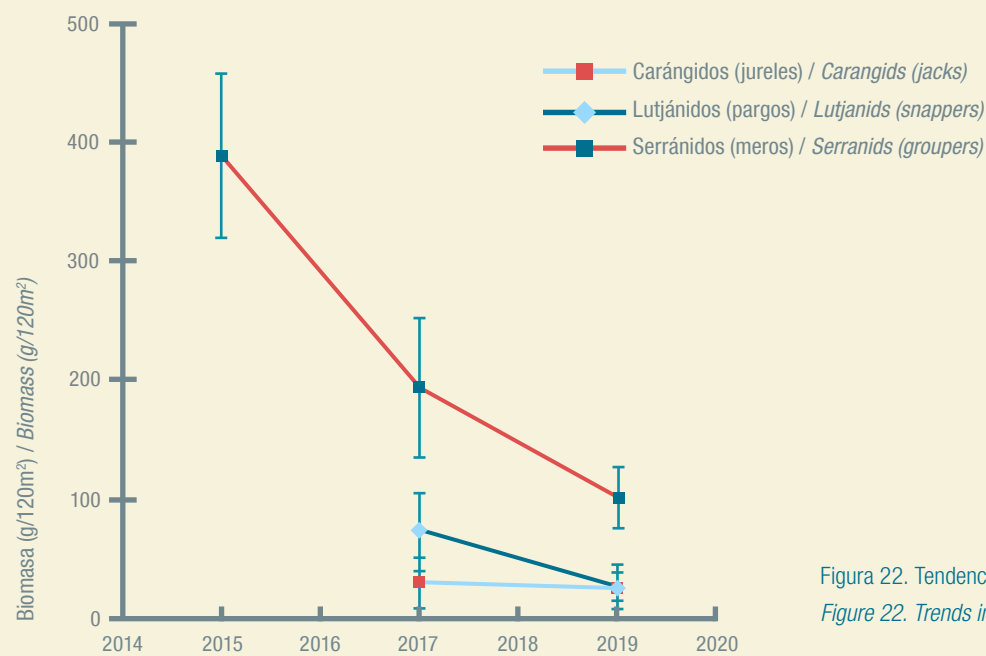


Figura 22. Tendencias en peces carnívoros.
Figure 22. Trends in carnivorous fishes.

De forma similar a los peces herbívoros, la tendencia general para todas las familias de peces carnívoros ha sido de disminución (Fig. 22). La reducción más significativa en el período de los cuatro años se encontró entre los meros Serránidos, que disminuyeron de 400 g/120 m² a 100 g/120 m² (Fig. 22). Indudablemente, esta tendencia reduce cualquier posible efecto que este grupo pudiese tener en las poblaciones de pez león. ■

In a similar way like Herbivore fish, the overall trends among all families of carnivorous fishes have also declined (Fig. 22). The greatest decline over the four-year period was among the Serranid groupers that decreased from 400 g/120 m² to 100 g/120 m² (Fig. 22). Obviously, this trend reduces any possible effect this group may have in limiting lionfishes. ■

Corales Juveniles, el futuro de los arrecifes

Juvenile Corals, the future of reefs

Cualquier arrecife que haya sido estropeado severamente por huracanes, cambio climático (blanqueamiento de coral) o por enfermedades requiere una sana población de corales bebé para asegurar su recuperación futura. Las larvas coralinas pueden viajar por muchas millas antes de establecerse, pero como se describió anteriormente, las algas (macroalgas y algas filamentosas) pueden reducir considerablemente la abundancia de corales juveniles (Steneck et al 2014).

Any coral reef that becomes severely damaged from hurricanes, climate change (coral bleaching) or coral disease requires a health population of baby corals to ensure future recovery. Coral larvae can travel for many miles before they settle, but as described earlier, seaweed (macroalgae and algal turfs) can greatly reduce the abundance of juvenile corals (Steneck et al 2014).

Las densidades de corales juveniles oscilaron entre 2-29 corales juveniles por metro cuadrado (Fig. 23). En general, las tendencias se han mantenido relativamente constantes en las estaciones, lo que indica una afluencia constante de larvas coralinas provenientes de zonas aguas arriba. Banco Butuse ha mantenido altas densidades de corales juveniles de manera consistente, seguido de El Peñón. La región de Punta Cana ha tenido bajas densidades de corales juveniles consistentemente.

Juvenile coral densities ranged from 2 - 29 juvenile coral per square meter (Fig. 23). Overall the patterns have remained relatively constant among sites, which indicates a constant influx of coral larvae from upstream areas. Banco Butuse has consistently had high densities of juvenile corals followed by El Peñón. The Punta Cana region has consistently had low densities of juvenile corals.

Densidad poblacional de corales juveniles / Juvenile Coral Densities 2015

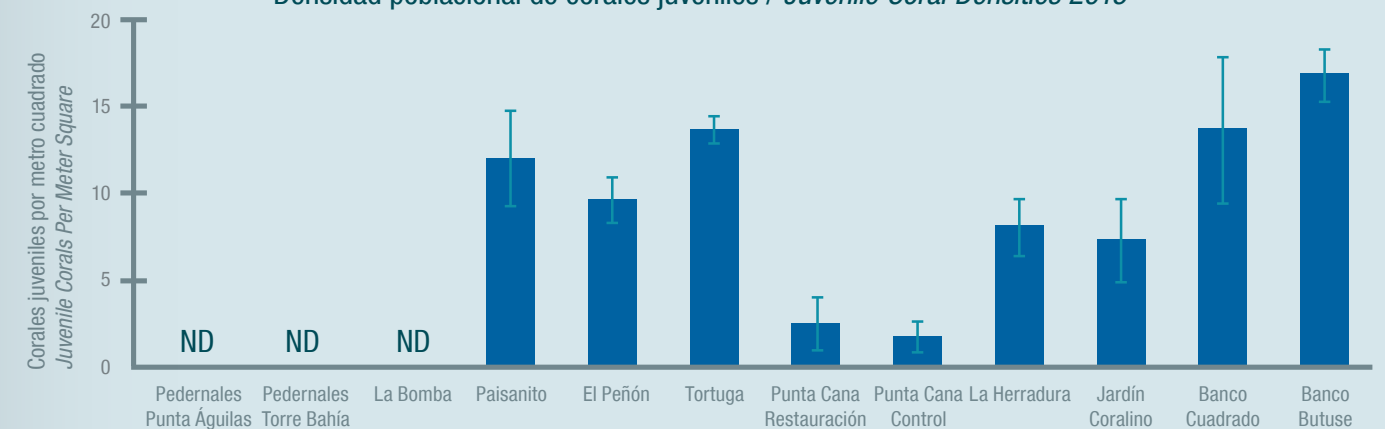
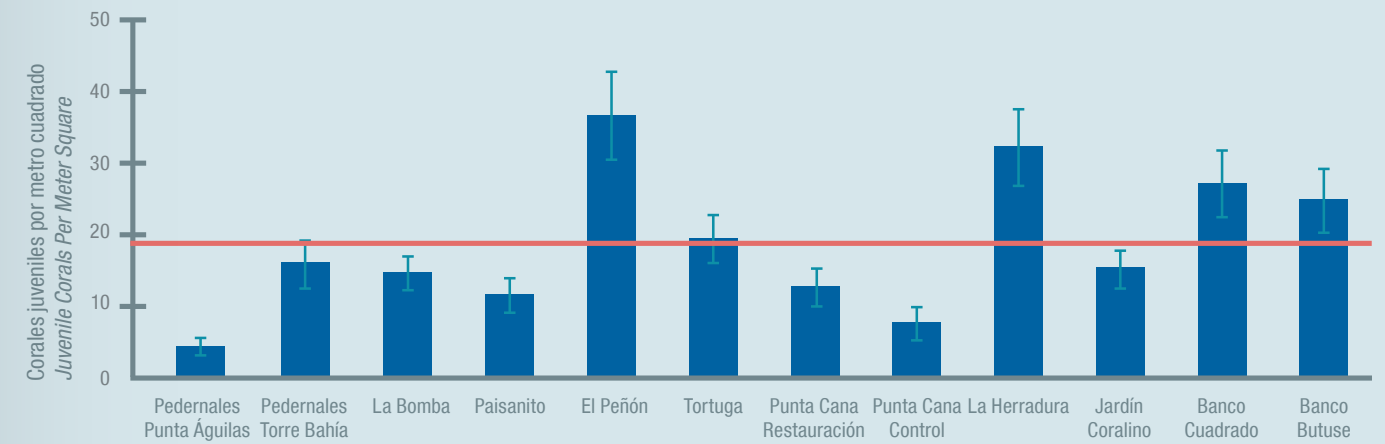


Figura 23. Densidad poblacional de corales juveniles en todas las estaciones y para todos los años.
Figure 23. Population density of juvenile corals for all sites for all years.



Densidad poblacional de corales juveniles / *Juvenile Coral Densities 2017*



Densidad poblacional de corales juveniles / *Juvenile Coral Densities 2019*

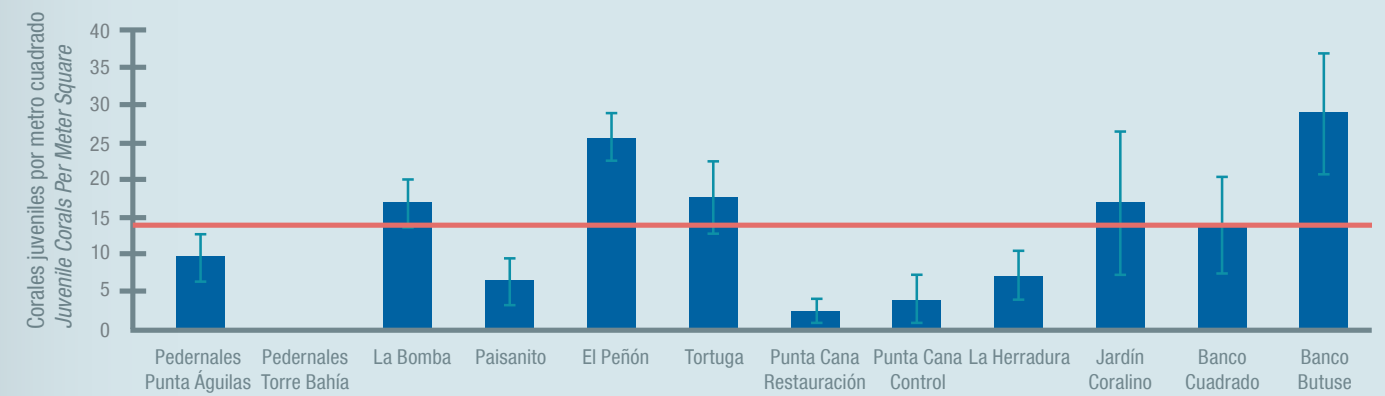


Figura 23. Densidad poblacional de corales juveniles en todas las estaciones y para todos los años.
 Figure 23. Population density of juvenile corals for all sites for all years.



Tendencias en densidad de corales juveniles
Density Trends of Juvenile Corals

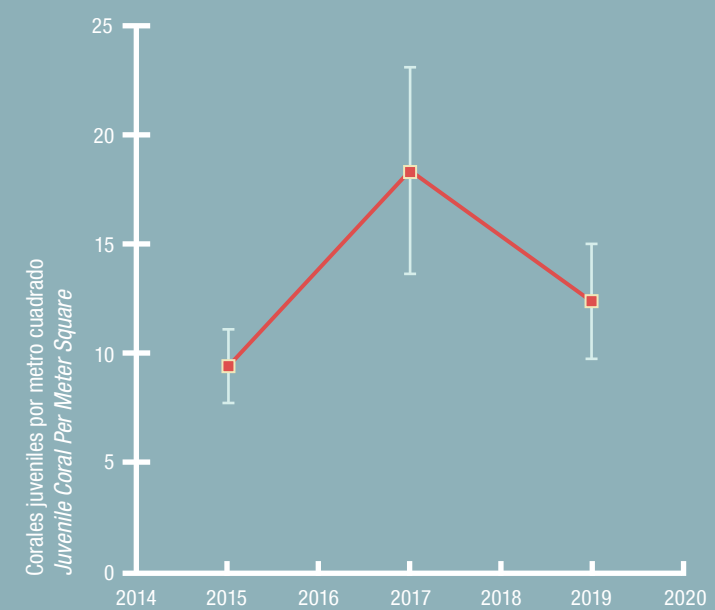


Figura 24. Tendencias en densidad de corales juveniles desde el 2015.
Figure 24. Trends in juvenile coral density since 2015.

En general ha habido poco cambio en la densidad de corales juveniles a través del tiempo (Fig. 24). Del 2015 al 2017 la tendencia aumentó ligeramente, pero se ha reducido ligeramente desde ese entonces. Este resultado podría indicar que si podemos controlar de manera eficiente los agentes estresantes, como la pesca, la contaminación y los daños físicos, los corales bebé podrían sobrevivir y ayudar a restaurar los arrecifes de coral, pero también podríamos encontrarnos con un escenario completamente adverso para los corales, que tienen que enfrentarse a los crecientes impactos locales que perjudican su recuperación a largo plazo. ■

Overall there has been little change in the density of juvenile corals over time (Fig. 24). Since 2015, the trend in juvenile corals increased slightly in 2017 but has since declined slightly. This result may indicate that if we can effectively manage local stressors, such as fishing, pollution and physical damage, this baby corals can survive and help restore coral reefs, but we may be in a completely different adverse scenario for corals, that face ever increasing local impacts that impaired their long-term recovery. ■

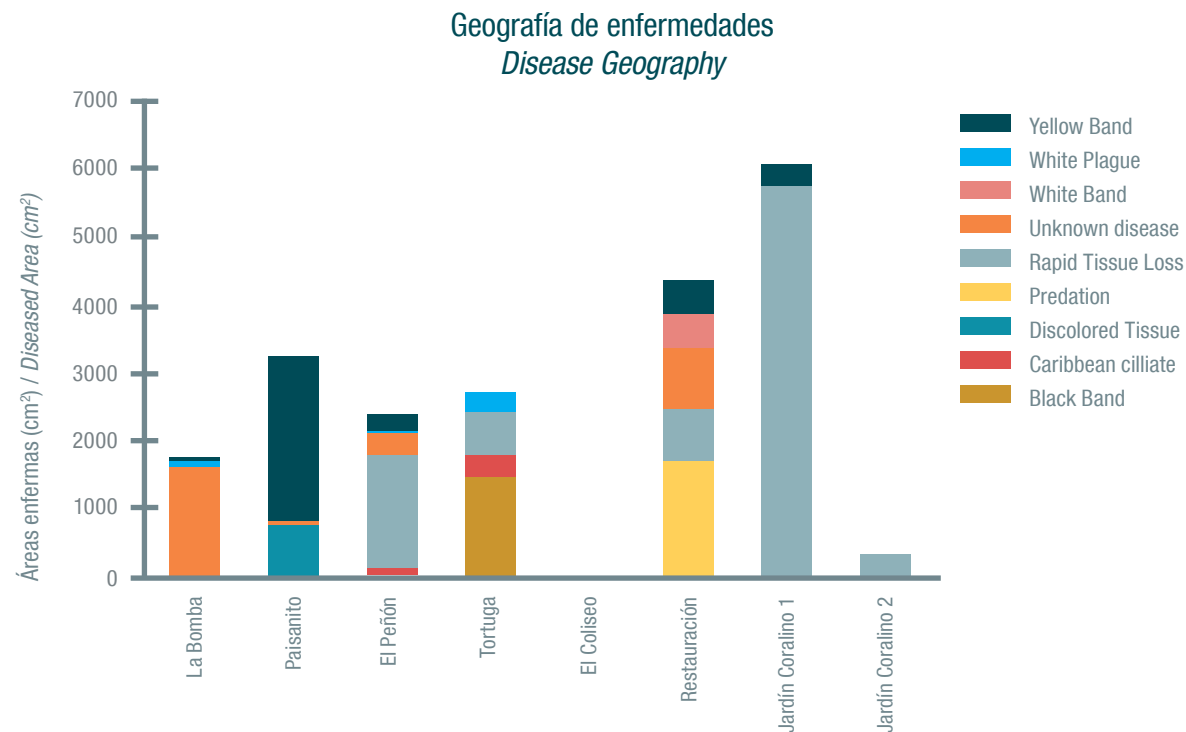


Figura 25. Diversidad y abundancia de enfermedades coralinas en estaciones seleccionadas. Debido a que la enfermedad SCTLD es de progresión rápida, se requiere una visita posterior para validar los datos, hasta la fecha de este reporte, solo los datos de la caleta se consideran validados.

Figure 25: The diversity and abundance of coral disease on at selected reef sites. Given that STTLD is a fast-progressing diseases, follow up visits are needed to validate results, only La Caleta has been validated at the time of this report.

Porque los Corales también se enferman...

...durante nuestros estudios del 2019, también monitoreamos las enfermedades coralinas. La necesidad de empezar este monitoreo de enfermedades coralinas surgió debido a los recientes brotes de enfermedades en los Cayos de la Florida y otros lugares. De especial preocupación es la Enfermedad de Pérdida Rápida de Tejido en Corales Duros (SCRTLD, siglas en inglés) que perjudica a algunas especies y que ha estado propagándose rápidamente por todo el Caribe.

Cuanticamos el área afectada por nueve enfermedades en ocho de nuestras estaciones de monitoreo (Fig. 25). Por mucho, la

Because CORALS also get sick...

...we monitored coral disease during our 2019 survey. The need to begin monitoring of coral disease, resulted from recent outbreaks of disease in the Florida Keys and now elsewhere. Of particular concern is the Stony Coral Rapid Tissue Loss Disease (SCRTLD) that affects numerous species and has been spreading rapidly throughout the Caribbean.

We quantified the affected area resulting from nine diseases at eight of our monitored reef sites (Fig. 25). By far the most abundant disease was the Rapid Tissue Loss Disease that was especially prevalent at the Paisanito site and to a lesser extent at Coral

enfermedad más abundante fue el SCRTLD, siendo especialmente prevalente en la estación Paisanito y en un menor grado en Coral Garden 1. Dado que la cobertura coralina varía entre las estaciones de monitoreo, también cuanticamos el porcentaje de corales enfermos (todas las enfermedades agrupadas) (Fig. 26). En general, la enfermedad prevalecía entre aproximadamente 10% del coral. Eso es relativamente alto (Bonaire tenía aproximadamente 2% en el mismo tiempo). Entre las estaciones, Tortuga en la región de Bayahibe tuvo el mas alto porcentaje de corales enfermos.

Garden 1. Because coral cover varies among monitored sites, we also quantified the percent of corals suffering from disease (i.e. all diseases pooled) (Fig. 26). Overall, disease was prevalent among about 10% of the coral. That is relatively high (Bonaire had about 2% at the same time). Among the sites the Tortuga site in the Bayahibe region had the highest percentage of diseased corals.



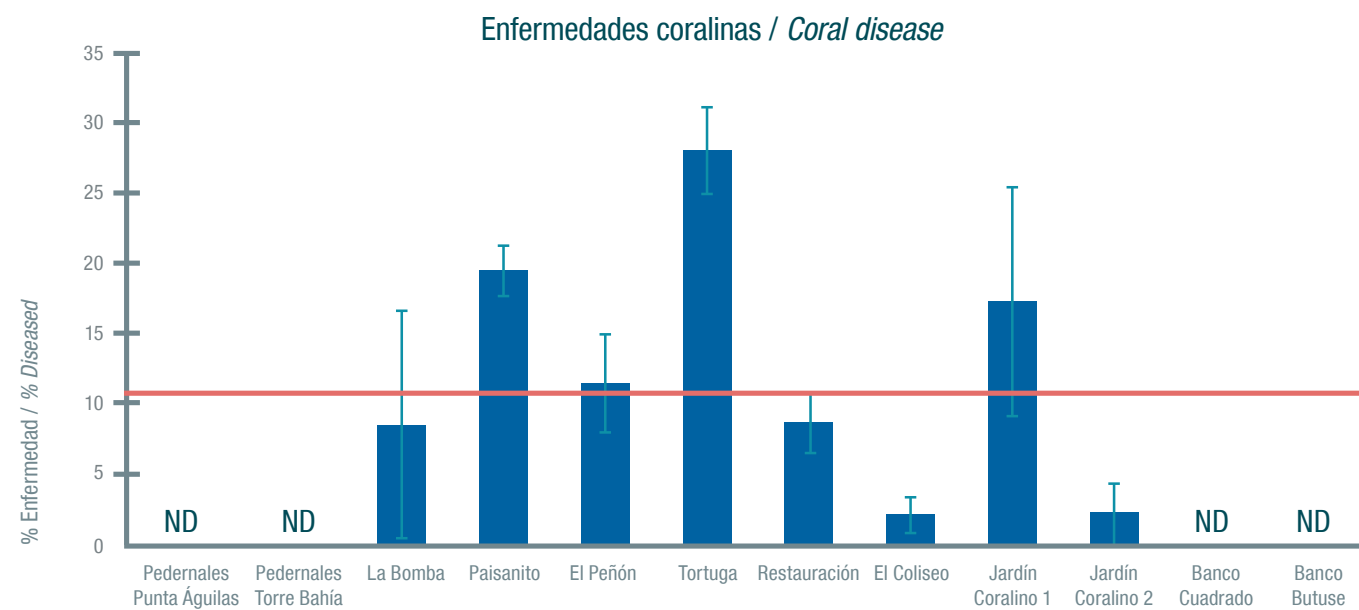


Figura 26. Geografía de enfermedades coralinas por porcentaje de coral vivo.
Figure 26. The geography of coral disease by percent of live coral.

Entre las especies de coral estudiadas, el patrón de abundancia no se corresponde al patrón de enfermedad (Fig. 27) y esto puede ser evidente ya que SCRTLD perjudica algunas especies de coral primero, antes de afectar otras. Por ejemplo, el coral *Agaricia tenuifolia* fue el tercer coral más abundante pero no presentó ningún síntoma de la enfermedad, mientras que *Pseudodiploria spp.* y *Meandrina spp.* estaban intensamente enfermos (Fig. 27). En otras localidades se ha reportado que estas 2 especies quedan infectadas primero. Actualmente se están realizando esfuerzos locales y regionales para documentar la propagación de la enfermedad, y también posiblemente tratar a las colonias afectadas. También se está educando a buzos como primeros observadores y mostrándoles cómo reducir la amenaza de infectar corales sanos luego de bucear en zonas donde se han observado corales enfermos. ■

Among the coral species quantified for disease the pattern of abundance does not conform to the pattern of disease (Fig. 27) and this may be evident as the SCTLD affects some species of coral first, before affecting others. For example, the coral *Agaricia tenuifolia* was the third most abundant coral but presented no symptoms of disease whereas *Pseudodiploria spp.* and *Meandrina spp.* were heavily diseased (Fig. 27), these 2 species have been reported to get infected first in other locations. Current regional and local efforts are underway to document the spread of that disease, and also potentially treating affected colonies, as well as educating divers as first observers, to reduce the threat of infecting healthy corals after diving in areas where sick corals were observed. ■



Créditos fotografías: Rubén Torres
Photography credits: Rubén Torres

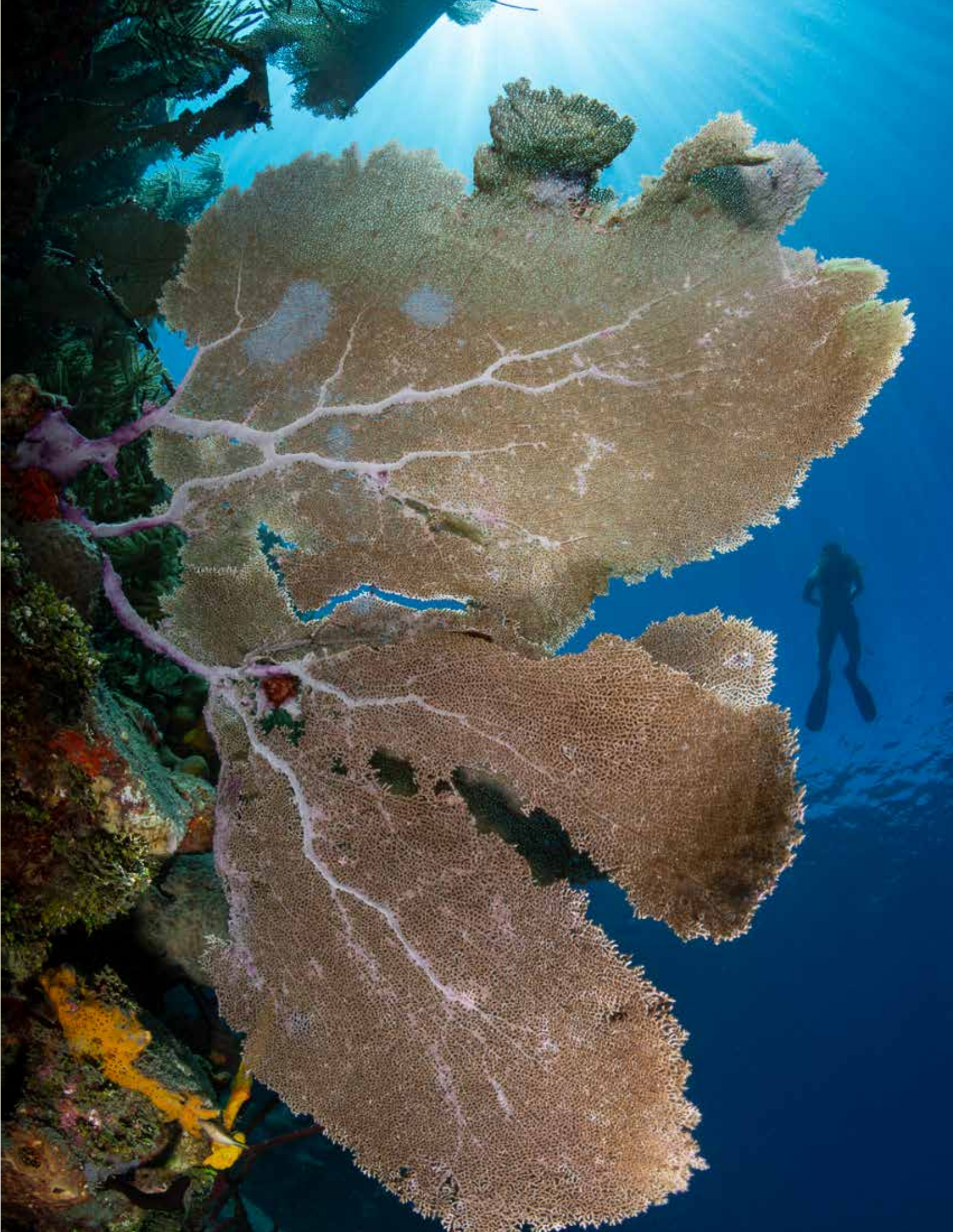
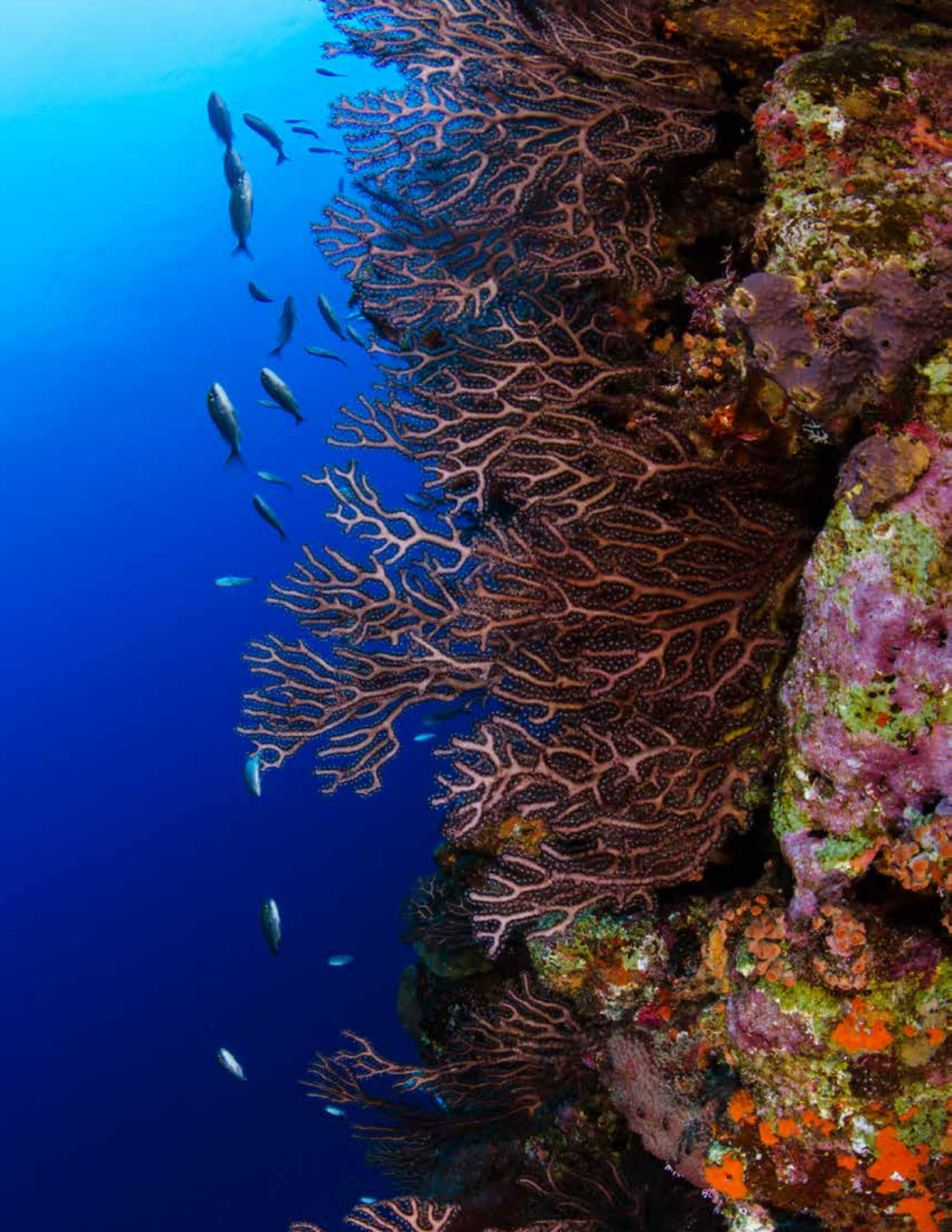


Figura 27. Área de coral analizada para enfermedades (izquierda) y área enferma (derecha) para todas las especies de coral halladas.
 Figure 27. The area of corals surveyed for disease (left) and the area diseased (right) for all species of coral encountered.



¿Qué dice todo esto sobre los Arrecifes de Coral de la República Dominicana?

A nivel nacional, los arrecifes coralinos de la República Dominicana están seriamente estresados, pero han demostrado ser resistentes. Como era de esperarse, la cobertura coralina disminuyó en los lugares donde los huracanes tuvieron más impacto, pero ha estado aumentando en La Caleta debido a los esfuerzos a largo plazo de proteger y manejar esa región, indicando un balance total necesario para que los arrecifes de coral prevalezcan a nivel nacional a pesar de los variados impactos locales y globales. Las macroalgas se mantienen a un nivel relativamente alto (similar a la mayor parte del Caribe) y no han variado de manera significativa, indicando que los impactos que resultaron en estas altas abundancias de macroalgas

What does all this say about Coral Reefs in the Dominican Republic?

At a national level, the coral reefs of the Dominican Republic are seriously stressed but have proven to be resilient. As expected, coral cover declined where hurricane impacts were worst, but have been increasing in the La Caleta region given long-term management and protection efforts, indicating an overall balance, that is necessary for coral reefs to prevail at a national level despite various local and global impacts. Macroalgae remain at relatively high levels (similar to most of the Caribbean) and has not varied significantly, indicating that impacts that have resulted in high algae abundance in the first place, such as land-based nutrient loads and reduced herbivory, has remained unchanged over the years, which is an indicator of lack of adequate and much



en primer lugar, como posibles grandes cargas de nutrientes de origen terrestre y herbivoría reducida, se han mantenido sin cambios a través de los años, lo cual es indicativo de una falta de manejo adecuada y muy necesitada. Los corales juveniles también han variado pero no muestran una tendencia significativa, lo cual indica que la República Dominicana pudiese estar recibiendo nuevos corales bebé constantemente, pero dada la baja cobertura por coral encontrada en algunos lugares (los corales bebé no están sobreviviendo a la adultez), esto podría indicar que los agentes estresantes locales aun no han sido abordados, y esos altos niveles de impacto ponen en peligro cualquier esfuerzo de restauración que se esté realizando, desperdiciando valiosos recursos y tiempo en estos procesos.

Herbívoros como los peces loro y doctores han disminuido recientemente a pesar de la veda a nivel nacional. Como la aplicación de dicha veda podría haber sido muy limitada, los resultados reales de esta prohibición no pueden demostrarse en nuestros resultados, y por ende se necesitan nuevas y mejores medidas de conservación, especialmente esas que son el resultado de un consenso entre las partes interesadas de los sectores de pesquerías y medio ambiente. Si esto continúa sin control, podría resultar en una cantidad aun mayor de macroalgas, y menos corales juveniles y adultos en el futuro.

Los peces carnívoros, tales como los meros y pargos, también se han reducido, probablemente a causa de una sobrepesca sostenida. Esta disminución en depredadores podría contribuir a aumentos en los invasivos peces león y también en el aumento aparente del erizo negro *Diadema*.

La cantidad de enfermedad coralina se encuentra relativamente alta en los arrecifes de la República Dominicana. Especialmente preocupante es la reciente aparición del STRTLD, la cual ha destrozado otras áreas del Caribe, como los Cayos de la Florida. Se están realizando esfuerzos locales y regionales para tratar esta enfermedad que avanza tan rápidamente (por lo menos en escala localizadas), pero aun más importante es educar a los usuarios de los arrecifes para que ayuden a documentarla y eviten su propagación por la región, ya que sus consecuencias llegan rápidamente.

needed management. Juvenile coral has also varied without a significant trend, which indicates that the Dominican Republic may be getting new baby corals at a constant rate, but given the low coral (baby corals are not surviving to be adults) findings in some areas, may indicate that local stressors are still unaddressed, and such jeopardizes natural, or man made active restoration efforts, wasting precious time and resources in such processes.

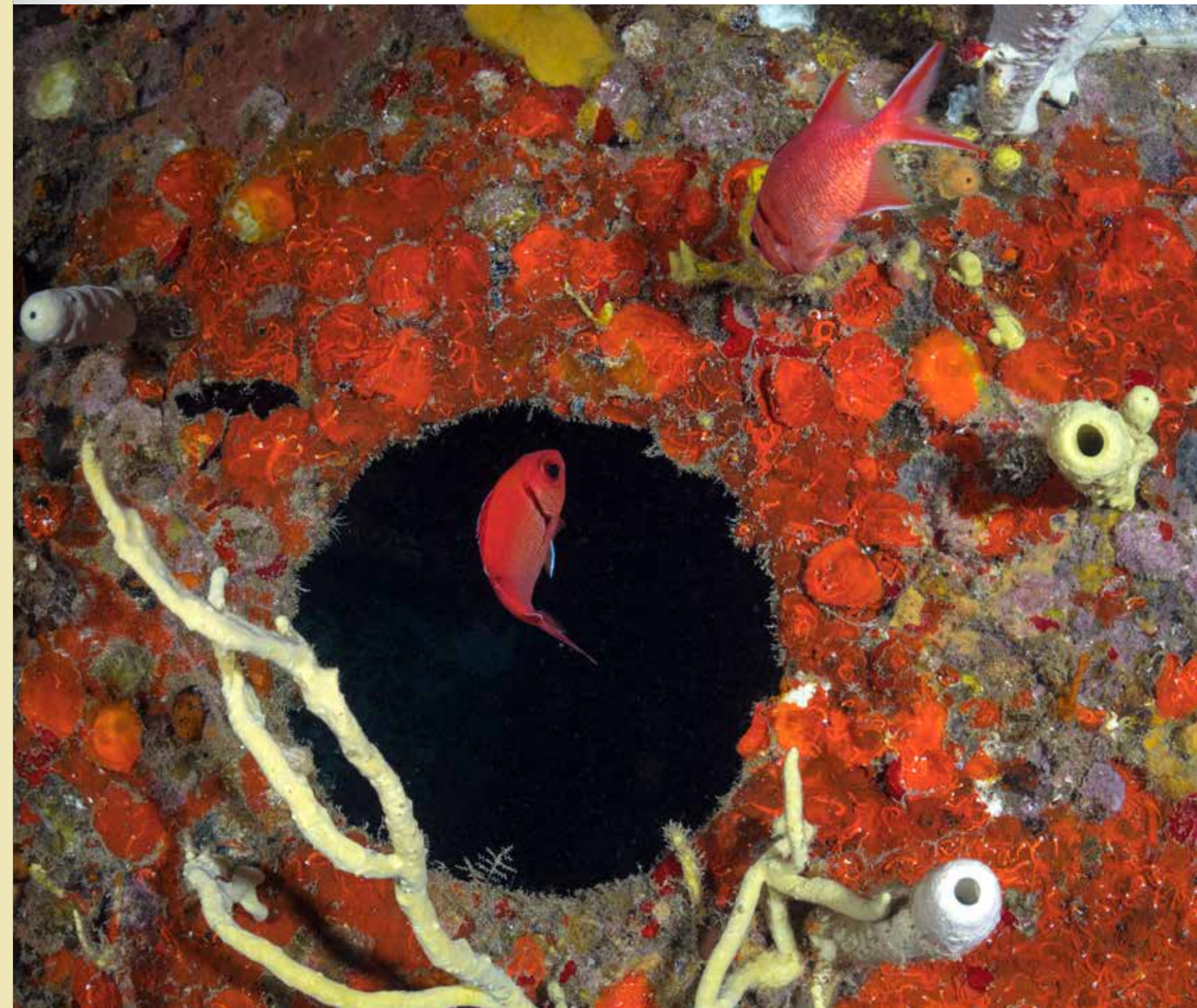
Herbivores such as parrotfish and surgeonfish have declined recently despite the countrywide ban on their harvest. As enforcement may have been very limited, true results of the ban can not be shown in our findings, and thus new, improved measures are needed, specially ones that are a result of consensus from most if not all fisheries and environmental stakeholders. If this continues unchecked, this could result in even more macroalgae, fewer juvenile and adult corals in the future.

Carnivorous fishes such as groupers and snappers have also declined probably as a result of continued overfishing. The predator decline may contribute to increases in invasive lionfishes and also the apparent increase in the black sea urchin *Diadema*.

Coral disease is relatively high among the reefs of the Dominican Republic. Of particular concern is the recent appearance of the Rapid Tissue Loss disease that has devastated other areas of the Caribbean such as the Florida Keys. Local and regional efforts are underway to treat this rapid progressing disease (at least in localized scales), but more importantly is to educate reef users to help document and avoid its spread over the region, as its consequences are fast coming.

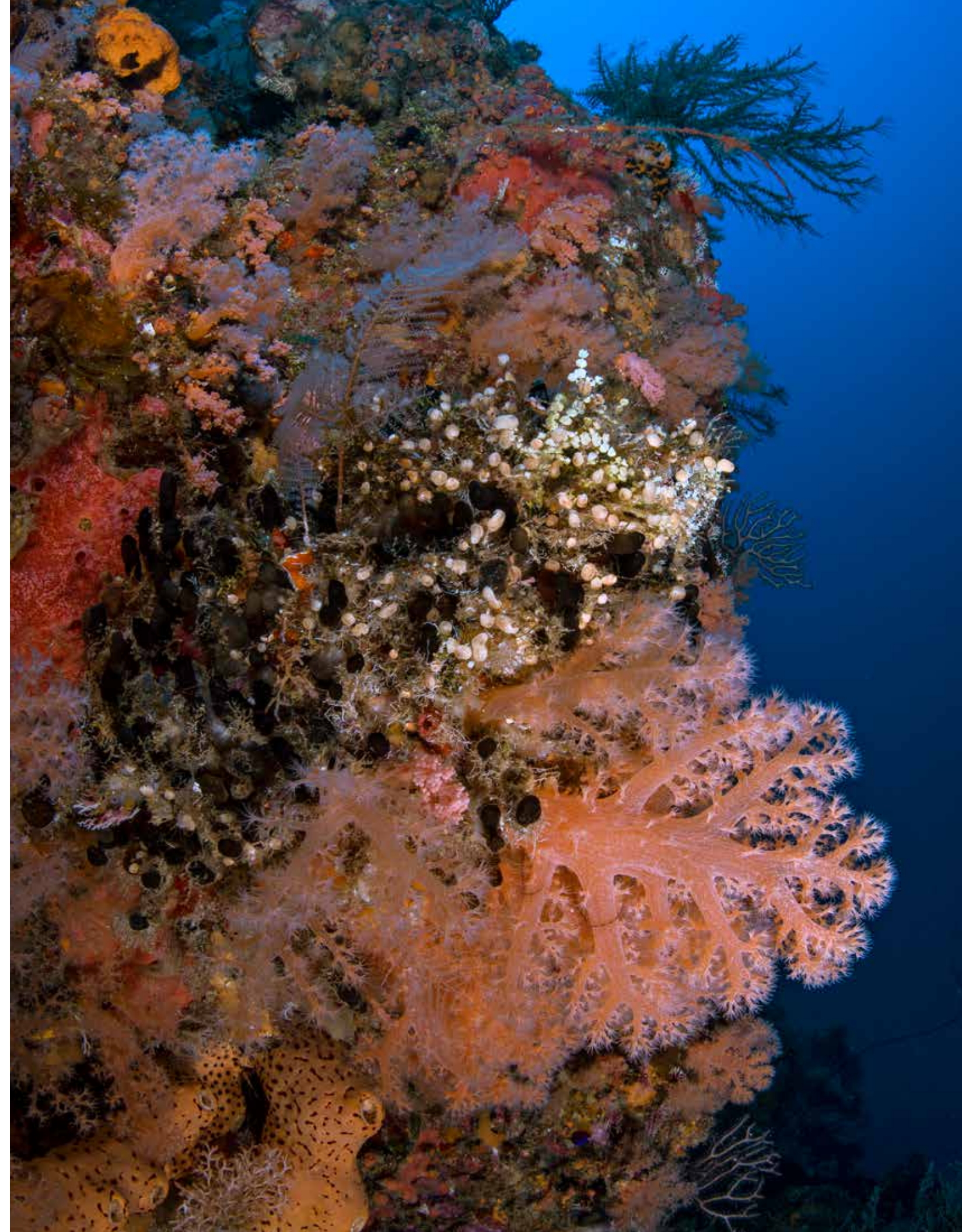
La concienciación pública ha aumentado dramáticamente en la República Dominicana, lo cual ayuda a que las medidas de conservación, tanto aquellas establecidas legalmente como las que no, sean implementadas a nivel del consumidor y minorista. Se ha comprobado que los esfuerzos locales para organizarse llevados a cabo especialmente por la Red Arrecifal Dominicana (RAD) son una medida eficiente y participativa para dirigir de mejor manera los esfuerzos nacionales, y mantenerlos atados a los esfuerzos regionales para asegurar una mejor coordinación entre las partes interesadas, tanto del sector público como el privado. ■

Public awareness have dramatically increased in the Dominican Republic, which helps conservation measures, legally established or not, get implemented at the consumer and retailer levels. Local efforts to get organized, especially by the local Coral Reef Network (RAD), have proven to be an efficient and collaborative measure to better direct national efforts, and keep these tied to regional ones to ensure better coordination between stakeholders both from public and private sectors. ■



Literatura citada Literature cited

- JACKSON JBC, DONOVAN MK, CRAMER KL, LAM VV (EDITORS). (2014) Status and Trends of Caribbean Coral Reefs: 1970-2012. Global Coral Reef Monitoring Network, IUCN, Gland, Switzerland.
- MUMBY, P.J., HARBORNE, A.R. AND BRUMBAUGH, D.R., 2011. Grouper as a natural biocontrol of invasive lionfish. PloS one, 6(6), p.e21510.
- STENECK, R.S., ARNOLD, S.N. AND MUMBY, P.J., 2014. Experiment mimics fishing on parrotfish: insights on coral reef recovery and alternative attractors. Marine Ecology Progress Series, 506, pp.115-127.
- STENECK, R.S., TORRES, R.E. 2015. El Estado de los Arrecifes de la República Dominicana 2015. Fundación Propagas.
- STENECK, R.S., TORRES, R.E. 2018. El Estado de los Arrecifes de la República Dominicana 2017-18. Fundación Propagas.
- STENECK, R.S., MUMBY, P.J., MACDONALD, C., RASHER, D.B. AND STOYLE, G., 2018. Attenuating effects of ecosystem management on coral reefs. Science advances, 4(5), p.eaao5493.
- STENECK, R. S., MUMBY, P. J., ARNOLD, S., RASHER, D. B, WILSON, M., DE LEON, R., BOENISH, R. 2019 Managing recovery resilience against climate-induced coral bleaching and hurricanes: A 15-year case study from Bonaire, Dutch Caribbean. Frontiers in Marine Sciences. doi: 10.3389/fmars.2019.00265



PRODUCCIÓN GENERAL, IDEA ORIGINAL CONCEPTO Y DERECHOS DE AUTOR

GENERAL PRODUCTION, ORIGINAL IDEA CONCEPT AND COPYRIGHT

Fundación Propagas / *Propagas Foundation*

PRODUCCIÓN EJECUTIVA / *EXECUTIVE PRODUCTION*

Rosa Margarita Bonetti de Santana (Doña Pirigua)

Presidenta Fundación Propagas / *President Propagas Foundation*

COORDINACIÓN GENERAL / *GENERAL COORDINATION*

Lisette Fernández Brugal

Asesora y gerente de Programas Medioambientales Fundación Propagas /

Adviser and manager of Environmental Programs Propagas Foundation

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TEXTOS EN INGLÉS / *SCIENTIFIC RESEARCH AND TEXTS IN ENGLISH*

El estado y tendencias de los arrecifes coralinos en la República Dominicana 2019 /

Status and Trends of Coral Reefs in the Dominican Republic 2015-2019

Por los expertos / *By the experts*

Robert S. Steneck, Ph.D.

Professor of Oceanography, Marine Biology and Marine Policy School of Marine Sciences, University of Maine, USA

Rubén E. Torres, Ph.D.

Director y Presidente Reef Check Dominican Republic

TRADUCCIÓN DE TEXTOS AL ESPAÑOL / *SPANISH TEXT TRANSLATION*

Mónica Vega

REVISIÓN DE ESTILO / *STYLE REVIEW*

Lisette Fernández, María Paula Miquel

FOTOGRAFÍAS / *PHOTOGRAPHS*

José Alejandro Álvarez

Fotógrafo submarino / *Underwater photographer*

Fotografías de enfermedades de corales / *Coral disease photography*

Rubén E. Torres

SOPORTE TÉCNICO Y LOGÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA EN LAS SIGUIENTES LOCALIDADES DE MONITOREO:

TECHNICAL AND LOGISTICAL SUPPORT OF THE RESEARCH CARRIED OUT IN THE FOLLOWING MONITORING LOCATIONS:

En Pedernales: Golden Arrow Technical Diving

En Montecristi: Galleon Divers

En La Caleta: Treasure Divers

En Las Galeras: Las Galeras Divers

En Bayahibe: Fundación de Estudios Marinos y Coral Point Diving

En Punta Cana: Fundación Ecológica Punta Cana y Blue Vision Adventures

Asistentes de campo de la expedición / *FIELD ASSISTANTS OF THE EXPEDITION:*

Enmanuel Montero Fortunato

Mackenzie Menard

Grace Mcdermott

Melina Gonzalez

Gretchen Grebe

Nicolás Mejía

Hannah Kerrigan

Pablo Feliz

Iker Irazabal

Someira Zambrano

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN / *DESIGN AND LAYOUT*

NODO

IMPRESIÓN / *PRINT*

Amigo del Hogar

Santo Domingo, República Dominicana



Fundación Propagas / *Propagas Foundation*

Av. Jacobo Majluta Km 5 1/2, Edificio Propagas,

Santo Domingo, República Dominicana

Tel.: 809-364-1000 Ext. 2295 / www.fundpropagas.com

/ info@fundacionpropagas.do

Todos los derechos reservados / All rights reserved 2019



Fundación Propagas / Propagas Foundation

Av. Jacobo Majluta, km. 5 1/2, Santo Domingo,
República Dominicana.

Tel. 809-364-1000, Ext. 2295

E-mail: info@fundacionpropagas.do
www.fundpropagas.com

Todos los derechos reservados, año 2019 / All rights reserved, 2019

