

TRÓPICOS

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

SCIENCE OF EL NIÑO / CIENCIA DE EL NIÑO



The driest
year ever?

¿El año más seco?



Smithsonian Tropical Research Institute

September 2015 | stri.si.edu



WHAT WOULD AN EL NIÑO WORLD LOOK LIKE?

¿CÓMO SERÍA UN MUNDO CON EL NIÑO TODOS LOS AÑOS?

It is hard to imagine an impending drought at the height of the rainy season, as daily cloudbursts flood the streets of Panama City. But come April next year, the capital's taps may be running dry and ships transiting the Panama Canal may have to shed cargo to meet draft restrictions. This is the work of the El Niño phenomenon, which is significantly altering weather around the globe.

El Niño is already setting records in Panama. Thanks to a century of meteorological data collecting by the Smithsonian Tropical Research Institute and the Panama Canal, we know 2015 is central Panama's driest year on record through September. On Barro Colorado Island, in the heart of the Panama Canal, only 1,082.2 mm of rain fell through the end of the month—well short of the average of 1,645 mm.

We also know that major El Niño years usually mean that Panama's dry season starts earlier, lasts longer and is hotter and drier than normal. A very early onset—such as happened during the 1982–1983 and 1997–1998 El Niños—could bring forward the start of the dry season by about one month and eliminate much of the rain that would normally fall during this time, including part of November, typically Panama's wettest month. “The clock is ticking,” warns Steve Paton, the director of STRI's physical monitoring program. “How much longer is it going to keep raining before the switch gets turned off?”

While resource managers fret for central Panama's vital water reservoirs, the clock is ticking for scientists to jump at a once-in-a-generation opportunity to understand what hotter, drier tropics may look like.

Marine biologists are throwing the latest genetic tools at a major coral bleaching event along Panama's Pacific coast to understand coral resilience. Forest ecologists are wiring old growth and young forests with sensors and computers to understand how a wide diversity of tree species deal with intense water stress. Hydrologists are fine-tuning measurements of how tropical landscapes regulate fresh water when it is needed the most.

Many groundbreaking discoveries will be made as this El Niño runs its course, but this research shares at least one common goal—to include the under-represented tropics in global climate prediction models. Given how important the tropics are to Earth's biodiversity, billions of people and the global economy, it is critical to seize any opportunity nature gives us to understand how climate change could alter this region of the world.

Es difícil imaginarse una sequía inminente en el apogeo de la temporada lluviosa, con aguaceros diarios inundando las calles de la ciudad de Panamá. Pero cuando llegue abril del próximo año, los grifos en la capital pueden estar secos y los buques que transitan el Canal de Panamá tal vez tengan que aligerar su carga para cumplir con las restricciones de calado. Esto es obra del fenómeno de El Niño, que está alterando significativamente el clima en todo el mundo.

El Niño ya está marcando récords en el país. Gracias a un siglo de colecta de datos meteorológicos por el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales y el Canal de Panamá, sabemos que el 2015 ha sido el año más seco en Panamá central que se ha registrado hasta septiembre. En Isla Barro Colorado, en el corazón del Canal de Panamá, solamente cayeron 1,082.2 mm de lluvia hasta el final del mes—muy por debajo del promedio de 1,645 mm.

También sabemos que los años en que El Niño se ha presentado con fuerza, por lo general significa que la temporada seca de Panamá inicia antes, dura más y es más caliente y más seca de lo normal. Un inicio muy temprano, tal como ocurrió durante El Niño de 1982–1983 y 1997–1998, podría adelantar el inicio de la estación seca alrededor de un mes y eliminar gran parte de la lluvia que normalmente cae durante ese tiempo, incluyendo parte de noviembre, típicamente el mes más lluvioso de Panamá. “El reloj está corriendo”, advierte Steve Paton, director del programa de monitoreo físico del Smithsonian. “¿Cuánto tiempo más se va a mantener la lluvia antes de que se apague el interruptor?”

Mientras que los administradores de los recursos se preocupan por los vitales depósitos de agua en Panamá central, el reloj no se detiene para que los científicos salten a una oportunidad única en una generación de entender cómo se verían las zonas tropicales si fueran más calientes y más secas.

Los biólogos marinos están incluyendo las herramientas genéticas más recientes en un importante evento de blanqueamiento de coral a lo largo de la costa Pacífica de Panamá para entender la capacidad de recuperación de los corales. En bosques maduros y jóvenes, los ecólogos forestales colocan cables con sensores y computadoras para entender cómo una gran diversidad de especies de árboles enfrenta el intenso estrés hídrico. Los hidrólogos ajustan las mediciones en cómo los paisajes tropicales regulan el agua dulce cuando más se necesita.

Se harán muchos descubrimientos innovadores a medida que este El Niño siga su curso, pero estas acciones de investigación al menos tienen un objetivo en común—incluir a los sub-representados trópicos en los modelos globales de predicción climática. Teniendo en cuenta la importancia de los trópicos para la biodiversidad de la Tierra, para billones de personas y para la economía mundial, es fundamental el aprovechar cualquier oportunidad que la naturaleza nos da para entender cómo el cambio climático podría alterar esta región del mundo.





CONTENT CONTENIDO



Cover: Lake Alajuela, Panama City's main source of potable water, hit critical lows this August. Above: A massive *Gardineroseris planulata* coral, starting to show signs of bleaching this August near Contadora Island in the Gulf of Panama.

Lago Alajuela, principal fuente de agua potable de la Ciudad de Panamá, bajó a niveles críticos en agosto. Arriba: Un gran coral *Gardineroseris planulata*, empezando a mostrar signos de decoloración en agosto, cerca de Isla Contadora en el Golfo de Panamá.

- 3 **WHAT IS EL NIÑO? / ¿QUÉ ES EL NIÑO?**
- 7 **RESEARCH HEATS UP**
Scientists seize an opportunity to understand what a warmer world will look like
SE CALIENTA LA INVESTIGACIÓN
Los científicos aprovechan la oportunidad para comprender cómo sería un mundo más cálido
- 9 **Coral woes: El Niño takes toll on Pacific coral**
Aflicciones en los corales: El Niño causa estragos en los corales del Pacífico
- 17 **Carbon and water: A young forest's ecosystem services under stress**
El carbono y el agua: Los servicios de los ecosistemas de un bosque joven bajo el estrés
- 23 **An old forest gets wired for the future**
Alambrando un bosque maduro para el futuro
- 30 **VIDEOS:**
Tracking coral bleaching
Seguimiento del blanqueamiento de los corales
Do sponge species join forces to survive climate?
¿Unen fuerzas las esponjas para sobrevivir al cambio climático?
- 31 **Predicting the future**
Prediciendo el futuro
- 35 **El Niño's wayward birds**
Las aves extraviadas de El Niño
- 37 **UPWELLING: A new fossil dolphin, butterfly extinctions, and Panama's newest marine protected areas**
AFLORAMIENTO: Un nuevo fósil delfín, extinciones de mariposas, y las nuevas áreas marinas protegidas de Panamá
- 44 **MOSAIC: El Niño's endless angles**
MOSAICO: Los interminables ángulos de El Niño
- 45 **REWIND: Raided by starving monkeys**
REBOBINA: Saqueados por monos hambrientos



TEAM EQUIPO

Beth King
Communications Coordinator
Coordinadora de Comunicaciones
Editing, Writing / Edición, Redacción

Lina González
Design Supervisor
Supervisora de Diseño
Art Direction / Dirección de Arte

Jorge Alemán
Graphic Design Specialist
Especialista en Diseño
Design, Concept / Diseño, Concept

Sean Mattson
Reporter
Periodista
Writing, Photography / Redacción, Fotografía

Sonia Tejada
Media Relations
Relaciones con Medios
Translations / Traducciones

Ana Endara
Videographer
Videógrafa
Filming, Video editing / Filmación, Edición de Video

Geetha Iyer
Volunteer Science Communicator
Voluntaria en Comunicación Científica
Writing, Editing / Redacción, Edición

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

¡CONTÁCTANOS! NOS
ENCANTARÍA SABER SU OPINIÓN.

strinews@si.edu

[f /SmithsonianPanama](#) [t Stri_panama](#)

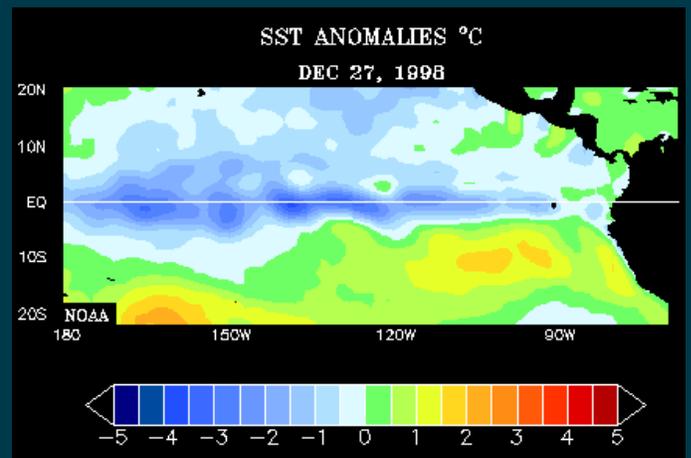
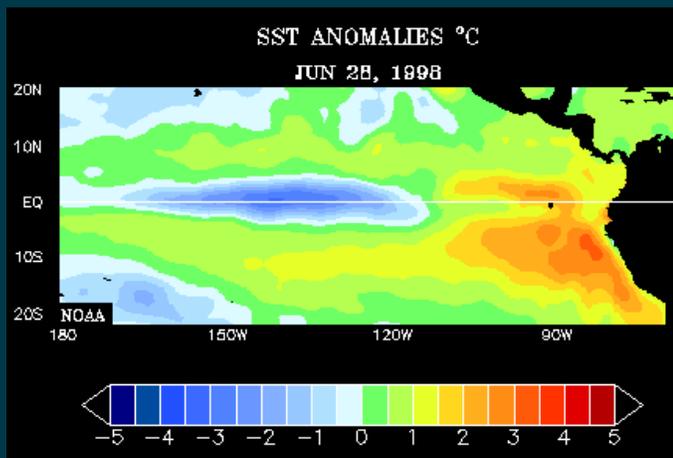
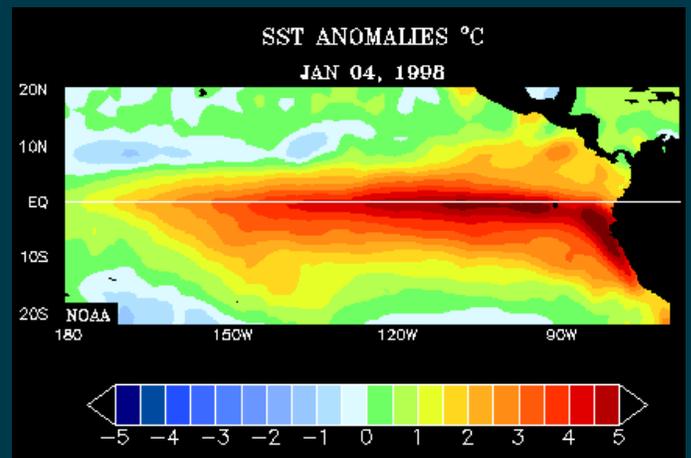
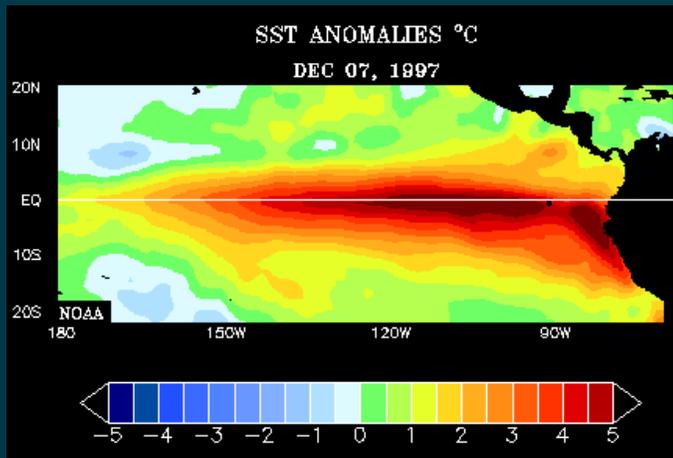
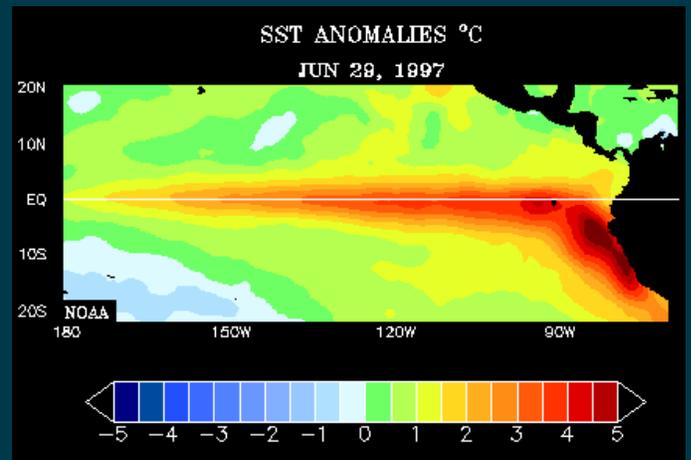
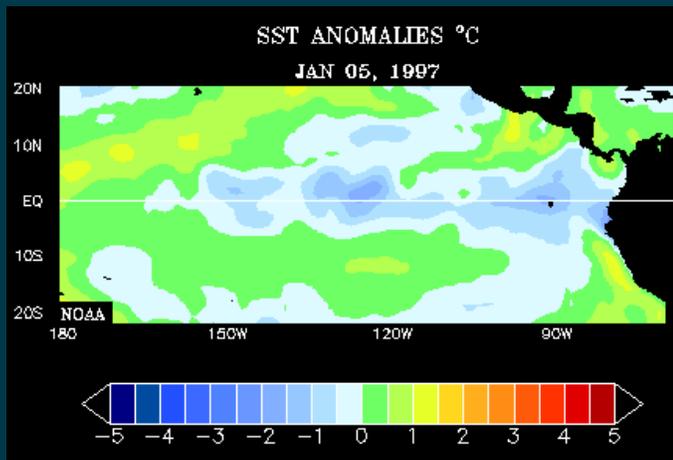
WHAT IS EL NIÑO?

¿QUÉ ES EL NIÑO?

Most of the time, the air over the equatorial Pacific blows from east to west. This creates a massive pool of warm water in the equatorial area of the western Pacific Ocean that envelops the archipelagos of Southeast Asia. Every few years this airflow weakens, stops or even reverses, causing that pool of warm water to flow eastward toward the Americas. This is El Niño—a term coined by Peruvian fishermen who noticed the effects appear around the end of December, coinciding with Christmas and the arrival of the Christ Child—El Niño in Spanish. Weak events are sometimes only noticed by oceanographers and atmospheric scientists. However, major events like this year's are noticed around the globe. These events change ocean and wind patterns worldwide, which in turn change global air and ocean temperatures as well as where it rains and where it doesn't. Its official name is the El Niño Southern Oscillation (ENSO).



La mayoría de las veces, el viento sobre el Pacífico ecuatorial sopla de este a oeste. Esto crea una enorme piscina de agua tibia en la zona ecuatorial del Océano Pacífico occidental que envuelve los archipiélagos del sudeste asiático. Cada pocos años, este flujo de aire se debilita, se detiene o se invierte, haciendo que esta piscina de agua tibia fluya hacia el este, hacia las Américas. Se trata de El Niño—un término acuñado por los pescadores peruanos que notaron que estos efectos aparecen a finales de diciembre, coincidiendo con la Navidad y la llegada del Niño Jesús. Los eventos débiles a veces sólo los notan los oceanógrafos y los científicos atmosféricos. Sin embargo, los grandes eventos como el de este año se notan en todo el mundo. Estos eventos cambian los patrones oceánicos y de viento a nivel global, que a su vez cambia la temperatura del aire y del océano mundial, tanto donde llueve y donde no llueve. Su nombre oficial es El Niño-Oscilación del Sur (ENOS).



These contour maps from NOAA show how Eastern Tropical Pacific sea surface temperatures rose and fell during the 1997-1998 El Niño event.

Estos mapas de contorno de la NOAA muestran cómo las temperaturas superficiales del mar subieron y bajaron en el Pacífico Oriental Tropical durante el evento El Niño de 1997-1998.

HOW DOES EL NIÑO UPEND WEATHER IN PANAMA?

¿CÓMO EL NIÑO PONE AL REVÉS EL CLIMA EN PANAMÁ?



Panama's weather is largely determined by a band of clouds that circles the equator. In a normal year, from late December to May, trade winds blowing from the north push the band of clouds, called the Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ) well south of Panama. This is the dry season, or what Panamanians call "summer." From May to December, the band of clouds moves north, coming to rest over the Isthmus, and providing most of the country with a steady supply of rain for the "winter." Major El Niño events, like the one unfolding this year, tend to keep the ITCZ farther south and less active during the rainy season than usual, resulting in rainfall. In addition, most El Niño events are related to early starts to the next dry season, as early as mid-November, instead of the usual late December. This means Panama loses a critical period of end-of-year rainfall. Apart from an early start, the season can also last a couple of weeks longer. To make matters worse, El Niño also brings lots of warm water to the shores of Panama. This raises both air and water temperature, which can have grave consequences for coral reef health. When an El Niño comes, Panama faces an unseasonably long, hot and dry "summer."



El clima de Panamá es determinado en gran parte por una banda de nubes que rodea el ecuador. En un año normal, desde finales de diciembre a mayo, los vientos alisios que soplan desde el norte empujan esta banda de nubes, llamada Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), más allá del sur de Panamá. Esta es la temporada seca o, como los panameños la llaman, el "verano". De mayo a diciembre, la banda de nubes se mueve hacia el norte, llegando a descansar sobre el Istmo, y proporcionando a la mayor parte de país con un suministro constante de lluvia para el "invierno". Los principales eventos de El Niño, como el que se desarrolla este año, tienden a mantener la ZCIT más al sur y menos activa durante la temporada lluviosa de lo habitual—lo que significa menos lluvia. Además, la mayoría de los eventos de El Niño están relacionados con los primeros inicios de la próxima estación seca, a mediados de noviembre, en lugar de lo habitual, a finales de diciembre. Esto significa que Panamá pierde algunas de las lluvias críticas de fin de año. La estación seca no solo inicia antes, pero también puede durar un par de semanas más. Para empeorar las cosas, El Niño también trae mucha agua tibia a las costas de Panamá—aumentando no sólo la temperatura del agua (que puede ser muy malo si eres un arrecife de coral), sino también la temperatura del aire. Todo esto significa que Panamá enfrenta un largo, caluroso y seco "verano".

WET SEASON: ITCZ OVER CENTRAL AMERICA / TEMPORADA LLUVIOSA: ZCIT SOBRE CENTROAMÉRICA



DRY SEASON: ITCZ OVER SOUTH AMERICA / TEMPORADA SECA: ZCIT SOBRE SURAMÉRICA



RESEARCH HEATS UP

SE CALIENTA
LA INVESTIGACIÓN





Peggy Fong, a marine community and ecosystem ecologist at UCLA, surveys a colony of *Porites lobata* for El Niño-caused bleaching in Panama's Las Perlas Archipelago.

Peggy Fong, ecóloga de comunidades y ecosistemas marinos en la UCLA, examina una colonia de *Porites lobata* debido al blanqueamiento causado por El Niño en el Archipiélago de Las Perlas en Panamá.



A tag on a colony of *Pocillopora damicornis* coral in a long-term monitoring site in the Las Perlas Archipelago.

Una etiqueta en una colonia de coral *Pocillopora damicornis* en un sitio de monitoreo a largo plazo en el archipiélago de Las Perlas.

SYSTEM SHOCK: EL NIÑO TESTS CORAL SURVIVAL LIMITS

A **FIRST** pulse of abnormally warm water hit Panama's Pacific coast in April and corals immediately began to fade. By August, a species of hydrocoral near Coiba Island—a national park and World Heritage Site—had almost completely died off in water up to six meters deep. Bleaching, the ghostly white state that can precede coral death, extended to almost half the surface of the affected coral colonies at the same depth.

Temperatures might not return to normal until early 2016 and another superheated blast of El Niño-fueled water will strike soon. Scientists are mobilizing for one of the largest eastern tropical pacific coral die-offs in almost two decades.

They're actually pretty excited about it, but not for immediately obvious reasons. This is only the fourth major El Niño since 1973, when Peter Glynn first surveyed Panama's Pacific coral as a staff scientist at the Smithsonian Tropical Research Institute. The last two major events decimated coral communities and both

ESTADO DE SHOCK: EL NIÑO PONE A PRUEBA LOS LÍMITES DE SUPERVIVENCIA DEL CORAL

EN ABRIL, un primer pulso de agua anormalmente cálida golpeó la costa Pacífica de Panamá y de inmediato los corales comenzaron a desteñirse. En agosto, una especie de hidrocoral cerca de la isla de Coiba—parque nacional y Patrimonio de la Humanidad—había muerto casi completamente en aguas de hasta seis metros de profundidad. El blanqueo, el estado blanco fantasmal que puede preceder a la muerte del coral, se extendió a casi la mitad de la superficie de las colonias de coral afectadas a la misma profundidad.

Las temperaturas podrían no volver a la normalidad hasta principios del 2016, y otra explosión de agua sobrecalentada alimentada por El Niño golpeará pronto. Los científicos se están movilizando para una de las más grandes mortandades de corales en el Pacífico oriental tropical en casi dos décadas.

Realmente están muy emocionados por esto, pero no por razones inmediatamente obvias. Es sólo el cuarto evento relevante de El Niño desde 1973, cuando Peter Glynn hizo el primer inventario de corales del Pacífico de Panamá cuando era científico del Smithso-

times coral recovered—just in time to get clobbered again.

But scientists are still at a loss to explain this remarkable resilience in a place that is already one of the world's most stressed-out environments for coral. This year's El Niño presents a rare opportunity to get some answers.

FUTURE CLIMATE NOW

Climate change trends suggest tomorrow's oceans will be warmer and more acidic due to increased atmospheric carbon dioxide, which may exacerbate the already dramatic global decline in coral reef coverage.

Panama's eastern tropical Pacific, with its naturally higher acidity and seasonal temperature swings, already mirrors some predicted conditions. Throw in an "extreme thermal anomaly" and Panama's Pacific coast becomes one of the best wet labs available to study if, in fact, we're in the midst of a global coral apocalypse.

Before-during-and-after observations of the past two El Niño events in the eastern Pacific suggest coral can rapidly adapt to thermal shocks. If proven true, "this will drastically change predictions of the fate of coral reef ecosystems globally over the next 100 years of climate change," noted scientists, including Glynn, now at the Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science at the University of Miami.

Which is not to say coral will endlessly adapt to a quickly changing, human-altered environment.

"There will be a limit to resilience mechanisms beyond which reefs can no longer adapt and ecosystem functions break down," they warned.

NEW MILLENIUM TOOLS

The 1982–1983 El Niño was the first to show that heat stress provokes bleaching and mortality—about 75 percent of the coral in surveyed areas around Coiba died. The 1997–1998 event claimed only 13 percent of living coral overall, even though heat conditions and pre-event coral coverage were similar.

In spite of the rapid bleaching, it is still difficult to predict how this year's event will compare, said Juan Maté, who studied the 1997–1998 event as a Ph.D.

nian. Los últimos dos eventos mayores diezmaron las comunidades de coral y en las dos ocasiones el coral se recuperó—justo a tiempo para recibir una nueva paliza por parte de El Niño.

Pero los científicos aún están sin palabras para explicar esta notable capacidad de recuperación en un lugar que para los corales, ya es uno de los ambientes más estresados en el mundo. El evento de El Niño de este año presenta una rara oportunidad de obtener algunas respuestas.

EL CLIMA DEL FUTURO AHORA

Las tendencias del cambio climático sugieren que los océanos del futuro serán más cálidos y más ácidos debido al aumento de dióxido de carbono en la atmósfera, lo que puede exacerbar el dramático declive global que ya está en curso, en la cobertura de los arrecifes de coral.

El Pacífico oriental tropical de Panamá, con su natural acidez elevada y sus cambios de temperatura estacionales, ya refleja algunas condiciones previstas. Agregue una "anomalía térmica extrema" y la costa del Pacífico de Panamá se convierte en uno de los mejores laboratorios húmedos disponibles para su estudio si, de hecho, estamos en medio de un apocalipsis mundial de corales.

Las observaciones antes, durante y después de los dos últimos eventos de El Niño en el Pacífico oriental sugieren que el coral puede adaptarse rápidamente a los choques térmicos. Si se demuestra que es cierto, "esto va a cambiar drásticamente las predicciones sobre la suerte de los ecosistemas de arrecifes de coral a nivel mundial en los próximos 100 años de cambio climático", declaran científicos, incluyendo a Glynn, ahora en la Escuela Rosenstiel de Ciencias Marinas y Atmosféricas de la Universidad de Miami.

Lo cual no quiere decir que el coral se adaptará eternamente a un entorno rápidamente cambiante, alterado por los humanos. "Habrà un límite a los mecanismos de resiliencia más allá en que los arrecifes ya no podrán adaptarse y las funciones de los ecosistemas colapsen", advirtieron.

LAS NUEVAS HERRAMIENTAS DEL MILENIO

El evento de El Niño de 1982–1983 fue el primero en demostrar que el estrés por calor provoca el blanqueamiento y la mortalidad—alrededor del 75 por ciento de



By August, about 70 percent of shallow-water corals around Panama's Uva Island had 50 percent of their surfaces bleached

En agosto, casi el 70 por ciento de los corales de aguas poco profundas alrededor de la isla Uva en Panamá tenían 50 por ciento de su superficie blanqueada

Ana Palacio, a graduate student at the University of Miami, takes a small sample of coral tissue as part of her genetic studies of coral bleaching.

Ana Palacio, estudiante de post grado en la Universidad de Miami, toma una pequeña muestra de tejido del coral como parte de sus estudios genéticos en el blanqueamiento de los corales.



Fong and Palacio relax after a research dive.

Fong y Palacio se relajan después de una inmersión de investigación.

student and is now manager of scientific affairs at STRI. “Some species are more resistant than others,” said Maté, after returning from a survey to Panama’s Gulf of Chiriquí, where Coiba is located. “We think some are acclimatizing.”

Bleaching occurs when corals are stressed-out by heat or other environmental disruptions and lose the single-celled organisms called zooxanthellae that live inside their soft tissue structure. The zooxanthellae photosynthesize, providing much of the nutrients the corals need to live and grow. Coral can survive brief periods without these symbionts, but must re-assimilate them to recover from bleaching.

Even under exactly the same environmental conditions, not all corals were bleaching at the same rate in the Gulf of Chiriquí. Identical species in what are presumably identical environmental conditions of temperature, light, nutrient availability and so on, responded very differently to April’s heat blast. Some were completely bleached, others appeared perfectly healthy. There were also marked differences between species, with massive coral species more bleached than branching corals. Bleaching also decreased with depth, but past major El Niño events have found bleaching can extend to lower depths.

Ana Palacio, a University of Miami Ph.D. student at the Rosenstiel marine school, believes the zooxanthellae will help explain the different reactions. With a hole punch, hammer and clippers, she took more than 300 live coral tissue samples from the long-term coral survey sites. Using genetic tests unavailable during the last major El Niño event, Palacio will

los corales en las zonas estudiadas alrededor de Coiba murieron. El evento de 1997–1998 reclamó sólo el 13 por ciento de los corales vivos en general, a pesar de que las condiciones de calor y la cobertura de coral previa al evento fueron similares.

A pesar del rápido evento de blanqueamiento, todavía es difícil predecir cómo el de este año se va a comparar, comentó Juan Maté, quien estudió el evento de 1997–1998 cuando era estudiante de doctorado y ahora es gerente de asuntos científicos en el Smithsonian. “Algunas especies son más resistentes que otras”, comentó Maté, después de regresar de una gira en el Golfo de Chiriquí, Panamá, donde se encuentra Coiba. “Creemos que algunos están aclimatando”.

El blanqueamiento ocurre cuando los corales están estresados por el calor u otras perturbaciones ambientales y pierden los organismos unicelulares llamados zooxantelas que viven dentro de su estructura de tejido blando. Las zooxantelas hacen fotosíntesis, proporcionando gran parte de los nutrientes que los corales necesitan para vivir y crecer. Sin estos simbioses, el coral puede sobrevivir períodos breves, pero debe volver a asimilarlos con el fin de recuperarse del blanqueamiento.

Incluso bajo las mismas condiciones ambientales, en el Golfo de Chiriquí, no todos los corales se estaban blanqueando a la misma velocidad. Especies idénticas en lo que presumiblemente son condiciones ambientales idénticas de temperatura, de luz, de disponibilidad de nutrientes y así sucesivamente, respondieron de manera muy diferente a la explosión de calor de abril. Algunos estaban totalmente blanqueados, otros parecían perfectamente sanos. También había marcadas diferencias entre las especies, con especies de corales grandes que estaban más blanqueados que los corales ramificados. El blanqueo también disminuyó con la profundidad.

Ana Palacio, estudiante de doctorado de la Universidad de Miami en la escuela marina Rosenstiel, cree que las zooxantelas ayudarán a explicar las diferentes reacciones. Con un cilindro de perforación, un martillo y una podadora, tomó más de 300 muestras de tejido vivo de coral de los sitios de estudios de corales

determine the pedigree and quantity of zooxanthellae in each sample. Lab work has shown that different symbionts influence a coral's ability to withstand heat stress. This is the first time these tests will be done in a natural setting.

“We’re finding out how the symbiotic community changes during the El Niño event,” Palacio said. “Do they recover with the same symbionts or acquire new ones when they recover?”

NOT THEIR ADVISOR'S OCEAN

Genetic tools are not the only things to have changed in the last three decades. The ocean environment is generally warmer, more acidic, more polluted and fish-depleted. All of the above can harm coral and complicate understanding and comparing the impact of different El Niño events. Peggy Fong, a marine biologist at University of California, Los Angeles, who has been studying these corals since the 1990s, says only a multidisciplinary team can tackle how long-term change influences short-term events like El Niño.

“That’s the million-dollar question,” said Fong, who is the project’s principal investigator and surveyed more than 1,000 coral colonies to assess bleaching progress during the August expedition. “But this is where all the long-term monitoring data come into play. We are all now cognizant of ‘shifting baselines’ and need to take this into account—likely on many axes.”

These data include fish abundance and diversity, changes in coral and algal cover, shifts in zooxanthellae distribution and diversity, and ocean chemistry such as CO₂ saturation and temperature. Once these factors are picked apart, coupled with this El Niño’s observations, and then carefully pieced back together in mathematical models, the data may reveal just how much natural and human-made heat stress corals can tolerate. With any luck, scientists won’t have this opportunity again until the 2030s.

This study was made possible by a grant from the National Science Foundation / Este estudio fue posible gracias a una donación de la National Science Foundation.

Story and photos by / Historia y fotos por Sean Mattson

a largo plazo. Utilizando las pruebas genéticas no disponibles durante el último gran evento de El Niño, Palacio determinará el pedigrí y la cantidad de zooxantelas en cada muestra. El trabajo de laboratorio ha demostrado que diferentes simbioses influyen en la capacidad de un coral para soportar el estrés por calor. Esta es la primera vez que estas pruebas se llevarán a cabo en un entorno natural.

“Estamos descubriendo cómo la comunidad simbiótica cambia durante el fenómeno de El Niño”, comentó Palacio. “¿Se recuperan con los mismos simbioses o adquieren otros nuevos cuando se recuperan?”

UN OCÉANO DISTINTO

Las herramientas genéticas no son las únicas cosas que han cambiado en las últimas tres décadas. El ambiente del océano ahora es generalmente más cálido, más ácido, más contaminado y con menos peces. Todo lo anterior puede dañar el coral y complicar la comprensión y comparación del impacto de los distintos eventos de El Niño. Peggy Fong, una bióloga marina de la Universidad de California, Los Ángeles, que ha estado estudiando coral del Pacífico oriental tropical desde la década de 1990, dice que sólo un equipo multidisciplinario puede abordar cómo el cambio a largo plazo influye en acontecimientos a corto plazo como El Niño.

“Esa es la pregunta del millón de dólares”, comentó Fong, quien es la investigadora principal del proyecto y estudió a más de 1,000 colonias de coral para evaluar el progreso de blanqueo durante la expedición en agosto. “Pero aquí es donde todos los datos de seguimiento a largo plazo entran en juego. Ahora estamos conscientes de las ‘líneas de base cambiantes’ y tenemos que tener esto en cuenta—probablemente en muchos ejes.”

Estos datos incluyen la abundancia y la diversidad de peces, los cambios en los corales y la cubierta de algas, los cambios en la distribución y la diversidad de las zooxantelas, además de la química del océano, como la saturación de CO₂ y la temperatura. Una vez que estos factores son separados minuciosamente, junto con las observaciones de este evento de El Niño, y luego cuidadosamente reconstruidos en modelos matemáticos, los datos pueden revelar cuánto estrés por calor, sea natural o artificial, los corales pueden tolerar. Con un poco de suerte, los científicos no tendrán esta oportunidad nuevamente hasta la década del 2030.

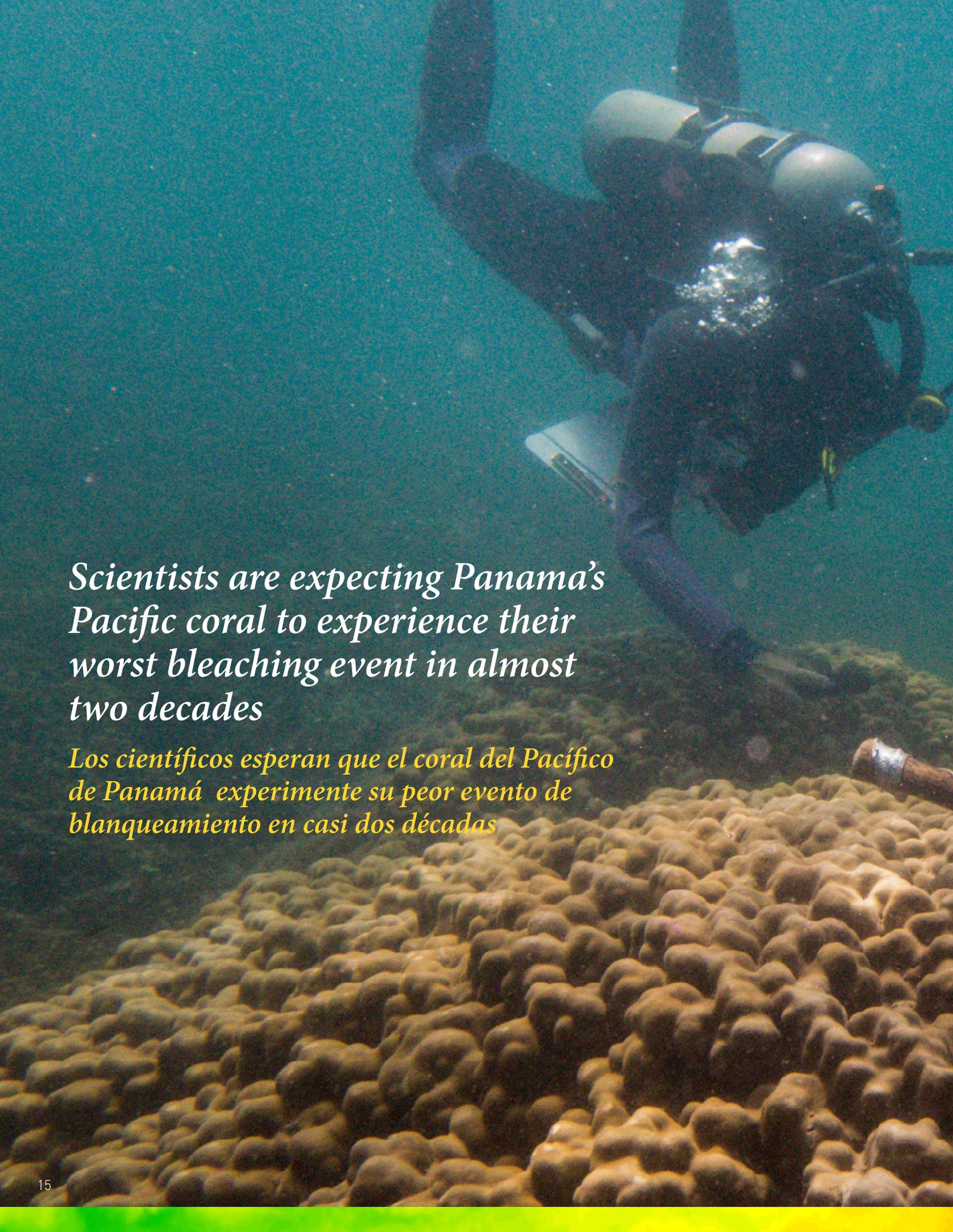


(Top) Viktor Brandtneris, a marine biologist at the University of the Virgin Islands, hoists a multi-instrument device that takes readings of the biophysical ocean environment while Ana Palacio, a graduate student at the University of Miami, stores coral samples for genetic analysis.

(Arriba) Viktor Brandtneris, biólogo marino de la Universidad de las Islas Vírgenes, eleva un dispositivo multi-instrumento que toma lecturas del entorno marino biofísico, mientras que Ana Palacio, estudiante de posgrado en la Universidad de Miami, almacena muestras de coral para el análisis genético.

(Bottom) Brandtneris uninstalls monitoring equipment at the conclusion of a research trip to Las Perlas Archipelago in August.

(Debajo) Brandtneris desinstala un equipo de monitoreo al terminar en agosto una gira de investigación al Archipiélago de Las Perlas.



Scientists are expecting Panama's Pacific coral to experience their worst bleaching event in almost two decades

Los científicos esperan que el coral del Pacífico de Panamá experimente su peor evento de blanqueamiento en casi dos décadas



Palacio and Fong survey a massive *Porites lobata* coral colony.

Palacio y Fong investigan una enorme colonia de coral *Porites lobata*.



Intern Manuel Arcia measures seedlings at Agua Salud with the help of Andrés Hernández, one of STRI's expert field botanists.

El pasante Manuel Arcia mide plántulas en Agua Salud con la ayuda de Andrés Hernández, uno de los expertos botánicos de campo del Smithsonian.

HOW DO MAJOR EL NIÑO EVENTS SHAPE FORESTS?

THERE ARE far more X-marks than usual on Andrés Hernández's tree seedling census datasheets, and the page where he registers new seedlings is tellingly empty. An X means a young plant died—usually only a twig and a plastic ring with a number remains. During a normal rainy season, the recruits—as forest ecologists call the new additions—would easily compensate for the crossed-out seedlings.

The young trees likely perished during Panama's abnormally hot and dry June and July, which heralded the arrival of this year's El Niño. Once rains picked up in August, it was too late. Even the survivors showed signs of stress—top sections of stems desiccated and snapped off.

"This is most likely an effect of El Niño," said Hernández, who oversees the annual census of many thousands of seedlings at the Smithsonian Tropical Research Institute's Agua Salud research project in the Panama Canal watershed.

¿CÓMO DAN FORMA A LOS BOSQUES, LOS EVENTOS DE EL NIÑO DE MAYOR ESCALA?

EN LAS hojas de datos del censo de plántulas de árboles que Andrés Hernández muestra, hay muchas más marcas X de lo habitual, y la página donde se registran nuevas plántulas está reveladoramente vacía. Una X significa que una plántula murió—por lo general, sólo una ramita y un anillo de plástico con un número es lo que queda de esta. Durante una temporada lluviosa normal, los reclutas—como ecólogos forestales llaman las nuevas adiciones—podrían compensar fácilmente a las plántulas tachadas.

Los árboles jóvenes probablemente perecieron durante los anormalmente cálidos y secos meses de junio y julio en Panamá, que anunciaban la llegada de este año de El Niño. Una vez que las lluvias regresaron en agosto, ya era demasiado tarde. Incluso los sobrevivientes mostraron signos de estrés—secciones superiores de los tallos desecados y quebrados.

"Lo más probable es que esto es un efecto de El Niño", comentó Hernández, quien supervisa el censo anual de miles de plántulas en el proyecto de investigación del Smithsonian en Agua Salud, localizado en la cuenca del Canal de Panamá.



The seedling census is one component of the landscape-scale research program at Agua Salud, which seeks to understand how land uses impact ecosystem services in the region. The most important service is the provision of fresh water, since the Panama Canal's \$2 billion business and Panama's booming capital have absolute reliance on the basin's water.

Agua Salud is building the scientific bedrock for watershed management practices that may help systems throughout the tropics prepare for different climate change scenarios. A major El Niño event, with its massive disruption of Panama's rainfall regime, is an excellent research opportunity.

"If the Americas gets drier as a result of climate change, an El Niño year is an ideal opportunity to test hypotheses about what could happen to tropical forests," said Jeff Hall, a STRI staff scientist and project director.

JUST REMOVE WATER

Scientists in search of robust results seek large sample sizes and lots of repetition. Experiments that alter weather at a landscape scale—say, by simulating drought or heavy rainfall conditions—are hard-pressed to meet those standards, simply because of the prohibitive cost. Agua Salud, with its 700 hectares and highly replicated research plots, doesn't have those limitations. Just add water—or take it away.

"Agua Salud is set up to catch these kinds of extreme weather events," said Hall. The last major El Niño drought struck almost two decades ago, long before project scientists had planted native trees to replace abandoned pastureland, or began monitoring natural regrowth. "A severe drought could be the single most important factor to shape the forest, and it hasn't happened yet. This, of course, could have an effect on the forest's ability to store carbon."

El censo de plántulas es uno de los componentes del programa de investigación a escala de paisaje en Agua Salud, que busca entender cómo los usos del suelo impactan los servicios de los ecosistemas en la región. El servicio más importante es de proveer agua dulce, ya que el negocio del Canal de Panamá de \$2,000 millones y la capital de Panamá que va en auge, dependen absolutamente del agua de la cuenca.

Agua Salud está construyendo la base científica para las prácticas de manejo de cuencas que puedan ayudar a los sistemas a través de los trópicos a prepararse para distintos escenarios de cambio climático. Un evento relevante de El Niño, con su masiva interrupción del régimen de lluvias en Panamá, es una excelente oportunidad para investigación.

"Si las Américas continúan secándose más como resultado del cambio climático, un año de El Niño es una oportunidad ideal para poner a prueba las hipótesis sobre lo que podría pasar a los bosques tropicales", comentó Jeff Hall, científico del Smithsonian y director del proyecto.

REMUEVA EL AGUA

Los científicos en la búsqueda de resultados contundentes buscan muestras de gran tamaño y muchas repeticiones. Los experimentos que alteran el clima a escala de un paisaje—por ejemplo, mediante la simulación de condiciones de sequía o de lluvia pesada—se ven en apuros para cumplir con esas normas, simplemente debido al costo prohibitivo. En Agua Salud, con sus 700 hectáreas y parcelas de investigación altamente replicadas, no tienen esas limitaciones. Sólo tienen que añadir agua—o quitarla.

"Agua Salud está configurado para capturar este tipo de fenómenos meteorológicos extremos", comentó Hall. La última gran sequía de El Niño golpeó hace casi dos décadas, mucho antes de que los científicos del proyecto habían plantado árboles nativos para reemplazar los pastos abandonados, o comenzaran a monitorear la regeneración natural. "Una grave sequía podría ser el factor más importante para dar forma al bosque, y no ha sucedido todavía. Esto, por supuesto, podría tener un efecto en la capacidad de los bosques para almacenar carbono."

Agua Salud captures extreme events like El Niño at a scale that is almost impossible to simulate

Agua Salud capta eventos extremos como El Niño a una escala que es casi imposible de simular

SQUEEZE THE SPONGE DRY

During the 1997-1998 El Niño, U.S. Geological Survey and STRI hydrologist Bob Stallard demonstrated, for the first time, that a forested area in the Panama Canal watershed released more water into the basin's streams and rivers than did pastureland. At the time, Stallard recalls, "hydrologic mercenary consultants" were adamant that water-sucking trees had a negative impact on the canal's water resources. Plenty of subsequent research has proven the mercenaries wrong.

Agua Salud experiments showed that two subsequent wetter-than-normal years produced a sponge effect. "We anticipate that a super El Niño will once again demonstrate an extreme of the sponge effect such as in 1997," said Stallard.

"We can establish whether, when, how and why forested soils conserve water during a drought—under the driest conditions when it is most greatly needed," he said.

As for Hernández's seedlings, he expects the predicted drought to batter Agua Salud's little trees even further. But if a wetter-than-average year follows El Niño, in 2017 he may fill many pages with new recruits. How much that community of seedlings will resemble the current one is still anyone's guess.

APRETANDO LA ESPONJA HASTA SECARLA

Durante El Niño de 1997-1998, el hidrólogo del Servicio Geológico de los EE.UU. y del Smithsonian Bob Stallard, demostró por primera vez que un área boscosa en la cuenca del Canal Panamá libera más agua en los arroyos y ríos que los pastizales. En ese momento, Stallard recordó que, "los consultores hidrológicos mercenarios" insistían que los árboles que succionaban el agua tenían un impacto negativo sobre los recursos acuíferos del Canal. Mucha de la investigación posterior ha demostrado que los mercenarios estaban equivocados.

Los experimentos en Agua Salud demostraron que dos años posteriores más húmedos de lo normal produjeron un efecto esponja. "Anticipamos que un súper El Niño volverá a demostrar un extremo del efecto esponja, como en 1997", comentó Stallard.

"Tenemos la capacidad de establecer el cuándo, cómo y por qué los suelos de los bosques conservan el agua durante la sequía—en las condiciones más secas cuando más se necesita", comentó.

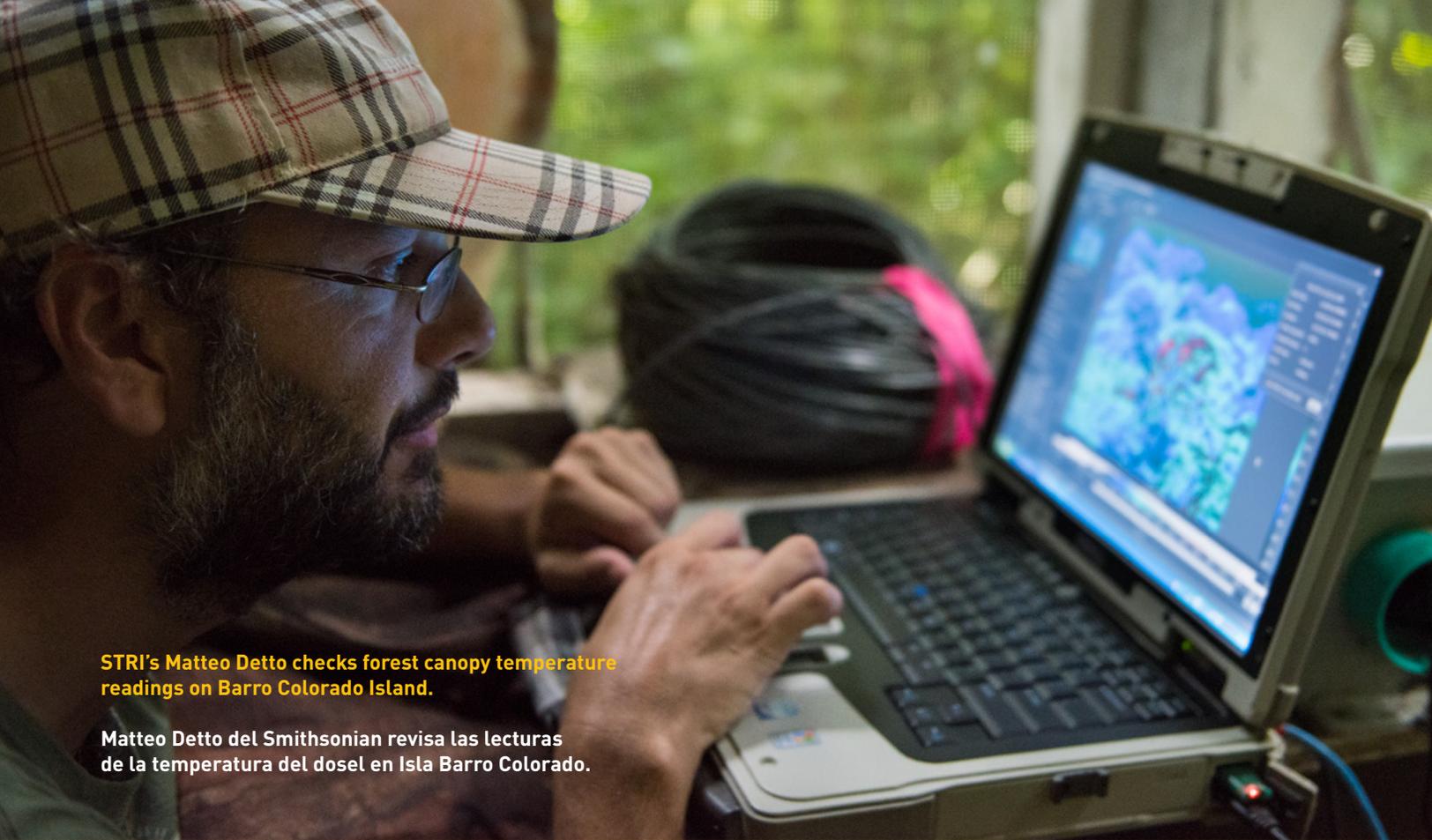
En cuanto a las plántulas de Hernández, él espera que la sequía prevista golpee aún más a los pequeños árboles de Agua Salud. Pero si un año más húmedo de lo normal sigue a El Niño, en el 2017 podría llenar muchas páginas con nuevos reclutas. Cuánto de esa comunidad de plántulas se parecerá a la actual sigue siendo una incógnita.



Mario Bailón, who coordinates STRI's Agua Salud vegetation team, measures and marks trees and lianas during a census of a young forest plot at Agua Salud.

Mario Bailón, que coordina el equipo de vegetación del Smithsonian en Agua Salud, mide y marca los árboles y las lianas durante el censo de una parcela de bosque joven en Agua Salud.





STRI's Matteo Detto checks forest canopy temperature readings on Barro Colorado Island.

Matteo Detto del Smithsonian revisa las lecturas de la temperatura del dosel en Isla Barro Colorado.

HOW DOES EL NIÑO AFFECT OLD TROPICAL FORESTS?

THE DRAMATIC effects that El Niño might have on tropical forest dynamics were first revealed in detail after the exceptionally strong event of 1982–1983. The dry season began a full month early, in mid-November 1982, and, although it ended at the usual time in late April, wilting was noticeable among forest plants by early March, especially on shallow soils and areas exposed to the trade winds. Long-term research at the Smithsonian Tropical Research Institute revealed far more trees had died than would have under normal conditions.

Just before that major El Niño event struck, the first census of 240,000 woody plants on Barro Colorado Island's 50-hectare plot had been completed. Data from the second census in 1985 and the next in 1990 showed that forest-wide mortality was higher in all categories of woody stems in the first census interval compared to the next, which did not include an El

¿CÓMO AFECTA EL NIÑO A LOS BOSQUES TROPICALES MADUROS?

LOS EFECTOS dramáticos que El Niño puede tener sobre la dinámica de un bosque tropical fueron revelados en detalle por primera vez después del fuerte evento que sucedió de 1982 hasta 1983. La estación seca inició un mes antes, a mediados de noviembre de 1982 y, a pesar de que terminó como es habitual, a finales de abril, el marchitamiento en las plantas del bosque era notable para principios de marzo, especialmente en suelos poco profundos y las áreas expuestas a los vientos alisios. Una investigación a largo plazo incitada en el Smithsonian, reveló que muchos más árboles murieron que bajo condiciones normales.

Justo antes de que golpeará el gran evento de El Niño, se había completado el primer censo de 240,000 plantas leñosas en la parcela de 50 hectáreas de Isla Barro Colorado (BCI por sus siglas en inglés). Los datos del segundo censo en 1985 y el siguiente en 1990 mostraron que la mortalidad en todo el bosque era más alta en todas las categorías de tallos leñosos en el primer intervalo del censo en comparación al siguiente, que

Niño. Annual death rates ranged from over 10 percent higher in shrubs to almost 32 percent in canopy trees, and were more than 50 percent higher among the largest trees.

Overall, approximately two thirds of the species in the plot had higher mortality during 1982–1985 than during 1985–1990, with moisture-loving species being particularly hard hit. Surprisingly, despite so many trees dying, the forest-wide growth rate was higher in the interval containing the El Niño.

The effects were not so dramatic during the somewhat weaker El Niño of 1997–1998. In addition to the BCI plot, trees were also counted before and after the event in a four-hectare plot in drier, more deciduous forest at Cocolí on the Pacific slope, and in a six-hectare plot in wetter forest on Sherman near the Carib-

no incluía un evento de El Niño. Las tasas anuales de mortalidad oscilaron entre más del 10 por ciento mayor en los arbustos a casi 32 por ciento en los árboles del dosel, y eran más de un 50 por ciento más altas entre los árboles más grandes.

En general, aproximadamente dos tercios de las especies en la parcela tuvieron una mayor mortalidad durante 1982–1985 que durante 1985–1990, siendo especialmente azotadas las especies que necesitan de la humedad. Sorprendentemente, a pesar de que había tantos árboles moribundos, la tasa de crecimiento de todo el bosque fue mayor en el intervalo que contenía El Niño.

Los efectos no fueron tan dramáticos durante El Niño de 1997–1998, que fue un poco más débil. Además de la parcela de BCI, los árboles también se contaron antes y después del evento en una parcela de cuatro hectáreas de bosque caducifolio más seco en Cocolí, localizado en la vertiente del Pacífico, y en una parcela de seis

The 1982–1983 El Niño event increased mortality of the forest's largest trees by 50 percent

bean coast. During this event, mortality was elevated over normal years only in the Cocolí plot, but the forest-wide growth rate was higher in all three plots.

It was originally hypothesized that growth was higher on BCI during the 1982–1983 event because so many canopy trees died, allowing more light to reach lower levels of the forest. However, since growth increased on BCI during the 1997–1998 event and mortality was not elevated, the increase was more likely due to the cloudless, sunnier conditions during the El Niño.

These conditions increase tree growth because light limits plant production in closed-canopy forests. In 1997, during the relatively cloud-free El Niño rainy season, the BCI forest canopy received 30 percent more light energy than during the relatively cloudy conditions of the average rainy season. STRI's Osvaldo Calderón and Joe Wright have documented flower and fruit production on BCI since 1985. Unusually large

hectáreas de bosque húmedo en Sherman cerca de la costa del Caribe. Durante este evento, solamente en la parcela Cocolí, la mortalidad fue elevada sobre años normales, pero la tasa de crecimiento de todo el bosque fue mayor en las tres parcelas.

Originalmente se planteó la hipótesis de que el crecimiento fue mayor en BCI durante el evento de 1982–1983 debido a que muchos árboles de dosel murieron, lo que permitió que llegara más luz a los niveles más bajos del bosque. Sin embargo, ya que el crecimiento se incrementó en BCI durante el evento de 1997–1998 y la mortalidad no fue elevada, el aumento fue más probable debido a las condiciones despejadas y soleadas durante El Niño.

Estas condiciones aumentan el crecimiento de los árboles, porque la luz limita la producción de plantas en los bosques de dosel cerrado. Durante la temporada lluviosa de El Niño de 1997, relativamente libre de nubes, el dosel del bosque de BCI recibió un 30 por ciento más de energía solar que en condiciones relativamente nubladas de la temporada lluviosa promedio. Osvaldo Calderón y Joe Wright del Smithsonian han docu-

El evento de El Niño de 1982–1983 aumentó la mortalidad de los árboles más grandes del bosque en un 50 por ciento

numbers of BCI plant species reproduced during each El Niño event in the record.

The El Niño Southern Oscillation cycles between El Niño and La Niña conditions. La Niña events bring unusually high rainfall, heavy cloud cover and reduced sunniness to BCI and central Panama. On BCI, unusually small numbers of plant species reproduced during each La Niña event since 1985. The ENSO cycles affect rainfall, temperature and solar inputs throughout Panama. When El Niño brings a severe dry season as in 1982–1983, tree mortality spikes. When El Niño brings reduced cloud cover and rainfall in the wet season, light limitation is relieved, water supplies are still ample, and plant production increases.

MODEL OPPORTUNITY

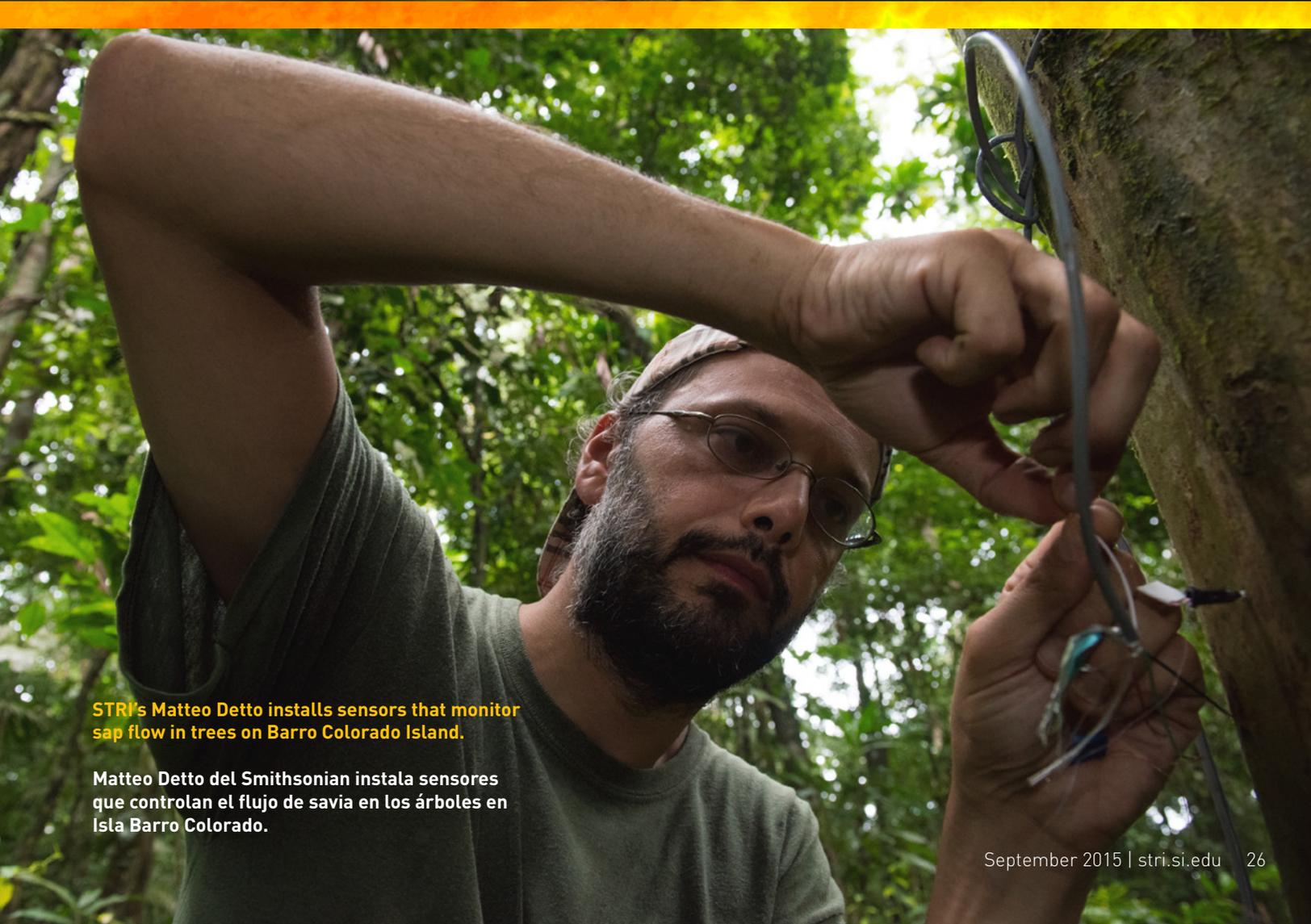
The U.S. Department of Energy recently initiated the Next Generation Ecosystem Experiment in the Tropics in collaboration with CTFS-ForestGEO and the U.S. Forest Service. The main goal of this project is to improve the representation of tropical forests in Earth system models to better predict future climate change. Because it is likely to have strong effects on forest dynamics, the El Niño that is presently developing provides an excellent opportunity to study the effect of drought and refine the model. The BCI plot and the two canopy crane sites at Parque Natural Metropolitano and Sherman—strategically located along a strong precipitation gradient—will be the subject of targeted field measurements including soil moisture, water table depth, sap flow, leaf temperature and various physiological characteristics. These measurements will help determine how trees in different functional groups, based on traits like wood density, photosynthetic capacity, and root depth, respond to drought.

mentado la producción de flores y frutos en BCI desde 1985. Números inusualmente elevados de especies de plantas en BCI se reprodujeron durante cada evento de El Niño registrado.

El Niño-Oscilación del Sur (ENSO por sus siglas en inglés) hace un ciclo entre las condiciones de El Niño y La Niña. La Niña trae precipitaciones inusualmente altas, nubosidad pesada y luz solar reducida a BCI y a Panamá central. Desde 1985, un pequeño número inusual de especies de plantas en BCI se reprodujeron durante cada episodio de La Niña. Los ciclos del ENSO afectan las precipitaciones, la temperatura y las aportaciones solares en todo Panamá. Cuando El Niño trajo una estación seca severa como en 1982–1983, la mortalidad de árboles alcanzó su máximo. Cuando El Niño trae cobertura de nubes y precipitaciones reducidas durante la temporada lluviosa, la limitación de la luz se mitiga, los suministros de agua continúan siendo abundantes, y aumenta la producción de plantas.

UNA OPORTUNIDAD MODELO

El Departamento de Energía de los Estados Unidos inició recientemente “El experimento de Próxima Generación de Ecosistemas en los Trópicos”, en colaboración con CTFS-ForestGEO y el Servicio Forestal de los Estados Unidos. El objetivo principal de este proyecto es de mejorar la representación de los bosques tropicales en los modelos de sistemas de la Tierra para predecir mejor el cambio climático en el futuro. Debido a que es probable que tenga un gran efecto en la dinámica del bosque, este evento de El Niño que se está desarrollando en la actualidad ofrece una excelente oportunidad para estudiar el efecto de la sequía y de perfeccionar el modelo. La parcela en BCI y los dos sitios con grúas del dosel en el Parque Natural Metropolitano y Sherman, ubicadas estratégicamente a lo largo de un fuerte gradiente de precipitación, serán objeto de mediciones de campo dirigidas, incluyendo la humedad del suelo, la profundidad de la capa freática, el flujo de savia, la temperatura de la hoja y varias características fisiológicas. Estas mediciones ayudarán a determinar cómo los árboles en distintos grupos funcionales, basados en rasgos como la densidad de la madera, la capacidad fotosintética, y la profundidad de la raíz, responden a la sequía.



STR's Matteo Detto installs sensors that monitor sap flow in trees on Barro Colorado Island.

Matteo Detto del Smithsonian instala sensores que controlan el flujo de savia en los árboles en Isla Barro Colorado.







STRI's Matteo Detto configures tree sap flow instrumentation on Barro Colorado Island.

Matteo Detto, científico del Smithsonian, configura la instrumentación de flujo de savia en Isla de Barro Colorado.



WATCH THE VIDEO

VEA EL VIDEO

REEF RESILIENCY / RESISTENCIA DEL ARRECIFE



LINK TO VIDEO / ENLACE A VIDEO: <https://goo.gl/GnHjDg>

SPONGES AND CLIMATE CHANGE / ESPONJAS Y CAMBIO CLIMÁTICO



LINK TO VIDEO / ENLACE A VIDEO: <https://goo.gl/ZuvTGb>



STEVE PATON: Director of STRI Physical Monitoring /
Director del Monitoreo Físico de STRI

EL NIÑO 2015-2016

AND THE IMPORTANCE OF LONG-TERM MONITORING

Panama, along with much of Central America, northern South America and the Caribbean, is experiencing the driest, and possibly, the hottest year on record. This year's El Niño is likely the most intense since the record-setting event of 1997–1998. How do we know this? Agencies such as the Panama Canal Authority (ACP), Panama's national meteorological service, and the Smithsonian have been monitoring Panama's climate for over a century.

Only based on high quality long-term monitoring data is it possible to know how past events affected Panama, and to say with authority that this year's weather is truly extraordinary. By the same token, without long-term biological monitoring carried out by STRI, it would be impossible to evaluate how extreme climate conditions affect the animals and plants that must deal with them.

—What has happened so far?

EARLY START

The current El Niño event began in March, whereas most events do not begin until around May. So the effects began to be felt in Panama in May, rather than the usual July. With the exception of only two weeks, rainfall measurements on Barro Colorado Island from the beginning of May to the middle of August were all

How do we know what could happen?

¿Cómo sabemos qué pueda pasar?

EL NIÑO DEL 2015 AL 2016

Y LA IMPORTANCIA DEL MONITOREO A LARGO PLAZO

Panamá, junto con gran parte de América Central, América del norte, Sudamérica y el Caribe, está experimentando el más seco y, posiblemente, más caluroso año de su historia. El Niño de este año es probablemente el más intenso desde el evento récord de 1997–1998. ¿Cómo sabemos esto? Organismos como la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), el Servicio Meteorológico Nacional y el Smithsonian, han estado monitoreando el clima del país por más de un siglo.

Solo en base a datos a largo plazo, sistemáticos y de alta calidad, es posible conocer cómo los acontecimientos pasados afectaron a Panamá, y decir con autoridad que el clima de este año es verdaderamente excepcional. De la misma manera, sin el monitoreo biológico a largo plazo realizado por el Smithsonian, sería imposible evaluar cómo las condiciones climáticas extremas afectan a los animales y plantas que las tienen que soportar.

—¿Qué ha ocurrido hasta ahora?

UN INICIO TEMPRANO

El evento de El Niño en curso inició en marzo, mientras que la mayoría de los eventos no inician hasta alrededor de mayo. Así que los efectos comenzaron a sentirse en Panamá en mayo, en lugar del habitual julio. Con la excepción de sólo dos semanas, las mediciones de lluvia en Isla de Barro Colorado desde principios de mayo hasta mediados de agosto estaban por debajo de lo normal. La precipitación total registrada hasta el 18 de agosto fue de 989.5mm, el más bajo jamás registrado desde que

below normal. The total rainfall recorded up to Aug 18, was 989.5mm, the lowest ever recorded since records began in 1925. Similarly, the ACP also reports record low rainfall for the entire Panama Canal watershed. Severe drought conditions have been reported in over 90 percent of the country.

—What is happening right now?

RECENT RAINS NOT ENOUGH

Rainfall, especially around the Panama Canal, has increased considerably since mid-August. Rainfall around Panama City has even exceeded long-term averages. Water levels in Lakes Gatun and Alajuela have finally begun to recover. But this recharge usually begins much earlier in the rainy season and these artificial lakes, which provide the water needed to operate the Panama Canal and to supply potable water to Panama City, are still much lower than they would normally be at this time of year. If rains continue as they have, at best we can expect Gatun lake levels to reach the same levels as in 1997.

—What is likely to happen?

EARLY DRY SEASON?

Forecasts for the next three months differ—Panama's national meteorological program, run by the ETESA electrical company, predicts near average rainfall in the area of the canal, but continued drought in much of the rest of the country, while the Water Center for the Humid Tropics of Latin America and the Caribbean (CATHALAC) is predicting normal or above normal rainfall for most of the country. Data from 1982 and 1997 indicate a pattern of increased rainfall is typical for this time of the year during major El Niño events. Unfortunately, these same data also indicate that the next dry season may begin a few weeks earlier than normal—possibly in late November.

We will almost certainly arrive at the end of 2015 with both Gatun and Alajuela well below normal levels. Once dry season begins, both lakes will begin to fall quickly leading to the very real possibility of severe water shortages in April and early May. Only exceptionally high rainfall during the next three months and a normal beginning date for the next dry season have the potential to alter this scenario.

iniciaron los registros en 1925. Del mismo modo, la ACP también informa de la escasez de precipitaciones, en un récord para toda la cuenca del Canal de Panamá. Y se han reportado condiciones de sequía severas en más del 90 por ciento del país.

—¿Qué está sucediendo en este momento?

LAS LLUVIAS RECIENTES NO SON SUFICIENTES

Las precipitaciones, especialmente alrededor del Canal de Panamá, han incrementado considerablemente desde mediados de agosto. Las precipitaciones en torno a la ciudad de Panamá, incluso han superado los promedios a largo plazo. Los niveles de agua en los lagos Gatún y Alajuela finalmente han comenzado a recuperarse. Pero esta recarga suele iniciarse mucho más temprano en la temporada de lluvias, y estos lagos artificiales, que proporcionan el agua necesaria para el funcionamiento del Canal de Panamá y para abastecer de agua potable a la ciudad de Panamá, aún tienen niveles más bajos de lo que normalmente deberían tener para esta época del año. Si las lluvias continúan, como está sucediendo, lo mejor que podemos esperar es que los niveles del lago Gatún lleguen a los mismos niveles que en 1997.

—¿Qué puede suceder?

UNA ESTACIÓN SECA TEMPRANA

Las previsiones para los próximos tres meses difieren—el programa meteorológico nacional de Panamá dirigido por La Empresa de Transmisión Eléctrica, ETESA, predice precipitaciones cerca del promedio en el área del Canal, pero una sequía que continúa en gran parte del resto del país, mientras que el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) predice precipitaciones normales o por encima de lo normal para la mayoría del país. Los datos de 1982 y 1997 indican un patrón de aumento de las lluvias que es típico para esta época del año durante los grandes eventos de El Niño. Por desgracia, estos mismos datos también indican que la próxima estación seca puede comenzar unas semanas antes de lo normal—posiblemente a finales de noviembre.

Estamos casi seguros que llegaremos a finales de 2015 con los lagos Gatún y Alajuela muy por debajo de los niveles normales. Una vez que inicie la temporada seca, el nivel de ambos lagos comenzará a caer rápi-

BCI RAINFALL TO SEPT / LLUVIA EN BCI HASTA SEPT:

Average	1645mm
1976	1299.7mm
1982	1479.6mm
1997	1227.4mm
2015	1082.2mm

—What's next?

ENTER LA NIÑA

The good news is that there is a high probability that this El Niño event will be followed by its alter ego, La Niña. La Niña events are the reverse of El Niño, with cooler than normal waters in the equatorial Pacific and, often, rainier than average periods in Panama. The same long-term monitoring data that allows us to compare previous El Niño events also indicate that La Niña has

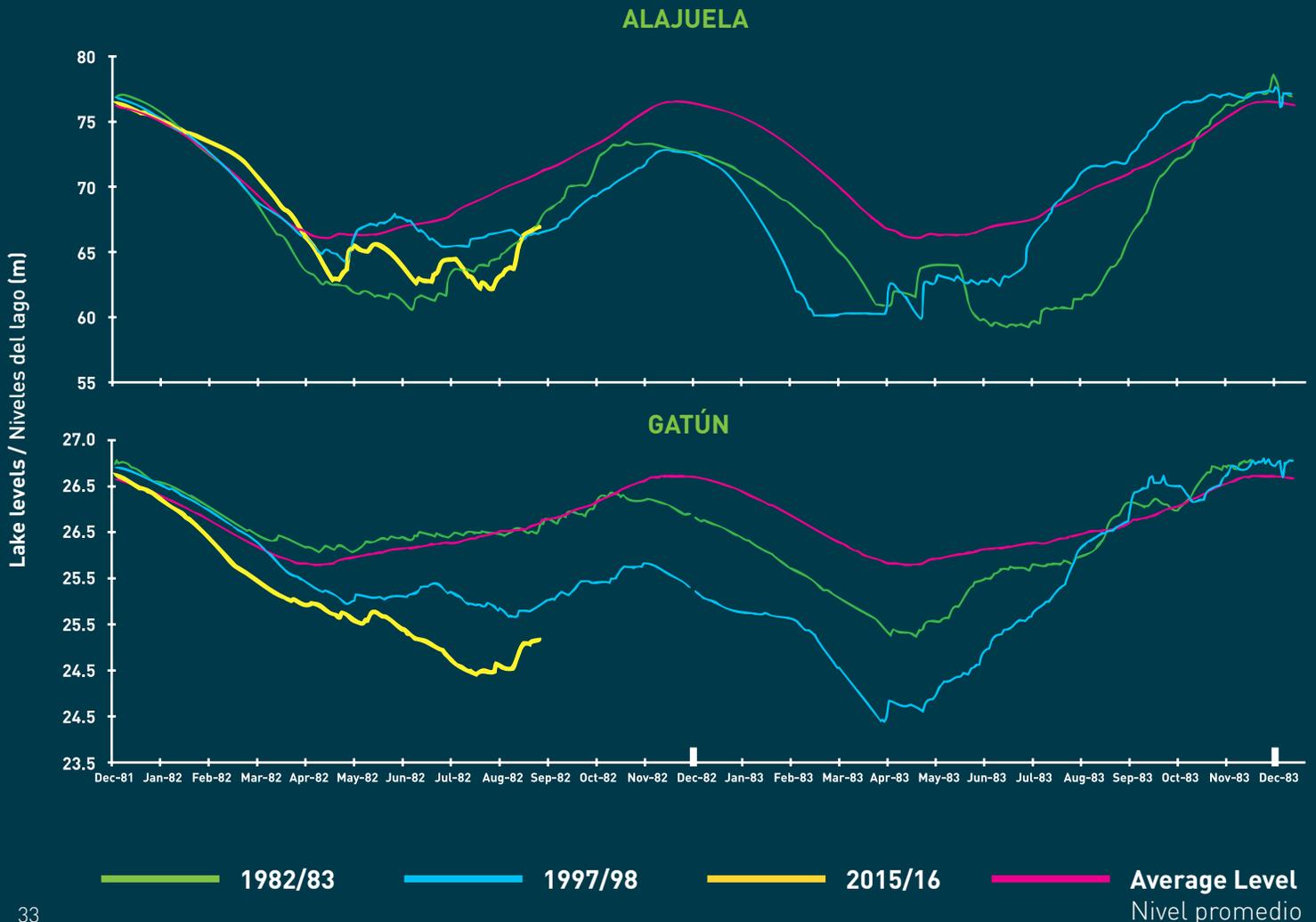
damente dando lugar a la posibilidad muy real de una grave escasez de agua en abril y principios de mayo. Sólo con precipitaciones excepcionalmente altas durante los próximos tres meses y una fecha de inicio normal para la próxima estación seca se podría alterar este escenario.

¿Qué sigue?

ENTRA LA NIÑA

La buena noticia es que hay una alta probabilidad de que este evento de El Niño sea seguido por su alter ego, La Niña. La Niña es el reverso de El Niño, con aguas en el Pacífico ecuatorial más frías de lo normal y, a menudo, períodos más lluviosos que el promedio en Panamá. Los mismos datos de monitoreo a largo plazo que nos permiten comparar los eventos anteriores de El Niño

COMPARISON OF LAKE LEVELS FOR MAJOR EL NIÑO EVENTS COMPARACIÓN DE NIVELES DE LAGOS PARA EVENTOS DE EL NIÑO DE ESCALA MAYOR



immediately followed almost all major El Niño events. The predicted greater-than-average rains would help reestablish normal water levels in the Panama Canal. However, STRI long-term biological monitoring experiments have documented how a La Niña event following a major El Niño can negatively impact many groups of plants and animals—even leading to a generalized fruit failure and the subsequent famine for all the animals that depend on that fruit.

también indican que La Niña ha seguido inmediatamente a casi todos los eventos de El Niño. Las precipitaciones mayores del promedio pronosticadas podrían ayudar a restablecer los niveles normales de agua en el Canal de Panamá. Sin embargo, los experimentos de monitoreo biológico a largo plazo del Smithsonian han documentado cómo un episodio de La Niña después de un gran El Niño puede afectar negativamente a muchos grupos de plantas y animales—incluso llevando a un fallo de generalización de la producción de frutos y la consiguiente hambruna para todos los animales que dependen de estos.



Where'd the bird poop go? Errant birds foretell El Niño's arrival

¿A dónde se fue el guano?
Aves errantes predicen
la llegada de El Niño



Much of the early work on the El Niño phenomenon was prompted by bird droppings. The Humboldt Current upwelling off the western coast of South America supports abundant schools of fish that provide food for many millions of seabirds, including cormorants, boobies, pelicans, gulls, and terns. In their nesting colonies on small offshore islands guano may accumulate up to 50 meters deep. Mining these deposits for fertilizer became a lucrative industry in the 19th and early 20th centuries. El Niño events cause the upwelling system to collapse and birds starve or flee, with devastating effects on the guano harvest. Understanding El Niño thus became an important economic issue.

When severe El Niño events cause an exodus of seabirds the refugees wander north and south in search of food, and many may reach Panama. The first records of Peruvian Booby and Inca Tern in Panama occurred during the major El Niño event in 1982–1983. Thousands of boobies and smaller numbers of terns invaded the Bay of Panama, with some even being seen from shore in Panama City. Small numbers of Guanay Cormorants also turned up, a species that had previously only been seen in Panama off Darien in the El Niño year of 1941. These three species were accompanied by many thousands of Blue-footed Boobies from the Galapagos Islands and Peru—the breeding population of this species in Panama consists of only a few hundred pairs. Numbers of all these birds gradually dwindled until all were gone from Panama by the end of 1984.

Surprisingly, none of these species were recorded in Panama during the strong El Niño of 1997–1998. In-

Gran parte de los primeros trabajos sobre el fenómeno de El Niño estuvieron motivados por los excrementos de aves marinas. El actual afloramiento de la corriente de Humboldt frente a la costa occidental de América del Sur sustenta abundantes bancos de peces que sirven de alimento a millones de aves marinas, incluyendo cormoranes, piqueros, pelícanos, gaviotas y charranes. En sus colonias de anidación en las pequeñas islas del litoral, el guano se puede acumular hasta a 50 metros de profundidad. La explotación de estos depósitos de fertilizantes se convirtió en una industria lucrativa en los siglos 19 y 20. Los eventos de El Niño provocan que el sistema de afloramiento se derrumbe y las aves mueran de hambre o se vayan, con efectos devastadores en la cosecha de guano. Por lo tanto la comprensión de El Niño se convierte en un problema económico importante.

Cuando los eventos severos de El Niño causan un éxodo de aves marinas, estas viajan hacia el norte y hacia el sur en busca de comida, y muchas pueden llegar a Panamá. Los primeros registros de piqueros peruanos y de charranes incas en Panamá se produjeron durante el mayor evento de El Niño de 1982–1983. Miles de piqueros y un número menor de charranes invadieron la Bahía de Panamá, y algunos hasta se podían observar desde la orilla en la Ciudad de Panamá. Un pequeño número de guanayes también aparecieron, una especie que anteriormente sólo había sido vista en Darién, Panamá, en El Niño de 1941. Estas tres especies fueron acompañadas por muchos miles de piqueros de patas azules provenientes de las Islas Galápagos y del Perú—la población reproductora de esta especie en Panamá consta de sólo unos pocos cientos de pares. Los números de todas estas aves se redujo gradualmente hasta

stead, that year saw the largest incursion of Gray Gulls ever recorded in Panama, the first one appearing in September 1997 at Costa del Este. The species nests inland in the coastal deserts of northern Chile, flying to the sea to feed. Numbers built up to more than a hundred by the end of May 1998, dwindling again until they all were gone by the end of June. Since then, there have been sporadic reports of Peruvian Booby, Inca Tern, and Gray Gull in Panama, but no more than a single bird at a time, and with no clear connection to El Niño events.

That is, until recently, when a few harbingers of the developing El Niño appeared. In June 2014, a Peruvian Booby, emaciated and unable to fly, was found on the Amador Causeway. It was taken to Summit Municipal Park but died the next day. The following month, another individual was reported perching on the balcony

que todas se habían ido de Panamá para finales de 1984.

Sorprendentemente, ninguna de estas especies se registró en Panamá durante el fuerte evento de El Niño de 1997–1998. En cambio, ese mismo año se produjo la mayor incursión de gaviotas grises, jamás registrada en Panamá. La primera apareció en Costa del Este en septiembre de 1997. La especie anida en tierra firme, en los desiertos costeros del norte de Chile, y vuela hacia el mar para alimentarse. Los números aumentaron hasta más de cien a finales de mayo de 1998, disminuyendo de nuevo hasta que todas se habían ido a finales de junio. Desde entonces, se han dado informes esporádicos de piqueros peruanos, charranes incas y gaviotas grises en Panamá, pero no más que una sola ave a la vez, y sin ninguna conexión clara con los eventos de El Niño.

Esto hasta hace poco, cuando algunos indicadores del

Birders know El Niño is coming when South American seabirds are spotted in Panama, hundreds of kilometers from their normal ranges

of a Paitilla high-rise for several weeks. In August 2014, up to thirty-eight Peruvian Boobies were seen perching on the Peñón de San José at the Pacific entrance of the Panama Canal, and others were found in the Pearl Islands in September. Around the same time, many more Blue-footed Boobies than usual were seen in inshore waters. An Inca Tern was seen on Coiba Island in May 2014, while a single Gray Gull was reported at Pacora in June 2014 of that year.

Since 2014, there has been only a single report of Peruvian Booby, from the Peñón de San José on July 19 of this year. But with a strong El Niño now shaping up, Panama birders are brushing up on how to identify South American seabirds.

Los observadores de aves saben que El Niño viene cuando observan aves marinas de América del Sur en Panamá, a cientos de kilómetros de sus rangos normales de distribución.

desarrollo de El Niño aparecieron. En junio del 2014, un piquero peruano, demacrado e incapaz de volar, se encontró en la Calzada de Amador. Fue llevado al Parque Municipal Summit, pero murió al día siguiente. Al siguiente mes, se informó que otro individuo estaba posado en el balcón de un edificio en Paitilla durante varias semanas. En agosto del 2014, se observaron hasta treinta y ocho piqueros peruanos en el Peñón de San José en la entrada del Pacífico del Canal de Panamá, y otros fueron encontrados en las Islas de Las Perlas en septiembre. Por la misma época, se observaron muchos piqueros patiazul, más de lo habitual observados en aguas costeras. Un charrán inca fue visto en la isla de Coiba, en mayo de 2014, mientras que solo una gaviota gris se reportó en Pacora, en junio 2014 de ese año.

Desde el 2014, se ha dado un solo reporte de piquero peruano en el Peñón de San José, el 19 de julio de este año. Pero con El Niño fuerte que ahora se perfila, los observadores de aves de Panamá están repasando sus guías de identificación de aves marinas de América del Sur.



The skull and jaws of *Isthminia panamensis*, a new fossil dolphin from Panama. The specimen is housed at the Smithsonian's National Museum of Natural History, but a painted 3D print can be viewed at the BioMuseo in Panama City, Panama. A 3D model can also be downloaded and printed from the Smithsonian X 3D website at 3d.si.edu

El cráneo y las mandíbulas del *Isthminia panamensis*, un nuevo delfín fósil de Panamá. La muestra se encuentra en el Museo Nacional de Historia Natural del Smithsonian, pero en el BioMuseo, localizado en la Ciudad de Panamá, se puede ver una impresión en 3D pintada. También se puede descargar e imprimir un modelo en 3D desde el sitio web de Smithsonian X 3D en 3d.si.edu

Fossil specimen reveals a new species of ancient river dolphin to Smithsonian scientists

The careful examination of fossil fragments from Panama has led Smithsonian scientists and colleagues to the discovery of a new genus and species of river dolphin that has been long extinct. The team named it *Isthminia panamensis*. The specimen not only revealed a new species to science, but also shed new light onto the evolution of today's freshwater river dolphin species. The team's research was published September in the scientific journal *PeerJ*.

The fossil, which dates from 5.8–6.1 million years ago, was discovered on the Caribbean coast near the town of Piña, Panama, by Dioselina Vigil, then an intern at the Smithsonian Tropical Research Institute and student at the University of Panama. It consists of half a skull, lower jaw with an almost entire set of conical teeth, right shoulder blade and two small bones from the dolphin's

flipper. In comparison with other river dolphins—both fossil and living—the shape and size of these parts suggests that the full specimen may have been more than 9 feet in length.

Today there are only four species of river dolphins, all living in freshwater or coastal ecosystems and all endangered, including the Yangtze river dolphin, which is likely now extinct. Each of the modern river dolphin species shows a common solution to the problem of adapting away from marine to freshwater habitats by converging upon a body plan that includes broad, paddle-like flippers, flexible necks and heads with particularly long, narrow snouts—all the better to navigate and hunt in winding, silty rivers.

But fossil evidence suggests that river dolphins' ancestors were widespread around the globe. *I. panamensis* was

clearly one of them, and its fossil remains have helped the team understand something less clear: When in their evolutionary tract did river dolphins transition from the saltwater of the ocean to the freshwater of rivers?

“We discovered this new fossil in marine rocks, and many of the features of its skull and jaws point to it having been a marine inhabitant, like modern oceanic dolphins,” said the study's lead author Nicholas D. Pyenson, curator of fossil marine mammals at the Smithsonian's National Museum of Natural History. “Many other iconic freshwater species in the Amazon—such as manatees, turtles and stingrays—have marine ancestors, but until now, the fossil record of river dolphins in this basin has not revealed much about their marine ancestry. *Isthminia* now gives us a clear boundary in geologic

time for understanding when this lineage invaded Amazonia.”

Other fossilized animals found at the same site as *I. panamensis* were marine species, indicating that unlike river dolphins living today, *I. panamensis* lived in the salty waters of a food-rich Caribbean Sea, before the full closure of the Panama Isthmus.

“*Isthminia* is actually the closest relative of the living Amazon river dolphin,” said study co-author Aaron O’Dea, STRI staff scientist. “While whales and dolphins long ago evolved from terrestrial ancestors to fully marine mammals, river dolphins represent a reverse movement by returning inland to freshwater ecosystems. As such, fossil specimens may tell stories not just of the evolution these aquatic animals, but also of the changing geographies and ecosystems of the past.”

The Smithsonian’s Digitization Program Office collaborated with the scientific team to create a high resolution 3D scan of the fossil, allowing the scientists to create 3D prints of the delicate specimen, whose bones are too fragile to be molded and casted by traditional approaches. A 3D print of the fossil is on permanent display at Panama’s BioMuseo—the original specimen will remain in the Smithsonian’s collection at the National Museum of Natural History. The public can also explore and download high resolution scans of the dolphin’s skull, jaw and shoulder blade at the Smithsonian X 3D website 3d.si.edu.

The name of the new genus, *Isthminia*, recognizes both the Panama Isthmus and the fossil specimen’s living relative, the Amazon river dolphin, *Inia geoffrensis*. The study’s authors chose the species name, *panamensis*, to recognize “the Republic of Panama, its people, and the many generations of scientists who have studied its geological and biological histories.”



Dioselina Vigil

Espécimen fósil revela una nueva especie de antiguo delfín del río

El examen cuidadoso de fragmentos fósiles encontrados en Panamá ha llevado a los científicos y colegas del Smithsonian al descubrimiento de un nuevo género y especie de delfín de río que se extinguió hace mucho. El equipo lo nombró *Isthminia panamensis*. La muestra no sólo revela una nueva especie para la ciencia, también arroja nueva luz sobre la evolución de las especies de delfines de río de la actualidad. La investigación fue publicada el 1 de septiembre en la revista científica *PeerJ*.

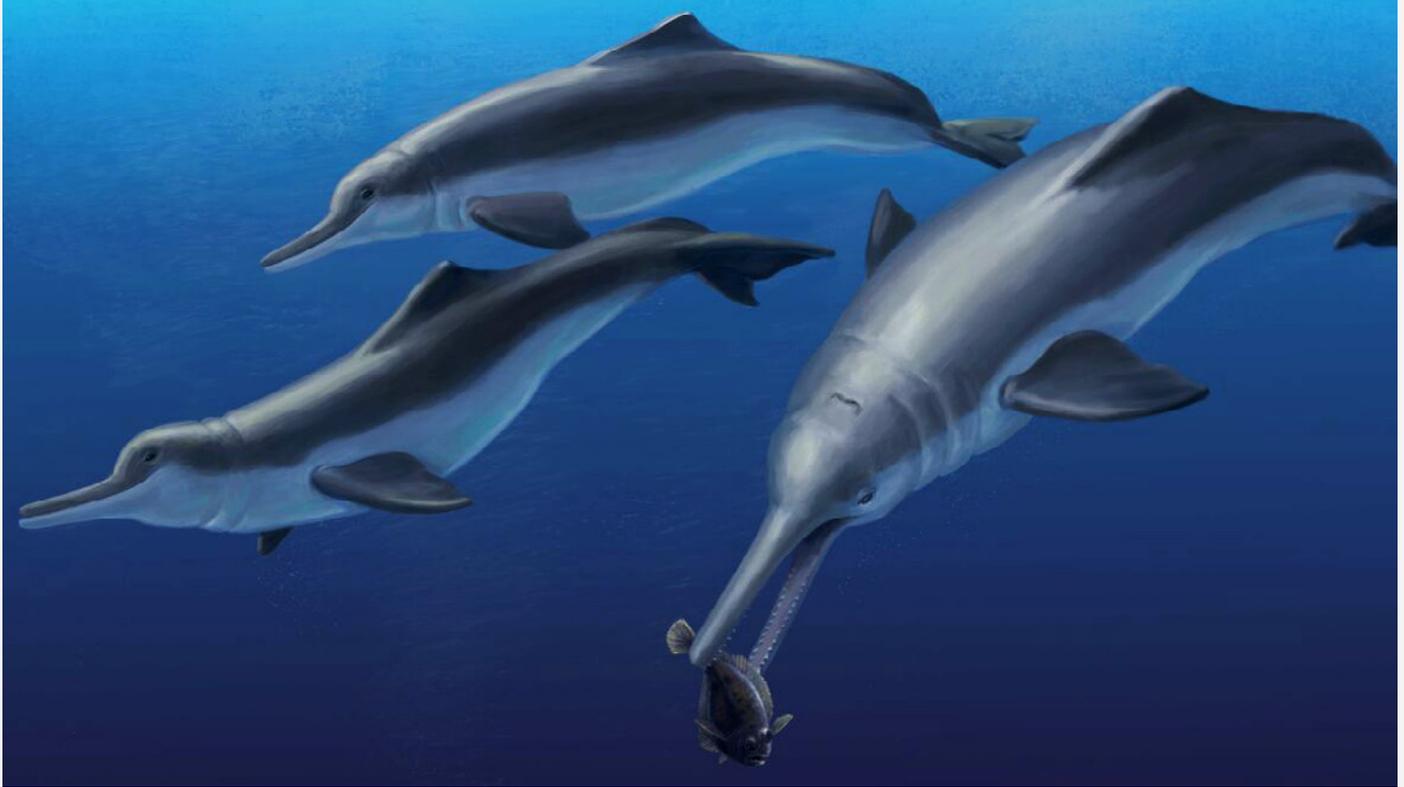
El fósil, que data entre 5.8 a 6.1 millones de años, fue descubierto en la costa del Caribe cerca de la localidad de Piña en Panamá, por Dioselina Vigil, en ese entonces pasante en el Smithsonian y estudiante de la Universidad de Panamá. Consiste en la mitad de un cráneo, la mandíbula inferior con casi todo un conjunto de dientes cónicos, omóplato derecho y dos pequeños huesos de la aleta del delfín. En comparación con otros delfines de río, fósiles y vivientes, la forma y tamaño de estas partes sugiere que el espécimen completo puede haber medido más de 9 pies de largo.

Hoy en día, sólo hay cuatro especies de delfines de río—todos viven en agua dulce o en ecosistemas costeros y todos en peligro, incluyendo el delfín del Río Yangtze, el cual es probable que ya

esté extinto. Cada una de las especies de delfines de río modernas, muestran una solución común al problema de la adaptación lejos de los hábitats marinos a los de agua dulce mediante la convergencia de un plan corporal que incluye amplias aletas parecidas a remos, cuellos flexibles y cabezas con hocicos particularmente largos y estrechos, para navegar y cazar mejor en los ríos sinuosos y limosos.

Pero la evidencia fósil sugiere que los antepasados de los delfines de río eran comunes en todo el mundo. Evidentemente, el *I. panamensis* fue uno de ellos, y sus restos fósiles han ayudado al equipo a entender algo no tan claro: ¿Cuándo en su proceso evolutivo los delfines de río realizaron la transición del agua salada del océano hacia el agua dulce de los ríos?

“Descubrimos este nuevo fósil en las rocas marinas, y muchas de las características de su cráneo y mandíbulas señala que fue un habitante marino, como los delfines oceánicos modernos”, comentó el autor principal del estudio Nicholas D. Pyenson, curador de mamíferos marinos fósiles en el Museo Nacional de Historia Natural del Smithsonian. “Muchas otras especies de agua dulce emblemáticas en la Amazonía, como los manatíes, las tortugas



An artistic reconstruction of *Isthminia panamensis*, a new fossil dolphin from Panama, feeding on a flatfish. Many features of this new species appear similar to today's ocean dolphins, yet the new fossil species is more closely related to the living Amazon River dolphin. The fossils of *Isthminia panamensis* were collected from marine rocks that date to a time around 6 million years ago, before the Isthmus of Panama formed and a productive Central American Seaway connected the Atlantic and Pacific oceans. Credit: Julia Molnar / Smithsonian Institution

Reconstrucción artística del *Isthminia panamensis*, un nuevo delfín fósil de Panamá, alimentándose de un pez plano. Muchas de las características de esta nueva especie parecen similares a los delfines oceánicos de hoy, sin embargo, las nuevas especies fósiles están más estrechamente relacionadas con el delfín del río Amazonas del presente. Los fósiles de *Isthminia panamensis* se obtuvieron de rocas marinas que datan de una época hace unos 6 millones de años, antes de que el Istmo de Panamá se formara, separando los océanos Atlántico y Pacífico. Crédito: Julia Molnar / Smithsonian

y las mantarrayas tienen antepasados marinos, pero hasta ahora, el registro fósil de delfines de río en esta cuenca no ha revelado mucho sobre su ascendencia marina. El *Isthminia* ahora nos da un límite claro en el tiempo geológico para la comprensión de cuando este linaje invadió la Amazonia”.

Otros animales fosilizados encontrados en el mismo sitio que el *I. panamensis* eran especies marinas, lo que indica que a diferencia de los delfines de río del presente, el *I. panamensis* vivía en las aguas saladas del mar Caribe, rico en alimentos, antes del cierre total del Istmo de Panamá.

“El *Isthminia* es el pariente más cercano del delfín de río del Amazonas”, comentó el coautor del estudio Aaron O’Dea, científico del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en Panamá. “Si bien hace mucho las ballenas y delfines evolucionaron de antepasados terrestres a mamíferos

totalmente marinos, los delfines de río representan un movimiento inverso al regresar tierra adentro hacia los ecosistemas de agua dulce. Como tal, los especímenes fósiles pueden contar historias no sólo de la evolución de estos animales acuáticos, sino también de las geografías cambiantes y los ecosistemas del pasado”.

La Oficina del Programa de Digitalización del Smithsonian colaboró con el equipo científico para crear un escaneo en 3D de alta resolución del fósil, lo que permite a los científicos crear impresiones de las delicadas muestras en 3D, cuyos huesos son demasiado frágiles para ser moldeados y enyesados como tradicionalmente se hace. Una impresión 3D del fósil se encuentra en exhibición permanente en el Biomuseo en Panamá—la muestra original se mantendrá en la colección del Smithsonian en el Museo Nacional de Historia

Natural. El público también puede explorar y descargar los escaneos en alta resolución del cráneo, la mandíbula y el omóplato del delfín en la página web X 3D del Smithsonian 3D.si.edu.

El nombre del nuevo género, *Isthminia*, reconoce tanto al Istmo de Panamá y a su pariente vivo, el delfín de río del Amazonas, el *Inia geoffrensis*. Los autores eligieron el nombre de la especie, *panamensis*, para dar reconocimiento a “la República de Panamá, su gente, y de las muchas generaciones de científicos que han estudiado su historia geológica y biológica.”



A very common butterfly species in the forest understory of BCI, *Cithaerias pireta* (Nymphalidae). Credit: Micky Andrewf.
Una mariposa muy común en el sotobosque de BCI, *Cithaerias pireta* (Nymphalidae). Crédito: Micky Andrewf.

Butterfly Extinctions on Barro Colorado Island

During 90 years of note-taking and net-swinging, scientists identified 601 butterfly species on Panama's Barro Colorado Island, the most intensively studied piece of tropical real-estate in the world. Currently, 390 butterfly species breed on the 6 square mile island, one-seventh the size of Orlando's Disney World, according to a team led by Yves Basset at the Smithsonian Tropical Research Institute. Since the 1930's, 23 species disappeared from the island, compared to 50–60 species of birds lost during the same period.

The team compared the richest sets of records: from 1923–1943—when lepidopterists scrutinized the newly-founded field station to discover what inhabited America's tropical forests—with records from 1993–2013. Most of the records from the recent period come from the butterfly-monitoring component added to the Smithsonian's large-scale, long-term global forest monitoring project, ForestGEO, in 2008.

In the early period, researchers identified butterflies based on their shape, size and color. Now collectors also use

gene sequence barcodes to distinguish one species from another. Overall, the butterfly families on the island with the most species were the skippers in the Hesperiidae family—with 33 percent—and the colorful Nymphalidae—also known as brush-footed butterflies—with 31 percent.

Six percent of the species identified in early studies were not found in recent studies. Butterfly extinctions are usually caused by habitat loss or by extinction of the host plants eaten by butterfly larvae. Local extinction of the host plants probably only accounted for the disappearance of four species from Barro Colorado.

Many of the butterfly species that disappeared were small-winged *Hesperiids*, which feed on herbaceous plants. They may have disappeared because the island continues to lose open areas as the forest ages. Their host plants are still there, but are scattered and may be harder for the butterflies to locate.

Many more bird than butterfly species have been lost from BCI recently, confirming that small preserves may be

far more effective at conserving invertebrates than vertebrates and therefore should not be neglected by conservationists.

The team of lepidopterists who collaborated on this study work at the University of South Bohemia and the Biology Centre of the Czech Academy of Sciences, the Universidad de Panama, the Northern Plains Agricultural Lab of the USDA-Agricultural Research Service, the Florida Museum of Natural History McGuire Center for Lepidoptera and Biodiversity and at the Smithsonian.

Reference: Basset, Y., Barrios, H., Segar, S., Srygley, R.B., Aiello, A., Warren, A.D., Delgado, F., Coronado, J., Lezcano, J., Arizala, S., Rivera, M., Perez, F., Bobadilla, R., Lopez, Y., Ramirez, J. 2015. The butterflies of Barro Colorado Island, Panama: local extinction since the 1930s. *PLOS ONE*, DOI:10.1371/journal.pone.0136623



Extinción de mariposas en la Isla Barro Colorado

En 90 años de tomar notas y de sacudir redes para atrapar insectos, los científicos identificaron 601 especies de mariposas en la Isla Barro Colorado (BCI), Panamá, el pedazo de tierra tropical más intensamente estudiado en el mundo. Actualmente, 390 especies de mariposas se reproducen en la isla de 12 kilómetros cuadrados, informa un equipo dirigido por Yves Basset en el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Desde la década de 1930, 23 especies de mariposas desaparecieron de la isla, comparado con las 50 a 60 especies de aves que desaparecieron durante el mismo período.

El equipo comparó los registros más ricos: desde 1923 hasta 1943, cuando los especialistas en lepidópteros escudriñaron la estación de campo recién fundada para descubrir lo que habitaba los bosques tropicales de América, con los registros de 1993 al 2013. La mayoría de los registros de los últimos tiempos vienen desde el componente de monitoreo de mariposas, añadido en el 2008 al proyecto del Smithsonian de monitoreo forestal mundial a gran escala, a largo plazo, conocido como ForestGEO. En los estudios iniciales, los investi-

gadores identificaban a las mariposas en función de su forma, tamaño y color. Ahora los coleccionistas también usan secuencias de genes (códigos de barras genéticos) para distinguir una especie de otra. En general, las familias de mariposas en la isla con la mayor cantidad de especies estaban en la familia de las HesperIIDae con un 33 por ciento y las coloridas Nymphalidae con el 31 por ciento.

El seis por ciento de las especies identificadas en los estudios iniciales no fueron halladas en los estudios recientes. Las extinciones mariposas generalmente son causadas por la pérdida de hábitat o por la extinción de plantas hospederas de las que se alimentan las larvas de la mariposa. La extinción local de las plantas hospederas probablemente sólo representó la desaparición de cuatro especies en Barro Colorado.

Muchas de las especies de mariposas que desaparecieron eran especies de alas pequeñas, las HesperIIDs, que se alimentan de plantas herbáceas. Pueden haber desaparecido porque la isla sigue perdiendo áreas abiertas a medida que los bosques maduran. Sus plantas hospederas siguen ahí, pero están dispersas

y puede ser más difícil para que las mariposas las localicen.

Muchas más aves que especies de mariposas han desaparecido de BCI recientemente, lo que confirma las reservas naturales pequeñas pueden ser mucho más eficaces en la conservación de invertebrados que de vertebrados, y por lo tanto, no deben ser descuidadas por los conservacionistas.

El equipo de especialistas en lepidópteros que colaboraron en este estudio laboran en la Universidad de Bohemia del Sur y el Centro de Biología de la Academia Checa de Ciencias, la Universidad de Panamá, el Laboratorio Agrícola de Northern Plains del Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el Centro McGuire de lepidópteros del Museo de Historia Natural y Biodiversidad de Florida y en el Smithsonian.

Reference: Basset, Y., Barrios, H., Segar, S., Srygley, R.B., Aiello, A., Warren, A.D., Delgado, F., Coronado, J., Lezcano, J., Arizala, S., Rivera, M., Perez, F., Bobadilla, R., Lopez, Y., Ramirez, J. 2015. The butterflies of Barro Colorado Island, Panama: local extinction since the 1930s. *PLOS ONE*, DOI:10.1371/journal.pone.0136623



Panama designates two new marine protected areas

On Tuesday, September 22, Panama's President Juan Carlos Varela Rodríguez signed a decree that established two marine protected areas around little-studied underwater mountain chains, one in the Caribbean and one in the Pacific.

In a press release issued by the presidency, Mirei Endara, Panama's Minister of the Environment, thanked Smithsonian staff scientist Héctor Guzmán and Juan Maté, STRI's manager for scientific affairs, for providing "information necessary for the creation of these marine protected areas and follow-up and support during the process" of establishing the reserves.

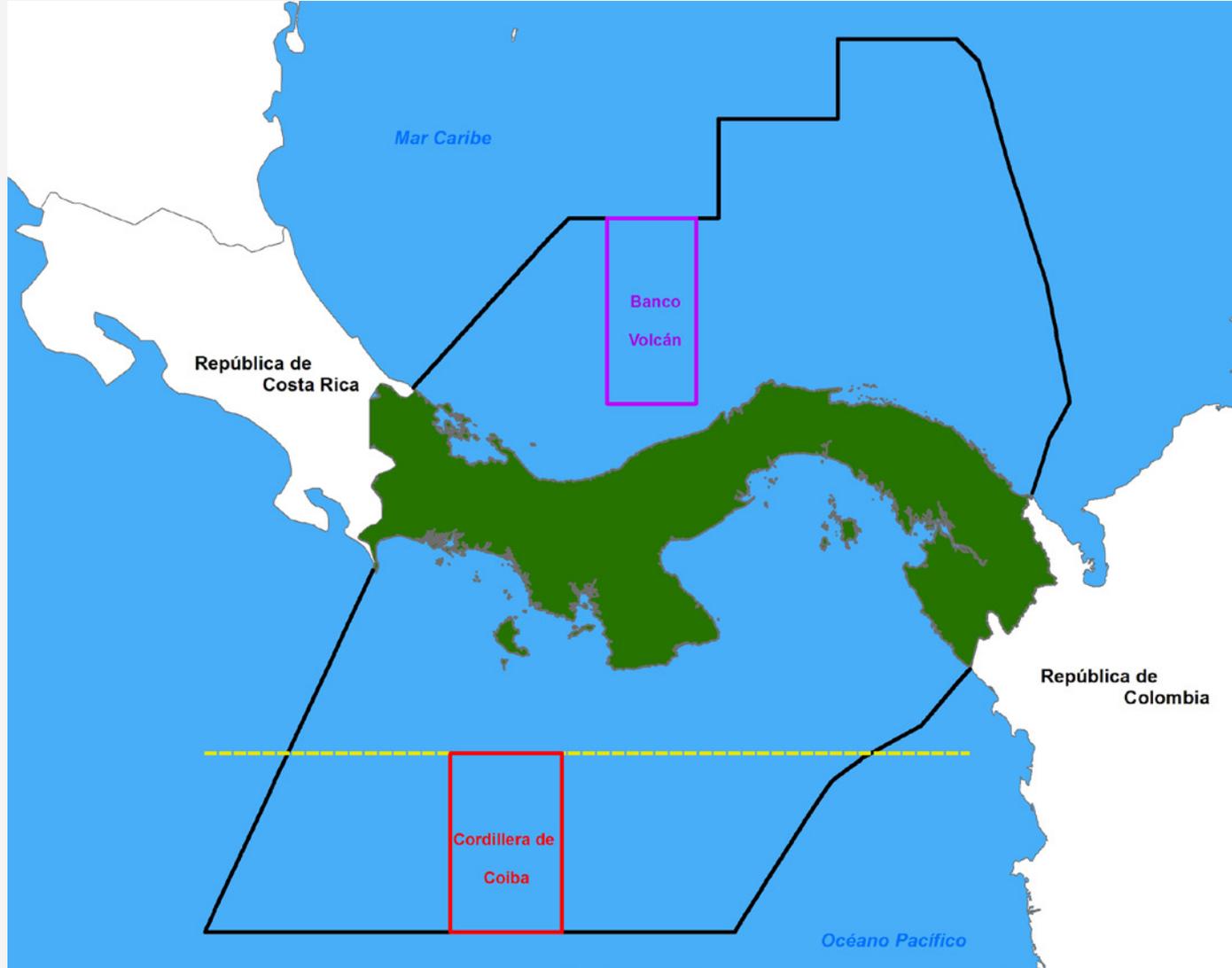
The protected areas are the Pacific's Cordillera de Coiba and the Caribbean's Banco Volcán. These bring Panama's total marine protected habitats to 31,435 square kilometers, or 13.5 percent of Panama's territorial waters. Previously, only 3.7 percent were protected or governed by management plans.

The size of the protected marine areas now surpasses a United Nations agreement stipulating that nations protect at least 10 percent of territorial waters by 2020. Signed by 150 leaders at the 1992 Earth Summit, the United Nations' Convention on Biological diversity promotes sustainable development around the world by establishing standards to conserve whole ecosystems.

The signing ceremony took place at STRI's Culebra Point Nature Center. In his remarks, President Varela praised STRI's outreach center as a place for kids to dream big, inspired by the center's science and its breathtaking setting at the Pacific entrance to the Panama Canal.

Panama's environment minister Mirei Endara and President Juan Carlos Varela (from left) sign a decree that designated two new marine protected areas in Panamanian waters. STRI director Matt Larsen (right) was on hand for the event at STRI's Punta Culebra Nature Center.

La ministra de Ambiente de Panamá Mirei Endara y el Presidente Juan Carlos Varela (izq. a der.) firman un decreto que designa dos nuevas áreas protegidas marinas en aguas panameñas. El Director de STRI Matt Larsen (der.) estuvo presente en el evento en el Centro Natural Punta Culebra del Smithsonian.



Panama's newly protected marine areas.
 Las nuevas áreas marinas protegidas de Panamá.

Panamá designa dos nuevas áreas marinas protegidas

El martes, 22 de septiembre, el presidente de Panamá Juan Carlos Varela Rodríguez firmó un decreto que establece dos áreas marinas protegidas en cadenas montañosas submarinas, una en el Caribe y una en el Pacífico, ambas poco estudiadas.

En un comunicado de prensa emitido por la Presidencia de la República, Mirei Endara, ministra de Ambiente de Panamá, agradeció a los científicos del Smithsonian, Héctor Guzmán y a Juan Maté, gerente para asuntos y operaciones científicas del Smithsonian en Panamá, por proporcionar “información necesaria para la creación de estas áreas marinas protegidas y seguimiento y apoyo durante el proceso”

de establecer dichas reservas.

Las áreas protegidas son la Cordillera de Coiba en el del Pacífico y el Banco Volcán en el Caribe. Esto nos lleva a un total de hábitats marinos protegidos en Panamá de 31,435 kilómetros cuadrados, o un 13.5 por ciento de las aguas territoriales de Panamá. Anteriormente, sólo el 3.7 por ciento estaban protegidas o regidas por planes de gestión.

El tamaño de las áreas marinas protegidas ahora supera a un acuerdo de las Naciones Unidas que estipula que para el 2020, las naciones protejan un mínimo del 10 por ciento de las aguas territoriales. Firmado por 150 líderes en la Cumbre de la Tierra de

1992, la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica promueve el desarrollo sostenible en todo el mundo con el establecimiento de normas para la conservación de ecosistemas enteros.

La ceremonia de firma tuvo lugar en el Centro Natural de Punta Culebra del Smithsonian. En su discurso, el presidente Varela elogió a este centro de divulgación como un lugar para que los niños sueñen en grande, inspirados en la ciencia del centro y su impresionante entorno localizado en la entrada del Pacífico del Canal de Panamá.



BOOM AND BUST

Above-average sunlight during El Niño years spurs flowering tropical trees to produce plenty of fruit and seed for agoutis, peccaries, monkeys and other mammals. But the clouds and rains of the ensuing La Niña cause food to dwindle and mammal populations to crash. STRI staff scientists Patrick Jansen and Joe Wright are monitoring mammals on BCI with 30 camera traps throughout the El Niño and La Niña to figure out why the crashes happen. One theory is that La Niña conditions cannot sustain El Niño population booms. Another suggests that La Niña simply picks off the weakest animals from a normal population. “There’s evidence for die-off but no evidence for population growth,” Jansen said.

AUGE Y CAÍDA

Durante los años de El Niño, altos niveles de luz solar provoca que los árboles tropicales con flores producen una abundancia de frutos y semillas para agutíes, pecaríes, monos y otros mamíferos. Sin embargo, las nubes y las lluvias de la subsiguiente La Niña causan que los alimentos disminuyan y las poblaciones de mamíferos colapsen. Los científicos del Smithsonian Patrick Jansen y Joe Wright están tratando de averiguar qué sucede mediante el monitoreo de los mamíferos en BCI con 30 cámaras trampa, durante los eventos de El Niño y La Niña. Una teoría es que las condiciones de La Niña no pueden sostener las poblaciones aumentadas de El Niño. Otro sugiere que La Niña simplemente elimina a los animales más débiles dentro de un tamaño de población normal. “Hay evidencia de mortalidad pero no hay evidencia del crecimiento de la población”, comentó Jansen.

A BUTTERFLY OUTBREAK

The especially punishing El Niño dry season of 1997–1998 clobbered butterfly and moth populations in Panama City’s Parque Natural Metropolitano. When the rains returned the insect numbers exploded. From STRI’s canopy crane in the park, staff scientist and Lepidopteran expert Annette Aiello recalls seeing treetops so defoliated by caterpillars that the tree species were difficult to identify. Shed skins “littered the canopy and dropped to the forest floor,” Aiello and colleagues wrote. The butterflies’ explosive return is thought to have been due to escape from their parasites, which took longer to recover. Species diversity also was incredible. “I saw species I had never seen before and have never seen since,” Aiello said. “I am very curious to see whether this happens again in 2015–2016.”

MARIPOSAS POR DOQUIER

La fuerte estación seca de El Niño de 1997–1998 dio una paliza a las poblaciones de mariposas y polillas en el Parque Natural Metropolitano de la Ciudad de Panamá. Cuando las lluvias regresaron los números de insectos explotaron. Desde la grúa del dosel del Smithsonian en el parque, científica y experta en Lepidopteras Annette Aiello recuerda ver que las copas de los árboles estaban tan defoliadas por las orugas que las especies de esos árboles eran difícil de identificar. Sus mudas de piel “estaban por doquier en el dosel y caían al suelo del bosque”, escribieron Aiello y sus colegas. Se cree que el retorno explosivo de las mariposas fue debido que escaparon de sus parásitos, los cuales tuvieron más tiempo para recuperarse. La diversidad de especies también era increíble. “Vi especies que nunca antes había visto y no las he vuelto a ver desde ese entonces”, comentó Aiello. “Tengo mucha curiosidad de saber si esto vuelve a ocurrir en el 2015–2016.”

A PERMANENT EL NIÑO?

Three million years ago global climate was warmer than at present, which some scientists believe put the world into a permanent El Niño-like state—a controversial idea. To see if the hypothesis carried weight, STRI staff scientist Aaron O’Dea and colleagues measured seasonal variations in the skeletons of fossilized bryozoans, tiny suspension-feeding invertebrates whose size varies in response to water temperatures. Instead, three-million-year-old fossils from Panama’s coasts suggest that El Niño events were intermittent, much like today. “Unfortunately, these records are too coarse to determine the exact frequency of past El Niño events. We’re exploring research methods that can resolve changes on a month-by-month basis,” O’Dea said. “If we want to predict the future, we can use the fossil record to visit Earth when it was last as warm as it’s predicted to become.”

¿UN EL NIÑO PERMANENTE?

Hace tres millones de años, el clima global era más cálido que en la actualidad, lo que algunos científicos creen puso al mundo en un El Niño permanente—una idea controversial. Para ver si esta hipótesis tiene peso, el científico del Smithsonian Aaron O’Dea y sus colegas midieron las variaciones estacionales en los esqueletos de bryozoos fosilizados, pequeños invertebrados cuyo tamaño varía en respuesta a la temperatura del agua. En vez, los fósiles de hace tres millones de años, encontrados en las costas de Panamá, sugieren eventos intermitentes de El Niño, al igual que hoy. “Desafortunadamente, estos registros son demasiado amplios para determinar la frecuencia exacta de episodios pasados de El Niño. Estamos explorando enfoques más refinados que pueden resolver los cambios en una base de mes a mes”, comentó O’Dea. “Si queremos predecir el futuro, podemos usar el registro fósil para volver a un momento en que la Tierra era tan caliente como se predice que llegará a ser.”

EXPANDING DROUGHT PROJECT

There is no better time to have a drought experiment in the ground than when an El Niño event strikes. With an NSF grant, last year STRI research associates Liza Comita, Bettina Engelbrecht and Andy Jones reciprocally transplanted seedlings of 16 species of trees across the Panamanian Isthmus into forest plots with different rainfall regimes. They want to understand how seedlings respond to drought, with an emphasis on the role of genetic variation within species. The predicted El Niño drought is a perfect chance to expand the project. “It would be a lost opportunity for us to not look across the Isthmus at naturally occurring seedlings and monitor their responses to this El Niño event,” said Jones, a molecular ecologist at Oregon State University. “Their dynamics are ultimately going to tell us what future forests will look like.”

EXPANDIR EL PROYECTO DE SEQUÍA

No hay mejor momento para iniciar un experimento de sequía que cuando ocurre un evento de El Niño. El año pasado, con una subvención de la Fundación Nacional de Ciencia de los EE.UU (NSF), los investigadores asociados del Smithsonian Liza Comita, Bettina Engelbrecht y Andy Jones trasplantaron recíprocamente 16 especies de árboles de todo el Istmo de Panamá en parcelas forestales con distintos regímenes de lluvias. Ellos quieren estudiar cómo las plántulas responden a la sequía, con un énfasis en el rol de la variación genética dentro de las especies. La sequía precedida de El Niño es una oportunidad perfecta para ampliar el proyecto. “Sería una oportunidad perdida si no observamos las plántulas de origen natural a través del Istmo y monitoreamos sus reacciones a El Niño”, comentó Jones, un ecólogo molecular de la Universidad Estatal de Oregón. “En última instancia, las dinámicas de las plántulas nos dirán cómo se verán los bosques del futuro.”





FAMINE IN THE FOREST

The stench of death hung over Barro Colorado Island. Emaciated carcasses of coatis, agoutis, howler monkeys, peccaries and other animals littered the forest. There was at least one dead animal every 300 meters along the trails. Starving animals raided the breadbox that was set out by the kitchen to keep the introduced tapirs close to the lab clearing. According to Robin Foster, who documented the famine in late 1970 and early 1971, the spider monkeys “launched an all out assault on food resources inside the buildings, learning for the first time to open doors and make quick forays to the dining room table, where they sought bread and bananas, ignoring the meat, potatoes and canned fruit cocktail, and brushing aside the startled biologists at their dinner.”

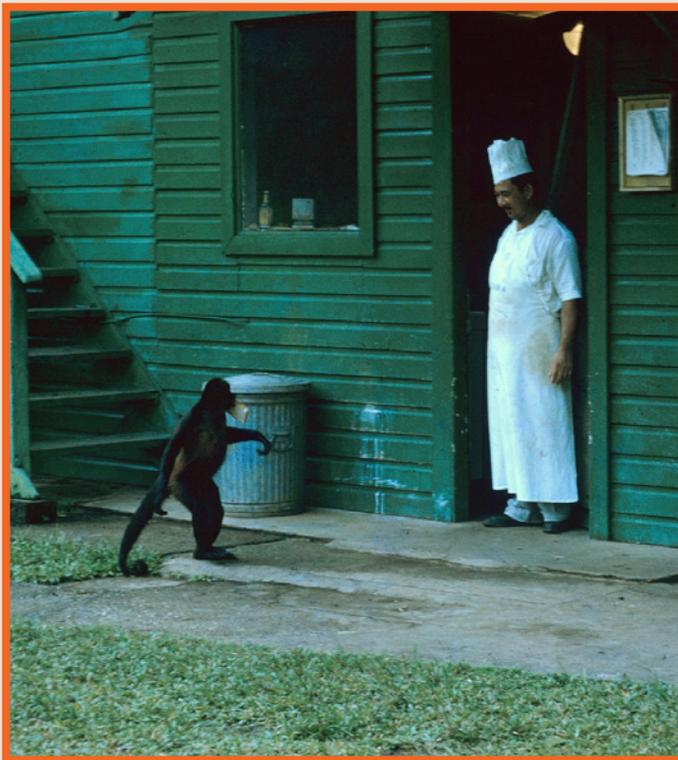
Foster attributed the famine, as well as previous ones in 1931–1932 and 1958–1959, to unusually rainy dry seasons, which caused disruption of flowering and fruiting by many tree species. An analysis in 1999 by Joe Wright, Claudio Carrasco, Osvaldo Calderón,

HAMBRUNA EN EL BOSQUE

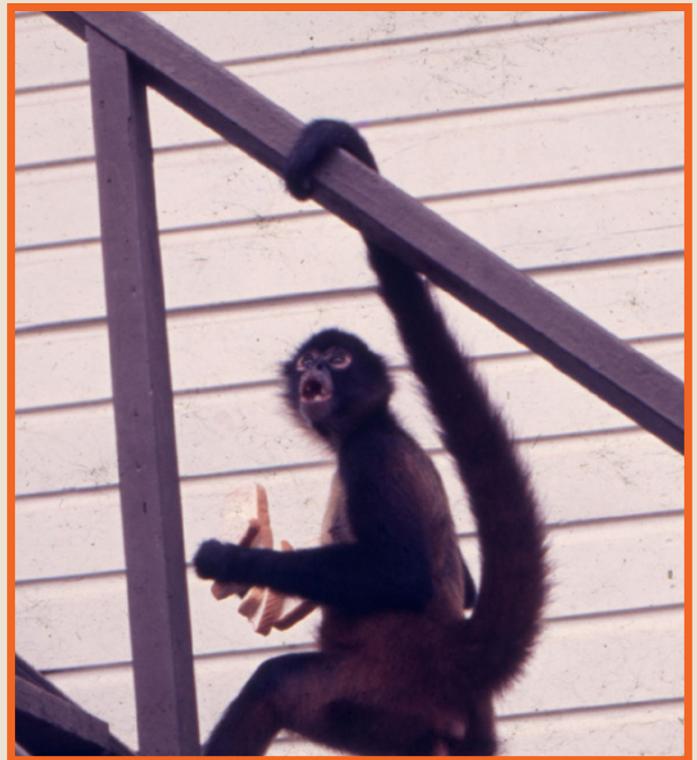
El hedor de la muerte se cernía sobre Isla de Barro Colorado. Cadáveres demacrados de coatíes, ñeques, monos aulladores, zaínos y otros animales cubrían el bosque. A lo largo de los senderos, cada 300 metros, había un animal muerto. Los hambrientos animales allanaban la caja con alimentos a un lado de la cocina que alimentaba a los tapires introducidos a la isla. Según Robin Foster, quien documentó la hambruna a finales de 1970 y principios de 1971, los monos araña “lanzaron un asalto total contra lo que había para comer dentro de los edificios, aprendieron por primera vez a abrir puertas y a hacer incursiones rápidas a la mesa del comedor, donde agarraban pan y plátanos, haciendo caso omiso de la carne, las papas y la ensalada de frutas enlatada, y sin hacer prestar atención a los sorprendidos biólogos que estaban comiendo”.

Foster atribuyó esta hambruna, así como las anteriores de 1931 a 1932 y de 1958 a 1959, a las estaciones secas inusualmente lluviosas que provocaron la interrupción de la floración y la fructificación de muchas especies de árboles. Un análisis hecho en 1999 por Joe Wright, Claudio

Drought-starved spider monkeys launched an all-out assault on human food resources inside the buildings



and Steve Paton included an additional famine in 1993–1994. They found that famine occurred every time a mild dry season followed an El Niño event. Very wet or very dry years in isolation did not produce such an effect. It is thought that the dry, sunny conditions typical of an El Niño in Panama enhance fruit production, allowing populations of frugivores to build up. When an El Niño is followed by a wet, cloudy dry season—which is often due to the 24-month periodicity of the phenomenon—fruit production drops, leaving the increased numbers of frugivores with insufficient food. Whether this pattern will repeat in the next El Niño cycle will be a topic of close study.



Monos araña, hambrientos por la sequía, lanzaron un asalto total contra los alimentos a la vista dentro del comedor de la isla

Carrasco, Osvaldo Calderón, y Steve Paton, incluyó una hambruna adicional durante 1993–1994. Encontraron que la hambruna se produjo cada vez que una estación seca leve siguió a un evento de El Niño. Años muy húmedos o muy secos aislados no producen tal efecto. Se cree que las condiciones secas y soleadas típicas de El Niño en Panamá aumentan la producción de frutos, permitiendo que crezcan las poblaciones de frugívoros. Cuando un evento de El Niño es seguido por una temporada seca nublada y húmeda—que a menudo se debe a la periodicidad de 24 meses del fenómeno—la producción de fruta disminuye, dejando al incrementado número de frugívoros con una alimentación insuficiente. Si este patrón se repite en el próximo ciclo de El Niño, será un tema de estudio detallado.



Smithsonian Tropical Research Institute