

TRÓPICOS

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

AGUA SALUD

THE PANAMA CANAL WATERSHED EXPERIMENT

EL EXPERIMENTO DE LA CUENCA DEL CANAL DE PANAMÁ



Smithsonian Tropical Research Institute

March 2015 | stri.si.edu

One thing the Smithsonian Tropical Research Institute does well is to think big — to transform long-term, large-scale research dreams into reality through collaboration with a global network of scientists and visionary supporters. One recent example is the Panama Canal Watershed Project. Better known as Agua Salud for the river that flows through it, the project studies how degraded landscapes can be efficiently transformed into productive secondary forests, timber plantations, natural water utilities or eco-friendly livestock ranches.

Since 2008, with \$4 million from HSBC bank, a major land purchase by two STRI supporters and the partnership of the Panama Canal Authority (ACP) and Panama's environmental authority (ANAM), researchers have focused efforts on understanding how different land uses impact the often-overlooked ecosystem services forests provide us. One such service, the provision of abundant fresh water, is both vital to the operation of the Panama Canal — a \$2 billion/year business wholly dependent on a reliable and plentiful water supply— and to the two million people who draw potable water from the watershed.

With a burgeoning team of researchers and patrons, Agua Salud continues the century-old scientific collaboration between the Smithsonian and Panama that began with the 1910 Panama Biological Survey. The partnership gave birth to the concept of Smart Reforestation® — a new research initiative to create profitable land use alternatives based on native tree species that ensure hydrological benefits, capture carbon, and restore biodiversity.

The project enriches knowledge of secondary tropical forests and how they can be managed to maximize essential life-support services. The 700-hectare study site is now arguably as important as a research destination as STRI's Barro Colorado Island.

Una cosa que el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales hace bien es pensar en grande - para transformar en realidad los sueños de investigaciones a gran escala, a largo plazo a través de la colaboración con una red mundial de científicos y defensores visionarios. Un ejemplo reciente es el Proyecto de la Cuenca Canal de Panamá. Mejor conocido como Agua Salud por el río que fluye a través de éste, el proyecto estudia cómo los paisajes degradados se pueden transformar de manera eficiente en bosques secundarios productivos, plantaciones de árboles, en servicios públicos de agua o en ranchos ganaderos ecológicos.

Desde el 2008, con una donación de \$5 millones del banco HSBC, se efectuó una importante compra de tierras por parte de dos simpatizantes del Smithsonian en Panamá y la colaboración de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) además de la Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá (ANAM), los investigadores han centrado sus esfuerzos en la comprensión de cómo los diferentes usos del suelo impactan los servicios del ecosistema que nos proporcionan los bosques, los cuales con frecuencia pasamos por alto. Uno de esos servicios, el proporcionar agua dulce en abundancia, es a la vez vital para el funcionamiento del Canal de Panamá - un negocio de \$2 mil millones al año totalmente dependiente de una fuente de agua confiable y abundante, y para los dos millones de personas que extraen el agua potable de la Cuenca.

Con un equipo creciente de investigadores y patrocinadores, el Proyecto de Agua Salud continúa la colaboración científica centenaria entre el Smithsonian y Panamá, que inició con el Reconocimiento Biológico Panamá de 1910. Esta asociación dio a luz al concepto de Smart Reforestation® (Reforestación Inteligente®) - una nueva iniciativa de investigación para crear alternativas rentables de uso de los suelos basándose en las especies de árboles nativos que aseguren beneficios hidrológicos, la captura de carbono, y restauren la biodiversidad.

El proyecto enriquece el conocimiento de los bosques tropicales secundarios y cómo se pueden gestionar para maximizar los servicios esenciales que sustentan la vida. El sitio de estudio de 700 hectáreas es ahora sin duda tan importante como la estación de investigación del Smithsonian en Panamá en Isla Barro Colorado.



Smithsonian Tropical Research Institute



CONTENT
CONTENIDO

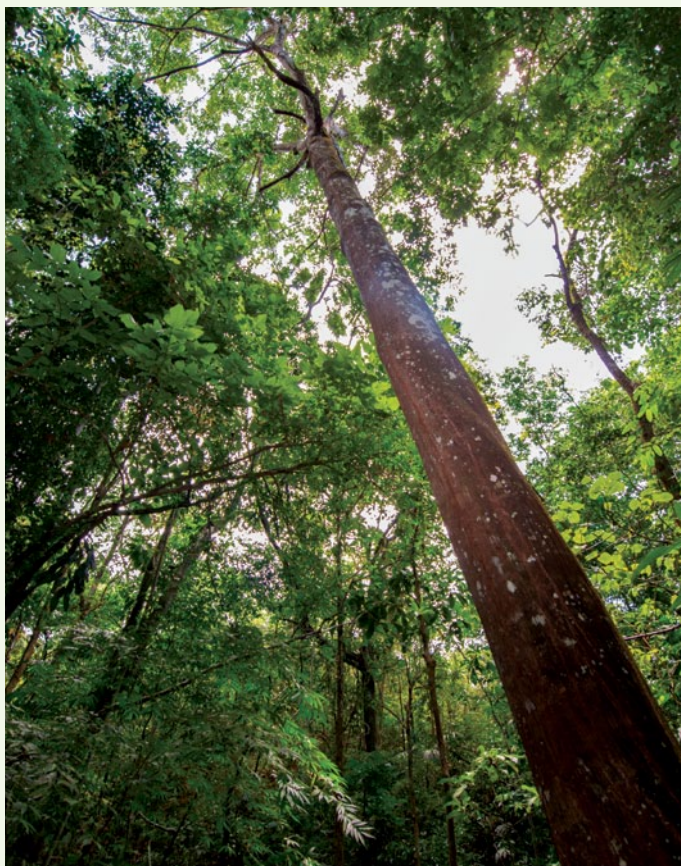
TRÓPICOS

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

Cover photo: Mixed species plantation – Jorge Alemán

Portada: Plantación de especies mixtas

Tachigali versicolor – Suicide Tree / Árbol suicida – Jorge Alemán



- 3 **FEATURE / ARTICULO PRINCIPAL**
Water, Water, Everywhere / Agua Agua en Todas Partes
- 17 **PROFILE / PERFIL**
Forest Efficiency / Eficiencia Forestal
- 23 **VIDEOS**
Katherine Sinacore
Jefferson Hall
Teak vs Amarillo
- 24 **THE FUTURE / EL FUTURO**
Drones, Lasers and High-Tech Towers /
Drones, Láseres y Torres de Alta Tecnología
- 28 **RESEARCH HIGHLIGHTS /
INVESTIGACION DESTACADA**
- 29 **UPWELLING / AFLORAMIENTO**
- 36 **MOSAICO / MOSAIC**
- 37 **GUEST COLUMN / COLUMNA**
- 39 **STRI REWIND / REBOBINA**



TEAM
EQUIPO

strinews@si.edu

Questions/comments
Preguntas/comentarios



@stri_panama
#smithsonian

Beth King

STRI Communications Coordinator
Coordinadora de Comunicaciones
Editor, Writer / Editor, Textos

Lina González

STRI Design Supervisor
Supervisora de Diseño
Art direction / Dirección de arte

Jorge Alemán

STRI Graphic Design Specialist
Especialista en Diseño
Concept and Design / Concepto y Diseño

Sean Mattson

STRI Reporter
Fotoperiodismo
Writing, Photography / Textos y Fotografía

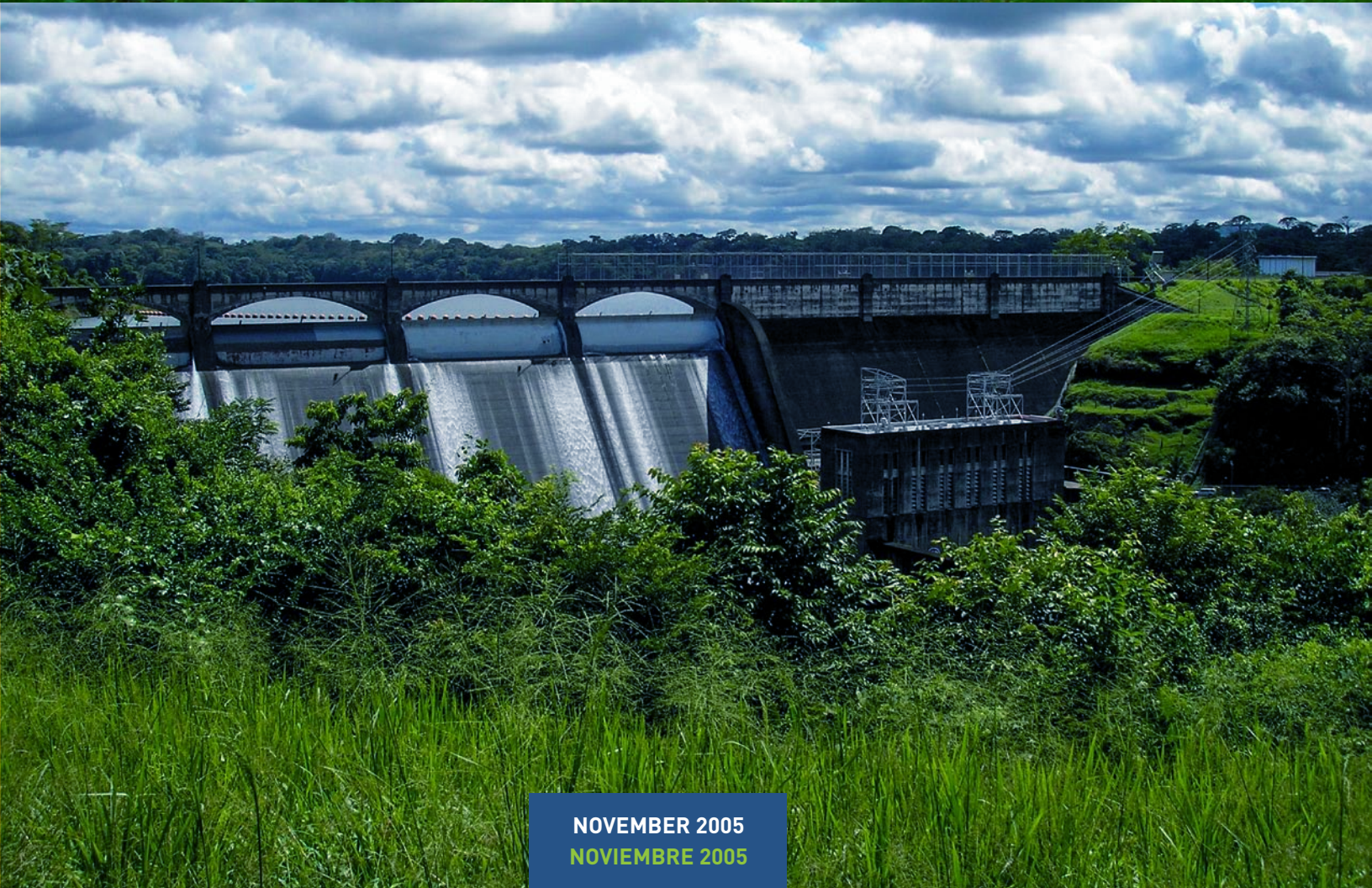
Sonia Tejada

Media Relations
Relaciones con medios
Translations / Traducción

Ana Endara

STRI Videographer
Videógrafa
Documentary Videos / Documentales

MADDEN DAM, LAKE ALAJUELA, DECEMBER 2010
REPRESA DE MADDEN, LAGO ALAJUELA, DICIEMBRE 2010



NOVEMBER 2005
NOVIEMBRE 2005

WATER, WATER EVERYWHERE...

AGUA, AGUA EN TODAS PARTES

A six year overview of Agua Salud: The Panama Canal Watershed Experiment

Seis años de Agua Salud: El experimento de La Cuenca del Canal de Panamá

At the end of a long tropical rainy season in 2010, a once-in-a-century monster storm dropped 760 mm (30 inches) of rain in the upper reaches of the Chagres River, the biggest Panama Canal tributary. For only the fourth time in 100 years the canal, a \$2 billion business run on fresh water, suspended ship transits, opening locks to ease the burden on spillways roiling with café-con-leche-colored runoff. People called the storm La Purísima, the colloquial name given to deluges falling during the December celebrations of apparition of the Virgin of Guadalupe and Panamanian Mother's Day.

Al final de una larga temporada de lluvias en el 2010, una tormenta monstruosa de las que suceden una vez en un siglo, desató unos 760 mm (30 pulgadas) de lluvia en la Cuenca alta del Río Chagres, el afluente principal del Canal de Panamá. Por cuarta vez en 100 años de funcionamiento del Canal, un negocio de \$2 mil millones que funciona con el abastecimiento constante de agua dulce, suspendió el tránsito de buques y abrieron las esclusas para aliviar la carga de los canales de descarga agitados con una escorrentía color café-con-leche. La gente llamó a la tormenta La Purísima, el nombre coloquial dado a los diluvios que caen durante las celebraciones en diciembre de la aparición de la Virgen de Guadalupe y el Día de la Madre en Panamá.



Panama City skyline. The Panama Canal supplies all of the drinking water for Panama City and Colón. This is equivalent to six percent of the total runoff from the watershed and about ten percent of the water used by the locks.

Horizonte de la ciudad de Panamá. El Canal de Panamá suministra toda el agua potable para las ciudades de Panamá y Colón. Esto es equivalente al seis por ciento de la escorrentía total de la cuenca y el diez por ciento del agua utilizada para las esclusas.

...NOR ANY DROP TO DRINK

Ironically, though the rains continued, the storm left nearly a million people in the Panama City metropolitan area without drinking water for almost two months. The city's main potable water treatment plant ceased to operate, overwhelmed by sediments from some 500 landslides in the upper Chagres, which STRI staff scientist and U.S. Geological Survey hydrologist, Bob Stallard documented with aerial photographs.

La Purísima underscored the need for better scientific understanding of environmental threats to canal infrastructure posed by extreme weather. In 1998, during a the worst El Niño-related drought in canal history, water levels in the main channel fell six meters (20 feet) below the normal level. The Canal Authority imposed draft restrictions forcing some shipping companies that could not lighten their loads

...NI UNA GOTA PARA BEBER

Irónicamente, aunque las lluvias continuaron, la tormenta dejó a alrededor de un millón de personas en el área metropolitana de la Ciudad de Panamá sin agua potable durante casi dos meses. La planta principal de tratamiento de agua potable de la ciudad dejó de operar, inundada por los sedimentos de unos 500 deslizamientos de tierra en el Alto Chagres, los cuales fueron documentados con fotos aéreas por Bob Stallard, científico de STRI e hidrólogo de U.S. Geological Survey.

La Purísima subrayó la necesidad de una mejor comprensión científica de las amenazas ambientales para la infraestructura del Canal planteadas por el clima extremo. En 1998, durante una de las peores sequías en la historia del Canal relacionada con el fenómeno del Niño, los niveles de agua en el canal principal cayeron seis metros (20 pies) por debajo del nivel normal. La Autoridad del Canal de Panamá impuso restricciones al calado, obligando a algunas



The largest river in the Panama Canal Watershed is the Rio Chagres. Its headwaters are protected by Panama's Chagres National Park.

El río más grande de la Cuenca del Canal de Panamá es el Chagres. Su curso superior está protegido por el Parque Nacional Chagres.

to reroute vessels through the Suez Canal or to use multimodal train routes across the United States.

Climate change models forecast more extreme, unpredictable events.

GRASS or TREES?

As news of the Panama Canal's \$5.25-billion expansion rippled out, ports across the U.S. eastern seaboard uncorked billions more to deepen ports to accommodate the bigger post-Panamax ships scheduled to transit the waterway by 2015. The expansion also generated an increasingly acrimonious debate about how land use in the canal watershed would affect the resource that keeps the canal afloat: water. Do the forests between central Panama's two city centers simply pump valuable water out of the watershed into the air, or are they vital for the health of the waterway?

compañías navieras que no podían aligerar sus cargas, a redirigir los navíos por el Canal de Suez o utilizar rutas multimodales de tren en los Estados Unidos.

Los modelos de cambio climático pronostican, eventos impredecibles más extremos.

¿HIERBA O ÁRBOLES?

Cuando salió a la luz la noticia del proyecto de ampliación del Canal de Panamá (de US \$5.25 mil millones), los puertos en la costa este de Estados Unidos liberaron miles de millones más para profundizar el calado de los puertos y así dar cabida a los buques post-Panamax más grandes, programados para transitar la vía marítima para el 2015. La expansión también generó un debate cada vez más enconado sobre cómo el uso del suelo en la cuenca del Canal afectaría el recurso que lo mantiene a flote: el agua. ¿Los bosques en el centro de Panamá entre las dos ciudades principales simplemente bombean agua valiosa de la cuenca hacia el aire o son de vital importancia para la salud del agua del canal?



AGUA SALUD RIVER RÍO AGUA SALUD

Old Forest Catchment
Vertiente de Bosque Viejo

Pasture Catchment
Vertiente de Pastizal

Silvopastoral Catchment
Vertiente Silvopastoril

Canal G
Verti

Secondary For
Vertiente de

AGUA SALUD: THE PANAMA CANAL WATERSHED EXPERIMENT

EXPERIMENTO DE LA CUENCA DEL CANAL DE PANAMÁ

The 700-hectare Agua Salud site is divided into various catchments to better understand how water flow is influenced by different land uses.

El sitio de 700 hectáreas de Agua Salud está dividido en varias zonas de captación para comprender mejor cómo el flujo de agua está influenciado por diferentes usos del suelo.

Grass Catchment
Vertiente de Paja Canalera



Plantation Catchment
Vertiente de Plantación



Teak Monoculture

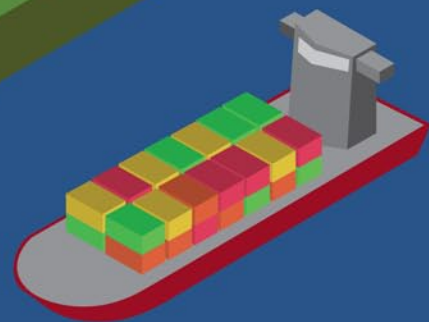


Mixed Native Timber Species



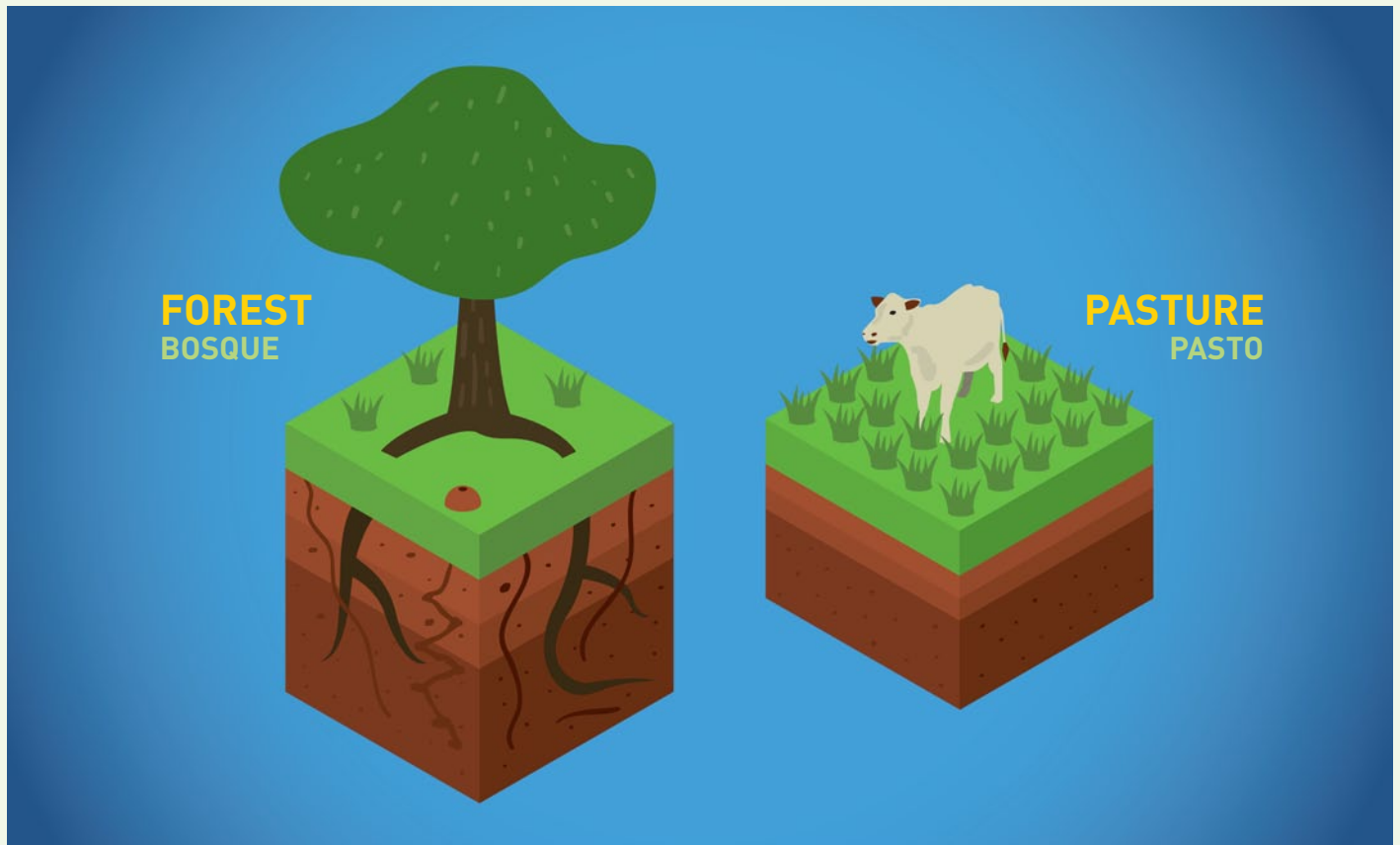
Forest Catchment
Vertiente de Bosque Secundario

SOBERANIA NATIONAL PARK
PARQUE NACIONAL SOBERANÍA



THE PANAMA CANAL
EL CANAL DE PANAMÁ

THE FOREST IS A SPONGE EL BOSQUE ES UNA ESPONJA



Sponge effect: Forested soils (left) are more porous than soils in pastureland (right) where cows damage the soil structure. Scientists have shown that trees can help reduce runoff and increase the amount of soil water flowing into streams during dry periods.

El efecto esponja: Los suelos boscosos (izq.) son más porosos que los suelos de los pastizales (der.) donde las vacas dañan su estructura del suelo. Los científicos han demostrado que los árboles ayudan a reducir la escorrentía y aumentan la cantidad de agua en el suelo que fluye en los arroyos durante los períodos secos.

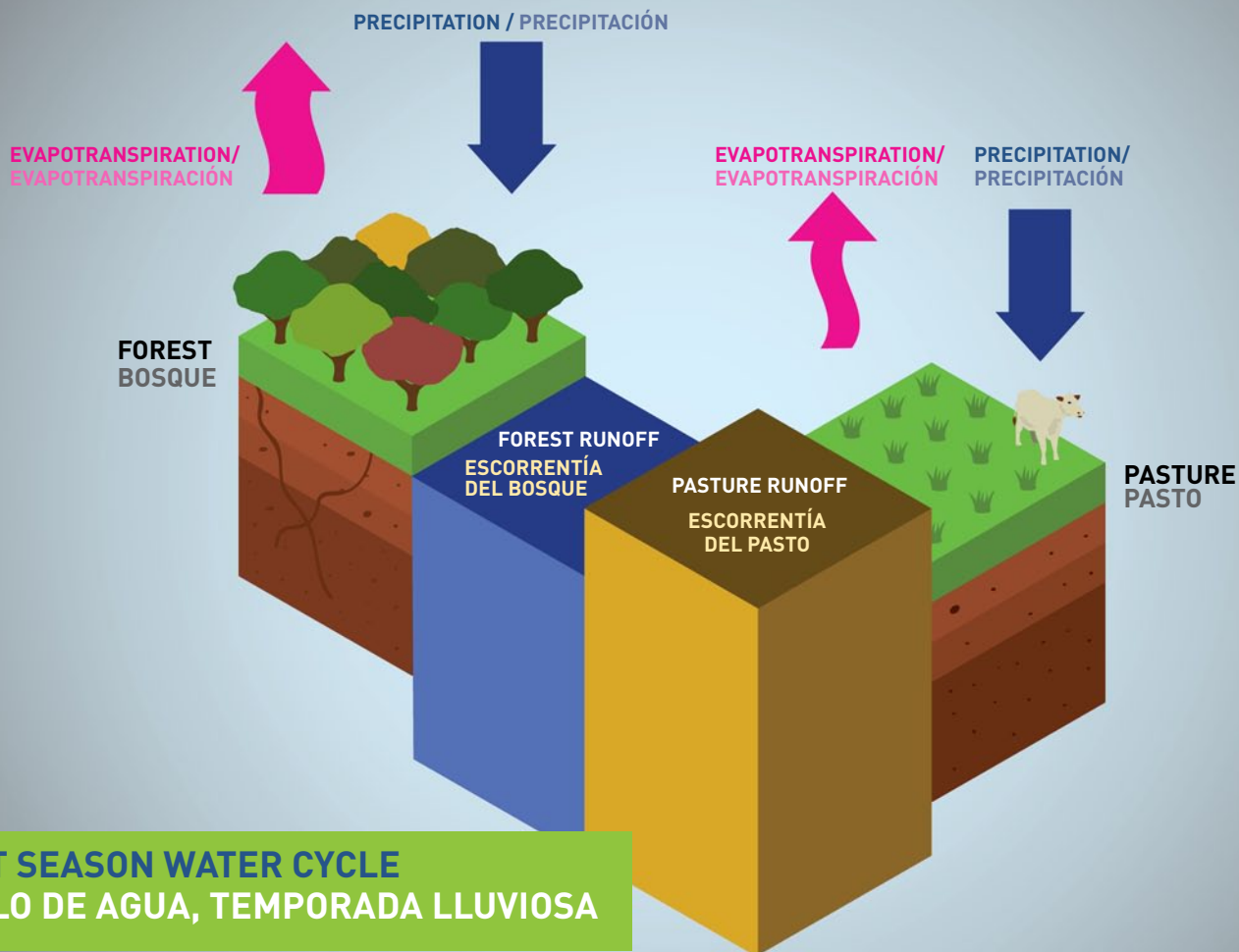
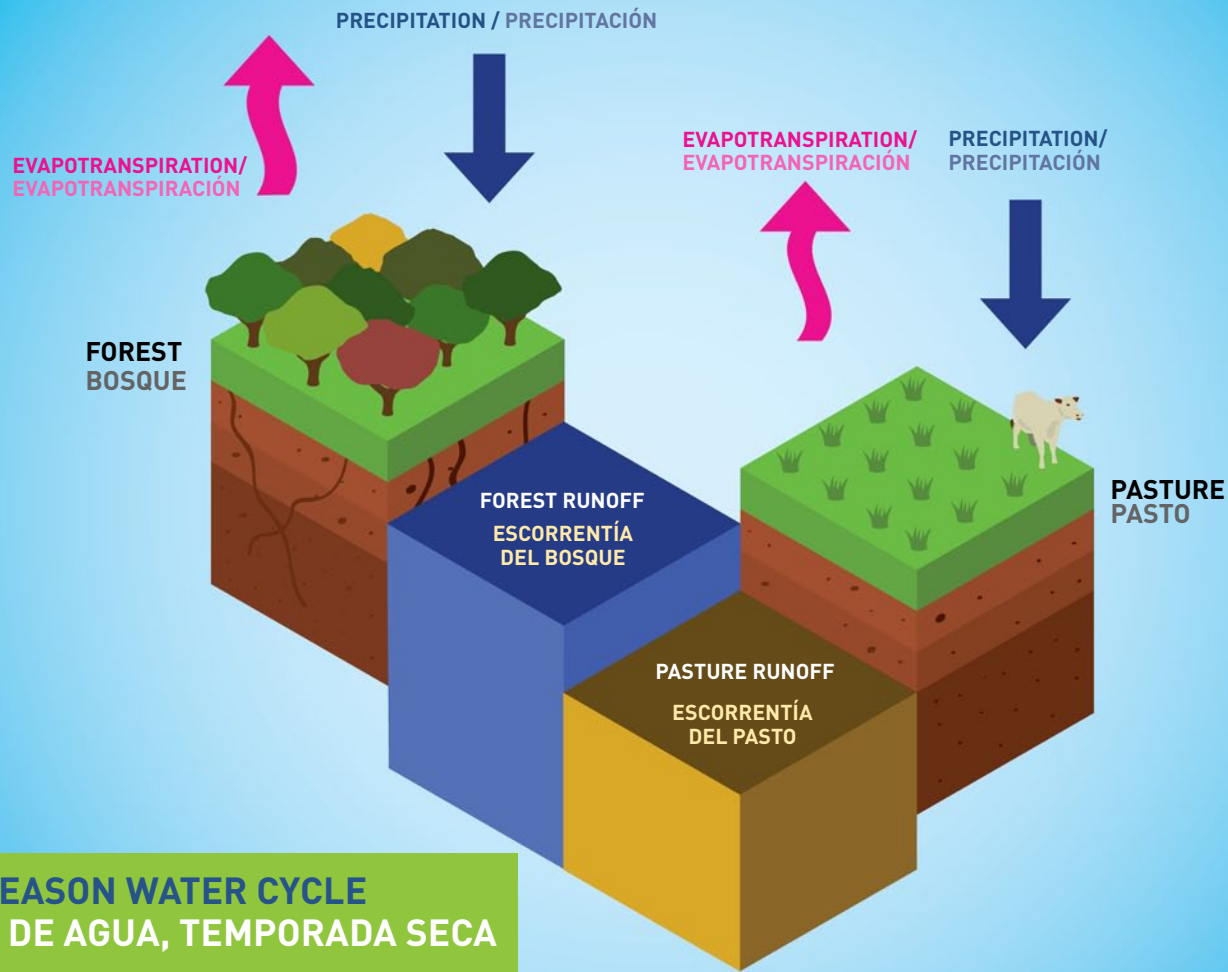
THE SPONGE EFFECT

Preliminary results from one of Stallard's experiments indicated that the soils in the canal watershed might behave like soils in some temperate forests, storing water during the rainy season and releasing it during dry periods, thereby creating a "sponge effect." The study suggests forested land better supplies the canal's dry season water needs than pastureland. But it raised a number of doubts, including whether exotic species like teak (which dominated reforestation projections at the time) was the best choice for converting landscape from pasture to forest.

But the only way to get solid answers about how regenerating forests restore ecosystem services would be by establishing a decades-long, landscape-scale experiment. This gave rise to the Panama Canal

EL EFECTO ESPONJA

Los resultados preliminares de uno de los experimentos del científico del Smithsonian y del Servicio Geológico de los Estados Unidos, Robert Stallard, indicaron que los suelos de la Cuenca del Canal pueden comportarse como los suelos en algunos bosques templados, almacenando agua durante la temporada de lluvias y liberándola durante los períodos secos, creando así un "efecto esponja". El estudio sugiere que las tierras forestales suministran mejor las necesidades de agua del Canal durante la estación seca que los pastizales. Pero el experimento planteó una serie de dudas, incluyendo si las especies exóticas como la teca (que dominaban las proyecciones de reforestación en el momento) fuera la mejor opción para convertir el paisaje de pastos a bosques.





\$2 billion [general revenue of the Panama Canal per year] divided by 2.6 km³ [the amount of water it takes to run the locks] = \$ 0.003 per gallon

\$2 billones [de los ingresos generales del Canal de Panamá por año] dividido por 2.6 km³ [la cantidad de agua que se necesita para que funcionen las esclusas] = \$0.003 por galón

Watershed Experiment, a STRI collaboration made possible by a \$4 million grant from HSBC bank and two private donors who purchased 700 hectares (2.7 square miles) for the study. The project was critically backed by the Panama Canal Authority and Panama's environmental authority, ANAM.

The land was mostly low-productivity cattle pasture lying on highly degraded landscapes between the 300-year-old forests of Soberania National Park, which was protected in 1980, and the Transisthmian highway that connects Panama's Pacific and Atlantic coasts. In other words, it was a perfect place for the project.

NOT ALL TREES ARE EQUAL

Even before the project began, putting teak plantations on ground compacted by years of cattle ranching seemed, to many, like a poor replacement for lush lowland tropical forest native to the region, home to jaguars, howler monkeys and an occasional harpy eagle.

"In 2003 researchers predicted that most of this area would be reforested by 2020," explained Jefferson Hall, director Agua Salud. "But it's already 2015, and we're not seeing that happen. People aren't stupid. They won't give up their farms to plant teak on infertile soils."

So what's the alternative? Teak is Panama's most popular plantation tree. One investment website touts a

Pero la única manera de obtener respuestas confiables sobre cómo los bosques en regeneración restauran los servicios de los ecosistemas, sería estableciendo un experimento a escala de paisaje de una década de duración. Esto dio lugar al Experimento de la Cuenca del Canal de Panamá, una colaboración del Smithsonian posible gracias a una donación de US \$4 millones del banco HSBC y dos donantes privados que compraron unas 700 hectáreas (2.7 millas cuadradas) para el estudio. El proyecto sigue recibiendo el apoyo de la Autoridad del Canal de Panamá y la Autoridad Nacional del Ambiente, ANAM.

La cuenca del Rio Agua Salud consistía en su mayoría de potrero de baja productividad (paisajes altamente degradados) ubicados entre bosques de 300 años de edad en el Parque Nacional Soberanía, el cual fue protegido en 1980 y la carretera Transisthmica que conecta el Pacífico de Panamá y las costas del Atlántico. En otras palabras, era el lugar perfecto para el proyecto.

NO TODOS LOS ÁRBOLES SON IGUALES

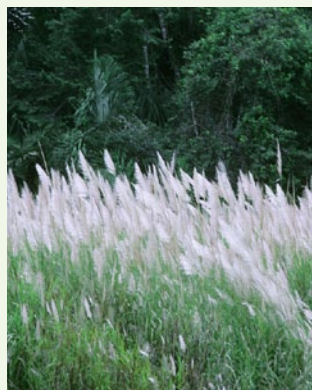
Antes de que el proyecto empezara, El plantar teca en suelos compactados por años de ganadería parecía, para muchos, como un pobre sustituto al exuberante bosque nativo tropical de tierras bajas de la región, hogar de jaguares, monos aulladores y la ocasional águila arpía.

"En el 2003 los investigadores predijeron que la mayor parte de esta área estaría reforestada para el 2020", explicó Jefferson Hall, director del Proyecto de Agua Salud. "Pero ya es el 2015, y no vemos que eso suceda. La gente no es tonta. No van a renunciar a sus

LAND USE IN PANAMA USOS DE SUELOS EN PANAMÁ



FOREST / BOSQUE



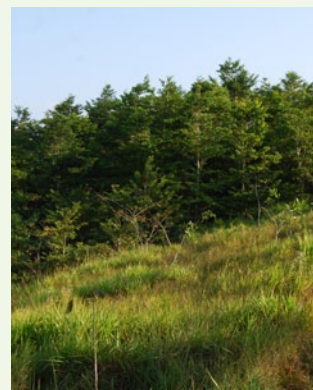
GRASS / PAJA



PASTURE / PASTIZAL



PLANTATION / PLANTACIÓN



SUCCESION / SUCESIÓN

\$520,000 profit for sales of teak logs from a 5 hectare plot. On the best soils in Panama, a hectare of teak trees can reach full market value after 20 years. Based on earlier native tree species studies by Yale University and STRI, scientists set out to compare teak and native alternatives. Seven years into the project, Agua Salud has already demonstrated that some native trees can produce more timber, in less time and with less initial investment, and restore more lost biodiversity.

Experiments by STRI staff scientist Klaus Winter's former post-doctoral fellow Lucas Cernuzak showed that cocobolo, *Dalbergia retusa*, also used water very efficiently, at least in a small-scale greenhouse experiments. Katherine Sinacore, doctoral student at the University of New Hampshire is comparing water use by teak, amarillo and cocobolo in the field.

Hall expects these results — which are backed by data generated from some 140,000 planted trees — to create some excitement in local timber markets.

“*Terminalia amazonia* (amarillo) grows fantastically well on our low-nutrient status soils, and a back-of-the-envelope calculation for a 20-year-old cocobolo stand based on its reported market price of up to \$5,000 per cubic meter suggests it could be worth up to \$200,000 per hectare,” said Hall. “Imagine if rural farmers could get even half of that on degraded soils?”

granjas para sembrar teca en suelos infértiles”.

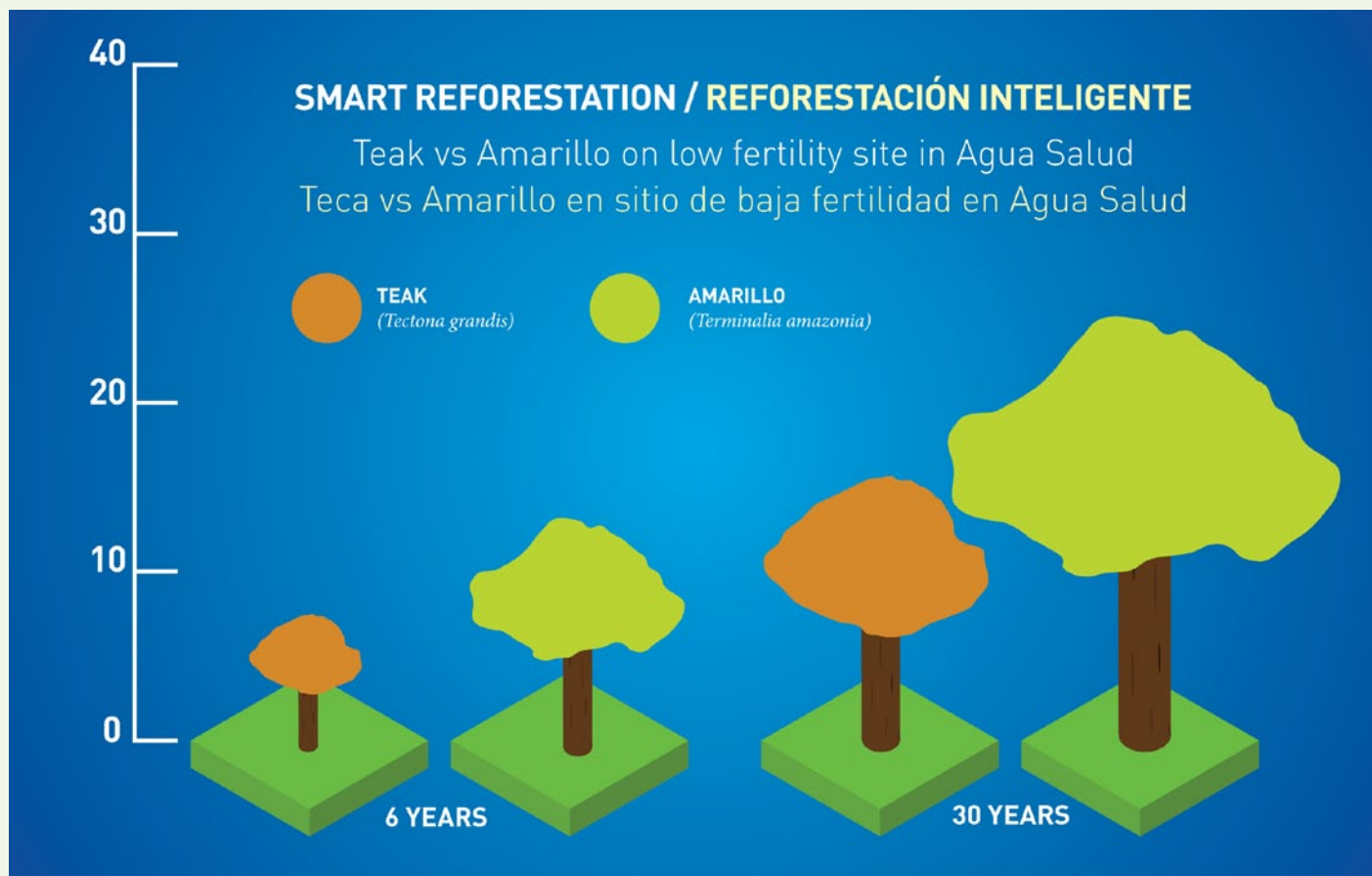
Entonces, ¿cuál es la alternativa? La teca es la plantación más popular de Panamá. Un sitio web para inversionistas promociona un beneficio de \$520,000 por ventas de troncos de teca de una parcela de 5 hectáreas. En los mejores suelos de Panamá, una hectárea de árboles de teca puede alcanzar el valor total del mercado después de 20 años. Basándose en estudios anteriores de especies de árboles nativos por la Universidad de Yale y el Smithsonian, los científicos se propusieron a comparar la teca con alternativas nativas. A siete años de iniciado el proyecto, Agua Salud ya ha demostrado que algunos árboles nativos pueden producir más madera en menos tiempo y con menos inversión inicial y restaurar una mayor biodiversidad perdida.

Los experimentos realizados por Lucas Cernuzak, antiguo becario de post doctorado y el científico del Smithsonian, Klaus Winter, mostraron que el Cocobolo (*Dalbergia retusa*) también utiliza el agua de manera muy eficiente, por lo menos en unos experimentos de invernadero a pequeña escala. Katherine Sinacore, estudiante de doctorado en la Universidad de New Hampshire, está comparando en el campo el uso del agua por la teca, el amarillo y el cocobolo.

Hall espera que estos resultados - que están respaldados por datos generados a partir de unos 140,000 árboles plantados - produzcan algo de emoción en los mercados de madera locales.

“La *Terminalia amazonia* (amarillo) crece fantásticamente bien en nuestros suelos bajos en nutrientes y un cálculo al ojo para una plantación de Cocobolo de 20

TEAK VS AMARILLO **TECA VS AMARILLO**



EXPERIMENT EXPANDS

Hall's team has extended the experiment along the Transisthmian highway where Argos, S.A. the fourth-largest concrete producer in Latin America, faces important decisions about how to manage land near a cement plant the firm recently purchased.

"This is a company that can afford to invest in reforestation and biodiversity conservation, and they can probably pay for it through carefully designed harvests and sales of the timber that is already there now," said Hall.

Not long ago, as Hall drove home after giving an evening lecture to a group of graduate students funded by the US National Science Foundation, a jaguar crossed the road, caught in his headlights. Jeff continues to be hopeful about the prospects for understanding the tradeoffs between water use, carbon storage and biodiversity conservation in Panama.

años de edad, basado en su precio de mercado reportado que es de hasta \$5,000 por metro cúbico, lo que sugiere que podría ser hasta \$200,000 por hectárea", comentó Hall." ¿Imagínense si los agricultores rurales podrían obtener por lo menos la mitad de eso en suelos degradados?"

SE EXPANDE EL EXPERIMENTO

El equipo de Hall ha ampliado el experimento a lo largo de la carretera Transisthmica donde Argos, S.A., el cuarto mayor productor de concreto en América Latina, enfrenta decisiones importantes sobre cómo manejar la tierra cerca de la planta de cemento que la empresa compró recientemente. "Esta es una compañía que puede darse el lujo de invertir en la reforestación y la conservación de la biodiversidad y que probablemente puede pagar por ello a través de cosechas cuidadosamente diseñadas y la venta de la madera que ya está allí", comentó Hall.

No hace mucho tiempo, una noche Hall iba a casa

WEIRS VERTIENTES



To calculate the total volume of water flowing from a stream, hydrologists measure the height of the water passing through the opening of a small dam, known as a weir.

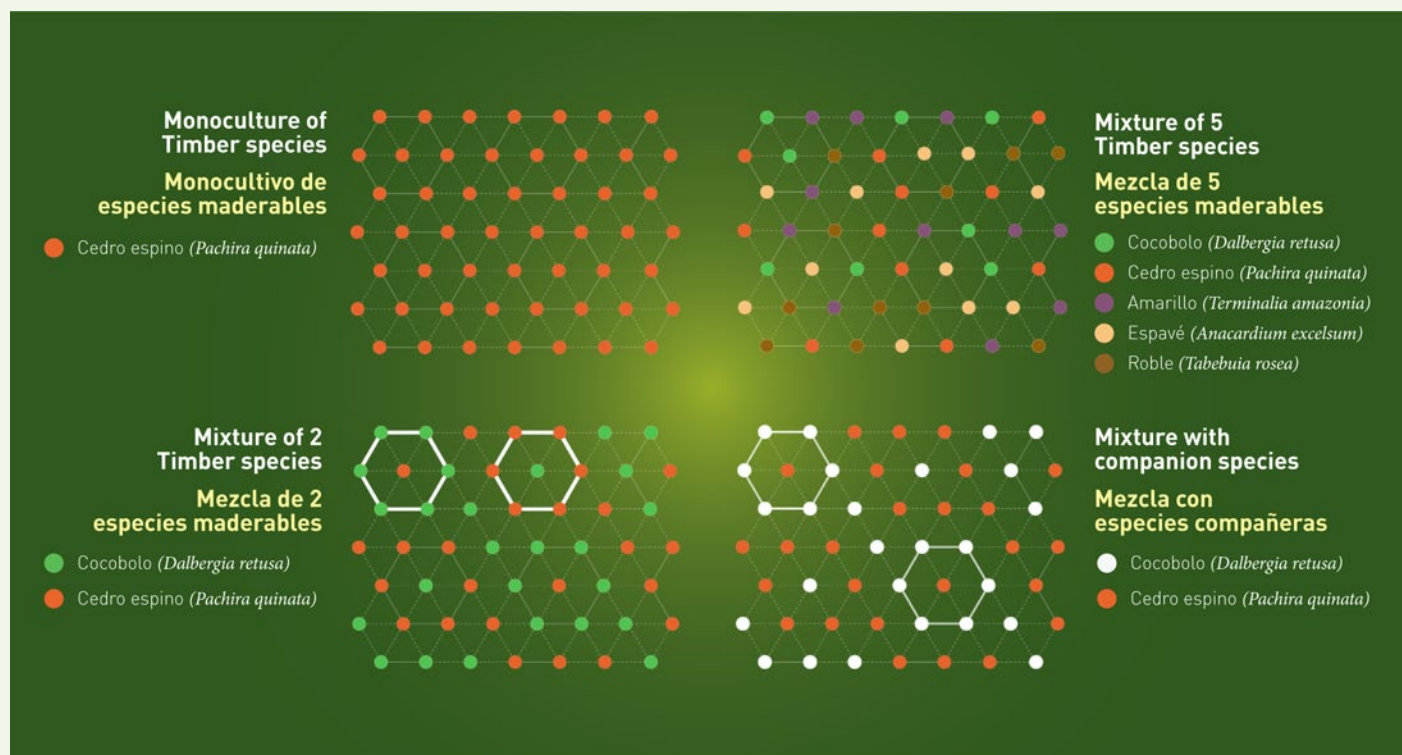
Para calcular el volumen total de agua que fluye de un arroyo, los hidrólogos miden la altura del agua que pasa a través de la apertura de una pequeña represa.

“Based on more than a century of Smithsonian science in Panama, we’re in the position to let nature show us the best course to take as we reforest and restore degraded lands—and we’re calling that Smart Reforestation®.” said Matthew Larsen, STRI director. **“We’re hoping that people put the information we’re generating into practice for sustainable management of the Panama Canal watershed and in land use planning throughout the tropics.”**

después de dar una conferencia a un grupo de estudiantes de posgrado financiados por la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, cuando un gran jaguar cruzó la carretera, justo frente a su auto. Jeff se mantiene optimista sobre las perspectivas para la comprensión de las compensaciones entre el uso del agua, el almacenamiento de carbono y la conservación de la biodiversidad en Panamá.

“Sobre la base de más de un siglo de ciencia del Smithsonian en Panamá, estamos en condiciones de dejar que la naturaleza nos muestre el mejor camino a seguir, a medida que reforestamos y restauramos las tierras degradadas y lo estamos llamando Smart Reforestación® (Reforestación Inteligente®).” Comentó Matthew Larsen, director del Smithsonian en Panamá. “Esperamos que la gente ponga en práctica la información que estamos generando para el manejo sostenible de la Cuenca del Canal de Panamá y en la planificación del uso del suelo en los trópicos.”

SMART REFORESTATION REFORESTACIÓN INTELIGENTE



Trees are spaced approximately three meters apart in Agua Salud forest plantations. The above graphic shows how these are distributed in monocultures and different species mixtures.

En las plantaciones forestales de Agua Salud, los árboles están espaciados aproximadamente a tres metros de distancia de cada uno. La gráfica superior muestra cómo éstas se distribuyen en los monocultivos y en las distintas mezclas de especies.

IN THE FIELD: AGUA SALUD EN EL CAMPO: AGUA SALUD



STRI staff scientist and USGS hydrologist Bob Stallard; Agua Salud project manager Estrella Yanguas; students from Yale University visit Agua Salud during a field course; Agua Salud site coordinator Federico Davies. Agua Salud field technician Johanna Balbuena; and intern Rand Snyder.

El científico del Smithsonian y del USGS el hidrólogo Bob Stallard; la gerente de proyectos de Agua Salud Estrella Yanguas; estudiantes de la Universidad de Yale visitan Agua Salud durante un curso de campo; el coordinador del sitio de Agua Salud Federico Davies; la técnico de campo de Agua Salud Johanna Balbuena; y el pasante Rand Snyder.



FOREST EFFICIENCY

EFICIENCIA FORESTAL



The scientists of Agua Salud will not rest until every molecule of water that enters the 700-hectare outdoor laboratory can be accounted for. Katherine Sinacore's role in that mission is to figure out how water is used by the site's 75 hectares of plantation trees. This task employs a full battery of scientific wizardry, from deuterium tracing and mass spectrometry to homemade gizmos to track water flow through trees that are calibrated with the help of chainsaw (see video).

Los científicos del Proyecto de Agua Salud no descansarán hasta que cada molécula de agua que entra en el laboratorio al aire libre de 700 hectáreas se pueda explicar. El papel de Katherine Sinacore en esa misión es de averiguar cómo se usa el agua en el sitio de 75 hectáreas de plantación de árboles. Esta tarea emplea un gran grupo de magia científica, desde el rastreo de deuterio y espectrometría de masas hasta aparatos hechos en casa para rastrear el flujo del agua a través de los árboles que se calibran con la ayuda de una motosierra (ver video).



HOW DOES TREE DIVERSITY AFFECT PLANT WATER USE?

¿DE QUÉ MANERA LA DIVERSIDAD DE ÁRBOLES AFECTA EL USO DEL AGUA DE LAS PLANTAS?

“We are interested in the quantity of water trees use because a landowner may plant trees that grow quickly,” said Sinacore during a 17-hour field day at Agua Salud teak plantation. “But a tradeoff with high growth rates is that those trees often use more water”. And that could be potentially problematic in the Panama Canal Watershed where both communities and the canal rely on freshwater resources.”

As part of her Ph.D. thesis at the University of New Hampshire, Sinacore compares teak — by far Panama’s most popular plantation tree — to selected native species. Her findings so far show teak is a voracious consumer of water when compared to the native tree species. She also found water-use efficiency of one native tree (*Terminalia amazonia*) improves when it is planted beside another native tree (*Dalbergia retusa*). These findings are part of Smart Reforestation® research led by STRI staff scientist and Agua Salud director Jeff Hall.

“Estamos interesados en la cantidad de agua que los árboles utilizan porque un terrateniente puede plantar árboles que crezcan rápidamente”, comentó Sinacore durante un día de campo de 17 horas en una plantación de teca en Agua Salud. “Pero la otra cara de la moneda con las altas tasas de crecimiento es que a menudo esos árboles utilizan más agua.” Y eso podría ser potencialmente problemático en la Cuenca del Canal de Panamá, donde ambas comunidades y el Canal dependen de los recursos de agua dulce”.

Como parte de su tesis de doctorado en la Universidad de New Hampshire, Sinacore compara la teca - el árbol de plantación más popular en Panamá - a las especies nativas seleccionadas. Hasta ahora sus resultados muestran que la teca es una voraz consumidora de agua en comparación con las especies de árboles nativos. También encontró que el uso eficiente del agua de un árbol nativo (*Terminalia amazonia*) mejora



Just add water. STRI fellow Katherine Sinacore wants to make sure that sensors recording differences in the amount of water used by tree species are taking accurate readings. She and intern Rand Snyder cut a plantation teak tree before dawn, before it begins to lose water through its leaves, and measure how much water it uses throughout a day.

Sólo añade agua. La becaria del Smithsonian en Panamá, Katherine Sinacore, quiere asegurarse que los sensores que registran la cantidad de agua utilizada por las especies de árboles, están tomando lecturas precisas. Junto al pasante Rand Snyder cortaron antes del amanecer un árbol de teca de plantado, antes de que comience a perder agua a través de sus hojas, y midieron la cantidad de agua que utiliza durante todo un día.

“Smart Reforestation® is not just planting to plant but planting with an idea of what your goal is, and backed by research that shows how certain trees can meet that goal,” she said. These goals could be sustainable timber harvests, carbon sequestration, habitat restoration, water provision or a combination of ecosystem services. “Finding that balance between the multitude of ecosystem services and landowner objectives is really important to me.”

“We are interested in the quantity of water trees use because a landowner may plant trees that grow quickly, but a tradeoff with high growth rates is that those trees often use more water.”

“Estamos interesados en la cantidad de agua que los árboles utilizan porque un terrateniente puede plantar árboles que crezcan rápidamente, pero la otra cara de la moneda con las altas tasas de crecimiento es que a menudo esos árboles utilizan más agua.”

cuando se planta junto a otro árbol nativo (*Dalbergia retusa*). Estos hallazgos son parte de una investigación de Smart Reforestation® (Reforestación Inteligente®) liderado por Jeff Hall, científico del Smithsonian en Panamá y director del Proyecto de Agua Salud. “Smart Reforestation® no es sólo plantar por plantar, sino plantar con una idea de que el objetivo está respaldado por investigaciones que demuestran cómo ciertos árboles pueden cumplir con ese objetivo”, comentó Sinacore. Estos objetivos podrían ser la extracción sostenible de madera, la captura de carbono, la restauración del hábitat, el suministro de agua o una combinación de servicios de los ecosistemas. “Para mí es muy importante el encontrar ese equilibrio entre la multitud de servicios de los ecosistemas y los objetivos de los terratenientes.”

A man wearing a green cap, a brown short-sleeved shirt, and dark pants is standing on a silver aluminum extension ladder. He is positioned next to a tree trunk, which is wrapped with a silver reflective material. He appears to be securing the ladder or the tree with a green strap. The background shows a dense forest of tall, thin trees under a clear blue sky with some light clouds. The scene is set in a natural, outdoor environment.

STRI intern Rand Snyder (on ladder) and fellow Katherine Sinacore secure a tree for a water-use calibration experiment at the Agua Salud site.

El pasante del Smithsonian Rand Snyder (en la escalera) y su colega Katherine Sinacore aseguran un árbol para un experimento de calibración de uso del agua en el sitio de Agua Salud.

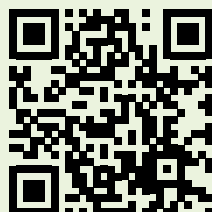




ON VIDEO EN VIDEO

CLICK ON THE IMAGE TO WATCH KATHERINE AND RAND WORK AT AGUA SALUD. ON ISSUU CLICK ON THE LINK ICON THAT APPEARS AT THE BOTTOM LEFT CORNER OF THE IMAGE.

HAGA CLICK EN LA IMÁGEN PARA VER A KATHERINE Y RAND TRABAJANDO EN AGUA SALUD. SI ESTA VIENDO EN ISSUU, HAGA CLICK EN EL ÍCONO DE ENLACE QUE APARECE EN LA ESQUINA IZQUIERDA INFERIOR.



OTHER VIDEOS OTROS VIDEOS



WHAT IS AGUA SALUD?
¿QUÉ ES AGUA SALUD?



TEAK vs AMARILLO
TECA vs AMARILLO



STRI Staff scientist, Jeff Hall / Científico de STRI, Jeff Hall.

The Panama Canal Watershed Project's forest ecologists and hydrologists had better be ready for some company. Their groundbreaking work on the 700-hectare Agua Salud watershed that empties into the canal, has attracted the curiosity — and top-notch gadgetry — of disease ecologists, conservation biologists, economists and technology gurus from around the globe

Members of staff scientist Helene Muller-Landau's lab will pilot the first drone flights to monitor leaf emergence and death in secondary forest and plantations. A crew from New Mexico Tech will scan landscapes with lasers to measure how much rainfall leafy plants intercept and water they release during photosynthesis - evapotranspiration. The Heising-Simons Foundation will support the installation of new meteorological monitoring towers to collect and transmit data by the minute.

"It's very important to have this real-time meteorological data for the ecological and hydrological work," said STRI staff scientist Jefferson Hall, Agua Salud's director. "We're using new technology in a lot of different ways that intersect with a bunch of different projects."

DRONES, LASERS AND HIGH-TECH TOWERS: Agua Salud's next steps

Drones, láseres y torres de alta tecnología: los próximos pasos de Agua Salud

Los ecologistas e hidrólogos forestales del Proyecto de la Cuenca del Canal Panamá se tienen que preparar para recibir más compañía. Su trabajo pionero en el sitio de 700 hectáreas de la Cuenca de Agua Salud que desemboca en el Canal, ha atraído la curiosidad - y equipo tecnológico de primera categoría - de ecólogos, biólogos de la conservación de las enfermedades, de economistas y gurús de la tecnología de todas partes del mundo.

Los miembros del laboratorio de la científica Helene Muller-Landau pilotarán los primeros vuelos de drones para monitorear la aparición de hojas y la muerte en los bosques secundarios y plantaciones. Un equipo de New Mexico Tech escaneará paisajes con rayos láser para medir la cantidad de agua que las plantas frondosas liberan durante la fotosíntesis - la evapotranspiración. La Fundación Heising-Simons apoyará la instalación de nuevas torres de vigilancia meteorológica para recoger y transmitir datos cada minuto.

"Es muy importante tener datos meteorológicos para el trabajo ecológico e hidrológico en tiempo real", comentó el científico del Smithsonian en Panamá, Jefferson Hall, director del Proyecto de Agua Salud. "Estamos utilizando la nueva tecnología en varias maneras diferentes las cuales se cruzan con varios proyectos distintos."



Technicians from the STRI Physical Monitoring Program install a meteorological tower at the Agua Salud research site. Two strategically located meteorological stations will provide real-time data and were made possible with the support of the Heising-Simons Foundation.

Técnicos del Programa de instalando la primera torre meteorológica en el sitio de investigación de Agua Salud. Dos estaciones meteorológicas estratégicamente poscionadas, proporcionarán datos en tiempo real. Se hizo posible con el apoyo de la Fundación Heising-Simons.

Taking a page from STRI staff scientist Joe Wright’s playbook, Hall and colleagues from Princeton University will replicate his long-term mature forest fertilization experiment on Barro Colorado Nature Monument’s Gigante Peninsula at the landscape scale and across a series of different secondary forest ages. Also funded by the Heising-Simons Foundation, their work builds on Princeton postdoctoral fellow Sarah Batterman’s research published in *Nature* (see research highlights, p. 28). According to STRI staff scientist Ben Tuner, the new fertilization project work is like “Gigante on steroids” and will lead to results that can be incorporated into climate change models.

Tomando una página del manual de estrategias del científico del Smithsonian Joe Wright, Hall y sus colegas de la Universidad de Princeton replicarán su experimento a largo plazo de fertilización de bosques maduros en la Península Gigante en el Monumento Natural Barro Colorado a escala del paisaje y a través de una serie de distintas edades de bosques secundarios. También financiado por la Fundación Heising-Simons, su trabajo se basa en la investigación de la becaria de postdoctorado de la Universidad de Princeton Sarah Batterman, publicado en *Nature* (ver las Investigaciones destacadas, p. 28). De acuerdo con el científico del Smithsonian Ben Tuner, el reciente trabajo del proyecto de fertilización es como “La Península de Gigante en esteroides” y dará lugar a resultados que se pueden incorporar en los modelos de cambio climático.

NSF GRANT OPENS WINDOW

Of course, the hydrological work at the core of Agua Salud's research agenda is not about to be upstaged. With forest plantations reaching a critical age in terms of potential reestablishment of the natural water cycle, a new \$3 million grant from the U.S. National Science Foundation Water, Sustainability, and Climate Program will ensure that Agua Salud reaches the ten-year mark on its collection of stream-flow data.

"There are few places in the tropics that study hydrological and biogeochemical processes with this intensity of sampling. Even fewer undertake experimental manipulations of watershed land cover," said Bob Stallard, a STRI staff scientist and hydrologist at the U.S. Geological Survey. "We have a huge effort underway now to finally understand, and advance experimentally, our understanding of water flows in a landscape following rain as it passes through the canopy and then the soil — with its complex porosity that is in large part modified or even produced by organisms — and eventually to streams and the canal. The study of forest regrowth as a secondary succession or native-species plantations is a long-term endeavor."

The ACP and ANAM are key partners on this grant. Other collaborators hail from various academic institutions including the University of Wyoming, University of Colorado, University of Alberta, and Yale University. Economists working on the project will study payment for ecosystem services and incentives that could have to have a positive impact on land-use strategies.

DONACION DEL NSF ABRE UNA VENTANA

Por supuesto, el trabajo hidrológico en el centro de la agenda de investigación de Agua Salud no será eclipsado. Con plantaciones forestales llegando a una edad crítica en términos de potencial de restablecimiento del ciclo natural del agua, una reciente donación de 3 millones de dólares por parte del Programa del U.S. National Science Foundation Water, Sustainability, and Climate se asegurará de que Agua Salud llegue a la meta de diez años de colecta de datos de los caudales.

"Hay pocos lugares en los trópicos que estudian los procesos hidrológicos y biogeoquímicos con esta intensidad de muestreo. Incluso, pocos hacen manipulaciones experimentales de la cubierta vegetal de la Cuenca", comentó Bob Stallard, científico del Smithsonian e hidrólogo del Servicio Geológico de los Estados Unidos. "Ahora tenemos en marcha un enorme esfuerzo para finalmente comprender, y avanzar experimentalmente, nuestra comprensión de los flujos de agua en un paisaje siguiendo la lluvia a medida que pasa a través del dosel y luego al suelo - con su porosidad compleja que es en gran parte modificada o incluso producida por organismos - y, finalmente, a los arroyos y el Canal. El estudio de la regeneración de los bosques como una sucesión secundaria o de plantaciones de especies nativas es una tarea a largo plazo".

La ACP y la ANAM son socios clave en esta donación. Otros colaboradores a la donación están diversas instituciones académicas como la Universidad de Wyoming, Universidad de Colorado, la Universidad de Alberta, y la Universidad de Yale. Los economistas que trabajan en el proyecto estudiarán el pago por servicios ambientales e incentivos que podrían tener un impacto positivo en las estrategias de usos del suelo.

DISEASE ECOLOGY, REGENERATION AND VINES

Agua Salud's land-use experiments compare sites in rapid transition from abandoned pastureland to young forest, both planted and naturally regenerated. Biodiversity surveys monitor how birds and mammals repopulate the regenerating landscape.

Scientists funded by the German Research Foundation use Agua Salud as part of a large-scale survey of diseases carried by rodents, bats and mosquitoes to answer questions about the prevalence of human and animal pathogens in altered tropical landscapes.

University of Wisconsin PhD student Sergio Estrada, working with STRI research associate Stefan Schnitzer and Hall's team, has removed the vines from several experimental areas. Lianas, which can stifle tree growth and limit their carbon uptake, are increasing in abundance in older forests throughout the Americas but liana impact on regenerating forests is unknown.

"We're the first to do this in secondary forests and at a landscape scale," said Hall, who expects this long-term study to produce numerous publications "It's going to be very interesting to understand the dynamics of lianas in an era of global change and how they impact forest productivity."

ECOLOGÍA DE LAS ENFERMEDADES, REGENERACIÓN Y ENREDADERAS

Los experimentos de uso del suelo en Agua Salud comparan sitios en rápida transición de pastizales abandonados a bosques jóvenes, ambos utilizados para plantaciones y regenerados naturalmente. Los estudios de la biodiversidad monitorean cómo las aves y los mamíferos vuelven a poblar el paisaje en regeneración.

Científicos financiados por la Fundación Alemana de Investigación utilizan el Proyecto de Agua Salud como parte de un estudio a gran escala de las enfermedades transmitidas por roedores, murciélagos y mosquitos para responder a interrogantes sobre la prevalencia de patógenos humanos y animales en paisajes tropicales alterados.

Sergio Estrada, estudiante de PhD de la Universidad de Wisconsin, trabajando con el investigador asociado de STRI Stefan Schnitzer y el equipo de Hall, ha eliminado lianas en diversas áreas experimentales. Las lianas, que pueden sofocar el crecimiento del árbol y limitar su absorción de carbono, están aumentando en abundancia en los bosques maduros en las Américas pero se desconoce el impacto de las lianas en bosques en regeneración.

"Somos los primeros en hacer esto en los bosques secundarios y a escala de paisajes", comentó Hall, quien espera que este estudio a largo plazo produzca numerosas publicaciones "Va a ser muy interesante entender la dinámica de las lianas en una era de cambio global y cómo afectan la productividad del bosque".



RESEARCH HIGHLIGHTS

INVESTIGACIÓN DESTACADA

Self-fertilizing forests

Sarah Batterman, et al.
Nature

No nitrogen? No problem. Regenerating forests on the nutrient-depleted soils of the Panama Canal Watershed Project can pull this essential nutrient from the atmosphere as needed, helping to explain their rapid recovery. The study led by Princeton's Sarah Batterman also documented how different species of nitrogen-fixing trees "turn on and off" at different stages of secondary forest recovery. The work challenged conventional wisdom that tropical forest productivity is limited by soil phosphorus.

Bosques que se auto-fertilizan

Sarah Batterman, et al.
Nature

¿No hay nitrógeno? No hay problema. En el Proyecto de la Cuenca del Canal de Panamá, los bosques secundarios creciendo en suelos pobres en nutrientes pueden obtener este nutriente esencial de la atmósfera, según sea necesario. Este descubrimiento ayuda a explicar su rápida recuperación. El estudio, liderado por Sarah Batterman de la Universidad de Princeton, también documentó cómo las diferentes especies de árboles fijadores de nitrógeno "se encienden y apagan" en diferentes etapas de la recuperación de bosques secundarios. El trabajo desafió la sabiduría convencional de que la productividad de los bosques tropicales está limitada por el fósforo del suelo.

Ephemeral forests need protection to reach biodiversity potential

Michiel van Breugel, et al.
PLOS ONE

A thirty-year-old tropical forest may look like it is well on its way to recovery but it is far from reaching its biodiversity potential. Michiel van Breugel and colleagues found a remarkably high number of tree and liana species across the landscape but of the 450 species found, only a fraction reach reproductive size during the first 30 years of forest development. Typical farm management involves clearing these forests to return land to agriculture but unless these forest patches are protected, they will do little to contribute to long-term conservation of plant species.

Los bosques efímeros necesitan protección para lograr su potencial de biodiversidad

Michiel van Breugel, et al.
PLOS ONE

Un bosque tropical de treinta años puede parecer que está en camino a la recuperación, pero está lejos de alcanzar su potencial de biodiversidad. De las 600 especies que se encuentran en el sitio de investigación de Agua Salud (que incluye parte de una reserva forestal de 300 años), sólo el 55 por ciento se encontró en las parcelas de bosque secundario de 18 a 34 años. De ellos, sólo la mitad había llegado a una edad reproductiva. Los hallazgos sugieren que la diversidad biológica forestal a largo plazo está en peligro en los bosques perturbados regularmente por la actividad humana.

Forests mitigate extreme weather events

Fred Ogden, et al.
Water Resources Management

Panama's seasonal climate ranges from deluge to drought. Forests can blunt both extremes. On the wet end, STRI scientists analyzed 450 storms at the Agua Salud research site and found that forested land has less dry season runoff than pastureland. During the wet season their research showed that forested landscapes release more water than human-altered landscapes. The findings demonstrated the importance forests hold for mitigating potentially disastrous storms and droughts.

Los bosques mitigan los fenómenos meteorológicos extremos

Fred Ogden, et al.
Water Resources Management

El clima estacional de Panamá varía de diluvio a sequía. Los bosques, pueden reducir el impacto de ambos extremos. Los científicos analizaron 450 tormentas en el sitio de investigación de Agua Salud y descubrieron que hay menos escorrentía de tierras forestales durante la estación seca que de los pastizales. Durante la estación seca, su investigación mostró que los paisajes forestales liberan más agua que los paisajes alterados por el hombre. Los resultados demostraron la importancia que tienen los bosques para mitigar las tormentas y sequías potencialmente desastrosas.



Andinobates geminisae
 – Brian Gratwicke

Does teak stifle forest regeneration?

Brett Wolfe

New Forests

Teak is often maligned in Panama — and not just by investors whose plantations don't meet expectations. The Southeast Asian import is perceived to suppress tree biodiversity in plantation understories. But this assumption has rarely been tested. A study site in western Panama showed the number of tree species in teak plantations, when compared to plantations of Panama-native hardwood *Terminalia amazonia*, was almost equal: Teak had 27 species of young trees; *T. amazonia* 30. The plantations were seven years old and last cleared of undergrowth five years previous.

Newly described poison dart frog hatched for the first time in captivity

Smithsonian Conservation Biology Institute (SCBI) and Smithsonian Tropical Research Institute (STRI) scientists working as part of the Panama Amphibian Rescue and Conservation Project hatched the first

“There is a real art to learning about the natural history of an animal and finding the right set of environmental cues to stimulate successful captive breeding,”

Andinobates geminisae froglet born in captivity. The tiny dart frog species only grows to 14 millimeters and was first collected and described last year from a small area in central Panama. Collaborating scientists collected two adults and shared them with the PARC project to determine the potential for maintaining the species in captivity as an insurance population.

“There is a real art to learning about the natural history of an animal and finding the right set of environmental cues to stimulate successful captive breeding,” said Brian Gratwicke, amphibian conservation biologist at SCBI and director of the Panama Amphibian Rescue and Conservation Project. “Not all amphibians are easy to breed in captivity, so when we do breed a species for the first time in captivity it is a real milestone for our project and a cause for celebration.”

Scientists simulated breeding conditions for the adult frogs in a small tank. The frogs laid an egg on a bromeliad leaf, which scientists transferred to a moist petri dish. After 14 days, the tadpole hatched. Scientists believe adult *A. geminisae* frogs may provide their eggs and tadpoles with parental care,

which is not uncommon for dart frogs, but they have not been able to determine if that is the case. In the wild, one of the parents likely transports the tadpole on his or her back to a little pool of water, usually inside a tree or on a bromeliad leaf.

After the tadpole hatched, scientists moved it from the petri dish to a small cup of water, mimicking the small pools available in nature. On a diet of fish food, the tadpole successfully metamorphosed into a froglet after 75 days and is now the size of a mature adult.

Panama Amphibian Rescue and Conservation Project scientists are unsure if *A. geminisae* is susceptible to the amphibian-killing chytrid fungus. However, since it is only found in a small area of Panama and is dependent on primary rain forests, which are under pressure from agricultural conversion, they have identified it as a conservation-priority species.

“This species seems to have a clumped distribution within the small area where it has been found,” said Roberto Ibáñez, staff scientist at the Smithsonian in Panama and in-country director of the PARC project. “Apparently, their populations are associated with certain ridges bordering stream valleys. This could complicate its conservation, requiring several of these sites to be included within protected areas.”

The Panama Amphibian Rescue and Conservation Project breeds endangered species of frogs in Gamboa, Panama and El Valle, Panama. The Panama Amphibian Rescue and Conservation Project is a partnership between the Houston Zoo, Cheyenne Mountain Zoo, New England Zoo, SCBI and STRI. This study was supported by Minera Panama and Biodiversity Consultant Group.

“Hay un verdadero arte en aprender acerca de la historia natural de un animal y encontrar el conjunto adecuado de señales ambientales para estimular la cría en cautiverio exitosa”

Por primera vez se logra criar en cautiverio a una rana venenosa de dardo recientemente descrita

Científicos del Instituto de Biología de la Conservación del Smithsonian (SCBI por sus siglas en inglés) y el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI), que trabajan en el Proyecto de Rescate y Conservación de Anfibios de Panamá (PARC) lograron criar la primera *Andinobates geminisae* nacida en cautiverio. Ésta es una diminuta especie de rana venenosa de dardo que sólo crece 14 milímetros, por primera vez colectada en una pequeña zona en Panamá Central y descrita el año pasado. Colaboradores científicos colectaron y nos entregaron dos adultos con el propósito de evaluar el potencial para el mantenimiento de esta especie en cautiverio como una población de seguridad.

“Hay un verdadero arte en aprender acerca de la historia natural de un animal y encontrar el conjunto adecuado de señales ambientales para estimular la cría en cautiverio exitosa”, comentó Brian Gratwicke, biólogo de la conservación de anfibios en SCBI y director del Proyecto de Rescate y Conservación de Anfibios de Panamá, PARC. “No todos los anfibios son fáciles de criar en cautiverio, así que cuando logramos criar una especie por primera vez, es un verdadero hito para nuestro proyecto y un motivo de celebración.”

Los científicos simulaban las condiciones para la reproducción de las ranas adultas en un pequeño tanque. Las ranas pusieron un huevo en una hoja de bromelia, que luego se transfirió a un plato Petri húmedo. Después de 14 días, el renacuajo eclosionó. Los científicos creen que las ranas adultas de *A. geminisae* pueden proporcionar cuidados paternos a sus huevos y renacuajos, cosa que no es rara en las ranas de dardo, pero no han sido capaces de determinar si ese es el caso. En la naturaleza, uno de los padres transporta al renacuajo en su espalda hacia

un pequeño charco de agua, por lo general dentro de un árbol o entre las hojas de una bromelia.

Después de que el renacuajo eclosionó, los científicos lo trasladaron del plato Petri a una pequeña taza de agua, imitando los pequeños charcos naturales. Con una dieta de comida para peces, después de 75 días el renacuajo se transformó exitosamente en una rana joven y ahora es del tamaño de un adulto maduro.

Los científicos del Proyecto de Rescate y Conservación de Anfibios de Panamá no están seguros si la *A. geminisae* es susceptible al hongo quitridio que está matando a anfibios. Sin embargo, ya que esta especie sólo se encuentra en un área pequeña de Panamá y depende de bosques tropicales primarios, que están bajo la presión por la conversión agrícola, la han identificado como una especie de conservación prioritaria.

“Más aún, esta especie parece tener una distribución muy agrupada dentro de la pequeña área donde se le encontró”, comentó Roberto Ibáñez, científico del Smithsonian en Panamá y director nacional del PARC. “Aparentemente, sus poblaciones están asociadas a ciertos filos a lo largo de los valles formados por quebradas, lo cual puede complicar su conservación al requerirse que varios de estos sitios estén dentro de áreas protegidas.”

El Proyecto de Rescate y Conservación de Anfibios de Panamá cría especies de ranas en peligro de extinción en Gamboa, Panamá y El Valle de Antón, Panamá. Este proyecto es una asociación entre el Zoológico de Houston, Cheyenne Mountain Zoo, el Zoológico de Nueva Inglaterra, SCBI y STRI. Este estudio contó con el apoyo de Minera Panamá y Biodiversity Consultant Group.

¿La teca sofoca la regeneración del bosque?

Brett Wolfe

New Forests

En Panamá la teca es a menudo difamada - y no solo por los inversionistas cuyas plantaciones no cumplen con sus expectativas. Este especie, proveniente del sudeste asiático, supuestamente sofoca la biodiversidad de árboles en plantaciones de sotobosques. Pero esta idea rara vez ha sido probado. Un sitio de estudio en el Oeste de Panamá mostró que el número de especies de árboles en plantaciones de teca, en comparación con las plantaciones de la nativa *Terminalia amazonia* era casi igual: La teca tenía 27 especies de árboles jóvenes; la *T. amazonia* 30. Las plantaciones tenían una edad de siete años y la última eliminación de maleza se hizo hace cinco años antes.



An exposed coral reef in Panama. Exposures during La Niña events, such as this one in 2010, kill the corals en masse. Frequent La Niña-like events helped drive a long-term collapse of reef ecosystems across the Pacific, which began around 4000 years ago and lasted 2500 years. Photo: Lauren Toth.

Arrecife de coral expuesto, Panamá. Exposiciones como esta del 2010 durante el fenómeno de La Niña mató a los corales en masa. Eventos frecuentes parecidos a La Niña ayudaron a impulsar un colapso a largo plazo de los ecosistemas de arrecifes en el Pacífico, que inició cerca de unos 4,000 años y duró 2,500 años.

Reef shutdown

A new study has found that La Niña-like conditions in the Pacific Ocean off the coast of Panamá were closely associated with an abrupt shutdown in coral reef growth that lasted 2,500 years. The study suggests that future changes in climate similar to those in the study could cause coral reefs to collapse in the future.

The study found cooler sea temperatures, greater precipitation and stronger upwelling — all indicators of La Niña-like conditions at the study site in Panama — during a period when coral reef accretion stopped in this region around 4,100 years ago. For the study, researchers traveled to Panama to collect a reef core, and then used the corals within the core to reconstruct what the environment was like as far back as 6,750 years ago.

“Investigating the long-term history of reefs and their geochemistry is something that is difficult to do in many places, so this was a unique opportunity to look at the relationship between reef growth and environment,” said Kim Cobb, an associate professor in the School of Earth and Atmospheric Sciences at the Georgia Institute of Technology. “This study shows that there appears to have been environmental triggers for this well-documented reef collapse in Panama.”

The study was sponsored by the Geological Society of America, the American Museum of Natural History and the Smithsonian Institution’s Marine Science Network. The study was published in the journal *Nature Climate Change*. The study was a collaboration with the Florida Institute of Technology, with Cobb’s lab providing an expertise in fossil coral analysis. Climate change is the leading cause of coral-reef degradation. The global coral reef landscape is now characterized by declining

coral cover, reduced growth and calcification, and slowdowns in reef accretion. The new study provides data to assist scientists in understanding how changes in the environment trigger long-term changes in coral reef growth and ecosystem function, which is a critical challenge to coral-reef conservation.

“Temperature was a key cause of reef collapse and modern temperatures are now within several degrees of the maximum these reefs experienced over their 6,750 year history,” said Lauren Toth, the study’s lead author, who was a graduate student at Florida Tech during the study. “It’s possible that anthropogenic climate change may once again be pushing these reefs towards another regional collapse.”

For the study, the research team analyzed a 6,750-year-old coral core from Pacific Panamá. The team then reconstructed the coral’s past functions, such as growth and accretion (accumulation of layers of coral), and compared that to surrounding environmental conditions before, during and after the 2,500-year hiatus in vertical accretion. “We saw evidence for a different climate regime during that time period,” Cobb said. “The geochemical signals were consistent with a period that is very cool and very wet, with very strong upwelling, which is more like a modern day La Niña event in this part of the Pacific.”

In Pacific Panamá, La Niña-like periods are characterized by a cold, wet climate with strong seasonal upwelling. Due to limited data at the site, the researchers cannot quantify the intensity of La Niña events during this time, but document that conditions similar to La Niña were present at this site during this time.

“These conditions would have been for quite an extended time, which suggests

Low temperatures trick crabs

Kecia Kerr

Journal of Crustacean Biology

The safest time for crabs to release their larvae is during the largest of the nighttime high tides, STRI staff scientist John Christy has shown. But when ocean temperatures cool during seasonal upwelling events, crabs sometimes release larvae during daytime tides. “These ‘errors’ in timing result in larvae being released when the risk of predation is higher,” said Kecia Kerr, who did this research as a graduate student at McGill University and is now a Postdoctoral Fellow at the Australian National University. “Fiddler crabs are generally very good at timing larval release with the ‘safe’ tides, but in this study I showed that they cannot always do so.”

that the reef was quite sensitive to prolonged change in environmental conditions,” Cobb said. “So sensitive, in fact, that it stopped accreting over that period.”

Future climate change, similar to the changes during the hiatus in coral growth, could cause coral reefs to behave similarly, the study authors suggest, leading to another shutdown in reef development in the tropical eastern Pacific.

“We are in the midst of a major environmental change that will continue to stress corals over the coming decades, so the lesson from this study is that there are these systems such as coral reefs that are sensitive to environmental change and can go through this kind of wholesale collapse in response to these environmental changes,” Cobb said.

Future work will involve expanding the study to include additional locations throughout the tropical Pacific. “A broad-scale perspective on long-term reef growth and environmental variability would allow us to better characterize the environmental thresholds leading to reef collapse and the conditions that facilitate survival,” Toth said. “A better understanding of the controls on reef development in the past will allow us to make better predictions about which reefs may be most vulnerable to climate change in the future.”

This research is supported by a Graduate Student Research Grant from the Geological Society of America, the American Museum of Natural History’s Lerner-Gray Fund for Marine Research, and grants from the Smithsonian Institution’s Marine Science Network..

CITATION: Lauren T. Toth, et al. “Climatic and biotic thresholds of coral-reef shutdown.” (Nature Climate Change, February 2015) <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate2541>

“Temperature was a key cause of reef collapse and modern temperatures are now within several degrees of the maximum these reefs experienced over their 6,750 year history,”

Crecimiento de corales truncado

Un reciente estudio revela que condiciones parecidas al fenómeno de La Niña en el Océano Pacífico frente a la costa de Panamá estaban estrechamente asociadas a la abrupta paralización del crecimiento de los arrecifes de coral que duró 2,500 años. El estudio sugiere que los futuros cambios en el clima, similares a los del estudio, podrían causar que en el futuro los arrecifes de coral colapsen.

“La temperatura fue una de las principales causas del colapso del arrecife y las temperaturas modernas están ahora dentro de varios grados del máximo que estos arrecifes experimentaron a lo largo de sus 6,750 de historia”

El estudio encontró que temperaturas más frías del mar, mayor precipitación y los fuertes afloramientos —todos indicadores de condiciones parecidas a La Niña en el sitio de estudio en Panamá — durante un período en que el crecimiento de los arrecifes de coral se detuvo en esta región hace 4,100 años. Para el estudio, los investigadores viajaron a Panamá para recoger núcleos de arrecife, y luego utilizaron los corales dentro del núcleo para reconstruir cómo era el medio ambiente hace 6,750 años.

“En muchos lugares es difícil investigar la historia a largo plazo de los arrecifes y su geoquímica, de manera que esta fue una oportunidad única para examinar la relación entre el crecimiento de los arrecifes y el medio ambiente”, comentó Kim Cobb, profesora asociada en el School of Earth and Atmospheric Sciences en el Instituto de Tecnología de Georgia, EE.UU. “Este estudio demuestra que parece haber desencadenantes ambientales para este colapso de arrecife

que fue bien documentado en Panamá.” El estudio fue patrocinado por la Geological Society of America, el American Museum of Natural History y la Red de Ciencias Marinas de la Institución Smithsonian. El estudio fue publicado en la revista Nature Climate Change. Fue una colaboración con el Instituto de Tecnología de la Florida, junto al laboratorio de Cobb que proporcionó su experticia en el análisis de coral fósil.

El cambio climático es la principal causa de la degradación de los arrecifes de coral. En este momento el panorama mundial de éstos se caracteriza por la disminución de la cubierta de coral, el crecimiento reducido y la calcificación, además de la desaceleración en el crecimiento del arrecife. El reciente estudio proporciona datos que ayudan a los científicos a comprender cómo los cambios en el medio ambiente provocan los cambios a largo plazo en el crecimiento de los arrecifes de coral y la función del ecosistema, que es un reto fundamental para su conservación.

“La temperatura fue una de las principales causas del colapso del arrecife y las temperaturas modernas están ahora dentro de varios grados del máximo que estos arrecifes experimentaron a lo largo de sus 6,750 de historia”, comentó Lauren Toth, autora principal del estudio, quien durante éste era estudiante de post grado en la Florida Tech. “Es posible que el cambio climático antropogénico esté

Las bajas temperaturas confunden a los cangrejos

Kecia Kerr

Journal of Crustacean Biology

The safest time for crabs to release their larvae is during the largest of the nighttime high tides, STRI staff scientist John Christy has shown. But when ocean temperatures cool during seasonal upwelling events, crabs sometimes release larvae during daytime tides. "These "errors" in timing result in larvae being released when the risk of predation is higher," said Kecia Kerr, who did this research as a graduate student at McGill University and is now a Postdoctoral Fellow at the Australian National University. "Fiddler crabs are generally very good at timing larval release with the "safe" tides, but in this study I showed that they cannot always do so."

volviendo a empujar a estos arrecifes hacia otro colapso regional."

Para el estudio, el equipo de investigación analizó el núcleo de un coral de 6,750-años, del Pacífico de Panamá. Luego reconstruyeron las funciones pasadas del coral, como el crecimiento y la acumulación (acumulación de capas de coral), y se comparó a las condiciones ambientales que le rodeaba, durante y después de la pausa de 2,500 años de crecimiento vertical.

"Observamos la evidencia de un régimen climático diferente durante ese período", comentó Cobb. "Las señales geoquímicas fueron consistentes con un período muy fresco y muy húmedo, con muy fuertes afloramientos, parecidos a un episodio de La Niña del presente en esta parte del Pacífico."

En el Pacífico de Panamá, los episodios de La Niña se caracterizan por un clima frío y húmedo con fuerte afloramiento estacional. Debido a la escasez de datos en el sitio, los investigadores no pueden cuantificar la intensidad de los episodios de La Niña durante este tiempo, pero documentan qué condiciones similares estuvieron presentes en ese sitio durante ese tiempo.

"Estas condiciones se dieron por un tiempo bastante prolongado, lo que sugiere que el arrecife era muy sensible al cambio prolongado en las condiciones ambientales", comentó Cobb. "De hecho, tan sensible, que dejó de crecer durante ese período."

Los autores del estudio sugieren que el cambio climático futuro, similar a los

cambios durante la interrupción en el crecimiento del coral, podrían hacer que los arrecifes se comporten de manera similar, lo que conducirá a otra paralización en el desarrollo de los arrecifes en el Pacífico Oriental Tropical.

"Estamos en medio de un cambio ambiental importante que continuará causando estrés a los corales en las próximas décadas, por lo que la lección de este estudio es que existen sistemas como los arrecifes de coral que son sensibles a los cambios ambientales y pueden pasar por este tipo del colapso a gran escala en respuesta a estos cambios ambientales", comentó Cobb.

El trabajo futuro implicará ampliar el estudio para incluir localizaciones adicionales en todo el Pacífico tropical. "Una perspectiva a gran escala en el crecimiento de los arrecifes a largo plazo y la variabilidad ambiental, permitirá caracterizar mejor los umbrales ambientales que conducen al colapso de los arrecifes y las condiciones que facilitan la supervivencia", comentó Toth. "Una mejor comprensión de los controles sobre el desarrollo de arrecifes en el pasado nos permitirá hacer mejores predicciones sobre qué arrecifes pueden ser más vulnerables al cambio climático en el futuro."

Esta investigación se realizó con el apoyo una Beca de Investigación por parte de the Geological Society of America, el American Museum of Natural History's Lerner-Gray Fund for Marine Research, becas del Smithsonian Institution's Marine Science Network.

Now hiring ecologists in Singapore

On March 17th, the Smithsonian Institution signed a memorandum of understanding with Nanyang Technological University to expand both science and education related to two global environmental monitoring networks pioneered at the Smithsonian Tropical Research Institute in Panama: the Forest Global Earth Observatory, ForestGEO and the newly established Marine Global Earth Observatory, MarineGEO

NTU recently established the Asian School of the Environment to address key issues of the environment and sustainability by integrating Earth systems, environmental life sciences, ecology, engineering, humanities and the social sciences. Focusing on Asian environmental challenges, NTU will hire two new faculty members who will also be appointed as Research Associates at the Smithsonian and spend time in Panama and Washington, D.C., where STRI's Stuart Davies, director of the Center for Tropical Forest Science, coordinates the ForestGEO network of more than 60 tropical and temperate long-term forest monitoring sites in 24 countries.

NTU Provost Professor Freddy Boey and the Smithsonian's Interim Under Secretary for Science, John Kress, signed the MOU at the Smithsonian's Castle in Washington, D.C.. His Excellency Ashok Kumar Mirpuri, Singapore's Ambassador to the United States also attended.

This agreement builds on a long-standing collaboration between Stuart Davies and Shawn Lum, Associate Professor at NTU's National Institute of Education. "CTFS-ForestGEO has had a 23-year partnership with the

Institute. We have 3 large forest dynamics plots in Singapore where we monitor over 420 tree species, and where we have trained numerous students."

Some of NTU Singapore's ambitious environmental science projects include the establishment of observation sites at the Sumatra subduction zone for seismic activity, the study of biofilms in urban waterways, the building of a comprehensive global oceanographic database and the sequencing of the air microbiome

NTU trustee and professor Alexander Zehnder was instrumental in sealing the partnership between the university and the Smithsonian Institution. He said: "The quest for sustainability is even more crucial today than ever, given the rapid climate change fuelled by the world's population boom."

"The tropics are home to about 80 per cent of the world's terrestrial biodiversity," said professor John Stephen Lansing, co-director of NTU's Complexity Institute. "Just to the south of Singapore is the Coral Triangle, and most of the world's marine biodiversity. These are the crown jewels of our planet. Half of the world's children live in the tropics, and that number is projected to rise to two-thirds by the middle of the century. But the future is a time that we can change."

"This agreement will strengthen our ForestGEO partnerships in the region and help ensure that ForestGEO has a robust presence in Asia," said Matt Larsen, STRI Director. "It is testament to the scientific vision that began with a single 50-hectare plot in 1980 at STRI's Barro Colorado Island Nature Monument."



Panama's new fossil shark bounty

Carlos De Gracia,
corresponding author

*Journal of South
American Earth Sciences*

Panama's catalogue of ancient marine biodiversity is 24 species of shark richer after some exhaustive work by STRI's paleontology lab. Between 2009 and 2013, the team collected some 513 specimens from sites along central Panama's Caribbean coast. At least 30 shark taxa were identified; four of which were found in the Americas for the first time. The species shed light on marine biodiversity between five and eight million years ago during the closure of the Isthmus of Panama, making them the youngest deposits of their kind recorded from the Panama Canal Basin.

Buscando ecologistas para trabajar en Singapur

Abundancia de fósiles de tiburones en Panamá

Carlos De Gracia,
autor correspondiente

*Journal of South
American Earth Sciences*

Luego de un trabajo exhaustivo por parte del laboratorio de paleontología del Smithsonian en Panamá, el catálogo de la antigua biodiversidad marina de Panamá ha sido enriquecida con 24 especies de tiburón. Entre el 2009 y el 2013, el equipo tomó muestras de 513 sitios a lo largo de la costa del Caribe Central de Panamá. Se han identificado al menos 30 taxones de tiburones; cuatro de los cuales fueron encontrados en las Américas por primera vez. Las especies arrojan luz sobre la diversidad biológica marina de hace cinco y ocho millones de años durante el cierre del Istmo de Panamá, haciéndolos los depósitos menos antiguos de su clase que hayan sido documentados de la Cuenca del Canal de Panamá.

El 17 de marzo, la Institución Smithsonian firmó un memorandum de entendimiento con la Universidad Tecnológica de Nanyang (NTU) para expandir la ciencia y la educación en relación a dos redes mundiales de monitoreo ambiental inspiradas por investigaciones en el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en Panamá: el Observatorio Global de Bosques, ForestGEO, y el recientemente creado Observatorio Global Marino, MarineGEO.

NTU recientemente estableció el Instituto Asiático del Medio Ambiente para abordar temas ambientales y de sostenibilidad mediante la integración de la ecología, la ingeniería, las humanidades, las ciencias del sistema tierra, de la vida, del medio ambiente, y las ciencias sociales. Centrándose en los retos ambientales de Asia, NTU contratará a dos catedráticos que también serán nombrados como Asociados de Investigación en el Smithsonian y pasarán tiempo en Panamá y en Washington, DC, donde Stuart Davies dirige el Centro de Ciencias Forestales del Trópico y coordina ForestGEO, la red de más de 60 sitios de monitoreo a largo plazo de bosques tropicales y templados en 24 países.

El rector de NTU, el profesor Freddy Boey y el Sub-secretario Provisional para la Ciencia del Smithsonian, John Kress, firmaron el memorandum de entendimiento en el Castillo de la Institución Smithsonian en Washington, DC. También asistió su Excelencia Ashok Kumar mirpuri, Embajador de Singapur en los Estados Unidos.

Este acuerdo se fundamenta en una larga relación de colaboración entre Stuart Davies y Shawn Lum, profesor asociado en el Instituto Nacional de Educación de la NTU. "CTFS-ForestGEO ha tenido una asociación de 23

años con el Instituto. Tenemos 3 grandes parcelas de estudio de la dinámica de bosques en Singapur, donde controlamos más de 420 especies de árboles, y donde hemos capacitado a numerosos estudiantes."

Algunos de los ambiciosos proyectos de ciencias ambientales de la NTU Singapur incluyen el establecimiento de sitios de observación de la actividad sísmica en la zona de subducción de Sumatra, el estudio de los biofilms en vías acuáticas urbanas, la construcción de una amplia base de datos oceanográfica mundial y la secuenciación del microbioma del aire. El miembro del consejo de administración de NTU y profesor, Alexander Zehnder fue instrumental al sellar la colaboración entre la universidad y la Institución Smithsonian. Comentó: "En el presente, la búsqueda de la sostenibilidad es todavía más importante que nunca, dado el rápido cambio climático impulsado por auge de la población mundial." "Los trópicos son el hogar de alrededor del 80 por ciento de la biodiversidad terrestre del mundo", comentó el profesor John Stephen Lansing, co-director del Complexity Institute de la NTU. "Justo al sur de Singapur está el Triángulo de Coral, y la mayor parte de la biodiversidad marina del mundo. Estas son las joyas de la corona de nuestro planeta. La mitad de los niños del mundo viven en los trópicos, y ese número se prevé que aumente a dos tercios a mediados de siglo. Pero el futuro es un tiempo que podemos cambiar."

"Este acuerdo fortalecerá nuestras alianzas en la región y ayudará a garantizar que ForestGEO tenga una fuerte presencia en Asia", comentó Matt Larsen, director del Smithsonian en Panamá. "Es testimonio de la visión científica que inició en 1980 con una sola parcela de 50 hectáreas en el Monumento Natural de la Isla Barro Colorado en Panamá."

WET SEASON 2014

TEMPORADA LLUVIOSA 2014

STRI fellow Katherine Sinacore research at Agua Salud includes monitoring leaf cover change in the tree plantations. The top photo shows the teak plantation in the 2014 wet season and the bottom, taken from exactly the same position, shows the 2015 dry season.

La investigación de la becaria del Smithsonian en Panamá Katherine Sinacore en Agua Salud incluye la medición de la cubierta de las hojas en las plantaciones. La foto superior muestra hojas de teca en la temporada de lluviosa del 2014 y la parte inferior, tomada desde la misma posición, muestra las hojas durante la estación seca del 2015.



DRY SEASON 2015

TEMPORADA SECA 2014



Putting science into practice: forest restoration and the ELTI project

La Ciencia puesta en práctica: la restauración forestal y el proyecto ELTI

– *Jacob Slusser,*

As human populations skyrocket, the success of farmers, natural resource managers and environmental policymakers depends increasingly on their understanding of the ecosystem services mixed land-use landscapes provide. But this valuable information, often published in English-language science journals, is not easily accessible for many people in the tropics.

One way the Agua Salud science is put into action through the Environmental Leadership and Training Initiative which coordinates conferences, symposia and field-based training courses to provide the knowledge and tools needed to conserve and restore forests and biodiversity in the Latin American and Asian tropics. ELTI's focus on human-dominated landscapes is intended to spur action that will help increase forested landscapes, native tree cover and ecosystem services in a manner that supports local livelihoods.

In 2011, ELTI established a training site in Agua Salud to complement ELTI's training site in the dry forest ecosystem of Panama's Azuero Peninsula. The site consists of interpretive trails and demonstration areas and is designed so training events can be tailored to specific needs of different audiences. Simultaneously, the events are consistent enough to develop standardized training materials and field exercises that can address various aspects of ecosystem restoration. ELTI's staff develops all training materials and facilitates courses with the help of local and international experts, including the staff of the Agua Salud Project.

ELTI's primary training focus in Agua Salud is tropical forest restoration and watershed management. The courses provide the technical basis required to design and implement restoration strategies that increase the provision of ecosystem services in different land uses through a series of field-based observations and exercises. To develop sound forest restoration strategies, ELTI's courses address theory, technological and socio-economic issues, all of which play an important role in managing human-dominated landscapes. To date ELTI has facilitated two professional courses at Agua Salud and intends to deliver three more in 2015.

ELTI's Leadership Program also offers long-term professional and technical support to its course alumni so they can implement what they learned during the course. ELTI conducts an annual impact assessment and regularly features "impact stories" that illustrate the change that alumni are implementing. In addition, all training materials from ELTI's courses are published open-access on the website.

For more information, please visit ELTI's website at www.elti.org or contact Jacob L. Slusser (Panama Coordinator) at slusserj@si.edu or Saskia Santamaria (Neotropics Program Assistant) at SantamariaSK@si.edu

"ELTI was an ally before, during and after the course. They supported us at all times with input and advice. This has been a great opportunity to advance tropical forest restoration capacity building and a key example of international collaboration."

Wilson Ramírez – Alumni "Ecosystem Services and Tropical Forest Restoration" course at Agua Salud:



A medida que las poblaciones humanas aumentan, el éxito de los agricultores, los gestores de recursos naturales y políticos ambientales dependen cada vez más de su comprensión de los servicios ambientales que proporcionan los paisajes de usos mixtos. Pero esta valiosa información, a menudo publicada en revistas científicas en idioma Inglés, no es tan accesible para muchas personas en los trópicos.

Una forma en que la ciencia de Agua Salud se pone en acción es a través de la Iniciativa de Liderazgo y Capacitación Ambiental (ELTI por sus siglas en inglés) que coordina conferencias, simposios y cursos de campo, proporcionando así los conocimientos y herramientas necesarias para conservar y restaurar los bosques y la biodiversidad en las zonas tropicales de Asia y América Latina. El enfoque de ELTI en paisajes intervenidos por el hombre está destinado a estimular acciones que contribuyan al aumento de paisajes forestados, la cobertura de árboles nativos y la conservación de los servicios ambientales de una manera que mejore la calidad de vida local.

En el 2011, ELTI estableció un sitio de capacitación en Agua Salud para complementar su sitio de capacitación en el bosque seco de la Península de Azuero. El sitio consta de senderos interpretativos y áreas de demostración y está diseñado para que las capacitaciones se puedan adaptar a las necesidades específicas de los diferentes grupos. Al mismo tiempo, los eventos son lo suficientemente consistentes como para desarrollar materiales y ejercicios de campo estándares que puedan abordar diversos aspectos de la restauración ambiental. El personal de ELTI desarrolla todos los materiales de capacitación y facilita cursos con la ayuda de expertos locales e

internacionales, incluyendo al personal del Proyecto Agua Salud.

El enfoque principal de capacitación de ELTI en Agua Salud es la restauración del bosque tropical y el manejo de las cuencas. Los cursos proporcionan la base técnica necesaria para diseñar e implementar estrategias de restauración que aumenten la provisión de servicios ambientales en los diferentes usos de la tierra a través de una serie de observaciones y ejercicios de campo. Para desarrollar estrategias sólidas de restauración forestal, las capacitaciones de ELTI abordan la teoría, problemas tecnológicos y socio-económicos, los cuales juegan un papel importante en la gestión de los paisajes dominados por el hombre. Hasta la fecha ELTI ha facilitado dos cursos profesionales en Agua Salud y tiene la intención de hacer tres más en el 2015.

El Programa de Liderazgo de ELTI también ofrece apoyo profesional y técnico a largo plazo a sus ex alumnos para que puedan poner en práctica lo que aprendieron durante los cursos. ELTI realiza una evaluación de impacto anual y con regularidad presenta “historias de impacto” que ilustran los cambios que los ex alumnos están implementando. Además, todos los materiales de capacitación de los cursos de ELTI se publican en su sitio web y son de libre acceso.

Para obtener más información, visite el sitio web de ELTI en www.elti.org o contacte a Jacob L. Slusser (Coordinador en Panamá) a slusserj@si.edu o con Saskia Santamaría (Asistente del Programa de Capacitación del Neotrópico) a SantamariaSK@si.edu

“ELTI fue un aliado antes, durante y después del curso. Nos apoyaron en todo momento con información y asesoramiento. Esto ha sido una gran oportunidad para avanzar en el desarrollo de capacidades de restauración de los bosques tropicales y un ejemplo clave de colaboración internacional”.

Wilson Ramírez – Ex alumno del curso “Servicios Ambientales y Restauración de Bosques Tropicales” en Agua Salud en el 2013



STRI REWIND

REBOBINA



Early aerial land use survey, upper río Agua Salud valley – Photo, STRI archives.

Estudio aéreo de usos de suelo, valle Río Agua Salud - Foto, archivos de STRI

The Panama Canal Watershed provides us with an amazing opportunity to learn how tropical forests sustain life, providing “environmental services” such as clean water, carbon storage and biodiversity conservation. The watershed supplies a \$2 billion dollar canal with free water and lies between the Mesoamerican biodiversity hotspot and the tropical Andean biodiversity hot spot.

La Cuenca del Canal de Panamá nos brinda una grandiosa oportunidad de aprender cómo los bosques tropicales sostienen la vida, proporcionando “servicios ambientales” como el agua potable, el almacenamiento de carbono y la conservación de la biodiversidad. La Cuenca supe al Canal de \$2 mil millones con agua y se encuentra entre los puntos clave de biodiversidad de Mesoamérica y de la biodiversidad andina tropical.

AGUA SALUD TIMELINE

LINEA DE TIEMPO DE AGUA SALUD



1905

The United States began to measure rainfall and river discharge in central Panama.

Los Estados Unidos inicia mediciones de las precipitaciones y la descarga de los ríos en Panamá Central.

1913

The Chagres River was dammed, creating Gatun Lake, the main canal channel.

Se represa el río Chagres, creando el lago Gatún, principal canal de navegación.

1965

The rain gage network added 18 sites.

La red de pluviómetros agregó 18 sitios

1977

The Panama Canal treaties initiated the transfer of canal management from the U.S. to the Republic of Panama.

Los tratados del Canal de Panamá iniciaron la transferencia de la gestión del Canal de los EE.UU. a la República de Panamá.

1980's

The Agua Salud research site was established by the Meteorology and Hydrology Branch of the Panama Canal Commission. Three weirs were installed, but funding ended in 1983.

El sitio de investigación de Agua Salud fue establecido por los departamentos de Meteorología e Hidrología de la Comisión del Canal de Panamá. Se instalaron tres represas, pero el financiamiento terminó en 1983.

1996

The U.S. Agency for International Development funded STRI to assist the Panamanian government in setting up the Canal Basin Monitoring Project, directed by Roberto Ibáñez. Robert Stallard reactivates the initial Agua Salud research sites.

La Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional financió al Smithsonian para ayudar al gobierno panameño en la creación del Proyecto de Monitoreo de la Cuenca del Canal, dirigido por Roberto Ibáñez. Robert Stallard reactiva los sitios iniciales de investigación en Agua Salud.

1997

In this El Niño year, the forest catchment in Agua Salud had much higher runoff rate than rural agricultural mosaic - the first demonstration of the Sponge Effect.

En este año del fenómeno de El Niño, la cuenca forestal en Agua Salud tenía una tasa de escorrentía más alta que el mosaico agrícola - la primera demostración del efecto esponja.

1999/2000

The Republic of Panama assumed complete sovereignty over the Canal. The Canal Basin Monitoring Project releases an extensive executive summary compiled and edited by STRI's Stanley Heckadon.

La República de Panamá asumió la plena soberanía sobre el Canal. El Proyecto de Monitoreo de la Cuenca del Canal da a conocer un amplio resumen ejecutivo que fue compilado y editado por Stanley Heckadon del Smithsonian.



Jimmy Carter, Omar Torrijos





Mark Wishnie,
director PRORENA



José Deago
PRORENA

2005

The Economist published Natasha Loder's article: Are you Being Served. The New York Times publishes Cornelia Dean's article: To Save Its Canal, Panama Fights for Its Forests.

The Economist publicó el artículo de Natasha Loder: Are you Being Served. The New York Times public el artículo de Cornelia Dean: To Save Its Canal, Panama Fights for Its Forests.

STRI, ACP, PRORENA organized a conference: Forests and Water: soil, vegetation and low-flows in the seasonally dry tropics to debate the importance of forests in the watershed.

STRI, ACP, PRORENA organizó una conferencia: Bosques y el Agua: suelo, la vegetación y el bajo nivel de los flujos en los trópicos estacionalmente secos para debatir la importancia de los bosques en la Cuenca.



Agua Salud inauguration:
Catherine Potvin, Eldredge Bermingham,
Helmut Elsenbeer, Jeff Hall, Robert Stallard
and Fred Ogden.

2006

STRI's Center for Tropical Forest Studies hired Jefferson Hall as director of the Agua Salud Project.

STRI's Center for Tropical Forest Studies hired Jefferson Hall as director of the Agua Salud Project.

2007

STRI Received five years of funding from the HSBC Climate Partnership, including \$4M for the Agua Salud Project. The University of Wyoming, The University of Potsdam, STRI, the USGS, and U.S. Army Research Office provided additional funding for personnel and major equipment. The ACP funded the native- species reforestation as part of their overall reforestation plans in the Panama Canal Basin and the first, full meteorological station as part of their network.

El Smithsonian recibió cinco años de financiación por parte del HSBC Climate Partnership, incluyendo \$4, 000,000 a \$5,000,000 para el Proyecto de Agua Salud. La Universidad de Wyoming, La Universidad de Potsdam, el Smithsonian, el USGS, y el US Army Research Office proporcionaron financiación adicional para el personal y equipo mayor. La ACP financió la reforestación de especies nativas como parte de sus planes de reforestación general en la Cuenca del Canal de Panamá y la primera estación meteorológica completa como parte de su red.

2014

The Agua Salud Project received another \$2.89 million from the U.S. National Science Foundation to continue studies.

El Proyecto de Agua Salud recibió otros \$2.89 millones de la Fundación Nacional de Ciencia de los Estados Unidos para continuar estudios.

2015

A dense network of hydrological monitoring stations including about 30 river gages, 10 lake gages, more than 70 rain gages, 20 complete meteorological stations, and twice-daily weather balloon soundings, along with weather radar are operated by the Panama Canal Authority and STRI.

La Autoridad del Canal de Panamá y el Smithsonian operan una densa red de estaciones hidrológicas de monitoreo, incluyendo unos 30 medidores de ríos, 10 medidores de lagos, más de 70 pluviómetros, 20 estaciones meteorológicas completas, y sondeos de dos veces al día con globos meteorológicos, junto con un radar meteorológico.



PANAMA CLIMATE MONITORING ONLINE

Real-time climate reports for Barro Colorado Island, Bocas Del Toro Research Station, Culebra Point—Amador Causeway in Panama City, Galeta Point Marine Laboratory and the Canopy Cranes sites at Panama City's Metropolitan Park and Fort Sherman/San Lorenzo on the Caribbean coast are now available online.

biogeodb.stri.si.edu/physical_monitoring

There is also real-time data from the first new Agua Salud Celestino Metrological Station. We expect that this station will be joined by two additional stations within the next 6 months.

Steven Paton

Executive Director

STRI Physical Monitoring Program

MONITOREO CLIMÁTICO DE PANAMÁ EN LÍNEA

Hemos puesto en línea los informes climáticos en tiempo real de isla Barro Colorado, la Estación de Investigación de Bocas del Toro, de Punta Culebra en la Calzada de Amador en la Ciudad de Panamá, del Laboratorio Marino de Punta Galeta en Colón y los sitios de las Grúas del Dosel en el Parque Metropolitano de la Ciudad de Panamá y el Fuerte Sherman en San Lorenzo en la costa del Caribe.

biogeodb.stri.si.edu/physical_monitoring

También hay datos en tiempo real de la primera nueva estación metrológica Celestino localizada en Agua Salud. Esperamos que esta estación sea acompañada por dos estaciones adicionales en los próximos 6 meses.

Steven Paton

Director Ejecutivo

Programa de Monitoreo Físico del Smithsonian en Panamá



Smithsonian Tropical Research Institute

www.stri.si.edu