

TRÓPICOS

MAGAZINE OF THE SMITHSONIAN TROPICAL RESEARCH INSTITUTE | REVISTA DEL INSTITUTO SMITHSONIAN DE INVESTIGACIONES TROPICALES

UNDERSEA SCIENCE CIENCIA BAJO EL MAR



Smithsonian Tropical Research Institute

Volume 3: Issue 1 | stri.si.edu

Volumen 3: Edición 1





Maggie Johnson, a fellow with the Smithsonian Institution's MarineGEO program, dives on a coral reef in Coiba, Panama, where she set up a number of long-term research projects with colleagues in October 2017. | Maggie Johnson, becaria del programa MarineGEO de la Institución Smithsonian, se sumerge en un arrecife de coral en Coiba, Panamá, donde en octubre de 2017, organizó varios proyectos de investigación a largo plazo con sus colegas. Photo by | Foto por: Sean Mattson



MARINE BIOLOGISTS “EXPOSED” IN THEIR NATURAL ENVIRONMENT BIÓLOGOS MARINOS “EXPUESTOS” EN SU ENTORNO NATURAL



Left to right | De izquierda a derecha: Will Wied, Owen McMillan, Maggie Johnson, Ana Endara, Lucía Rodríguez and Matthieu Leray.

This edition of *Trópicos* is the result of a concentrated effort to document the work of Smithsonian underwater scientists on the front lines. Thanks to the support of the Smithsonian Women’s Committee, STRI photographer and writer Sean Mattson and videographer and documentary filmmaker Ana Endara spent dozens of hours underwater with them in Panama’s diverse marine environments. Their work was also made possible by the scientists themselves, who gave us seats on their boats, slots on their expedition rosters, and many hours of their time to tell us their stories.

In the past, marine biology at STRI has received much less attention than terrestrial biology, in part because STRI needed equipment and skills to join underwater expeditions. Thanks to the Women’s Committee, the institute purchased top-notch underwater camera housing, finally making it possible for the communication team to keep up with STRI divers so that marine biology will be featured in our magazine, on social media, and on our new web page, www.stri.si.edu. Check out these stories and keep a look out for more news and expedition updates from STRI’s underwater scientists!

Esta edición de *Trópicos* es el resultado de un esfuerzo concentrado para documentar el trabajo de los científicos submarinos del Smithsonian. Gracias al apoyo del *Smithsonian Women’s Committee*, el fotógrafo y escritor de STRI Sean Mattson y la videógrafa y documentalista Ana Endara pasaron horas bajo el agua en los diversos entornos marinos de Panamá. Su trabajo también fue posible gracias a los propios científicos, quienes nos brindaron asientos en sus botes, espacios en sus expediciones y muchas horas de su tiempo para contarnos sus historias.

En el pasado, la biología marina en STRI recibió mucha menos atención que la biología terrestre, en parte porque STRI no contaba con el equipo y las habilidades para unirse a las expediciones submarinas. Gracias al *Smithsonian Women’s Committee* se compraron cámaras y carcasa submarinas, finalmente haciendo posible que el equipo de comunicación se mantenga al tanto de los buzos de STRI logrando que la biología marina aparezca en nuestra nueva página web, stri.si.edu. ¡Dele un vistazo!



Smithsonian Tropical Research Institute



CONTENTS

CONTENIDO



Post doctoral fellow Matthieu Leray takes sediment samples beside a coral reef in Panama's Coiba National Park during an October 2017 field expedition. | El becario post doctoral, Matthieu Leray toma muestras de sedimentos junto a un arrecife de coral en el Parque Nacional Coiba de Panamá durante una expedición de campo en octubre de 2017.

Left: The Smithsonian expedition to Coiba National Park wrapped up with an exploratory dive near the Coibita Island field station on October 15, 2017. | Izq.: La expedición del Smithsonian al Parque Nacional Coiba concluyó con una inmersión exploratoria cerca de la estación de campo de Isla Coibita el 15 de octubre del 2017.

Photos by | Fotos por: Sean Mattson



TEAM

EQUIPO

Linette Dutari

Associate Director for Communications
Directora Asociada de Comunicaciones

Beth King

Communications manager
Gerente de comunicaciones
Editing | Edición

Sean Mattson

Edition writer and editor
Editora de la edición
Writing, editing, photography | Redacción, edición, fotografía

Paulette Guardia

Edition designer
Diseñadora de la edición
Design | Diseño

TRÓPICOS

MAGAZINE OF THE SMITHSONIAN TROPICAL RESEARCH INSTITUTE
REVISTA DEL INSTITUTO SMITHSONIAN DE INVESTIGACIONES TROPICALES

7 ONE COUNTRY, THREE SEAS UN PAÍS, TRES MARES

11 FIELD CAMPAIGN: COIBA, EASTERN TROPICAL PACIFIC CAMPAÑA DE CAMPO: COIBA, PACÍFICO ORIENTAL TROPICAL

23 OCEAN ACIDIFICATION: CORAL REEFS OF PANAMA'S BOCAS DEL TORO ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS: ARRECIFES DE CORAL DE BOCAS DEL TORO EN PANAMÁ

31 FISH VISION: GULF OF PANAMA AND THE CARIBBEAN VISIÓN DE LOS PECES: GOLFO DE PANAMÁ Y EL CARIBE

41 LAB UPDATES: LO MÁS RECIENTE EN LOS LABORATORIOS DE:

Aaron O'Dea
Rachel Collin
Héctor Guzmán
Mark Torchin
Ross Robertson
Harilaos Lessios

53 GUEST COLUMN:

Bill Wcislo on Coiba's potential
COLUMNA DEL INVITADO
Bill Wcislo sobre el potencial de Isla Coiba

57 MOSAIC

Coiba's undersea creatures
MOSAICO
Las criaturas submarinas de Coiba

59 REWIND

STRI's marine science history
REBOBINA
La historia de la ciencia marina de STRI

Ana Endara

Videographer
Videógrafa
Filming, video editing | Filmación, edición de video

Sonia Tejada

Media relations
Relaciones con medios
Translations | Traducciones

Lina González

Design supervisor
Supervisora de diseño

Jorge Alemán

Graphic design specialist
Especialista en diseño gráfico
Storytelling, digital publishing | Historia, publicación digital



Illustration by | Ilustración por: Paulette Guardia

One country, three seas

Panama's unique geography as a bridge between continents and a narrow divider of oceans gives the small country disproportionate access to marine biodiversity.

Marine biologists dive into three distinct marine ecosystems in Panama — the Caribbean, the Gulf of Panama and the Gulf of Chiriquí. Often referred to as Panama's three seas, these biodiversity hotspots inspired the marine projects we explore in this edition of *Trópicos*.

We start in the Gulf of Chiriquí's Coiba National Park — the site of the Smithsonian's newest marine research station in the Eastern Tropical Pacific — for a marine biodiversity survey led by postdoctoral fellow Matthieu Leray. Then we jump into the Caribbean (where STRI's Bocas Del Toro Research Station recently celebrated its tenth anniversary) with Maggie Johnson, a MarineGEO fellow who studies ocean acidification's impact on coral reefs. Finally, we go to the Las Perlas Archipelago in the seasonally cold Pacific waters of the Gulf of Panama, where we dive alongside Michele Pierotti, a postdoctoral fellow who uses the evolutionary experiment created by the Isthmus of Panama to understand the effect of environment on the vision of fishes.

Un país, tres mares

La geografía única de Panamá como un puente entre los continentes y un estrecho divisor del océano le otorga al pequeño país un acceso desproporcionado a la biodiversidad marina.

Los biólogos marinos se sumergen en tres ecosistemas marinos distintos en Panamá: el Caribe, el Golfo de Panamá y el Golfo de Chiriquí. Conocidos a menudo como los tres mares de Panamá, estos puntos clave de biodiversidad inspiraron los proyectos marinos que exploramos en esta edición de *Trópicos*.

Iniciamos en el Parque Nacional Coiba, el sitio de la estación de investigación marina más reciente del Smithsonian en el Pacífico Oriental Tropical para un inventario de la biodiversidad marina dirigido por Mathieu Leray. Luego saltamos al Caribe, donde la Estación de Investigación de Bocas del Toro de STRI celebró recientemente su décimo aniversario y donde Maggie Johnson estudia el impacto de la acidificación de los océanos. Finalmente, volvemos al Archipiélago de Las Perlas en las frías aguas del Pacífico de la Bahía de Panamá donde nos sumergimos junto a Michele Pierotti. Él aprovecha el experimento evolutivo posibilitado por el Istmo de Panamá para comprender el efecto del medio ambiente en la visión de los peces.

COSTA RICA

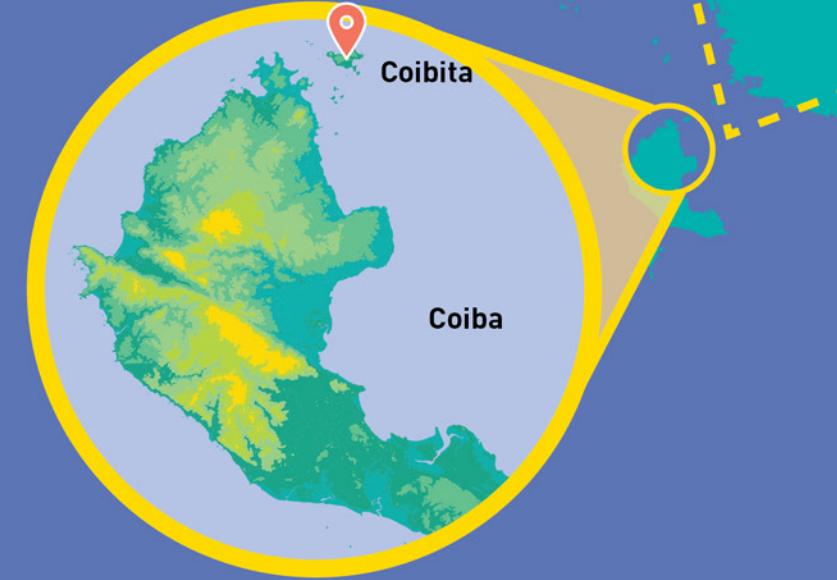


Panama's Three Seas

Marine biologists in Panama work in three very distinct marine environments: the Gulf of Panama, the Gulf of Chiriquí and the Caribbean.

Los tres mares de Panamá

Los biólogos marinos trabajan en tres ambientes marinos muy distintos: el Golfo de Panamá, el Golfo de Chiriquí y el Caribe.



Pacific: Gulf of Chiriquí

Some of the best-preserved coral reefs in the region are found in the Gulf of Chiriquí, most near the islands of Coiba National Park. Abundant marine life enjoys relatively stable temperatures.

El Pacífico: El Golfo de Chiriquí

Algunos de los arrecifes de coral mejor conservados de la región se encuentran en el Golfo de Chiriquí, la mayoría cerca de las islas del Parque Nacional Coiba. La abundante vida marina goza de temperaturas relativamente estables.



Caribbean

Panama's Caribbean is warmer, saltier and lower in nutrients than the Eastern Tropical Pacific. When unaltered by humans, these clear blue water conditions favor coral reefs. Separated from the Pacific by the rise of the Isthmus of Panama, the two systems are ideal for evolutionary biology research.

El Caribe

El Caribe de Panamá es más cálido, más salado y con menos nutrientes que el Pacífico Oriental Tropical. Cuando no son alteradas por los humanos, estas condiciones de aguas claras y azules favorecen a los arrecifes de coral. Separados del Pacífico por el ascenso del Istmo de Panamá, los dos sistemas son ideales para la investigación de biología evolutiva.



Pacific: Gulf of Panama

Home to the Las Perlas Archipelago. From mid-December to April, dry-season trade winds push warm surface water to the west. Cold, nutrient-rich water rises to the surface resulting in a feeding frenzy for marine organisms.

El Pacífico: El Golfo de Panamá

Hogar del Archipiélago de Las Perlas. Desde mediados de diciembre hasta abril, los vientos alisios de la estación seca empujan las aguas cálidas de la superficie hacia el oeste. El agua fría y rica en nutrientes asciende a la superficie dando como resultado un frenesí de alimentación para los organismos marinos.



Marine expedition launched from new Coibita station

A UNESCO World Heritage Site

Inicia expedición desde la nueva estación en Coibita

Sitio de Patrimonio Mundial de la Humanidad de UNESCO



Urchins find a home nestled in a bed of coral at the site of a permanent research transect in Panama's Coiba National Park. Los erizos de mar encuentran un hogar en una cama de coral en el sitio de un transecto de investigación permanente en el Parque Nacional Coiba de Panamá. Photos by | Fotos por: Sean Mattson

To mark the beginning of a new era in marine research in the Eastern Tropical Pacific, Smithsonian scientists launched numerous long-term marine ecosystem studies in Panama's Coiba National Park.

As Matthieu Leray hovers in the water above a coral reef near a remote island chain in Panama's Pacific, he can't see humpback whales, whale sharks or — much to his relief — massive American crocodiles from the nearby mangroves. But once he takes a few bags of water from the reef back to the lab, he may be able to tell if there were any nearby.

Thanks to new techniques that detect everything from megafauna to microbes in reef-water cocktails, the Smithsonian researcher hopes to revolutionize our concept of a healthy coral reef — and maybe even to develop an early warning system to track the changes in reefs that, until now at least, have faced much less direct human impact than other reefs around the world.

"The information you can get from a sample of water is extraordinary," Leray says during a late-2017 expedition to Panama's Coiba National Park, home to the Smithsonian Tropical Research Institute's newest marine station. "You can get the signature of invasive species, characterize microbial communities involved in coral bleaching, or detect any pathogen that can damage the reef. It could be used as an alarm, if you wish, as an indicator of the potential risk to biodiversity."

Anchored by Coiba Island — the largest Pacific island in Central America — the protected archipelago is, to some extent, a portal to a time before tropical ecosystems were radically altered by human activity. This is especially evident beneath the waves, where coral reefs show little sign of bleaching and loss of biomass like reefs in many places around the globe. Coiba's relatively pristine state is due to centuries of minimal human occupation: the island was a small penal colony during most of its modern history and has remained a protected park since the last prisoners were shipped off in 2004.

But Panama's growing international profile as a tourism destination, logistics hub and foreign investment magnet has upped Coiba's profile. Its idyllic

Para marcar el inicio de una nueva era en la investigación marina en el Pacífico Oriental Tropical , los científicos del Smithsonian lanzaron numerosos estudios a largo plazo sobre ecosistemas marinos en el Parque Nacional Coiba en Panamá.

Cuando Matthieu Leray flota en el agua sobre un arrecife de coral cerca de una remota cadena de islas en el Pacífico panameño, no puede ver ballenas jorobadas, tiburones ballena o, para su alivio, enormes cocodrilos americanos de los manglares cercanos. Pero una vez que lleve algunas bolsas de agua del arrecife al laboratorio, él podrá saber si hay alguno cerca.

Gracias a nuevas técnicas que detectan todo, desde megafauna hasta microbios en cocteles de arrecife de agua, el investigador del Smithsonian espera revolucionar nuestro concepto de un arrecife de coral saludable, y tal vez incluso desarrollar un sistema de alerta temprana para rastrear los cambios en los arrecifes que, hasta ahora al menos, se han enfrentado a impactos humanos mucho menos directos que otros arrecifes de todo el mundo.

"La información que se puede obtener de una muestra de agua es extraordinaria", comentó Leray durante una expedición a fines del 2017 al Parque Nacional Coiba en Panamá, sede de la estación marina más reciente del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI). "Se puede obtener la huella de especies invasoras, caracterizar a las comunidades microbianas involucradas en el blanqueamiento de corales o detectar cualquier patógeno que pueda dañar el arrecife. Podría usarse como una alarma, si lo desea, como un indicador del riesgo potencial para la biodiversidad".

Anclado por la Isla Coiba, la isla más grande del Pacífico en América Central, el archipiélago protegido es, en cierta medida, un portal a un tiempo antes de que los ecosistemas tropicales fueran radicalmente alterados por la actividad humana. Esto es especialmente evidente bajo las olas, donde los arrecifes de coral muestran pocos signos de blanqueamiento y pérdida de biomasa como los arrecifes en muchos lugares del mundo. El estado relativamente prístino de Coiba se debe a siglos de



Four Smithsonian postdoctoral fellows teamed up for a field expedition to Coiba National Park in October 2017. Matthieu Leray (top left) and Maggie Johnson (top right) prepare sample collection implements after a long day at work at STRI's small field station on Coibita Island. Jarrod Scott (bottom left) traverses Río San Juan on Coiba Island while taking water samples along a salinity gradient. Holly Sweat (bottom right) processes urchin samples at the Coibita station. | Cuatro becarios postdoctorales del Smithsonian se unieron para una expedición al Parque Nacional Coiba en octubre de 2017. Matthieu Leray (arriba, izq.) y Maggie Johnson (arriba, der.) preparan instrumentos de recolección de muestras después de un largo día de trabajo en la pequeña estación de campo de STRI en Isla Coibita. Jarrod Scott (abajo, izq.) atraviesa Río San Juan en la Isla Coiba mientras toma muestras de agua a lo largo de un gradiente de salinidad. Holly Sweat (abajo, der.) procesa muestras de erizos en la estación Coibita.

tropical setting includes long stretches of “empty” beaches, which are an increasingly scarce global commodity coveted by resort-builders. Management plans allow some fishing and eco-tourism, and conservationists and researchers regularly wring their hands over news of “green development” plans for the area, which world-renowned conservation photographer Christian Ziegler calls “the crown jewel of Panama’s national parks system.”

Smithsonian scientists say Coiba is a globally relevant laboratory for understanding how healthy ecosystems should function in an era when many reefs have already undergone rapid deterioration. Keeping human impact in Coiba to a minimum is essential, they say, to discover the insights that could help improve the fate of the world’s reef systems, which are home to up to 25 percent of all known marine species.

“There’s a great number species on Coiba that are not found anywhere else on the planet, on both a terrestrial and marine level. There is an important potential for doing science that helps conservation and management of a World Heritage Site like Coiba,” says Juan Maté, the manager for scientific affairs and operations at the Smithsonian Tropical Research Institute who has studied Coiba’s marine ecosystems for some 30 years. “This system continues to function at a healthy level and maintain a resilience that is not seen in many other areas.”

Maté said that the Gulf of Chiriquí, where Coiba is located, “could be a refuge from climate change,” due to its resilience to natural phenomena such as temporary ocean warming from El Niño cycles.

Smithsonian’s newest marine station

In 1998, the Smithsonian Tropical Research Institute was bequeathed the island of Coibita by Manoucher Mohageri, an Iranian investor and conservationist who wanted a custodian to safeguard the island’s natural state. The 242-hectare island’s ownership was contested in U.S. and Panamanian courts and a 2017 ruling by Panama’s Supreme Court finally granted ownership to STRI (See map on page 9).

Leray and colleagues, including three more Smithsonian postdoctoral fellows and two STRI staff scientists, marked this ruling with one of the most intensive field campaigns at Coiba in many years. With

mínima ocupación humana: la isla fue una pequeña colonia penal durante la mayor parte de su historia moderna y ha permanecido como un parque protegido desde que los últimos prisioneros fueron embarcados en el 2004.

Pero el creciente perfil internacional de Panamá como destino turístico, centro logístico y la inversión extranjera ha aumentado el perfil de Coiba. Su entorno tropical idílico incluye largos tramos de playas “vacías”, que son un bien mundial cada vez más escaso y codiciado por los constructores de centros turísticos. Los planes de manejo permiten algo de pesca y ecoturismo, y los conservacionistas e investigadores regularmente se sacuden ante las noticias de los planes de “desarrollo verde” para el área, que el reconocido fotógrafo de conservación Christian Ziegler denominó como “la joya de la corona del sistema de parques nacionales de Panamá”.

Los científicos del Smithsonian comentan que Coiba es un laboratorio globalmente relevante para entender cómo los ecosistemas saludables deberían funcionar en una era en la que muchos sistemas de arrecifes ya se han deteriorado rápidamente. Es esencial minimizar el impacto humano en Coiba, comentan, para descubrir los conocimientos que podrían ayudar a mejorar el destino de los sistemas de arrecifes del mundo, que albergan hasta el 25 por ciento de todas las especies marinas conocidas.

“Hay una gran cantidad de especies en Coiba que no se encuentran en ningún otro lugar del planeta, tanto a nivel terrestre como marino. Hay un potencial importante para hacer ciencia que ayuda a la conservación y gestión de un sitio del patrimonio mundial como Coiba”, comentó Juan Maté, gerente de asuntos científicos y operaciones del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, que ha estudiado los ecosistemas marinos de Coiba durante unos 30 años. “Este sistema continúa funcionando a un nivel saludable y mantiene una resiliencia que no se ve en muchas otras áreas”.

Maté comentó que el Golfo de Chiriquí, donde se encuentra Coiba, “podría ser un refugio contra el cambio climático”, debido a su resiliencia a fenómenos naturales como el calentamiento oceánico temporal de los ciclos del fenómeno de El Niño.

“Coiba is unique from a biological perspective because the Eastern Pacific is one of the most unexplored regions of the world. Coiba is right in the center of it, in a marine corridor that starts in Mexico, goes down through Costa Rica and ends in the Galapagos islands.

Coiba es única desde una perspectiva biológica porque el Pacífico Oriental es una de las regiones más inexploradas del mundo. Coiba está justo en el centro, en un corredor marino que inicia en México, atraviesa Costa Rica y termina en las islas Galápagos.”

**~ Owen McMillan,
STRI staff scientist | Científico de STRI**

Coibita's ownership no longer in doubt, their projects will usher in a new era of tropical marine research at STRI. William Wcislo, STRI's deputy director, likens the Coiba's scientific potential to Barro Colorado Island, where Smithsonian scientists have built an unrivalled legacy of research on tropical forests over the last century. (See guest column, page 53.)

“We've got this extraordinary opportunity here,” says Owen McMillan, a staff scientist on the expedition. “Coiba is unique from a biological perspective because the Eastern Pacific is one of the most unexplored regions of the world. Coiba is right in the center of it, in a marine corridor that starts in Mexico, goes down through Costa Rica and ends in the Galapagos islands.”

The campaign included 14 field protocols, primarily on reef and mangrove systems. In addition to collecting water for environmental DNA (eDNA) samples and microbes, the team conducted fish surveys, analyzed physiochemical water properties and took sediment cores.

MarineGEO fellow Maggie Johnson (see story page 23) established permanent transects along 50-meter stretches of robust coral reef, where she photographed plots to track change over time and set up artificial surfaces for marine organisms to colonize. These protocols will create baseline data on which to build



La nueva estación marítima de Smithsonian

En 1998, el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales recibió como legado la isla de Coibita por Manoucher Mohageri, un inversionista y conservacionista iraní que quería un custodio para salvaguardar el estado natural de la isla. La propiedad de la isla de 242 hectáreas fue impugnada en los tribunales estadounidenses y panameños, y un fallo del 2017 del Tribunal Supremo de Panamá finalmente otorgó la propiedad a STRI (ver mapa en la página 9).

Leray y sus colegas, incluidos otros tres becarios postdoctorales del Smithsonian y dos científicos de



Field assistant Lucía Rodríguez (left) and MarineGEO fellow Maggie Johnson install a "calcification accretion unit" (or CAU) on a coral reef in Coiba National Park in October 2017. Johnson hopes to collect the unit about one year after deployment to analyze the organisms that settled on the plate.

La asistente de campo Lucía Rodríguez (izq.) y la becaria de MarineGEO Maggie Johnson instalan una "unidad de acreción de calcificación" (o CAU por sus siglas en inglés) en un arrecife de coral en el Parque Nacional Coiba en octubre de 2017. Johnson espera recolectar la unidad aproximadamente un año después de su instalación para analizar los organismos que se hayan establecido sobre la superficie.

STRI, marcaron este fallo con una de las campañas de campo más intensivas en Coiba en muchos años. Dado que la propiedad de Coibita ya no está en duda, sus proyectos marcarán el comienzo de una nueva era de investigación marina tropical en STRI. William Wcislo, subdirector de STRI, compara el potencial científico de Coiba con Isla Barro Colorado, donde los científicos del Smithsonian han construido un legado inigualable de investigación sobre los bosques tropicales durante el último siglo. (Ver columna de invitado, página 53).

"Tenemos esta oportunidad extraordinaria", comentó Owen McMillan, científico de la expedición.



Photo by | Foto por: Milton García Gómez

Coibita Island was bequeathed to the Smithsonian Tropical Research Institute almost two decades ago. The inheritance was approved by Panama's Supreme Court last year and now the 242-hectare island will be home to STRI's newest official field station. Located in Panama's Eastern Tropical Pacific, the island is part of Coiba National Park.



Isla Coibita fue entregada como legado al Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales hace casi dos décadas. La herencia fue aprobada por la Corte Suprema de Panamá el año pasado y ahora la isla de 242 hectáreas albergará la estación de campo oficial más nueva de STRI. Ubicada en el Pacífico Tropical Oriental de Panamá, la isla es parte del Parque Nacional Coiba.

future expeditions and results will be directly compared with data collected by Johnson and Leray at Bocas Del Toro, STRI's primary Caribbean station where both have collected massive amounts of data in recent years.

One area where the team is expecting breakthroughs is in the little-understood realm of microbial ecology. “Microbes are ecosystem engineers — they are invisible drivers of our visible world,” says Holly Sweat, a MarineGEO fellow who took samples from mangroves around Coiba on the expedition. “The bacteria and microalgae that are in the environment have the potential to affect the distribution and growth of larger organisms that we see all the time.”

About Coiba, says Sweat, “Our world is shrinking. The more populated we become and the more shipping routes we have around the globe, remote areas are few and far between. And I think we need to hang onto the few remote regions that we have so that we can really get a good grasp of how ecosystems perform in the absence of human disturbance and that’s why this location is so valuable.” 

The Smithsonian Tropical Research Institute would like to extend special thanks to Panama’s Ministry of the Environment for its invaluable support for scientific research in Coiba National Park, and for making it possible for us to document our studies of marine ecosystems.

El Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales extiende su mayor agradecimiento al Ministerio de Ambiente por su invaluable apoyo a la investigación científica en el Parque Nacional Coiba, haciendo posible la documentación de los estudios de los ecosistemas marinos de Panamá.

“Coiba es única desde una perspectiva biológica porque el Pacífico Oriental es una de las regiones más inexploradas del mundo. Coiba está justo en el centro, en un corredor marino que comienza en México, atraviesa Costa Rica y termina en las islas Galápagos”. La campaña incluyó 14 protocolos de campo, principalmente en sistemas de arrecifes y manglares. Además de colectar agua para muestras de ADN ambiental (eDNA) y microbios, el equipo realizó estudios de peces, analizó las propiedades fisicoquímicas del agua y tomó núcleos de sedimentos.

La becaria de MarineGEO Maggie Johnson (ver página 23) estableció transectos permanentes a lo largo de tramos de 50 metros de arrecife de coral robusto, donde fotografió parcelas para rastrear el cambio a lo largo del tiempo y estableció superficies artificiales para colonizar organismos marinos. Estos protocolos crearán datos de referencia para construir futuras expediciones y los resultados se compararán directamente con los datos recopilados por Johnson y Leray en Bocas Del Toro, la principal estación caribeña de STRI, donde en los últimos años, ambos han recopilado cantidades masivas de datos.

Un área donde el equipo espera avances es en el ámbito poco comprendido de la ecología microbiana. “Los microbios son ingenieros de ecosistemas, son impulsores invisibles de nuestro mundo visible”, comentó Holly Sweat, becaria de MarineGEO que tomó muestras de manglares alrededor de Coiba durante la expedición. “Las bacterias y microalgas que están en el medio ambiente tienen el potencial de afectar la distribución y el crecimiento de los organismos más grandes, que vemos todo el tiempo”.

Acerca de Coiba, comentó Holly, “nuestro mundo se está reduciendo. Cuanto más poblados nos volvamos y más rutas de navegación tengamos alrededor del mundo, las áreas remotas son pocas y distantes. Y creo que debemos mantenernos en las pocas regiones remotas que tenemos para que podamos obtener una buena idea de cómo funcionan los ecosistemas en ausencia de perturbación humana y es por eso que esta ubicación es muy valiosa”. 

“A great number of species in Panama’s Coiba National Park are found nowhere else on Earth. Coiba’s little-studied terrestrial and marine environments have great potential for science that can aid the conservation and management of natural UNESCO World Heritage Sites.”

~ Juan Maté

**Manager for scientific affairs and operations
Gerente de asuntos científicos y operaciones**

“Un gran número de especies en el Parque Nacional Coiba de Panamá no se encuentran en ningún otro lugar de la Tierra. Los ambientes terrestres y marinos poco estudiados de Coiba tienen un gran potencial para la ciencia que puede ayudar a la conservación y gestión de sitios naturales de Patrimonio Mundial de UNESCO.”

WATCH THE VIDEO VEA EL VIDEO

⊕ “Coiba Research Expedition”
“Expedición de investigación en Coiba”

On YouTube’s Smithsonian Tropical Research Institute channel
En el canal de YouTube del “Smithsonian Tropical Research Institute”





Smithsonian fellow Matthieu Leray takes a water sample above a coral reef where his team set up a permanent transect for long-term study in Coiba National Park during an October 2017 expedition. | El becario del Smithsonian Matthieu Leray toma una muestra de agua sobre un arrecife de coral donde su equipo estableció un transecto permanente para el estudio a largo plazo en el Parque Nacional Coiba durante una expedición de octubre de 2017.



Holly Sweat, a Smithsonian Institution MarineGEO fellow, processes mangrove roots as part of her research on microbes during a field trip at STRI's Coibita Island station. | Holly Sweat, becaria de MarineGEO del Instituto Smithsonian, procesa raíces de manglares como parte de su investigación sobre microbios durante una excursión a la estación de STRI en Isla Coibita.



Smithsonian fellow Jarrod Scott processes sea urchin samples at STRI's Coibita Island station. El becario del Smithsonian Jarrod Scott procesa muestras de erizo de mar en la estación de STRI en Isla Coibita.



Global change threatens glue that holds reefs together

MarineGEO fellow Maggie Johnson dives on a coral reef in Bocas Del Toro, Panama in August 2017. | La becaria de MarineGEO Maggie Johnson se zambulle en un arrecife de coral en Bocas Del Toro, Panamá en agosto de 2017.

Photos by | Fotos por: Sean Mattson



**El cambio global amenaza las algas
que unen al arrecife de coral**

Ocean acidification is the world's biggest chemistry experiment. It's playing out across 70 percent of the world's surface and has the potential to profoundly alter global marine ecosystems. Sometimes referred to as "the other CO₂ problem" — global warming being the better known one — ocean acidification happens as seawater absorbs carbon dioxide and chemically reacts with it. The resulting uptick in acidity hinders the ability of animals like corals and crustaceans to form the hard skeletons made of calcium carbonate that are essential to their existence.

While much work has been done on acidification's effects on coral, the fate of a lesser-known organism may be just as crucial to the future of tropical reefs.

Under bright fluorescent LED lights in a laboratory at the Bocas del Toro Research Station on Panama's Caribbean coast, Maggie Johnson checks the water acidity in plastic tanks holding tiny colonies of slow-growing reef organisms called crustose coralline algae. The water in the tanks mimics future oceanic conditions to address the question of how — or if — these essential organisms, which are crucial for reef-building, will adapt to increasingly acidic oceans.

Coralline algae are an essential component of tropical reef systems. When they colonize an area, they provide a surface for corals to grow on and send chemical cues that tell coral larvae to settle, setting in motion the construction of a habitat that provides homes for about 25 percent of the world's marine species. "They glue the reef together," says Johnson, a postdoctoral fellow with the Smithsonian MarineGEO network. "They play an important ecological role but we don't know much about how they respond to changes in the environment."

"For the most part, the future pH reduces coralline growth rates, which has some serious implications for coral reefs," says Johnson. Her experiments simulate what ocean acidification will be like in 2100 if carbon dioxide emissions from the burning of fossil fuels continues at the business-as-usual scenario. Ocean acidity will have more than doubled since the Industrial Revolution.

Past swings in Earth's climate have resulted in warmer and more acidic seas that were home to healthy coral reefs. But the current rate of change is new: this level of acidity hasn't been recorded in the geological record going back some 300 million years. "The problem is not so much the acidification, but the speed at which it's happening," says Johnson, who also put the corallines in variable pH conditions that may point to a capacity to adapt. "We may

La acidificación del océano es el experimento de química más grande del mundo. Se desarrolla en el 70 por ciento de la superficie mundial y tiene el potencial de alterar profundamente los ecosistemas marinos globales. A veces denominado "el otro problema de CO₂" -el calentamiento global es el más conocido- la acidificación de los océanos ocurre a medida que el agua de mar absorbe dióxido de carbono y reacciona químicamente con él. El aumento en la acidez resultante dificulta la capacidad de los animales como los corales y los crustáceos para formar los esqueletos duros hechos de carbonato de calcio que son esenciales para su existencia.

Si bien se ha trabajado mucho en los efectos de la acidificación sobre los corales, el destino de un organismo menos conocido puede ser tan crucial para el futuro de los arrecifes tropicales.

Bajo brillantes luces LED fluorescentes en un laboratorio en la Estación de Investigación Bocas del Toro en la costa caribeña de Panamá, Maggie Johnson verifica la acidez del agua en tanques de plástico que albergan pequeñas colonias de organismos de arrecifes de crecimiento lento llamados algas coralinas costrosas. El agua en los tanques imita condiciones oceánicas futuras para abordar la interrogante de cómo estos organismos cruciales para la construcción de arrecifes, se adaptarán a océanos cada vez más ácidos.

Las algas coralinas son un componente esencial de los sistemas de arrecifes tropicales. Cuando colonizan un área, proporcionan una superficie para que los corales crezcan y envían señales químicas que indican a las larvas de coral que se establezcan, lo que pone en marcha la construcción de un hábitat que proporciona viviendas para aproximadamente el 25 por ciento de las especies marinas del mundo. "Unen el arrecife", comentó Johnson, becaria postdoctoral de la red Smithsonian MarineGEO. "Desempeñan un papel ecológico importante, pero no sabemos mucho sobre cómo responden a los cambios en el medio ambiente".

"En su mayor parte, el pH futuro reduce las tasas de crecimiento coralino, lo que tiene serias implicaciones para los arrecifes de coral", comentó Johnson. Sus experimentos simulan cómo será la acidificación de los océanos en el 2100, si las emisiones de dióxido de carbono de la quema de combustibles fósiles continúan en el escenario habitual. La acidez del océano se habrá más que duplicado desde la Revolución Industrial.



Intern Nik Varley (left) helps MarineGEO fellow Maggie Johnson during a dive at Bocas Del Toro, Panama in August 2017.
El pasante Nik Varley (izq.) ayudó a la becaria de MarineGEO Maggie Johnson durante una inmersión en Bocas Del Toro, Panamá en agosto de 2017.

find different populations of corallines that are more resilient but the change is happening so fast that many won't be able to adapt.”

MarineGEO captures reef change

After completing her Ph.D. at the Scripps Institution of Oceanography, Maggie Johnson joined the Smithsonian as a postdoctoral fellow with the MarineGEO program. She carried out the first phase of her research at the Bocas Del Toro Research Station, on Panama's Caribbean coast, where she combined lab experiments with more than 100 hours of underwater field research.

With a high-tech water sampling system and some DIY ingenuity involving PVC pipes, transparent plastic sheets, heavy chains and cinderblocks, Johnson and her team measured coral growth rates in watertight tent-like enclosures. They deployed PVC plates around the Bocas lagoons, which they will retrieve later in 2018 to study the diverse reef life that grew on the artificial surfaces. She

Cambios pasados en el clima de la Tierra han resultado en mares más cálidos y ácidos que albergan arrecifes de coral saludables. Pero la tasa actual de cambio es nueva: este nivel de acidez no se ha visto en el registro geológico desde hace unos 300 millones de años. “El problema no es tanto la acidificación, sino la velocidad a la que está sucediendo”, comentó Johnson, quien también pone a los coralinos en condiciones de pH variable que pueden apuntar a una capacidad de adaptación. “Podemos encontrar diferentes poblaciones de coralinos que son más resistentes, pero el cambio está sucediendo tan rápido que muchos no podrán adaptarse”.

MarineGEO capta el cambio del arrecife

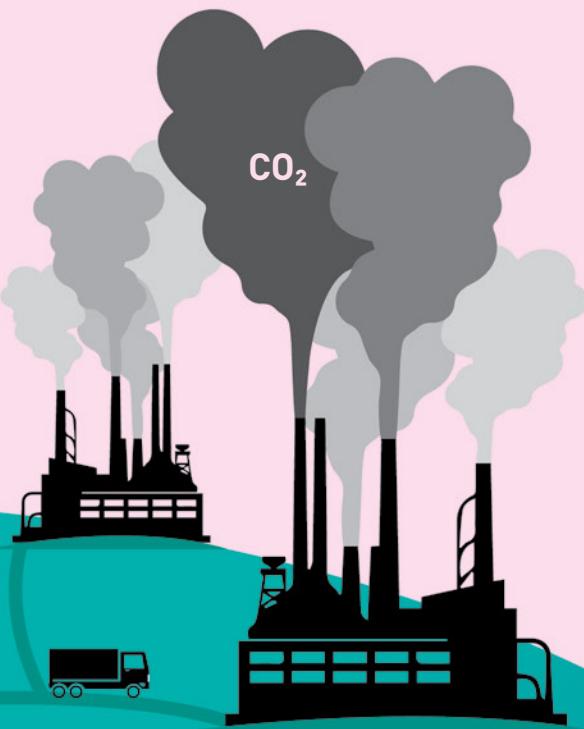
Después de completar su Ph.D. en la Institución de Oceanografía Scripps, Maggie Johnson se unió al Smithsonian como becaria postdoctoral con el programa MarineGEO. Realizó la primera fase de su investigación en la Estación de Investigación en Bocas Del Toro, en la

HOW DOES OCEAN ACIDIFICATION WORK?

Excess atmospheric carbon dioxide (CO₂) is absorbed by ocean water, which becomes more acidic as a result. Increased acidity hinders corals and shellfish as they build the hard skeletons they need to survive.

¿CÓMO FUNCIONA LA ACIDIFICACIÓN DEL OCÉANO?

El exceso de dióxido de carbono atmosférico (CO₂) es absorbido por el agua del océano, que como resultado se vuelve más ácida. El aumento de la acidez afecta a los corales y a los moluscos a medida que estos construyen sus esqueletos duros, necesarios para sobrevivir.



1

Carbon enters atmosphere
El carbono entra en la atmósfera

2

Carbon enters ocean
El carbono entra en el océano

Measured in parts per million by volume, atmospheric CO₂ was about **280 ppmv** for tens of thousands of years before the Industrial Revolution. In April 2017, it topped **410 ppmv** for the first time in millions of years.

Medido en partes por millón por volumen, el CO₂ atmosférico fue de aproximadamente **280 ppmv** durante decenas de miles de años antes de la Revolución Industrial. En abril de 2017, superó los **410 ppmv** por primera vez en millones de años.

1 Carbon enters atmosphere

Carbon dioxide enters the atmosphere through deforestation (as dead trees burn or rot) and when we burn fossil fuels such as coal and oil, liberating carbon that was stored in plants millions of years ago.

2 Carbon enters ocean...

About **26%** of carbon emissions are absorbed by the ocean.

3 ...and interacts with water

In the top level of the ocean, carbon dioxide molecules combine with water molecules (H_2O). This reaction creates carbonic acid (H_2CO_3).

4 Another chemical reaction

Carbonic acid molecules break apart into molecules of bicarbonate and into hydrogen ions, or H^+ .

5 Acidity increases

The release of hydrogen ions, H^+ , increases acidity of water and the concentration of carbonate ions in the ocean decreases. Carbonate ions are needed by corals and sea creatures to build their skeletons and shells.

El carbono entra en la atmósfera

El dióxido de carbono entra a la atmósfera a través de la deforestación (cuando los árboles muertos se queman o se descomponen) y cuando quemamos combustibles fósiles como el carbón y el petróleo, liberando el carbono que se almacenó en las plantas hace millones de años.

El carbono entra en el océano...

Alrededor del **26%** de las emisiones de carbono son absorbidas por el océano.

...e interactúa con el agua

En el nivel superior del océano, las moléculas de dióxido de carbono se combinan con moléculas de agua (H_2O). Esta reacción crea ácido carbónico (H_2CO_3).

Otra reacción química

Las moléculas de ácido carbónico se descomponen en moléculas de bicarbonato y en iones de hidrógeno o H^+ .

La acidificación aumenta

La liberación de iones de hidrógeno, H^+ , aumenta la acidez del agua y la concentración de iones de carbonato en el océano disminuye. Los iones de carbonato son necesarios para los corales y las criaturas marinas para construir sus esqueletos y conchas.

3

Interacts with water

Interactúa con el agua



4

Carbonic acid breaks apart

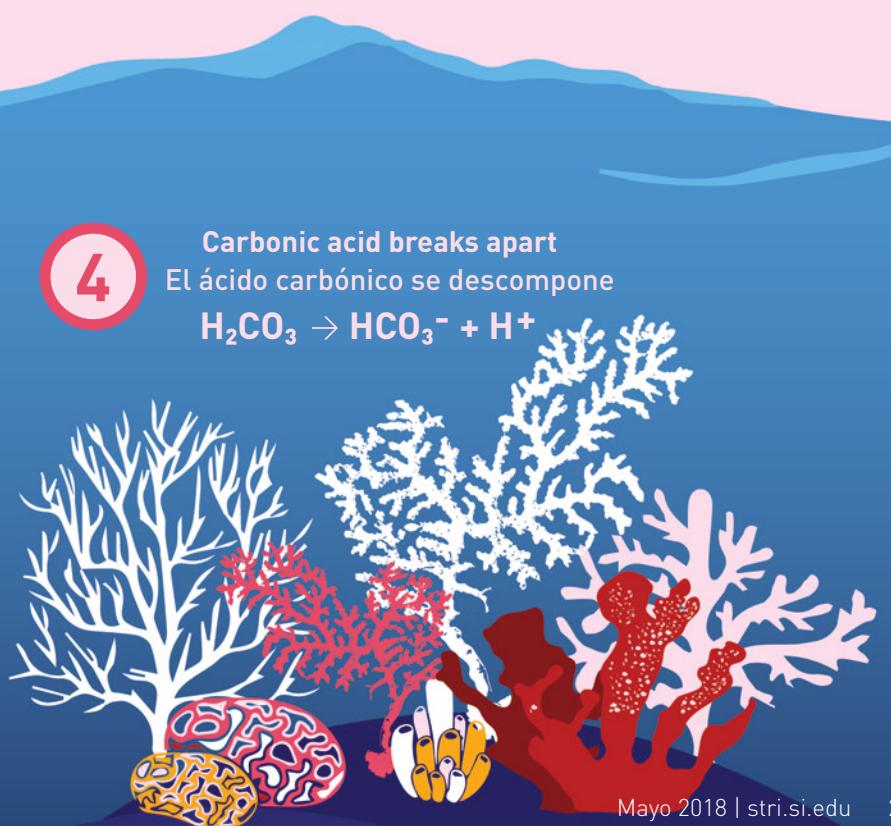
El ácido carbónico se descompone



5

Acidity increases

La acidificación aumenta





Maggie Johnson injects a non-toxic indicating dye into a watertight tent used to measure calcification of coral during her 2017 field research campaign in Bocas Del Toro, Panama. The dye does not harm marine organisms. | Maggie Johnson inyecta un tinte indicativo no tóxico en una tienda de campaña hermética para medir la calcificación del coral durante su campaña de investigación de campo del 2017 en Bocas Del Toro, Panamá. El tinte no afecta a los organismos marinos.

also established permanent 50-meter transects where she photographed the same spots on different occasions — and documented a strong coral bleaching event in 2017.

“We’ve actually seen some pretty incredible changes in some of the reefs around Bocas in the short time that I’ve been here,” says Johnson. “The next step will be to go back to those plots six months later and see how those corals fared following that bleaching event. Did they die? Did they survive? And what happened to that portion of the reef?”

Along with making breakthroughs on ocean acidification, Johnson’s work aims to establish baseline data for the MarineGEO network, which researchers will be able to build upon decades into the future. Johnson has already applied some of her protocols to MarineGEO sites in Florida, Belize and Panama’s Coiba National Park, just across the isthmus in the Pacific.

“Maggie developed a fantastic project. It’s both conceptually interesting and relevant to practical threats to reefs,” said Emmett Duffy, the director of the MarineGEO/Tennenbaum Marine Observatories Network. “The work she does adds a set of unique and powerful tools to the MarineGEO toolkit.” **T**

costa caribeña de Panamá, donde combinó experimentos de laboratorio con más de 100 horas de investigación de campo bajo el agua.

Con un sistema de muestreo de agua de alta tecnología y un poco de ingenio, que involucra tuberías de PVC, láminas de plástico transparente, cadenas pesadas y bloques de hormigón, Johnson y su equipo midieron las tasas de crecimiento de los corales en recintos herméticos tipo carpeta. Desplegaron placas de PVC alrededor de las lagunas de Bocas, que recuperarán más tarde en el 2018 para estudiar la vida diversa del arrecife que creció en las superficies artificiales. También estableció transectos permanentes de 50 metros donde fotografió los mismos puntos en diferentes ocasiones y documentó un fuerte evento de decoloración de los corales en el 2017.

“De hecho, hemos visto algunos cambios bastante increíbles en algunos de los arrecifes de Bocas en el corto tiempo que he estado aquí”, comentó Johnson. “El siguiente paso será regresar a esas parcelas seis meses después y ver cómo les fue a los corales después de ese evento de blanqueamiento. ¿Murieron? ¿Sobrevivieron? ¿Y qué pasó con esa parte del arrecife?

STATS | DATOS

As part of her MarineGEO fellowship, Maggie Johnson spent about one year based at STRI's Bocas Del Toro Research Station. Here are some numbers from her intensive field year. Como parte de su beca MarineGEO, Maggie Johnson estuvo aproximadamente un año en la Estación de Investigación de STRI en Bocas Del Toro. Aquí hay algunos números de su intensivo año de campo.

150 Dives
Inmersiones

130-140 Hours underwater
Horas bajo el agua

80 Hours average work week
Horas semanal laboral promedio

8 Separate independent and collaborative projects initiated
Proyectos independientes y colaborativos iniciados

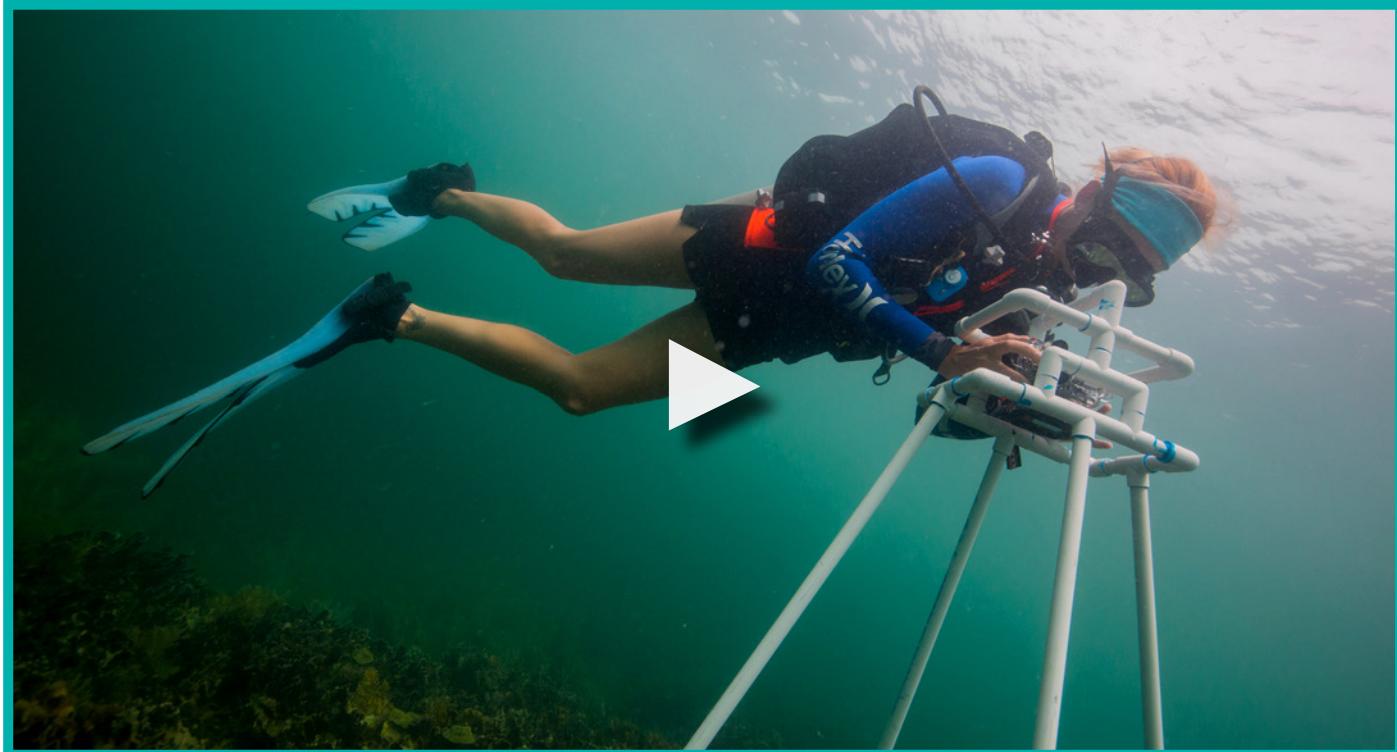
Además de lograr avances en la acidificación de los océanos, el trabajo de Johnson tiene como objetivo establecer datos de referencia para la red MarineGEO, en que los investigadores podrán construir por décadas en el futuro. Johnson ya ha aplicado algunos de sus protocolos a los sitios de MarineGEO en Florida, Belice y el Parque Nacional Coiba de Panamá, justo al otro lado del Istmo en el Pacífico.

“Maggie desarrolló un proyecto fantástico. Es conceptualmente interesante y relevante para las amenazas prácticas a los arrecifes”, comentó Emmett Duffy, director de MarineGEO / Tennenbaum Marine Observatories Network. “El trabajo que hace agrega un conjunto de herramientas únicas y potentes al kit de herramientas de MarineGEO”. 

WATCH THE VIDEO VEA EL VIDEO

⊕ “How coral reefs will survive in an era of a rapidly acidifying ocean”
“¿Cómo los arrecifes de coral sobrevivirán en una era rápida acidificación de los océanos?

On YouTube’s Smithsonian Tropical Research Institute channel
En el canal de YouTube del “Smithsonian Tropical Research Institute”





Through the eyes of a fish A través de los ojos de un pez

A school of grunts navigate a coral reef in Panama's Las Perlas Archipelago in January 2018. | Una escuela de peces ronco navega por un arrecife de coral en el archipiélago de Las Perlas de Panamá en enero de 2018. Photos by | Fotos por: Sean Mattson

Bright orange corals, purple sponges and green algae create homes for one of the greatest concentrations of biodiversity in the world: the coral reefs. Of their denizens, tropical reef fishes are perhaps the most multi-hued of all. Cleaner fish sport a two-tone combination of blue and yellow. Hamlets vary from dark shades of blue to bright mixes of yellow, white and iridescent green. Some fish are deep red, others black with fluorescent blue dots, still more sport flashy combinations of silver, yellow and turquoise.

But that is just the canvas we humans can see. Many fish perceive an entirely different seascape where ultraviolet light is just as important — or in some cases, even more — than our standard channels of red, green and blue. Sea water alters the scene as well. Murky green or crystal blue environments conspire against all water-immersed organisms' perception of color, as does depth. At about 10 meters below the surface, most ultraviolet light has been absorbed. At another extreme, some fish are color blind, rendering their own fancy colors (but perhaps not their patterns) rather inconspicuous to their eyes. So why bother to evolve an attractive pattern of yellow and green if all you can see is a greyish smudge? Perhaps that pattern is not meant for members of their own species.

These are just a few of challenges confronting Michele Pierotti, a Smithsonian fellow, who is learning to see tropical marine environments through the eyes of fishes.

"When we dive over a coral reef, we find ourselves in the midst of a busy underwater metropolis crisscrossed by a myriad of visual signals, colors and behaviors," says Pierotti. "These signals are meant not for our eyes but for one or many other underwater creatures. Those eyes might be looking for the familiar colors of a partner, the mimetic silhouette of a lurking predator, the unmistakable hues of a cleaner fish at its station, or the warning coloration of an aposematic nudibranch."

Pierotti has spent much of the last two years diving and collecting fishes from either side of the Isthmus of Panama. A globally unique natural evolutionary experiment, the rise of the isthmus split a single, homogenous ocean into Atlantic and Pacific some three million years ago. Many of the fish species found on either side today are direct descendants of single species that were divided by this Central American barrier. While local conditions may vary, the Eastern Tropical Pacific is generally greenish and nutrient-rich, while the Caribbean is clear blue. Because

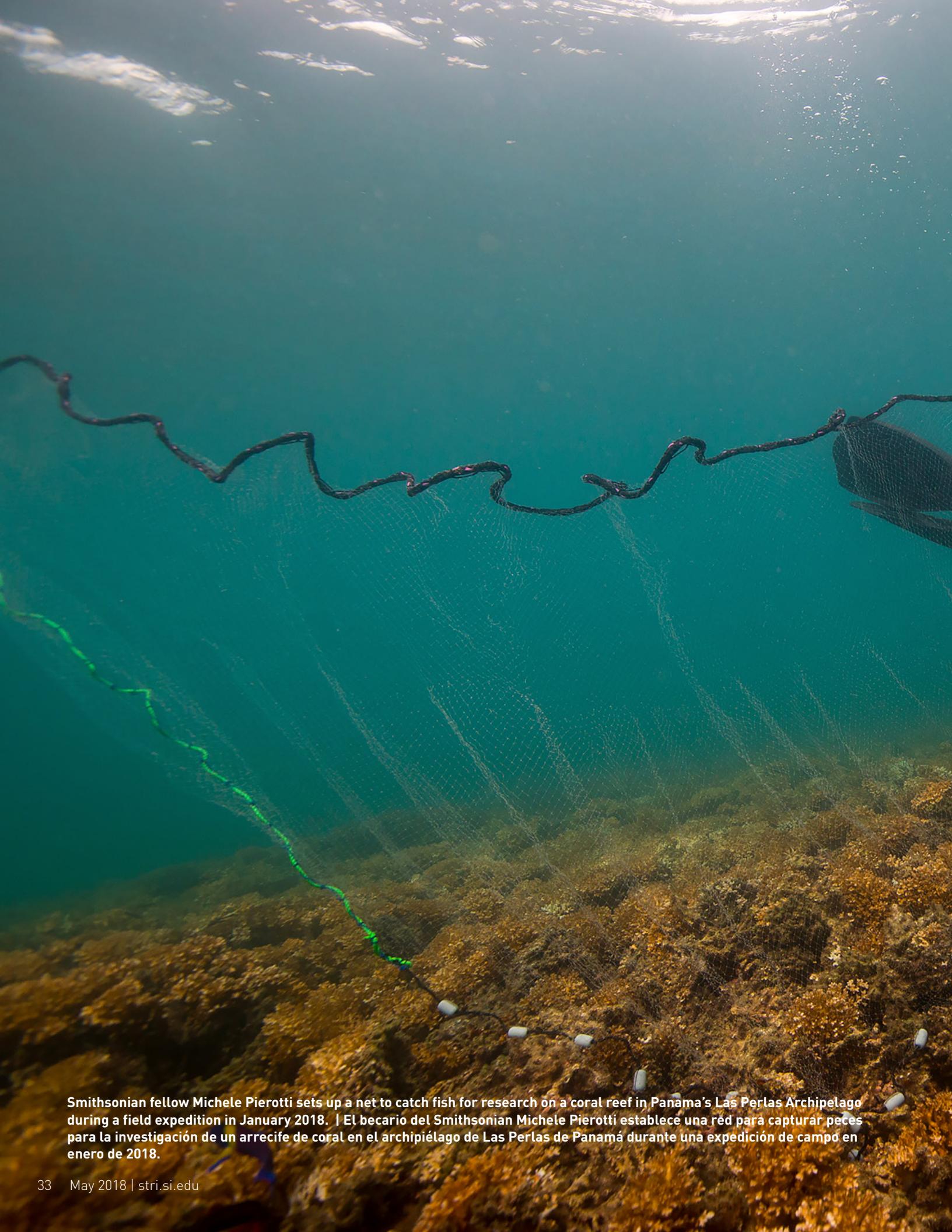
Los corales de color naranja brillante, las esponjas púrpuras y las algas verdes crean hogares para una de las mayores concentraciones de biodiversidad en el mundo: los arrecifes de coral. De sus habitantes, los peces de arrecife tropical son quizás los más multicolores de todos. Los peces limpiadores muestran una combinación de dos tonos de azul y amarillo. Los hamlets varían de tonos oscuros de azul a brillantes mezclas de amarillo, blanco y verde iridiscente. Algunos peces son de color rojo oscuro, otros negros con puntos azules fluorescentes, y aún más combinaciones llamativas de colores plateado, amarillo y turquesa.

Pero ese es solo el lienzo que los humanos podemos ver. Muchos peces perciben un paisaje marino completamente diferente donde la luz ultravioleta es tan importante, o en algunos casos incluso más, que nuestros canales estándar de rojo, verde y azul. El agua de mar también altera la escena. Los ambientes turbios de color verde o azul cristalino conspiran contra la percepción del color de todos los organismos inmersos en agua, al igual que la profundidad. A unos 10 metros debajo de la superficie, la mayoría de la luz ultravioleta ha sido absorbida. En otro extremo, algunos peces son daltónicos, lo que hace que sus propios colores extravagantes (pero quizás no sus patrones) sean muy poco llamativos para sus ojos. Entonces, ¿por qué molestarse en desarrollar un patrón atractivo de amarillo y verde si todo lo que puedes ver es una mancha grisácea? Tal vez ese patrón no sea para los miembros de su propia especie.

Estos son solo algunos de los desafíos que enfrenta Michele Pierotti, un becario italiano en el Smithsonian, que está aprendiendo a observar los ambientes marinos tropicales a través de los ojos de los peces.

"Cuando nos zambullimos en un arrecife de coral, nos encontramos en medio de una ocupada metrópolis submarina, entrecruzada por una miríada de señales visuales, colores y comportamientos", comentó Pierotti. "Estas señales no son para nuestros ojos sino para una o muchas criaturas submarinas. Esos ojos podrían estar buscando los colores familiares de una pareja, la silueta mimética de un depredador al acecho, los tonos inconfundibles de un pez limpiador en su estación, o la coloración de advertencia de un nudibranquio aposemático".

Pierotti ha pasado gran parte de los últimos dos años



Smithsonian fellow Michele Pierotti sets up a net to catch fish for research on a coral reef in Panama's Las Perlas Archipelago during a field expedition in January 2018. | El becario del Smithsonian Michele Pierotti establece una red para capturar peces para la investigación de un arrecife de coral en el archipiélago de Las Perlas de Panamá durante una expedición de campo en enero de 2018.



“If you want to catch what people are saying, you have to understand their language. That’s the core of what I’m doing; learning to read the languages of coral reef fish.

Si quiere captar lo que dice la gente, debe entender su idioma. Ese es el núcleo de lo que estoy haciendo; aprendiendo a leer los idiomas de los peces de arrecifes de coral.”

~ Michele Pierotti

environmental conditions influence the evolution of vision, these recently separated sister species are ideal candidates for research.

By studying the eyes of closely related species of wrasses, scorpionfishes, grunts, groupers and damselfish — among many others — Pierotti is discovering how environmental factors cause local adaptations in vision. Even if they have long been separated by the isthmus, genetically these fish still share most of their genome. And because the genes that control for vision are well known, Pierotti can see exactly how the sequences of these genes are modified in response to selection for optimal vision in the Caribbean or in the East Pacific. This work will lead to deeper understanding of the genetic drivers of vision, in general.

(To learn how Pierotti tests vision in fish, see video on page 39.)

Lessons for humans, environment

One reason scientists study fish vision is that many fish species' vision is similar to humans'. Basic genetic understanding of human vision is relatively new to science, and insights garnered from fish have the potential to address vision disorders, including the genetic roots of disease, in humans.

Understanding fish vision is important to learning how fish adapt to pollution in the water, most importantly, to reduced visibility. Pierotti points to two well-known cases that hold important lessons about how drastic humans can influence fish biodiversity, behavior and survival. In Africa's Lake Victoria, where Pierotti did his Ph.D. work, a once super-diverse group of cichlids essentially

buceando y colectando peces de ambos lados del Istmo de Panamá. Un experimento evolutivo natural único en el mundo, el surgimiento del Istmo, hace unos tres millones de años, dividió un océano único y homogéneo en lo que hoy conocemos como el Atlántico y el Pacífico. Muchas de las especies de peces que se encuentran en ambos lados son descendientes directos de especies individuales que fueron divididas por esta barrera centroamericana. Si bien las condiciones locales pueden variar, el Pacífico Tropical Oriental es generalmente verdoso y rico en nutrientes, mientras que el Caribe es azul claro. Debido a que las condiciones ambientales influyen en la evolución de la visión, estas especies hermanas recientemente separadas son candidatos ideales para la investigación.

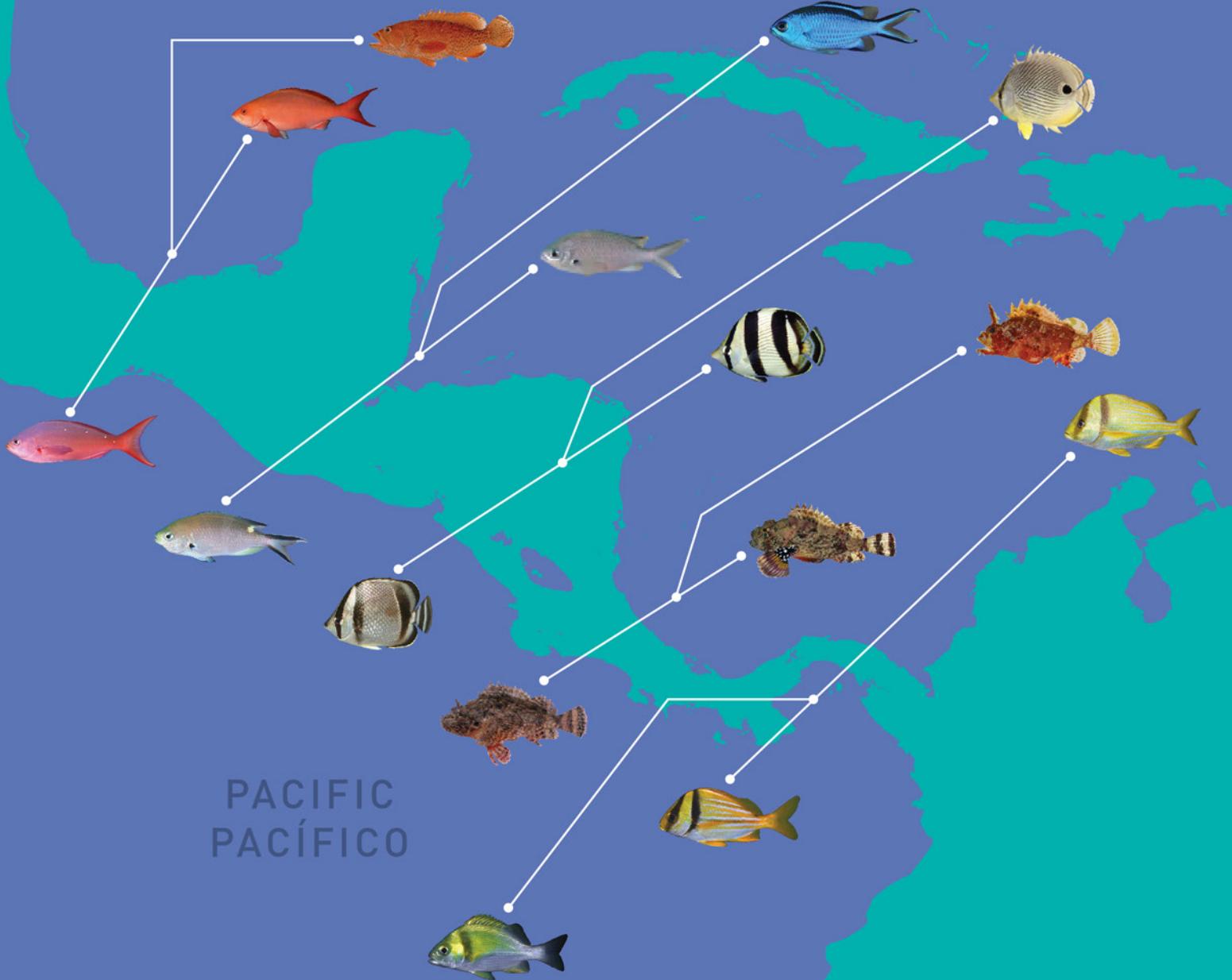
Al estudiar los ojos de especies estrechamente relacionadas de láridos, rocotes, roncos, meros y damiselas, entre muchos otros, Pierotti está descubriendo cómo los factores ambientales causan adaptaciones locales en la visión. Incluso si durante mucho tiempo han estado separados por el Istmo, genéticamente estos peces aún comparten la mayor parte de su genoma. Y debido a que los genes que controlan la visión son bien conocidos, Pierotti puede ver exactamente cómo se modifican las secuencias de estos genes en respuesta a la selección para una visión óptima en el Caribe o en el Pacífico Oriental. Este trabajo conducirá a una comprensión más profunda de los generadores de la visión, en general. (Para saber cómo Pierotti estudia la visión en los peces, vea el video en la página 39).

Lecciones para humanos, medio ambiente

Una de las razones por las que los científicos estudian la visión de los peces es porque, en muchas especies de peces, la visión es similar a la de los humanos. La comprensión genética básica de la visión humana es relativamente nueva para la ciencia y los conocimientos adquiridos del estudio de los peces tienen el potencial de abordar los trastornos de la visión en los humanos.

Comprender la visión de los peces es importante para aprender cómo estos se adaptan a la contaminación en el agua, lo que es más importante, a la visibilidad reducida. Pierotti señala dos casos bien conocidos que contienen importantes lecciones sobre cómo los humanos drásticamente pueden influir en la biodiversidad, el comportamiento y la supervivencia de los peces. En el lago Victoria de África, donde Pierotti hizo su trabajo de PhD., un grupo una vez súper diverso de cíclidos

CARIBBEAN CARIBE



PACIFIC PACÍFICO

Michele Pierotti studies vision in fish species that descended from common ancestors that lived before the Isthmus of Panama separated the Eastern Tropical Pacific and the Caribbean about three million years ago. | Michele Pierotti estudia la visión en especies de peces que descendieron de ancestros comunes que vivían antes de que el Istmo de Panamá separara el Pacífico Oriental Tropical y el Caribe hace unos tres millones de años.

underwent reverse-speciation, when their visually driven species recognition cues were disrupted by pollution. They subsequently crossbred themselves into hybrid swarms.

At the Achotines laboratory in Panama, where tuna are bred for research, perfectly healthy tuna larvae in some tanks mysteriously would not feed and eventually starved to death. Scientists discovered that the tanks where this happened did not receive enough full-spectrum light, and in particular the ultraviolet light that they need to see their otherwise transparent planktonic prey. Simply depriving larvae of some of the natural light spectrum, which could happen in polluted waters absorbing the sun's UV component, could prompt population extinctions.

"For example, when underwater light is altered, color patterns change appearance and prey that were successfully escaping visual predators might now find their camouflage ineffective," Pierotti says. "Coral reefs that are bleaching provide a very ineffective background for countless species across the globe that evolved camouflage against the corals' natural colors."

"The take-home message is that the integrity of our oceans, and how we manage the quality of their waters directly affects underwater life. And that, in turn, cascades quickly to entire ecological communities and, of course, our fisheries." T

esencialmente experimentó la especiación inversa, cuando sus señales de reconocimiento de especies visualmente impulsadas fueron interrumpidas por la contaminación. Posteriormente se cruzaron entre sí en enjambres híbridos.

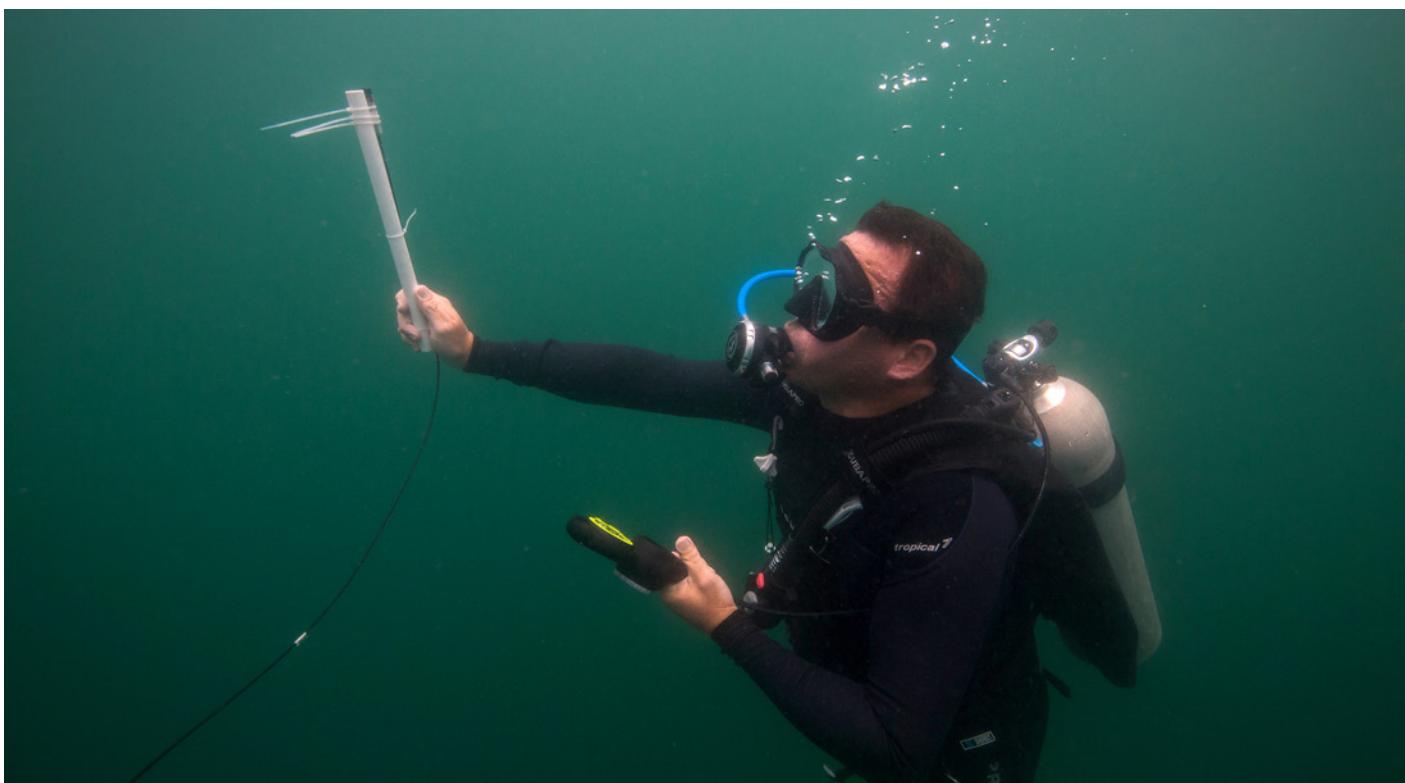
En el laboratorio de Achotines en Panamá, donde se crían atunes para investigación, larvas de atún perfectamente sanas en algunos tanques misteriosamente no se alimentaban y finalmente morían de hambre. Los científicos descubrieron que los tanques donde esto sucedió no recibieron suficiente luz de espectro completo, y en particular la luz ultravioleta que necesitan para ver a sus presas planctónicas transparentes. Simplemente privar a las larvas de parte del espectro de luz natural, que podría ocurrir en aguas contaminadas que absorben el componente solar del sol, podría provocar la extinción de la población.

"Por ejemplo, cuando se altera la luz subacuática, los patrones de color cambian la apariencia y las presas que escaparon con éxito de los depredadores visuales ahora pueden encontrar que su camuflaje es ineficaz", comentó Pierotti. "Los arrecifes de coral que se blanquean proporcionan un fondo muy ineficaz para innumerables especies en todo el mundo que desarrollaron el camuflaje contra los colores naturales de los corales".

"El mensaje final es que la integridad de nuestros océanos y la forma en que gestionamos la calidad de sus aguas afectan directamente la vida submarina. Y eso, a su vez, cae en cascada rápidamente a comunidades ecológicas enteras y, por supuesto, a nuestras pesquerías". T



Michele Pierotti dives with a small net he uses to catch fish for his experiments on vision during a field expedition to Panama's Las Perlas Archipelago in January 2018. | Michele Pierotti bucea con una pequeña red, que utiliza para capturar peces para sus experimentos de visión durante una expedición de campo al Archipiélago de Las Perlas de Panamá en enero de 2018.



STRI's dive safety officer Raúl De León holds a spectrometer while taking measurements in Panama's Las Perlas Archipelago during a day trip in April 2018. Smithsonian fellow Michele Pierotti registers the measurements transmitted via fiber optic cable to the research vessel above. | El oficial de seguridad de buceo de STRI, Raúl De León, sostiene un espectrómetro mientras toma medidas en el archipiélago Las Perlas de Panamá durante una expedición en abril de 2018. Michele Pierotti del Smithsonian registra las mediciones transmitidas a través del cable de fibra óptica al barco de investigación.

What can you do with a micro-spectrophotometer?

In a pitch-dark laboratory, visual ecologist Michele Pierotti examines the retinas of fish using a micro-spectrophotometer, or MSP. This complex device shines a very narrow beam of monochromatic light through a single cone or rod in the fish retina, allowing Pierotti to measure the spectrum of light absorbed by the cell. A cone sensitive to green, for example, will absorb light in the green portion of the spectrum. By measuring individual cones and rods across the retina, Pierotti learns about the fish's sensitivity to colors.

That's only the first part of the equation. To understand what these fish eyes see underwater, Pierotti scuba dives with a state-of-the-art underwater spectrometer to measure how light travels at different depths of the ocean. He pairs this information to the data from the fish retinas to closely approximate what fish see in the different light environments they encounter.

¿Qué puedes hacer con un micro-espectrofotómetro?

En un laboratorio oscuro, el ecólogo visual Michele Pierotti examina las retinas de peces usando un micro-espectrofotómetro o MSP por sus siglas en inglés. Este complejo dispositivo brilla con un rayo muy fino de luz monocromática a través de un único cono o bastoncillo en la retina del pez, lo que permite a Pierotti medir el espectro de luz que absorbe la célula. Un cono sensible al color verde, por ejemplo, absorberá luz en la parte verde del espectro. Midiendo conos y bastoncillos individuales a través de la retina, Pierotti aprende sobre la sensibilidad del pez ante los colores.

Esa es solo la primera parte de la ecuación. Para entender lo que estos ojos de pez ven bajo el agua, Pierotti bucea con un espectrómetro subacuático de última generación y mide cómo la luz viaja a diferentes profundidades del océano. Combina esta información con los datos de las retinas de peces para aproximarse mucho a lo que los peces ven en los diferentes entornos de luz que encuentran.

Vision genes

Pierotti's research also explores the genetic underpinnings of visual sensitivity. He does this by studying the characteristics of opsins, which are the family of genes responsible for image-forming light sensitivity in the eye. In all vertebrates, vision is mediated by the photon-sensitive cells of the retina, the rods and the cones. These specialized light antennas are packed with photopigment molecules, formed by a protein (the opsin) and a derivative of vitamin A. Various opsin classes are known in fishes, each responsible for absorbing light in different parts of the spectrum. Minor differences in the opsin sequence and its levels of expression in the retina are responsible for fine-tuning eye sensitivity to a particular region of the spectrum.

For each reef fish species studied with micro-spectrophotometry of individual cone cells, Pierotti uses next-generation retina transcriptomes to obtain the specific sequence and relative expression of each opsin gene class that is associated with each of those cone cell classes measured with MSP. This allows him to match a genotype (the opsin sequence) with its phenotype (their expression and the wavelength they are most sensitive to).

Genes de la visión

La investigación de Pierotti también explora las bases genéticas de la sensibilidad visual. Lo hace estudiando las características de las opsinas, que son la familia de genes responsables de la sensibilidad a la luz que forma la imagen en el ojo. En todos los vertebrados, la visión está mediada por las células de la retina sensibles al fotón, los bastoncillos y los conos. Estas antenas de luz especializadas están repletas de moléculas de fotopigmento, formadas por una proteína (opsina) y un derivado de la vitamina A. En los peces se conocen varias clases de opsina, cada una de las cuales absorbe la luz en diferentes partes del espectro. Las diferencias menores en la secuencia de opsina y sus niveles de expresión en la retina son responsables de afinar la sensibilidad ocular a una región particular del espectro.

Para cada especie de pez de arrecife estudiada con micro-espectrofotometría de células cónicas individuales, Pierotti utiliza transcriptomas de retina de última generación para obtener la secuencia específica y la expresión relativa de cada clase de gen opsina asociado con cada una de esas clases de células cónicas medidas con el MSP. Esto le permite unir un genotipo (la secuencia de opsina) con su fenotipo (su expresión y la longitud de onda a la que son más sensibles).



WATCH THE VIDEO

VEA EL VIDEO

⊕ “What is a Microspectrophotometer?”
“¿Qué es un micro-espectrómetro?”

On YouTube's Smithsonian Tropical Research Institute channel
En el canal de YouTube del “Smithsonian Tropical Research Institute”





RE-DEFINING PRISTINE RE-DEFINIENDO LO PRÍSTINO

→ Aaron O'Dea Lab
Bocas del Toro & Naos



Modern marine oxygen-deficiency research inspires search for fossil record

Location | Locación: Bocas del Toro

When Smithsonian alum Andrew Altieri published a groundbreaking study on how low oxygen, or hypoxia, decimates coral reefs, his colleague Aaron O'Dea got to thinking: Is there fossil evidence for hypoxia events?

Oxygen depleted “dead zones” can kill anything that can’t swim away, including corals and other tropical reef organisms. Warming and pollution are contributing factors.

“Are these hypoxic events novel or did they exist naturally in the past?” says O’Dea, whose team this March took cores at the same Caribbean lagoons where Altieri and colleagues did their research. In the lab, they will examine the samples for diagnostic signs of hypoxia by looking at the abundances of hypoxic-tolerant and intolerant animal fossils and by measuring oxygen and carbon isotopes in fossilized shells over the last 2,000 years.

“It’s an exploratory test but the question is fascinating,” says O’Dea.

CORES GALORE AND MORE

O’Dea’s lab is on a global core-taking spree, which began in French Polynesia last year and continued in Panama’s Las Perlas Archipelago this January. The lab is plotting expeditions for the coming months in Panama’s Coiba National Park and on reefs in the Western Pacific.

Two lab interns, in partnership with Panama’s science ministry, SENACYT, will continue their research projects. Abhy Verdurmen, who is studying at the University of Panama, asks if two species of sea bass (or corvina) are growing more quickly in response to hundreds of years of fishing pressure. Ramiro Solis, of UMIP, is compiling a unique

La investigación moderna sobre la deficiencia de oxígeno marino inspira la búsqueda de registros fósiles

Cuando el ex alumno del Smithsonian Andrew Altieri publicó un estudio pionero sobre cómo el bajo nivel de oxígeno, o hipoxia, diezma los arrecifes de coral, su colega Aaron O’Dea comenzó a pensar: ¿Existe evidencia fósil de eventos de hipoxia?

Las “zonas muertas” con agotamiento de oxígeno pueden matar cualquier cosa que no pueda nadar, incluidos los corales y otros organismos de arrecifes tropicales. El calentamiento y la contaminación son factores que contribuyen.

“¿Son novedosos estos eventos hipóticos o existieron naturalmente en el pasado?”, comentó O’Dea, cuyo equipo tomó en marzo núcleos en las mismas lagunas del Caribe donde Altieri y sus colegas hicieron su investigación. En el laboratorio, examinarán las muestras para detectar signos de hipoxia observando la abundancia de fósiles de animales tolerantes e intolerantes a la hipoxia y midiendo los isótopos de oxígeno y carbono en conchas fosilizadas de los últimos 2,000 años.

“Es una prueba exploratoria, pero la interrogante es fascinante”, comentó O’Dea.

ABUNDANCIA DE NÚCLEOS Y MÁS

El laboratorio de O’Dea se encuentra en una colecta de núcleos alrededor del mundo, que inició en la Polinesia Francesa el año pasado y continuó en enero en el archipiélago de Las Perlas. El laboratorio está planeando expediciones para los próximos meses en el Parque Nacional Coiba de Panamá y en los arrecifes del Pacífico Occidental.

Dos pasantes de laboratorio, en asociación con la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá, SENACYT, continuarán sus proyectos de investigación. Abhy Verdurmen,



Aaron O'Dea, Blanca Figuerola and Jorge Morales take a core from a coral reef in Las Perlas Archipelago during a January 2018 expedition. | Aaron O'Dea, Blanca Figuerola y Jorge Morales toman un núcleo de un arrecife de coral en el archipiélago de Las Perlas durante una expedición en enero de 2018. Photo by | Foto por: Sean Mattson

collection of microgastropods from both sides of the Isthmus of Panama, which will be an important tool for studying environmental changes in the fossil record through time.

"We would really like to estimate the variation that existed on coral reefs in the past," O'Dea says. "Without describing the breadth of variation, we run the risk of assuming that pristine was just one single state — a reef filled with sharks and healthy coral all across the world. Clearly, that cannot have been the case. The only way to quantify the gamut of variation in the past is through the fossil record. All these projects are designed to get us to think more critically about the effects of natural and human-caused changes on marine ecosystems."

que estudia en la Universidad de Panamá, se pregunta si dos especies de lubina (o corvina) crecen más rápidamente en respuesta a cientos de años de presión de la pesca. Ramiro Solís, de la Universidad Marítima Internacional de Panamá, UMIP, está compilando una colección única de microgastrópodos de ambos lados del Istmo de Panamá, que será una herramienta importante para estudiar los cambios ambientales en el registro fósil a través del tiempo.

"Realmente nos gustaría estimar la variación que existía en los arrecifes de coral en el pasado", comentó O'Dea. "Sin describir la amplitud de la variación, corremos el riesgo de suponer que lo prístino era un solo estado: un arrecife lleno de tiburones y coral saludable en todo el mundo. Claramente, ese no pudo haber sido el caso. La única manera de cuantificar la gama de variación en el pasado es a través del registro fósil. Todos estos proyectos están diseñados para que pensemos más críticamente sobre los efectos en los ecosistemas marinos de los cambios naturales y los cambios causados por el hombre".



HARD LIVES OF LARVAE LA DIFÍCIL VIDA DE LAS LARVAS

→ **Rachel Collin Lab**
Bocas del Toro & Naos



From cold temps to heat stress and oxygen depletion, marine larvae overcome hazards on the way to adulthood

Location | Locación: Bocas del Toro

At the same moment in each tide cycle, members of staff scientist Rachel Collin's lab drop a long plastic hose into the water off the dock at Naos Island Laboratories. Attached to a pump system operated by lab manager Isis Ochoa and intern Maribel Pinto, the hose suctions up microscopic life forms floating in the Bay of Panama to take back to the lab for analysis.

The dockside plankton sampling project is entering its third year under Collin's direction. Initial results point to an interesting trend: during Panama's upwelling season, when strong trade winds blow warm surface waters to the west and cold, nutrient-rich water rises to the surface, larval abundance decreases.

"There's more food for the larvae," says Collin. "You'd think it would be a good time to reproduce."

Collin suggests possible explanations: Perhaps the chilly water during the upwelling slows reproduction. Or the baking sun during Panama's dry season stresses out the adults, exposed in the intertidal zone during low tide. Lower oxygen concentrations in the deep-water conveyor belt used by the larvae to return to the coast during upwelling may also be a factor.

"One way to really test these ideas is to follow the same species in another area of the Tropical Eastern Pacific where there is no upwelling to see if we see the same patterns there," Collin says.

HOT, OXYGEN-POOR WATERS

Jane Weinstock, a Fulbright fellow in the Collin lab, spent a year sampling at different sites and depths to gauge the impact of hypoxia — oxygen deficiency — on larvae. Her research examines how the seasonal development of hypoxia on the Caribbean side of the

Desde las frías temperaturas hasta el estrés por calor y el agotamiento del oxígeno, las larvas marinas superan los peligros en el camino hacia la edad adulta

En el mismo momento de cada ciclo de marea, los miembros del laboratorio de la científica Rachel Collin dejan caer en el agua una larga manguera de plástico en el muelle en los Laboratorios de Isla Naos. Conectada a un sistema de bombeo, operado por la administradora de laboratorio Isis Ochoa y la pasante Maribel Pinto, la manguera aspira formas de vida microscópicas que flotan en la Bahía de Panamá, que luego son llevadas al laboratorio para su análisis.

El proyecto de muestreo de plankton en el muelle está entrando en su tercer año bajo la dirección de Collin. Los resultados iniciales apuntan a una tendencia interesante: durante la temporada de afloramiento de Panamá, cuando los fuertes vientos alisios soplan aguas superficiales cálidas hacia el oeste y las frías aguas, ricas en nutrientes ascienden a la superficie, la abundancia de larvas disminuye.

"Hay más comida para las larvas", comentó Collin. "Uno pensaría que sería un buen momento para reproducirse".

Collin sugiere posibles explicaciones: quizás el agua fría durante la surgencia atraza la reproducción. O el calcinante sol durante la estación seca de Panamá estresa a los adultos, expuestos en la zona intermareal durante la marea baja. Las concentraciones más bajas de oxígeno en la cinta transportadora oceánica de aguas profundas, utilizada por las larvas para regresar a la costa durante la surgencia, también pueden ser un factor.

"Una forma de probar realmente estas ideas es seguir a la misma especie en otra área del Pacífico Oriental Tropical donde no hay afloramientos para ver si se observan los mismos patrones allí", comentó Collin.



Isis Ochoa (right) and Maribel Pinto do a plankton pump at STRI's Naos Dock on Friday, March 23, 2018. Ochoa is the lab manager for STRI staff scientist Rachel Collin and Pinto is an undergraduate at the Universidad Internacional Marítima de Panamá (UMIP) who is doing her thesis work at the Collin Lab. | Isis Ochoa (der.) y Maribel Pinto bombean plancton en el muelle de STRI en Isla Naos el viernes 23 de marzo de 2018. Ochoa es administradora del laboratorio de la científica de STRI Rachel Collin y Pinto es estudiante de la Universidad Marítima Internacional de Panamá (UMIP) quien está haciendo su trabajo de tesis en el Laboratorio de Collin. Photo by | Foto por: Sean Mattson

Isthmus alters the number of larvae, the precursors of new young animals coming into to the ocean floor community.

Collin, the director of STRI's Bocas Del Toro Research Station, explains that hypoxia, usually associated with warming, can stress out or kill the community of creatures living on the sea floor. The community's rate of recovery will depend on what kind of larvae settle there.

Another study examined heat stress on eight species of sea urchins throughout their life stages — embryo, larva and adult — to find the weakest link in the life cycle. Early-stage embryos were the most susceptible but the researchers found a daunting situation for all stages.

"It looks like a lot of organisms are living very close to their thermal tolerance levels in Bocas," says Collin. "A degree or two of warming could cause a lot of problems."

AGUAS CÁLIDAS CON POCO OXÍGENO

Jane Weinstock, becaria Fulbright en el laboratorio de Collin, pasó un año muestreando en diferentes sitios y profundidades para medir en las larvas el impacto de la hipoxia (deficiencia de oxígeno). Su investigación examina cómo el desarrollo estacional de la hipoxia en el lado caribeño del Istmo altera el número de larvas, las precursoras de nuevos animales jóvenes que ingresan a la comunidad del fondo oceánico.

Collin, directora de la Estación de Investigación de STRI en Bocas Del Toro, explica que la hipoxia, generalmente asociada con el calentamiento, puede estresar o matar a la comunidad de criaturas que viven en el fondo del mar, y la tasa de recuperación de la comunidad dependerá de qué tipo de larva se asiente ahí.

Otro estudio examinó el estrés por calor en ocho especies de erizos de mar a lo largo de sus etapas de vida (embrión, larva y adulto) para encontrar el "eslabón más débil" en el ciclo de vida. Los embriones de etapa temprana fueron los más susceptibles, pero los investigadores encontraron una situación desalentadora para todas las etapas.

"Parece que muchos organismos en Bocas viven muy cerca de sus niveles de tolerancia térmica", comentó Collin. "Un grado o dos de calentamiento podría causar muchos problemas".



SEEKING SEABIRD SANCTUARY BUSCANDO UN SANTUARIO PARA AVES MARINAS

→ Héctor Guzmán Lab
Bocas del Toro & Naos



Seabird studies on uninhabited tropical island may lead to island's protection

Location | Locación: Isla Boná, Panamá

Chances are that if an animal is big enough to carry a satellite transmitter, Héctor Guzmán will try to tag it and track it.

Between expeditions to tag orcas in Galapagos and Chile, blue whales and humpbacks in Pacific Panama, and leatherback turtles in the Caribbean, the Smithsonian marine biologist is tagging seabirds in the Gulf of Panama.

Guzmán hopes to learn about the home feeding ranges of up to five species, including the iconic blue-footed booby, which may be in decline in its breeding areas due, in part, to El Niño events. The data will show where species compete with one another for fish — and where they vie with commercial fishers.

“There is increased international concern over competition for the same resources as fisheries,” said Guzmán, whose whale-tracking research prompted organized commercial vessel routes to lower the risk of fatal collisions. “They are, in a way, a victim of fisheries bycatch too.”

The study comes at a critical moment for the birds of Isla Bona, which is home to thousands of breeding pairs. Situated at prime location near the Panama Canal just 10 nautical miles from Taboga, a popular tourist island, Bona faces development pressures but is an ideal attraction for Panama’s growing ecotourism industry.

“If we gather enough valuable data about the birds, conservation groups can approach Panama’s Minister of the Environment with a proposal to create a reserve,” said Guzmán, whose seabirds program comprises population genetics analysis, a study of the impact of plastics on adult birds, and uses drones to count breeding populations. “This would allow us to continue long-term research and would make it possible for Panama to promote birdwatching tourism on the island.”

Los estudios de aves marinas en islas tropicales deshabitadas pueden conducir a la protección de la isla

Si un animal es lo suficientemente grande como para llevar un transmisor de satélite, lo más probable es que Héctor Guzmán tratará de etiquetarlo y rastrearlo.

Entre expediciones para etiquetar orcas en Galápagos y Chile, ballenas azules y ballenas jorobadas en el Pacífico de Panamá, y tortugas laúd en el Caribe, este biólogo marino del Smithsonian está marcando aves marinas en el Golfo de Panamá.

Guzmán espera aprender sobre los rangos de alimentación en el hogar de hasta cinco especies, incluyendo el icónico piquero de patas azules, que puede estar en declive en sus áreas de reproducción debido, en parte, a los eventos de El Niño. Los datos mostrarán dónde compiten las especies entre sí por los peces, y dónde compiten con los pescadores comerciales.

“Existe una mayor preocupación internacional sobre la competencia por los mismos recursos como la pesca”, comentó Guzmán, cuya investigación de rastreo de ballenas impulsó las rutas organizadas de buques comerciales para reducir el riesgo de colisiones fatales. “En cierto modo, también son víctimas de las capturas incidentales de la pesca”.

El estudio llega en un momento crítico para las aves de Isla Boná, que es hogar de miles de parejas reproductoras. Ubicada en un sitio privilegiado cerca del Canal de Panamá, a solo 10 millas náuticas de Taboga, una popular isla turística. Boná enfrenta presiones de desarrollo pero es una atracción ideal para la creciente industria del ecoturismo en Panamá.

“Si reunimos suficientes datos valiosos sobre las aves, los grupos conservacionistas pueden dirigirse al Ministerio de Ambiente de Panamá con una propuesta para crear una reserva”, comentó Guzmán, cuyo programa de aves marinas comprende el análisis de genética de poblaciones, un estudio del impacto de los plásticos en aves adultas y utiliza drones para contar las poblaciones reproductoras. “Esto nos permitiría continuar la investigación a largo plazo y haría posible que Panamá promoviera el turismo de observación de aves en la isla”.



Visiting researcher Meret Jucker looks at a nesting brown booby (*Sula leucogaster*) on Panama's Isla Bona on April 12, 2018. | La investigadora visitante Meret Jucker observa a un piquero marrón (*Sula leucogaster*) anidando en la Isla Boná de Panamá el 12 de abril del 2018. Photo by | Foto por: Sean Mattson



A magnificent frigatebird (*Fregata magnificens*) female sits with its chick in a nest on Panama's Isla Boná. | Una hembra de fragata magnífica (*Fregata magnificens*) con su polluelo en un nido en la Isla Boná, Panamá. Photo by | Foto por: Sean Mattson



INVADING THE HEMISPHERE INVAIDIENDO EL HEMISFERIO

→ **Mark Torchin Lab**
Bocas del Toro & Naos



Coastal study from Panama to Alaska discovers where marine invaders fare better

Location | Locación: Naos Island Marine Laboratories

Humans move marine species all over the world. The question Mark Torchin asks is why huge parts of the marine world aren't homogeneous...what keeps these organisms from moving in and becoming successful? Is it just a matter of time or will natural differences between regions keep some globally mobile invaders from spreading everywhere?

"Not only is this an interesting question in terms of testing ecological hypotheses, some of these introduced species are problematic," says Torchin. "We're trying to understand what limits distribution and abundance, and why some introduced species become abundant and cause problems."

"If you understand that, then you can potentially mitigate their impact."

A National Sciences Foundation-funded project allowed Torchin, Greg Ruiz (at the Smithsonian Environmental Research Center) and former Smithsonian fellow Amy Freestone (now at Temple University) to deploy hundreds of settlement plates in Alaska, California, Mexico and Panama. The plates collect a colorful assortment of sessile marine invertebrates — little critters like sponges that live on fixed surfaces —both native and introduced.

A goal of the study is to compare changes in biodiversity from cold northern latitudes to warm equatorial regions. As suspected, biodiversity increases, but the team's research shows that species interactions (like predation and competition) are stronger in the tropics and this appears to offer some resistance against invasive species.

The research has also demonstrated a trend in Panama: More species from the Caribbean side of Panama have invaded the Pacific than vice versa. But invasive species appear patchier in the Pacific — in surveys, 50 percent are found at only one site — when compared to the Caribbean, where most introduced species are present at 90 percent of the study sites.

Estudio costero desde Panamá hasta Alaska descubre que a los invasores marinos les va mejor

Los humanos mueven especies marinas por todo el mundo. La interrogante que se hace Mark Torchin es por qué grandes partes del mundo marino no son homogéneas... ¿qué impide que estos organismos se muevan y tengan éxito? ¿Es sólo cuestión de tiempo, o las diferencias naturales entre regiones evitarán que algunos invasores móviles globales se propaguen por todas partes?

"No solo es una pregunta interesante en términos de probar hipótesis ecológicas, algunas de estas especies introducidas son problemáticas", comentó Torchin. "Estamos tratando de entender qué limita la distribución y la abundancia, y por qué algunas especies introducidas se vuelven abundantes y causan problemas".

"Si entiendes eso, entonces puedes mitigar su impacto".

Un proyecto financiado por la Fundación Nacional de Ciencias permitió que Torchin, Greg Ruiz (en el Smithsonian Environmental Research Center) y la ex becaria del Smithsonian Amy Freestone (ahora en la Universidad de Temple) desplegar cientos de placas de asentamiento en Alaska, California, México y Panamá. Las placas recogen un surtido colorido de invertebrados marinos sésiles: pequeñas criaturas como esponjas que viven en superficies fijas, tanto nativas como introducidas.

Un objetivo del estudio es comparar los cambios en la biodiversidad desde las frías latitudes septentrionales hasta las cálidas regiones ecuatoriales. Como se sospecha, la biodiversidad aumenta, pero la investigación del equipo muestra que las interacciones entre las especies (como la depredación y la competencia) son más fuertes en los trópicos y esto parece ofrecer cierta resistencia contra las especies invasoras.

La investigación también ha demostrado una tendencia en Panamá: más especies del lado caribeño



STRI staff scientist Mark Torchin lowers a settlement plate weighted with a brick into the water off the dock at Naos Island Laboratories on December 2, 2015 as part of his lab's long-term study of biodiversity and invasive species across latitudinal gradients in the Pacific. | El científico de STRI, Mark Torchin, baja una placa de asentamiento cargada con un ladrillo en el muelle de los Laboratorios Marinos de Isla Naos el 2 de diciembre de 2015, como parte del estudio a largo plazo de su laboratorio sobre la biodiversidad y especies invasoras en gradientes latitudinales en el Pacífico. Photo by | Foto por: Sean Mattson

Next, Torchin plans to expand research to areas of Panama far from shipping routes and to protected areas like Coiba National Park, where predation may be higher than some overfished parts of the Pacific.

"Humans influence all aspects of biodiversity..." says Torchin. "...both the native species in a particular area and the introduced species we are actively moving around. So, humans can have a direct impact on native biodiversity, which may determine how a marine community responds to new invasions. Essentially, we are inadvertently tinkering with both ends of the equation."

de Panamá han invadido el Pacífico que viceversa. Pero las especies invasoras parecen más desiguales en el Pacífico; en los estudios, el 50 por ciento se encuentran en un solo sitio, en comparación con el Caribe, donde la mayoría de las especies introducidas están presentes en el 90 por ciento de los sitios de estudio.

Luego, Torchin planea expandir la investigación a áreas de Panamá, lejos de las rutas de navegación y áreas protegidas como el Parque Nacional Coiba, donde la depredación puede ser mayor que la de algunas partes sobreexplotadas del Pacífico.

"Los seres humanos influyen en todos los aspectos de la biodiversidad...", comentó Torchin. "...tanto las especies nativas en un área particular como las especies introducidas que estamos moviendo activamente. Entonces, los humanos pueden tener un impacto directo en la biodiversidad nativa, lo que puede determinar cómo responde una comunidad marina a nuevas invasiones. Esencialmente, sin darnos cuenta estamos jugando con ambos extremos de la ecuación".



A DAMSELFISH MOVES TO MEXICO UNA DAMISELA SE MUDA A MÉXICO

→ Ross Robertson Lab
Bocas del Toro & Naos



An Indo-Pacific damselfish takes hold on the other side of the globe

Location | Locación: Bocas del Toro

Mexican scientists first noticed the Indo-Pacific damselfish in the Southwestern Gulf of Mexico in 2013. Now *Neopomacentrus cyanomos* is so well established that it can number as many as 100 per square meter on oil platforms there, reports Smithsonian staff scientist Ross Robertson, who estimated a population of as many as 100,000 living on the stilts of a single small oil rig, in a study published early this year.

“It is an incredible density, all of alien fish, with virtually no native damselfishes present on that same oil rig,” says Robertson, who believes the fish were transported to the Mexican offshore oil fields by one or more oil rigs towed from Singapore or other construction sites in the northwest Pacific or northern Indian Ocean.

The discovery sets in motion numerous new avenues of research. Firstly, Robertson and colleagues want to figure out why the shiny grey-and-blue damselfish has been so successful and if it will have an impact on the native marine fauna.

“A lot of people tend to regard species like this as all bad,” says Robertson, who plans another research trip to the Gulf of Mexico this summer. “My hunch is they’re not going to do very much. They’re just another mouth and morsel added to the fauna.”

The fish are planktivores and may compete with a couple of local species. But, if they don’t become so abundant they squeeze out native fishes, they may benefit the larger ecosystem by simply be an additional food option for predators further up the food chain. It also appears they left their native parasites behind — samples so far show that the few parasites they carry are all native to the gulf.

N. cyanomos in Mexico comes in the two different lineages found in the Indian Ocean and the Northwest Pacific. Robertson and colleagues are studying their genetic makeup to better understand their relationship to their kin on the other side of the globe. They also plan to investigate if they are

Una damisela del Indo-Pacífico se asienta en el otro lado del globo

Los científicos mexicanos notaron por primera vez a la damisela del Indo-Pacífico en el sudoeste del Golfo de México en el 2013. El científico del Smithsonian, Ross Robertson informa que ahora, la *Neopomacentrus cyanomos* está tan bien establecida que puede llegar a encontrar hasta 100 individuos por metro cuadrado en plataformas petroleras del área, y estimó una población de hasta 100,000 viviendo en los zancos de una pequeña plataforma petrolera, en un estudio publicado a principios de este año.

“Es una densidad increíble, todos los peces foráneos, prácticamente sin damiselas nativas presentes en la misma plataforma petrolera”, comentó Robertson, quien cree que los peces fueron transportados a los sitios petroleros en aguas mexicanas por una o más plataformas petroleras remolcadas desde Singapur u otros sitios de construcción en el noroeste del Pacífico o el norte del Océano Índico.

El descubrimiento pone en marcha numerosas nuevas vías de investigación. En primer lugar, Robertson y sus colegas quieren descubrir por qué la brillante damisela gris y azul ha tenido tanto éxito y si tendrá un impacto en la fauna marina nativa.

“Mucha gente tiende a considerar a especies como esta como malas”, comentó Robertson, quien planea otro viaje de investigación al Golfo de México este verano. “Mi coronada es que no van a hacer mucho. Son solo otra boca y un bocado agregado a la fauna”.

Los peces se alimentan de plancton y pueden competir con un par de especies locales. Pero, si no se vuelven tan abundantes que ayuente a los peces nativos, pueden beneficiar al ecosistema mayor al simplemente proporcionar una opción de alimento adicional para los depredadores que se encuentran más arriba en la cadena alimentaria. También parece que dejaron atrás a sus parásitos nativos: hasta ahora, las muestras señalan que los pocos parásitos



STRI staff scientist Ross Robertson discusses his current research projects at his office at Naos Island Laboratories in April 2018.
| El científico de STRI Ross Robertson habla sobre sus proyectos de investigación actuales en su oficina en los Laboratorios en la Isla de Naos en abril de 2018. Photo by | Foto por: Sean Mattson

undergoing genetic changes due to local selection pressure in their new environment.

“Genetically these two lineages are different enough that in some cases people would say they are two different species,” says Robertson.

que portan son todos nativos del Golfo.

La *N. cyanomos* en México se encuentra en los dos linajes distintos presentes en el Océano Índico y el Pacífico Noroeste. Robertson y sus colegas están estudiando su composición genética para comprender mejor su relación con sus parientes en el otro lado del mundo. También planean determinar si están experimentando cambios genéticos debido a la presión de selección local en su nuevo entorno.

“Genéticamente estos dos linajes son lo suficientemente diferentes para que en algunos casos las personas piensen que son dos especies distintas”, comentó Robertson.



PACIFIC-CROSSING CREATURES CRIATURAS QUE CRUZAN EL PACÍFICO

→ Haris Lessios Lab
Bocas del Toro & Naos



How genetically isolated is the marine fauna of Panama's Coiba National Park?

Location | Locación: Naos Island Marine Laboratories

Visitors to Panama's Coiba National Park can be forgiven for thinking they are in the middle of nowhere. The protected area is dozens of kilometers from the mainland — and many hundreds of kilometers removed from similar marine ecosystems of the Eastern Tropical Pacific extending from Peru to the Gulf of California.

But for many coral reef organisms in the ETP, these far-flung destinations are all part of a big, borderless neighborhood. A recent review of genetic data by STRI marine biologist Harilaos Lessios and Iliana Baums, associate professor of biology at Penn State University, showed that there is a high rate of gene flow between ETP organisms, even those that are habitually found in the shallow waters of coral reefs.

Ocean currents carry the planktonic form that many of these species take before reaching adulthood. High gene flow between sites allows species to retain cohesion — to avoid becoming new species — across these large distances.

“The compilation of existing data regarding gene flow of coral reef organisms shows that it is generally high,” the authors wrote in a chapter of *Coral Reefs of the Eastern Tropical Pacific*, a book published in 2017 and edited by former STRI scientist Peter Glynn.

There are caveats, of course. Gene flow is highest near the coast. Further out at sea, at Easter Island, for example, gene flow is virtually non-existent. And the study includes a few species that don't have larval forms and may face greater challenges in traversing long distances.

INDO-PACIFIC CONNECTION

High gene flow doesn't mean the ETP has a fully homogenous species inventory. Coiba's reefs, for

¿Qué tan genéticamente aislada es la fauna marina del Parque Nacional Coiba en Panamá?

Los visitantes al Parque Nacional Coiba en Panamá pueden ser perdonados por pensar que están en el medio de la nada. El área protegida se encuentra a decenas de kilómetros del continente, y a cientos de kilómetros de ecosistemas marinos similares del Pacífico Oriental Tropical, que se extiende desde Perú hasta el Golfo de California.

Pero para muchos organismos de arrecifes de coral en el Pacífico Oriental Tropical, estos destinos remotos forman parte de un gran vecindario sin fronteras. Una reciente revisión de datos genéticos realizada por el biólogo marino de STRI Harilaos Lessios e Iliana Baums, profesora asociada de biología en la Universidad Estatal de Pensilvania, mostró que existe una alta tasa de flujo genético entre organismos del Pacífico Oriental Tropical, incluso aquellos que se encuentran habitualmente en las aguas poco profundas de los arrecifes de coral.

Las corrientes oceánicas transportan la forma planctónica que muchas de estas especies toman antes de llegar a la edad adulta. El alto flujo de genes entre sitios permite a las especies mantener la cohesión, a través de estas grandes distancias, para evitar convertirse en nuevas especies.

“La compilación de datos existentes sobre el flujo genético de organismos de arrecifes de coral muestra que en general es alta”, escribieron los autores en un capítulo de *Coral Reefs of the Eastern Tropical Pacific*, un libro publicado en el 2017 y editado por el ex científico de STRI Peter Glynn.

Hay advertencias, por supuesto. El flujo de genes es más alto cerca de la costa. Más allá en el mar, en la isla de Pascua, por ejemplo, el flujo de genes es prácticamente inexistente. Y el estudio incluye algunas especies que no tienen formas larvarias y pueden enfrentar mayores desafíos al atravesar largas distancias.



STRI staff scientist Harilaos Lessios (left) gingerly holds a *Tripneustes depressus* sea urchin during a June 2015 field trip to Coiba. Lab assistant Axel Calderón (right) looks on. | El científico de STRI Harilaos Lessios (izq.) sostiene con cautela un erizo de mar *Tripneustes depressus* durante una expedición en junio del 2015 a Coiba. El ayudante de laboratorio Axel Calderón (der.) observa.

Photo by | Foto por: Alexandra Hiller

one, have a number of species that are not found in Panama's nearby Las Perlas Archipelago. A number of species of fish, as well as the coral-eating crown of thorns starfish and others are native to the Indo-Pacific, some 5,000 kilometers away.

These seafarers probably cross the formidable Eastern Pacific Barrier during El Niño events. The warmer-than-usual ocean speeds up the North Equatorial Current, giving larval forms the chance to disperse and settle in a suitable new environment like Coiba. (Las Perlas, with its seasonally cold upwelling events, is not a welcoming home for warm-water-only creatures from the Indo-Pacific.)

Even groups of fish living under a large floating log can make it across the Pacific, riding on this current. Lessios says the next major El Niño event will be the perfect time to explore Coiba's reefs for new arrivals.

"If there's a strong El Niño event, a species can arrive and settle successfully, if it finds the proper environmental conditions," says Lessios, who has published research on the phenomenon with STRI colleague Ross Robertson. "Given enough time, it sometimes happens."

CONEXIÓN INDO-PACÍFICO

Un alto flujo de genes no significa que el Pacífico Oriental Tropical tenga un inventario de especies completamente homogéneo. Los arrecifes de Coiba, por ejemplo, tienen una cantidad de especies que no se encuentran en el cercano archipiélago de Las Perlas. Varias especies de peces, así como la estrella de mar conocida como corona de espinas, que se alimenta de coral y otras, son originarias del Indopacífico, a unos 5,000 kilómetros de distancia.

Es probable que estos organismos marinos crucen la formidable barrera del Pacífico Oriental durante los eventos de El Niño. El océano más cálido de lo normal acelera la Corriente Ecuatorial Norte, dando a las formas larvales la oportunidad de dispersarse y establecerse en un nuevo entorno adecuado como Coiba. (Las Perlas, con sus eventos de afloramiento estacionalmente fríos, no es un hogar acogedor para las criaturas de aguas cálidas del Indo-Pacífico).

Incluso grupos de peces viviendo bajo un gran tronco flotante, pueden atravesar el Pacífico en esta corriente. Lessios comentó que el próximo gran evento de El Niño será el momento perfecto para explorar organismos recién llegados a los arrecifes de Coiba.

"Si hay un fuerte episodio de El Niño, una especie puede llegar y establecerse con éxito si encuentra las condiciones ambientales adecuadas", comentó Lessios, quien ha publicado una investigación sobre el fenómeno junto a Ross Robertson, su colega de STRI. "Dado el tiempo suficiente, a veces sucede".



Generous donation allows STRI to establish a living laboratory

Una generosa donación permite a STRI establecer un laboratorio vivo

Nearly 20 years ago, we received an extraordinary bequest from the estate of Manoucher Mohageri Bacheri, an Iranian pilot and nature enthusiast who lived in Panama. He entrusted Coibita Island to the Smithsonian Tropical Research Institute with the hope of contributing to the conservation of the spectacularly diverse biological and cultural environments of the Tropical Eastern Pacific. Following years of legal wrangling, competing court claims were recently resolved by the Supreme Court of the Republic of Panama. We anticipate STRI ownership of Coibita will appear in Panama's Public Registry in 2018.

This historic ruling represents a major step toward our dream of offering research stations to scientists from Panama and abroad who wish to study Panama's three distinct ocean environments — the Gulf of Panama, the Caribbean and now, the Gulf of Chiriquí, where the island is located in Coiba National Park.

The ruling's significance for science is not unlike the 1923 decision by Governor William Morrow to establish Barro Colorado Island as a reserve for scientific studies in the lowland tropics at the heart of the Panama Canal. Almost a century later, BCI is a world-renowned research destination and the epicenter for some of the greatest advances in our understanding of tropical ecosystems. Research on BCI is centered on one physical place, while Coibita is tiny island in a vast ocean extending for thousands of kilometers.

The Coiba archipelago in the Gulf of Chiriquí consists of more than 38 islands, half of which are unnamed. It connects with Costa Rica's Cocos Island, the Ecuador's Galapagos and Colombia's Malpelo Island, at the Mesoamerican heart of a marine corridor linking northern

Hace casi 20 años, recibimos un legado extraordinario de la propiedad de Manoucher Mohageri Bacheri, un piloto iraní y entusiasta de la naturaleza que vivía en Panamá. Encomendó a la Isla Coibita al Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales con la esperanza de contribuir a la conservación de los ambientes biológicos y culturales de espectacular diversidad del Pacífico Oriental Tropical. Después de años de disputas legales, las demandas judiciales concurrentes fueron resueltas recientemente por el Tribunal Supremo de la República de Panamá. Anticipamos que Coibita aparecerá como propiedad de STRI en el Registro Público de Panamá en el 2018.

Este histórico fallo representa un gran paso hacia nuestro sueño de ofrecer estaciones de investigación a científicos de Panamá y el extranjero que deseen estudiar los tres distintos océanos de Panamá: el Golfo de Panamá, el Caribe y ahora, el Golfo de Chiriquí, en el Parque Nacional Coiba donde se encuentra Coibita.

La importancia del fallo para la ciencia no difiere de la decisión adoptada en 1923 por el gobernador William Morrow de establecer Isla Barro Colorado (BCI por sus siglas en inglés) como reserva de estudios científicos en los trópicos de tierras bajas en el corazón del Canal de Panamá. Casi un siglo después, BCI es un destino de investigación de renombre mundial y el epicentro de algunos de los mayores avances en nuestra comprensión de los ecosistemas tropicales. La investigación sobre BCI se centra en un lugar físico, mientras que Coibita es una pequeña isla en un vasto océano que se extiende por miles de kilómetros.



Matthieu Leray peeks into a coral colony with a flashlight while diving in Coiba National Park as part of a field expedition in October 2017. | Matthieu Leray se asoma a una colonia de coral con una linterna mientras bucea en el Parque Nacional Coiba como parte de una expedición de campo en octubre de 2017. Photo by | Foto por: Sean Mattson

and southern polar regions. It is a region of stunning beauty and biodiversity. Coiba is the largest near-shore island in the Tropical Eastern Pacific, and Coibita is the third largest island in the archipelago at 242 hectares.

Prior to the court decision, our time horizon was annual. STRI security and facility staff faithfully sustained our presence there for more than 20 years maintaining basic facilities, making modest improvements and providing support for some basic research.

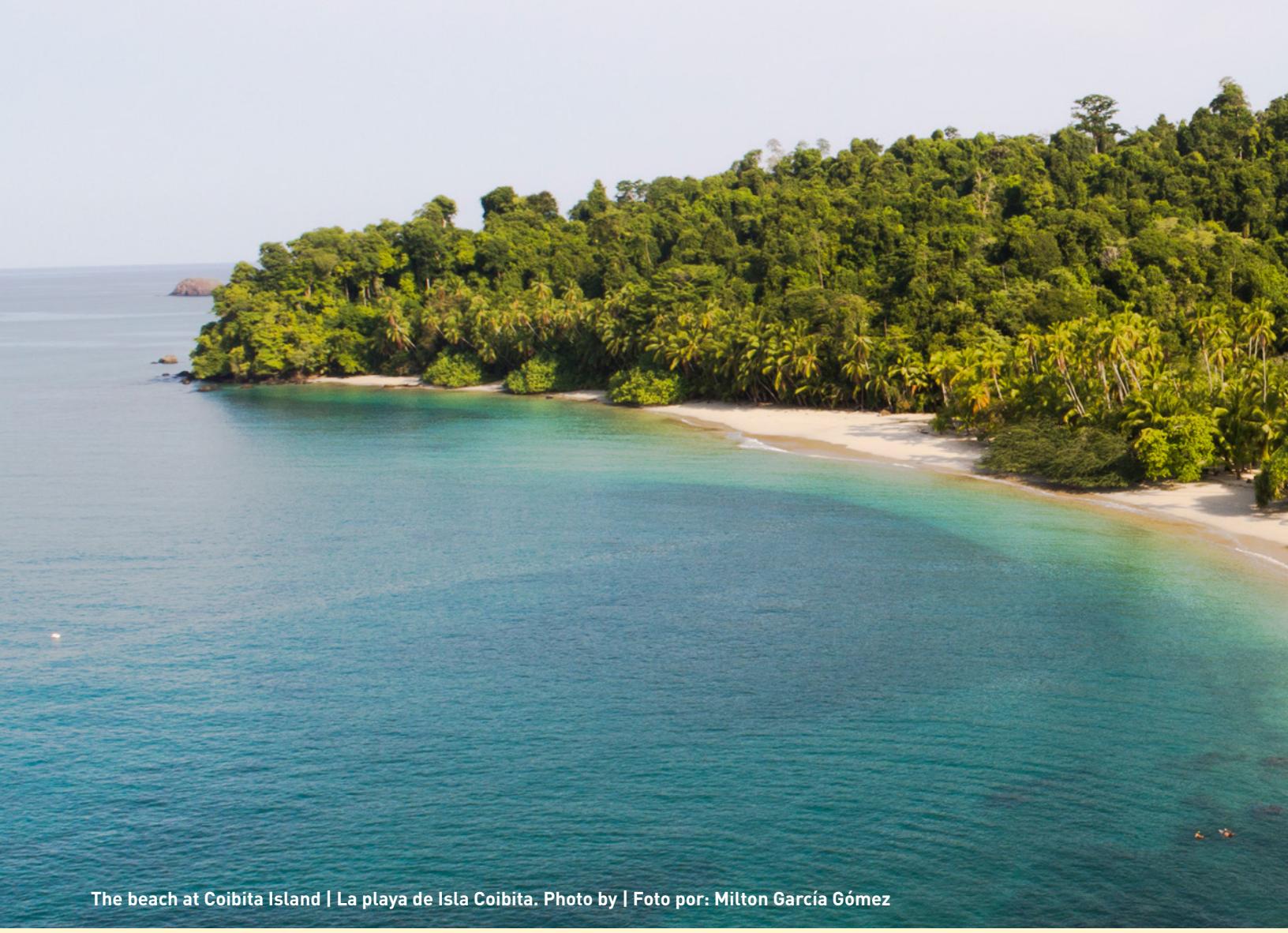
Now our horizon is decadal and beyond. STRI scientists will continue the laborious process of documenting the diversity of this region, implementing long-term monitoring studies, and establishing the necessary minimalist infrastructure to begin a new century of research. Research at our facility will complement work done at facilities being established on Coiba by Panama's Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación (SENACYT).

For years, STRI scientists Peter Glynn, Luis D'Croz, Héctor Guzmán and others used research vessels such as STRI's R.V. Urracá to explore the Coiba archipelago, with some 600 scientific publications to date, including basic botanical studies by Alicia Ibáñez and other members of the International Cooperative Biodiversity Group. These studies are the tip of the iceberg hinting at the absolutely

El archipiélago de Coiba en el Golfo de Chiriquí consta de más de 38 islas, la mitad de las cuales no tienen nombre. Conecta con la Isla de Cocos en Costa Rica, las Galápagos del Ecuador y la Isla de Malpelo en Colombia, en el corazón mesoamericano, de un corredor marino que une las regiones polares del norte y del sur. Es una región de impresionante belleza y biodiversidad. Coiba es la isla más grande cercana a la costa en el Pacífico oriental tropical, y Coibita es la tercera isla más grande del archipiélago en 242 hectáreas.

Antes de la decisión del tribunal, nuestro horizonte temporal era anual. El personal de seguridad e instalaciones de STRI mantuvo fielmente su presencia allí durante más de 20 años, manteniendo las instalaciones básicas, realizando mejoras modestas y brindando apoyo para algunas investigaciones básicas.

Ahora, nuestro horizonte es por décadas y más allá. Los científicos de STRI continuarán el laborioso proceso de documentar la diversidad de esta región, implementando estudios de monitoreo a largo plazo y estableciendo la infraestructura minimalista necesaria para iniciar un nuevo siglo de investigación. La investigación en nuestras instalaciones complementará el trabajo realizado en las instalaciones que se están estableciendo en Coiba por la Secretaría de Ciencia y Tecnología e Innovación de



The beach at Coibita Island | La playa de Isla Coibita. Photo by | Foto por: Milton García Gómez

breathtaking beauty and diversity of the broader Tropical Eastern Pacific.

Over the next five years, STRI scientists will begin systematic studies of the natural history of this extraordinary region, making use of technical advances to study processes of adaptation and accommodation at multiple levels, from genomics to physiology, behavior, ecology and evolution, to better understand how organisms respond to changing environments, and which characteristics make them more or less resilient to change.

Coastal shores and islands in the TEP continue to be heavily modified by humans dating back to the earliest records of humans in Panama, according to STRI archeologist Richard Cooke. Understanding the history of interactions between humans and their environment will provide insight for future change and help decision makers understand the potential consequences and provide options for sustainable alternatives. Developing enhanced research capabilities in the TEP is key to STRI's marine

Panamá (SENACYT).

Durante años, los científicos de STRI Peter Glynn, Luis D'Croz, Héctor Guzmán y otros utilizaron buques de investigación como R.V. de STRI el Urracá para explorar el archipiélago de Coiba, con alrededor de 600 publicaciones científicas hasta la fecha, incluidos estudios botánicos básicos de Alicia Ibáñez y otros miembros del Grupo Internacional de Biodiversidad Cooperativa. Estos estudios son la punta del iceberg que insinúa la belleza y diversidad absolutamente impresionantes del Pacífico Oriental Tropical.

Durante los próximos cinco años, los científicos de STRI iniciarán estudios sistemáticos de la historia natural de esta extraordinaria región, haciendo uso de los avances técnicos para estudiar los procesos de adaptación y adecuación en múltiples niveles, desde la genómica a la fisiología, el comportamiento, la ecología y la evolución, para mejor comprender cómo los organismos responden a los entornos cambiantes, y qué características los hacen



program, and justifies the long overdue replacement of our research vessel.

It is a wonderful opportunity for STRI, for science and for Panama. We hope the entire STRI community will enthusiastically help us to develop this wonderful gift. T

más o menos resilientes al cambio.

Las orillas costeras y las islas en el TEP continúan siendo fuertemente modificadas por los humanos que datan de los registros más antiguos de humanos en Panamá, según el arqueólogo de STRI Richard Cooke. Comprender la historia de las interacciones entre los seres humanos y su entorno proporcionará información para el cambio futuro y ayudará a los responsables de la toma de decisiones a comprender las posibles consecuencias y proporcionar opciones para alternativas sostenibles. El desarrollo de capacidades de investigación mejoradas en el TEP es clave para el programa marino de STRI, y justifica el reemplazo de nuestro buque de investigación hace mucho tiempo vencido.

Es una oportunidad maravillosa para STRI, para la ciencia y para Panamá. Esperamos que toda la comunidad de STRI nos ayude con entusiasmo a desarrollar este maravilloso regalo. T



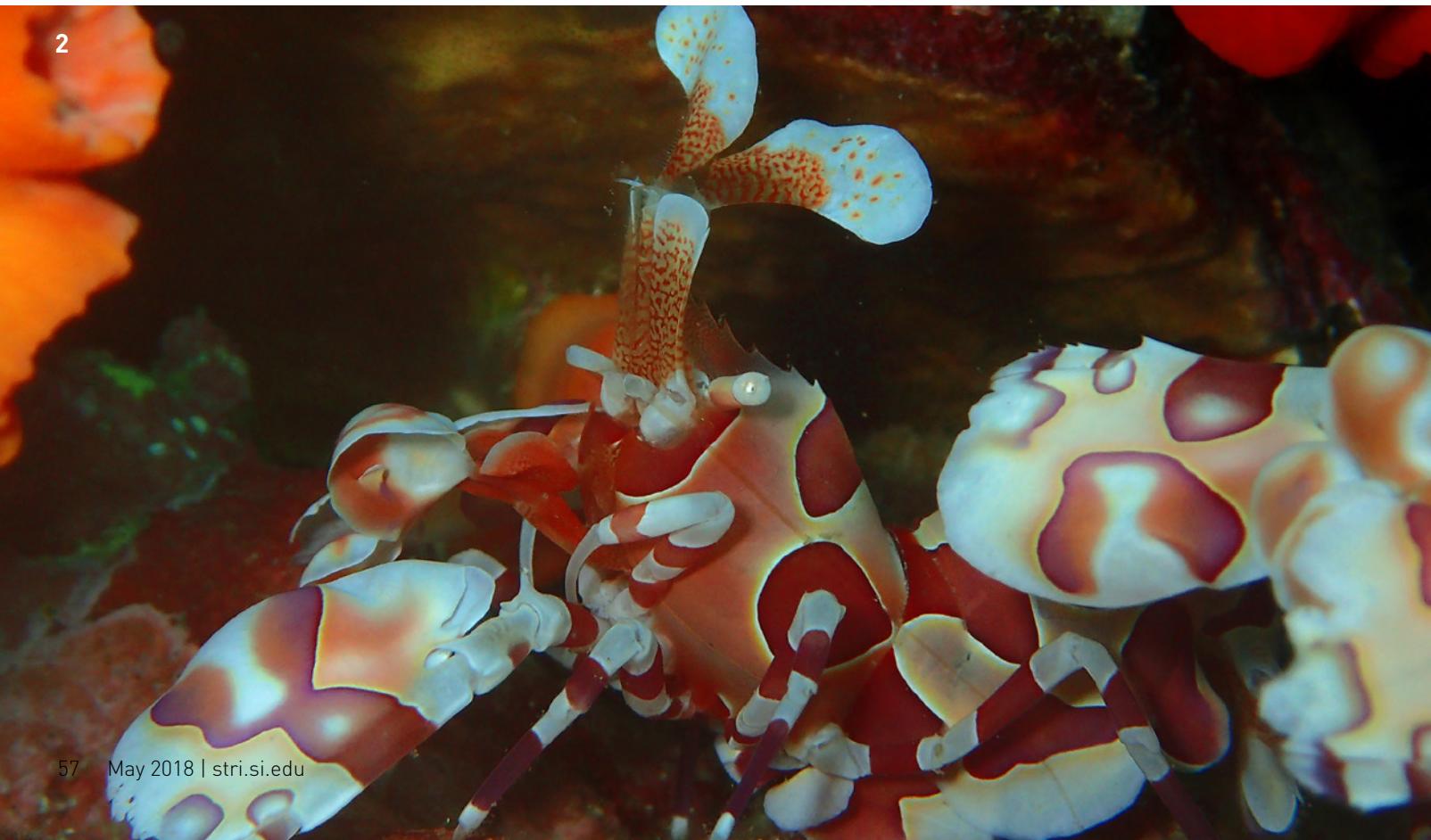
MOSAIC
MOSAICO

Coiba's undersea life is spectacular. Here is a small sample of some photographs taken by STRI intern Will Wied and STRI photographer Sean Mattson during an October 2017 field expedition.
| La vida submarina de Coiba es espectacular. Aquí hay una pequeña muestra de algunas de las fotografías del pasante de STRI Will Wied y del fotógrafo de STRI Sean Mattson durante una expedición en octubre del 2017.

1



2

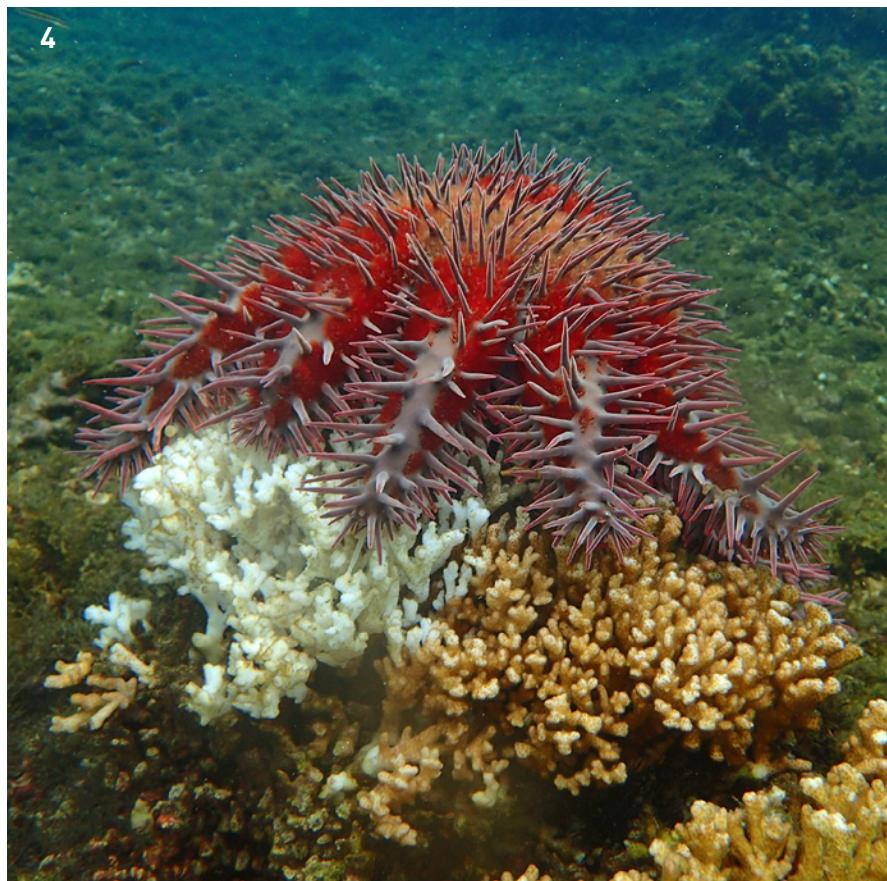


1. Christmas Tree Worm | Gusano árbol de navidad, *Spirobranchus giganteus*. Photo by | Foto por: Will Wied. 2. Harlequin shrimp | Camarón arlequín, *Hymenocera picta*. Photo by | Foto por: Will Wied. 3. Yellowmask surgeonfish | Pez cirujano de máscara amarilla, *Acanthurus xanthopterus*. Photo by | Foto por: Sean Mattson. 4. Crown-of-thorns starfish | Estrella de mar corona de espinas, *Acanthaster planci*. Photo by | Foto por: Will Wied. 5. Tufted tube-blenny | Trambollín-tubícola penacho, *Mccoskerichthys sandae*. Photo by | Foto por: Will Wied

3



4



5

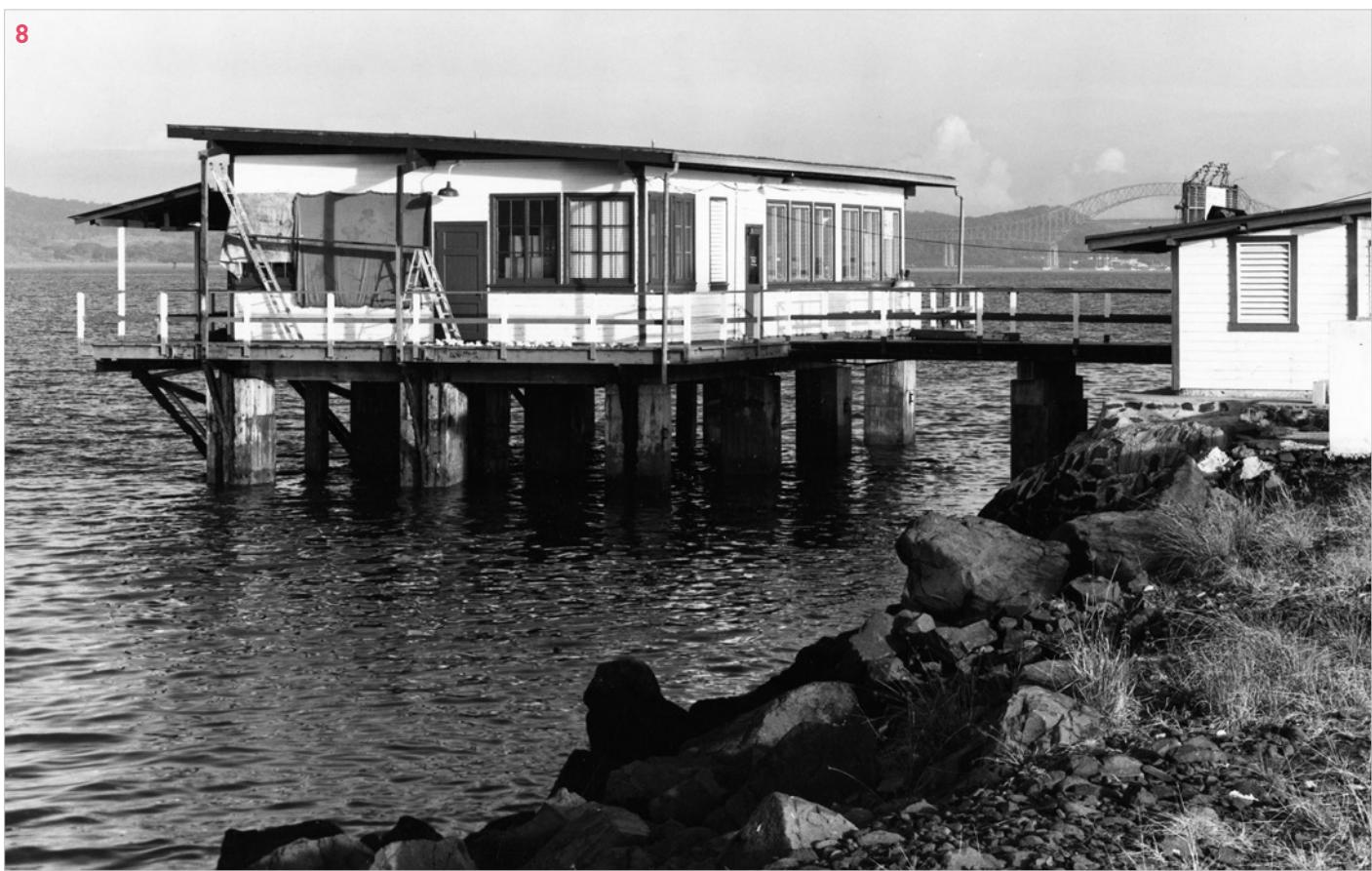
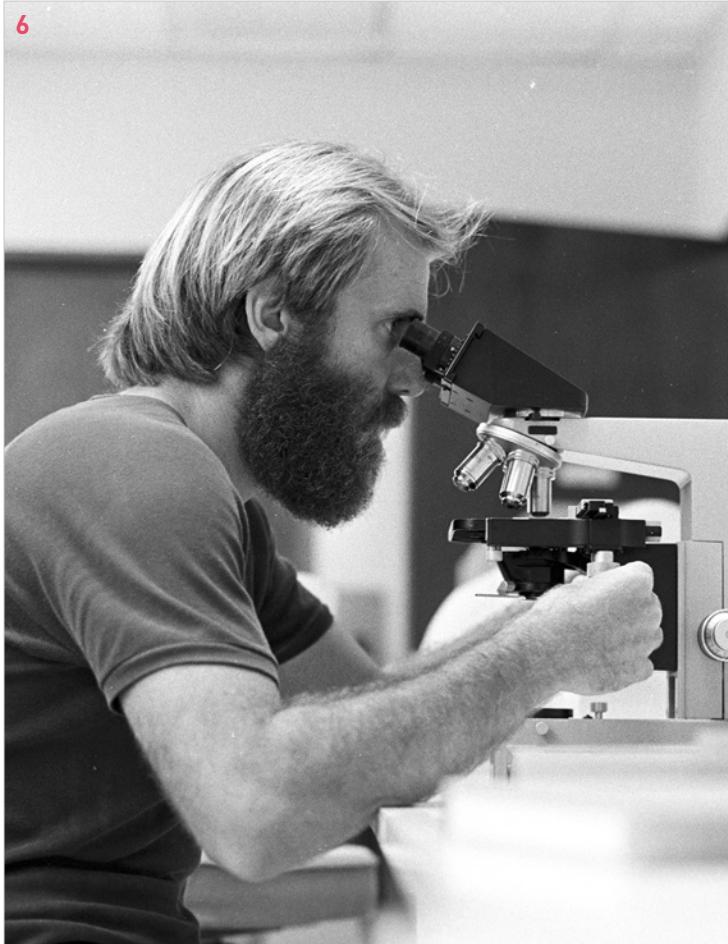




1. STRI emeritus director Ira Rubinoff drives research Zodiac while doing research in the Gulf of Panama in the early 1980s. Rubinoff was accompanied by Haníbal Velarde, left, (who today is STRI's marine science manager at Naos) and former STRI staff scientist Jeffrey Graham, right, who was using a steering wheel to maneuver an underwater sonar device to locate sea snakes Rubinoff's lab had tagged with transmitter devices. | El director emérito de STRI, Ira Rubinoff, conduce investigaciones sobre un Zodiac mientras trabajaba en el Golfo de Panamá a principios de los años ochenta. Rubinoff estuvo acompañado por Haníbal Velarde, izq., (hoy, gerente de ciencia marina de STRI en Naos) y Jeffrey Graham, científico de STRI, quien utilizaba un volante para maniobrar un dispositivo de sonar submarino, para localizar serpientes marinas que el laboratorio de Rubinoff había etiquetado con dispositivos transmisores. Photo | Foto: STRI archives

2. A view of STRI's marine station beside El Porvenir in the Panamanian indigenous territory of Guna Yala. STRI's stations in the Guna Yala territory existed from the 1976 to 1997. | Una vista de la estación marina de STRI al lado de El Porvenir en el territorio indígena panameño de Guna Yala. Las estaciones de STRI en el territorio de Guna Yala existieron desde 1976 a 1997. Photo | Foto: STRI archives







3. STRI emerita scientist Nancy Knowlton works at a research site in Panama's Caribbean territory of San Blas (today, Guna Yala) on March 18, 1989. Knowlton is now the Smithsonian Institution's Sant Chair for Marine Biology. | La científica emerita de STRI, Nancy Knowlton, trabaja en un sitio de investigación en el territorio caribeño de San Blas (hoy, Guna Yala) en Panamá, el 18 de marzo de 1989. Knowlton es ahora Catedrática Sant de Biología Marina de la Institución Smithsonian. Photo by | Foto por: Carl C. Hansen

4. STRI staff scientist Harilaos Lessios holds a sea urchin at the Naos Island Laboratories in this undated photograph. | El científico de STRI, Harilaos Lessios, sostiene un erizo de mar en los Laboratorios Marinos de Naos en esta fotografía sin fecha. Photo | Foto: STRI archives

5. Plinio Góndola, today the scientific coordinator at the Bocas Del Toro Research Station, studies the lunar reproductive cycle of a silverside fish that spawned intertidally on beaches that once existed along the Amador Causeway, opposite the current location of the BioMuseo today. | Plinio Góndola, ahora coordinador científico de la Estación de Investigación en Bocas Del Toro, estudia el ciclo reproductivo lunar de un pejerrey que engendró entre mareas en playas que alguna vez existieron a lo largo de la Calzada de Amador, frente a la ubicación actual del BioMuseo. Photo | Foto: STRI archives

6. STRI staff scientist Ross Robertson works with a microscope in the Naos Marine Laboratories circa 1980. | El científico de STRI Ross Robertson trabaja con un microscopio en los Laboratorios Marinos de Naos, alrededor de 1980. Photo | Foto: STRI archives

7. Hugh Sweatman uses a large pneumatic siphon to collect tiny fish from a screen cage he built around a patch of seagrass in the Panamanian Caribbean territory of San Blas (today, Guna Yala) on March 19, 1989. Today, Sweatman is a senior research scientist at the Australian Institute of Marine Science. | Hugh Sweatman usa un gran sifón neumático para colectar pequeños peces de una jaula que construyó alrededor de un parche de algas marinas en el territorio de San Blas (hoy, Guna Yala), en el Caribe panameño el 19 de marzo de 1989. En el presente, Sweatman es un investigador científico senior en el Instituto Australiano de Ciencias Marinas. Photo by | Foto por: Carl C. Hansen

8. The former laboratory of STRI emeritus scientist Peter Glynn on the Panama Canal side of Naos Island. Panama's Bridge of the Americas is in the background. | El antiguo laboratorio del científico emérito de STRI Peter Glynn en el lado del Canal de Panamá de la isla de Naos. El Puente de las Américas de Panamá está en el fondo. Photo | Foto: STRI archives

9. STRI emeritus scientist Jeremy Jackson collects fossil mollusks in a stream bed on the Osa Peninsula of Costa Rica on March 18, 1990. The expedition was part of STRI's historic research into the age of the Isthmus of Panama. | El científico emérito de STRI Jeremy Jackson colecta moluscos fósiles en un lecho de arroyos en la Península de Osa en Costa Rica el 18 de marzo de 1990. La expedición fue parte de la investigación histórica de STRI sobre la edad del Istmo de Panamá. Photo by | Foto por: Carl C. Hansen



Read more issues of TRÓPICOS at
Lea más ediciones de TRÓPICOS en www.stri.si.edu

GET IN TOUCH!
WE'D LOVE TO KNOW WHAT YOU THINK:

¡CONTÁCTENOS!
NOS ENCANTARÍA SABER SU OPINIÓN:
strinews@si.edu

 /SmithsonianPanama  Stri_panama

The Milky Way Galaxy is seen past the silhouette of trees on Coiba Island during an April 2016 field expedition by Miryam Venegas and Yairen Alonso who conduct long-term research projects on the American crocodile (*Crocodylus acutus*) at different field sites throughout its range in the Neotropics. | La Vía Láctea se ve más allá de la silueta de los árboles en la Isla Coiba durante una expedición de campo realizada en abril del 2016 por Miryam Venegas y Yairen Alonso quienes llevan a cabo proyectos de investigación a largo plazo sobre el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en distintos sitios de campo en el Neotrópico.
Photo by | Foto por: Sean Mattson



Smithsonian Tropical Research Institute

stri.si.edu/sites/tropicos