



Smithsonian Tropical Research Institute

stri.si.edu/sites/strinews

STRINNEWS

NOVEMBER 25, 2016

BI-WEEKLY NEWSLETTER / BOLETÍN BI-SEMANAL

CORALS SURVIVED CARIBBEAN CLIMATE CHANGE

LOS CORALES SOBREVIVIERON
AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL
CARIBE



www.stri.si.edu

Front Cover: “We discovered that even small numbers of individuals in three different species of the reef-building coral genus *Orbicella* have quite a bit of genetic variation, and therefore, are likely to adapt to big changes in their environment.”

Carlos Prada, lead author. | Portada:

“Descubrimos que incluso un pequeño número de individuos en tres especies diferentes del género *Orbicella* que construye arrecifes de coral, tienen bastante variación genética, y por lo tanto, es probable que se adapten a grandes cambios en su entorno”. Carlos Prada, autor principal del estudio.

Right: When a species declines during an extinction event, it loses more and more genetic variation, and sometimes does not have much to work with during the recovery period. | Derecha:

Cuando los números de una especie disminuyen durante un evento de extinción, pierde cada vez más variación genética y a veces no tiene que trabajar mucho durante el periodo de recuperación.

Photos by | Fotos por: Diana Beltrán



Corals Survived Caribbean Climate Change

Half of all coral species in the Caribbean went extinct between 1 and 2 million years ago, probably due to drastic environmental changes. Which ones survived? Scientists working at the Smithsonian Tropical Research Institute (STRI) think one group of survivors, corals in the genus *Orbicella*, will continue to adapt to future climate changes because of their high genetic diversity.

“Having a lot of genetic variants is like buying a lot of lottery tickets,” said Carlos Prada, lead author of the study and Earl S. Tupper Post-doctoral Fellow at STRI. “We discovered that even small numbers of individuals in three different species of the reef-building coral genus *Orbicella* have quite a bit of genetic variation, and therefore, are likely to adapt to big changes in their environment.”

“The implications of these findings go beyond basic science,” said Monica Medina, research associate at STRI and the Smithsonian’s National Museum of Natural History and associate professor at Pennsylvania State University. “We can look forward to using similar approaches to predict demographic models to better manage the climate change threatened *Orbicella* reefs of today.”

To look back in time, the team of researchers working at the Smithsonian’s Bocas del Toro Research Station and Naos Molecular and Marine Laboratories collected fossils

Los corales sobrevivieron al cambio climático en el Caribe

La mitad de las especies de coral del Caribe se extinguió entre 1 y 2 millones de años, probablemente debido a cambios drásticos en el medio ambiente. ¿Cuáles sobrevivieron? Los científicos que trabajan en el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI) piensan que un grupo de sobrevivientes, los corales en el género *Orbicella*, seguirán adaptándose a los cambios climáticos futuros debido a su alta diversidad genética.

“Tener muchas variantes genéticas es como comprar muchos billetes de lotería”, comentó Carlos Prada, autor principal del estudio y, becario de post-doctorado Earl S. Tupper en STRI. “Descubrimos que incluso un pequeño número de individuos en tres especies diferentes del género *Orbicella* que construye arrecifes de coral, tienen bastante variación genética, y por lo tanto, es probable que se adapten a grandes cambios en su entorno”.

“Las implicaciones de estos hallazgos van más allá de la ciencia básica”, comentó Mónica Medina, investigadora asociada de STRI y del Museo Nacional de Historia Natural del Smithsonian, y profesora asociada de la Universidad Estatal de Pensilvania. “Podemos anticipar el uso de enfoques similares para predecir modelos demográficos para manejar mejor los arrecifes de *Orbicella* amenazados por el cambio climático del presente”.

Para observar en el pasado, el equipo de investigadores que trabaja en la estación de investigación del Smithsonian

from ancient coral reefs and used high-resolution geologic dating methods to determine their ages. They compared the numbers of fossilized coral species at different time points. One of the best-represented groups in the fossil collections were species in the genus *Orbicella*. In addition to the fossil collections, they also used whole genome sequencing to estimate current and past numbers of several *Orbicella* species.

Within a single individual there are two copies of their genetic material, in some instances, one copy is different than the other and is called a genetic variant. The authors first assembled the full genomic sequence of an individual from Florida and then, using it as an anchor, reconstructed the genetic variation contained within single individuals.

Depending on the amount of the genetic variation at certain intervals across the genome, the authors were able to recover the population sizes of each species at different times in the past.

Between 3.5 to 2.5 million years ago, numbers of all coral species increased in the Caribbean. But from 2 to 1.5 million years ago, a time when glaciers moved down to cover much of the northern hemisphere and sea surface temperatures plunged, the number of coral species in the Caribbean also took a nosedive. Sea levels fell, eliminating much of the original shallow, near-shore habitat.

en Bocas del Toro y en los Laboratorios Moleculares y Marinos de Naos, también del Smithsonian, colectaron fósiles de antiguos arrecifes de coral y usaron métodos de datación geológica de alta resolución para determinar sus edades. Compararon el número de especies de corales fosilizados en distintos momentos. Uno de los grupos mejor representado en las colecciones fósiles fue las especies del género *Orbicella*. Además de las colecciones de fósiles, también se utilizó la secuenciación del genoma entero para cuantificar el número actual y pasado de varias especies de *Orbicella*.

Dentro de un solo individuo hay dos copias de su material genético, en algunos casos, una copia es diferente que la otra y se conoce como una variante genética. Al principio los autores ensamblaron la secuencia genómica completa de un individuo de la Florida y luego, utilizándola como punto de referencia, reconstruyeron la variación genética contenida en cada individuo. Dependiendo de la variación genética en ciertos intervalos a través del genoma, los autores fueron capaces de recuperar el tamaño de la población de cada especie en diferentes momentos en el pasado.

Entre 3.5 y 2.5 millones de años, el número de todas las especies de coral aumentó en el Caribe. Pero desde hace 2 a 1.5 millones de años, cuando los glaciares descendieron hasta cubrir gran parte del hemisferio norte y la temperatura de la superficie



Carlos Prada, lead author and post-doctoral fellow at the Smithsonian Tropical Research Institute in Panama. | Carlos Prada, autor principal y becario de post doctorado Earl S. Tupper del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en Panamá. **Photo credit** | Crédito de imagen: **Diana Beltrán.**

“Apart from the species that exist today, all species of *Orbicella* that survived until 2 million years ago suddenly went extinct,” write the authors. When huge numbers of species die out, it makes room for other species to move in and for new species to develop to occupy the space the others held.

Two species that grow best in shallow water doubled in number at about the same time that their sister species and competitor, the organ pipe *Orbicella* (*O. nancyi*) disappeared.

When a species declines during an extinction event, it loses more and more genetic variation, and sometimes does not have much to work with during the recovery period. Scientists call this a genetic bottleneck. *Orbicella* was able to recover after the bottleneck. “It’s incredible how predictions from genetic data correlated so well with observations from the fossil and environmental record,” said Michael DeGiorgio (assistant professor of biology at Pennsylvania State University).

“We see hope in our results that *Orbicella* species survived a dramatic environmental variation event,” said Prada. “It is likely that surviving such difficult times made these coral populations more robust and able to persist under future climatic change.”

“The in-depth analysis of population size in a now ESA-threatened coral, as well as the release of its genome and that of its close relatives (which are also threatened) would be of great interest to coral reef researchers addressing conservation issues,” said Nancy Knowlton, senior scientist emeritus at STRI, currently at the National Museum of Natural History.

Authors are from STRI, the National Museum of Natural History, Pennsylvania State University, University of Iowa, U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, Hudson Alpha Institute of Biotechnology, Universidad Nacional Autónoma, Australian Research Council Centre of Excellence for Coral Reef Studies and University of Queensland School of Biological Sciences, Florida State University, Natural History Museum, The Systems Biology Institute.

del mar descendió, el número de especies de coral en el Caribe también fue en picada. El nivel del mar disminuyó, eliminando gran parte del hábitat superficial y cercano a la costa.

“Aparte de las especies que existen hoy en día, todas las especies de *Orbicella* que sobrevivieron hasta hace 2 millones de años se extinguieron de repente”, escriben los autores. Cuando un gran número de especies mueren, dejan espacios para que otras entren y se desarrollen en estos nuevos ambientes.

Dos especies que crecen mejor en aguas someras se duplicaron en número aproximadamente al mismo tiempo que su especie hermana y competidora, *Orbicella nancyi* desapareció.

Cuando los números de una especie disminuyen durante un evento de extinción, pierde cada vez más variación genética y a veces no tiene que trabajar mucho durante el período de recuperación. Los científicos llaman a esto un cuello de botella genético. La *Orbicella* fue capaz de recuperarse después de este cuello de botella. “Es increíble como las predicciones de los datos genéticos se correlacionan tan bien con las observaciones de los registros fósiles y ambientales”, comentó Michael DeGiorgio (profesor asistente de biología en la Universidad Estatal de Pensilvania).

“Tenemos esperanza en nuestros resultados ya que las especies de *Orbicella* sobrevivieron a un dramático evento de variación ambiental”, comentó Prada. “Es probable que sobrevivir en esos tiempos difíciles hizo que estas poblaciones de corales se volvieran más robustas y sean capaces de persistir en el futuro cambio climático”.

“El análisis minucioso del tamaño poblacional en un coral actualmente amenazado con extinguirse, así como la liberación de su genoma y el de sus parientes cercanos (que también están amenazados) será de gran interés para los investigadores de los arrecifes de coral”, comentó Nancy Knowlton, científica emérita de STRI, actualmente en el Museo Nacional de Historia Natural.

Los autores son de STRI, del Museo Nacional de Historia Natural, la Universidad Estatal de Pensilvania, la Universidad de Iowa, el U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, el Instituto de Biotecnología Alpha de Hudson, la Universidad Nacional Autónoma, el Centro de Excelencia para Estudios de Arrecifes de Coral y Escuela de Ciencias Biológicas de Queensland, la Florida State University, el Museo de Historia Natural, y el Systems Biology Institute.

What is happening to the Mangroves in the Bay of Panama?

Something bad seems to be happening to the mangrove forests in the Bay of Panama. In late 2015, Professor Alexis Baules from the Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) reported an increasing number of unhealthy trees in the area around the new Juan Diaz water treatment plant, location of the UTP's new eddy flux tower. A visual inspection by Steven Paton, Director of Physical Monitoring at the Smithsonian Tropical Research Institute in July of this year confirmed that, indeed, something unusual was happening that merited further investigation. Follow-up observations by the Dirección de Mares y Costas also showed significant impact to the mangroves in front of Panama Viejo and revealed that only the Black mangrove (*Avicennia germinans*) seems to be affected.

There is evidence that an, as yet unidentified, lepidoptera species is involved in the phenomenon. However, they may be merely attacking trees that have been weakened by some other factor, such as changes in salinity.

Follow-up observations showed significant impact to the mangroves in front of Panama Viejo and revealed that only the Black mangrove (*Avicennia germinans*) seems to be affected. | Las observaciones de seguimiento mostraron un impacto significativo en los manglares frente a Panamá Viejo y revelaron que sólo el mangle negro (*Avicennia germinans*) parece estar afectado.

¿Qué le sucede a los Manglares de la Bahía de Panamá?

Algo malo parece estar sucediendo a los manglares de la Bahía de Panamá. A fines del 2015, el profesor Alexis Baúles de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) informó de un creciente número de árboles poco saludables en la zona de la nueva planta de tratamiento de agua Juan Díaz, ubicación de la nueva torre de flujo eddy de la UTP. Una inspección visual realizada en julio de este año por Steven Paton, Director de Monitoreo Físico en el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI), confirmó que, de hecho, algo inusual estaba ocurriendo y que merecía más investigación. Las observaciones de seguimiento de la Dirección de Mares y Costas también mostraron un impacto significativo en los manglares frente a Panamá Viejo y revelaron que sólo el mangle negro (*Avicennia germinans*) parece estar afectado.

Existe evidencia de que una especie de lepidoptera, aún no identificada, está involucrada en el fenómeno. Sin embargo, pueden estar simplemente atacando árboles que han sido debilitados por algún otro factor, como cambios en la salinidad.





The photos taken during the flight have helped identify other areas showing varying degrees of impact, particularly an area of approximately 55 square kilometers located 65km east of Panama City. | Las fotos tomadas durante el vuelo han ayudado a identificar otras áreas que muestran distintos grados de impacto, particularmente un área de aproximadamente 55 kilómetros cuadrados ubicada a 65 km al este de la ciudad de Panamá.

In order to document the extent of this phenomenon, SENACYT has just sponsored a flight between Panama City and the town of La Palma in Darien. Paton and Baules used cameras and GPS equipment supplied by STRI and the UTP in order to take high resolution photos of the entire coastal region between those two locations.

The flight was able to document the extent of the impact to the Juan Diaz mangroves in the area of the new water treatment plant, just to the east of Costa del Este.

In addition, the photos taken during the flight have helped to identify other areas showing varying degrees of impact, particularly an area of approximately 55 square kilometers located 65km east of Panama City (see photos).

Copies of the photos have been made available to a number of Panamanian governmental and non-government agencies.

SENACYT is currently working on hosting a workshop to discuss how to proceed. Dr. Ilka Feller of the Smithsonian Environmental Research Center (SERC), an expert on mangroves, is hoping to work with local researchers in order to set up sampling protocols in order to try to determine the cause or causes for the phenomenon.

Con el fin de documentar el alcance de este fenómeno, la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) acaba de patrocinar un vuelo entre la ciudad de Panamá y la ciudad de La Palma en el Darién. Paton y Baúles utilizaron cámaras y equipos GPS suministrados por STRI y la UTP para tomar fotos de alta resolución de toda la región costera entre esos dos lugares.

El vuelo fue capaz de documentar la extensión del impacto a los manglares Juan Díaz en la zona de la nueva planta de tratamiento de agua, justo al este de Costa del Este.

Además, las fotos tomadas durante el vuelo han ayudado a identificar otras áreas que muestran distintos grados de impacto, particularmente un área de aproximadamente 55 kilómetros cuadrados ubicada a 65 km al este de la ciudad de Panamá (ver fotos).

Copias de las fotos han sido puestas a disposición de varias agencias gubernamentales y no gubernamentales panameñas.

SENACYT está trabajando actualmente en la organización de un taller para discutir cómo proceder. La Dra. Ilka Feller del Smithsonian Environmental Research Center (SERC), experta en manglares, espera trabajar con investigadores locales para establecer protocolos de muestreo con el fin de tratar de determinar la causa o causas del fenómeno.



Visita de la Niña símbolo

La Autoridad de Turismo de Panamá invitó a Janeth Díaz, la niña símbolo de la Teletón 20-30 2016, junto a representantes de la misma organización, a visitar el Centro Natural Punta Culebra el día sábado 12 de noviembre, en donde disfrutaron de las exhibiciones, de los animales silvestres y del paisaje. Janeth tiene seis años, es oriunda de Río Sereno, Chiriquí y nació con un problema congénito que no le permite mover sus extremidades inferiores. Sin embargo su condición no le impidió disfrutar de tocar las estrellas de mar, hacer preguntas sobre las ranas y asombrarse con los peces y las anémonas.

Teleton Child of the Year visits Culebra

On Sat., Nov. 12, Panama's Tourism Authority representatives invited Janeth Díaz, 2016 Teletón 20-30 Child, to visit the Punta Culebra Nature Center where they enjoyed the animal exhibits, the beach and the dry forest. Janeth, originally from Río Sereno, Chiriquí, is six years old and was born without the use of her lower limbs. Her condition did not keep her from enjoying touching the starfish, asking questions about the frogs and marveling at the fish and sea anemones.

Acompáñalos en su graduación.

Viernes
02
Dic. | 2:30 pm

y conocer los resultados de los proyectos científicos.

Smithsonian

Estados Unidos
Ministerio de las Industrias de América

**Auditorio Centro Earl S
Tupper, Ancón. Panamá**

RSVP T. 212-8850

vinascomf@si.edu



Tarde Terrorífica en el Centro Natural Punta Culebra

El pasado 29 de octubre celebramos una fiesta de disfraces en Centro Natural de Punta Culebra, compartiendo nuestra pasión por organismos nocturnos y elusivos: Roseanette Quesada presentó los opilones, Jorge Guerrel, Sara Vásquez, los murciélagos, y Ricardo Moreno, los jaguares.

También ofrecimos una tarde de cuenta cuentos y algunas actividades curiosas las cuales estaremos lanzando a través del centro de aprendizaje en Punta Culebra llamado Q?rioso que estará abriendo sus puertas en el 2017. Por último al caer la noche se llevó a cabo una gira por el bosque por parte de los guías de Culebra para buscar animales nocturnos.

Agradecemos al comité planificador por haber trabajado en equipo en la organización de este evento tan interesante y entretenido, y a los expositores por su apoyo en diferenciar los hechos del mito sobre las criaturas que suelen ser malinterpretadas por leyendas y cuentos folclóricos.

Halloween at Punta Culebra Nature Center

On October 29 we celebrated Halloween at the Punta Culebra Nature Center, sharing our passion for nocturnal and elusive organisms: Roseanette Quesada presented the opilones, Jorge Guerrel, frogs, Sara Vásquez, bats and Ricardo Moreno, jaguars.

We also offered an afternoon of storytelling and hands-on activities being developed for our new learning center, Q?rioso, scheduled to open in 2017. At nightfall, the guides took visitors on a dry forest tour to spot nocturnal animals.

We thank our planning committee (guides and staff) for the teamwork involved in organizing this successful event, and to the presenters for their help in sorting facts from myths about creatures that are often portrayed negatively in folklore, legends and stories.



→ PUBLICATIONS | PUBLICACIONES

Collins, C. D., Banks-Leite, C., Brudvig, L. A., Foster, B. L., Cook, W. M., Damschen, E. I., Andrade, A., Austin, M., Camargo, J. L., Driscoll, D. A., Holt, R. D., Laurance, W. F., Nicholls, A. O. and Orrock, J. L. 2016. Fragmentation affects plant community composition over time. *Ecography*, doi:10.1111/ecog.02607

Contreras, M. A., Eastwood, G., Guzman, H., Popov, V., Savit, C., Uribe, S., Kramer, L. D., Wood, T. G., Widen, S. G., Fish, D., Tesh, R. B., Vasilakis, N. and Walker, P. J. 2016. Almendravirus: A Proposed New Genus of Rhabdoviruses Isolated from Mosquitoes in Tropical Regions of the Americas. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, doi:10.4269/ajtmh.16-0403

Lawrence, J. P. 2016. Ineffectiveness of Call Surveys for Estimating Population Size in a Widespread Neotropical Frog, *Oophaga pumilio*. *Journal of Herpetology*,

Liang, M., Liu, X., Gilbert, G. S., Zheng, Y., Luo, S., Huang, F. and Yu, S. 2016. Adult trees cause density-dependent mortality in conspecific seedlings by regulating the frequency of pathogenic soil fungi. *Ecology Letters*, doi:10.1111/ele.12694

Liberti, J., Baer, B. and Boomsma, J. J. 2016. Queen reproductive tract secretions enhance sperm motility in ants. *Biology Letters*, 12(11): 20160722doi:10.1098/rsbl.2016.0722

Pamminger, T. and Hughes, W. O. H. 2016. Testing the reproductive groundplan hypothesis in ants (Hymenoptera: Formicidae). *Evolution*, doi:10.1111/evo.13105

Sletten, H. R., Andrus, C. F., Guzmán, H. M. and Halfar, J. 2016. Re-evaluation of using rhodolith growth patterns for paleoenvironmental reconstruction: An example from the Gulf of Panama. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, doi:10.1016/j.palaeo.2016.10.038

Klaus, J. S., Murray, S. T., Swart, P. K. and McNeill, D. F. 2013. Resource Partitioning and Paleoecology of Neogene Free-Living Corals as Determined from Skeletal Stable Isotope Composition. *Bulletin of Marine Science*, 89(4): 937-954. doi:10.5343/bms.2012.1067

→ ARRIVALS | LLEGADAS

Clare Fieseler
UNC Chapel Hill
MarineGEO/TMON, Bocas del Toro, Panama
Bocas del Toro

Yanyan Cheng
University of Wyoming
Ecosystem Dynamics in Natural and Planted Forests in Agua Salud
Agua Salud

Oriana Edman
University of Denver
Panama Amphibian Rescue and Conservation Project
Gamboa

Jin Wu
Brookhaven National Laboratory
Plant functional traits
San Lorenzo

Lourdes Encarnación
Universidad de Filipinas
Natural History of Panamanian Cassidine beetles
Barro Colorado Island, Fortuna and Tupper

Jose Avila
McGill University
The Genomics of Speciation and Adaptation

Erick Arias
Universidad Nacional Autónoma de Méjico
Systematic and biogeography of the *Craugastor podiciferus* species group (Anura: Craugastoridae) from Isthmian Central America using nuclear and mitochondrial DNA
Gamboa

Mariana Bonfim, Laura Jurgens, Diana Lopez and Michele Repetto
Temple University

Luisa López
Universidad de los Andes
Biological invasions and interactions between hosts and their parasites in Panama
Naos Marine Lab

→ DEPARTURES | SALIDAS

Matthew Larsen
To Washington DC
To attend the Advisory Board Symposium

Juan Mate
To Santiago de Veraguas
To participate in the Coiba National Park Directive Counsel meeting

David Kenfack
To Douala, Cameroon
To discuss staff issues with WWF and University of Buea

Owen McMillan
To Peru
To collect butterflies for his research into speciation in *Heliconius* butterflies

Rachel Collin
To Bocas del Toro
To oversee Bocas station administration matters

Andrew Altieri
To Bocas Research Station
To monitor and establish field experiments at field sites



**BESS NSERC-CREATE
Graduate Studies Opportunity**

The NSERC-CREATE on Biodiversity, Ecosystem Services and Sustainability is recruiting PhD and MSc students interested in, but not restricted to, biodiversity, ecology, evolution, conservation, environmental management, and human-environment interactions. The BESS Program provides a multidisciplinary and immersive training experience to help prepare the next generation of environmental scientists to work with industry, environmental consulting firms, governments, NGOs, and universities. BESS training provides students with skills in environmental monitoring, biodiversity surveying, ecological impact assessment, mitigation strategies, the design of restoration projects, statistical analysis, adaptive forest and agricultural management, and mathematical modeling for predictive and prescriptive planning.

The Program has a strong multidisciplinary component and a diverse group of researchers and collaborators — Quebec universities, Canadian companies working in Panama, and several Panamanian institutions, particularly the Smithsonian Tropical Research Institute — who administer and supervise complementary courses, an internship rotation, and thesis research. BESS also provides students with an immersive experience through courses and internships in Panama, and elsewhere in the Neotropics.

BESS provides funding to students in the form of stipends and travel allowances. There are no citizenship restrictions. Stipends are given on an individual basis and depending on budget availability, but will not surpass \$14,000 CAD per year. Students who are holders of a major fellowship (NSERC, NSF, Fulbright, etc.) will receive a \$5000 CAD per year top-up. In addition, all students are eligible for up to \$1500 CAD per year to travel to internships, conferences, courses and/or fieldwork.

Applicants must first contact a potential supervisor in one of the three partnering universities (McGill, Laval and UQAM). Students must then apply to the supervisor's department. All students must meet the admission criteria of Graduate and Postdoctoral Studies at the university and the entrance requirements of the specific department.

Candidates applying to BESS will be considered by the Program Delivery Committee, who will consider the following criteria:

Academic background
Relevance and viability of proposed research
Accordance and suitability with BESS goals

*Priority will be given to students working with a BESS lead researcher (visit our website for the list of lead researchers).

DEADLINE: JANUARY 15TH, 2017.
FOR INFORMATION ON HOW TO APPLY VISIT:
<https://www.mcgill.ca/bess/apply>



➔ SEMINARS | SEMINARIOS

TUPPER SEMINAR

Tue., Nov. 29, 4pm

Mark Torchin

STRI

Tupper Auditorium

Asymmetry of biotic interactions and marine invasions across latitude and oceans

TUPPER SEMINAR

Tue., Dec. 6, 4pm

Luke Mander

School of Environment, Earth and Ecosystems Sciences The Open University UK

Tupper Auditorium

A combinatorial approach to angiosperm pollen morphology

BAMBI SEMINAR

Thu., Dec. 1, 7:15pm

Egbert Leigh

STRI

Barro Colorado Island

Tropical Seasonal forest: its Distinctive characteristics

BAMBI SEMINAR

Wed. Dec. 7, 7:15pm

Laura Jurgens

Temple University & STRI

Barro Colorado Island

Biotic interactions shape community resistance to extreme events