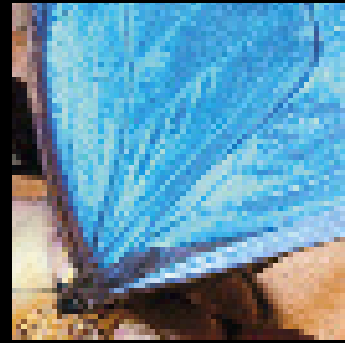
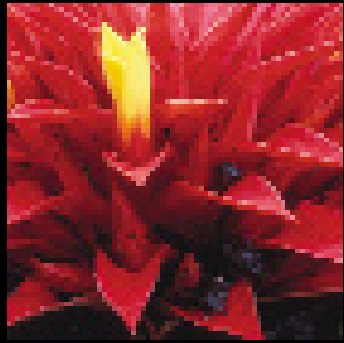
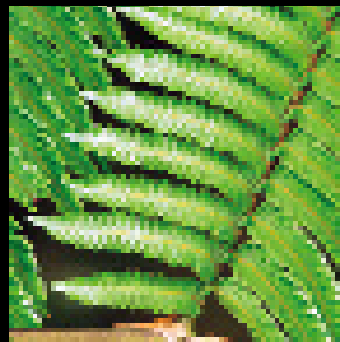
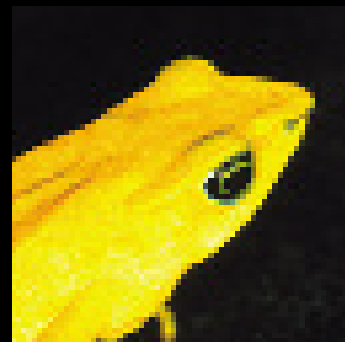
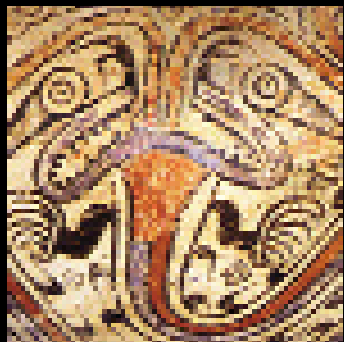




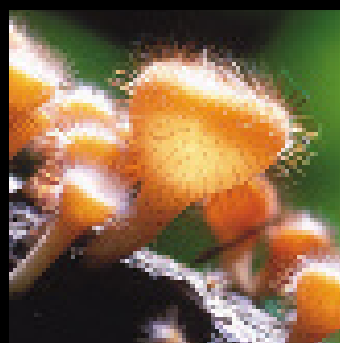
Smithsonian



Biennial Report of the Smithsonian Tropical Research Institute



Informe Bienal del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales



2001-2003



Swamp forest, Bocas del
Toro, Panama.
(Photo: Marcos Guerra)

Pantano, Bocas del
Toro, Panamá.
(Foto: Marcos Guerra)



Smithsonian Tropical Research Institute

Biennial Report of the Smithsonian Tropical Research Institute
October 1, 2001 through September 30, 2003

Informe Bial del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales
Del 1º de octubre de 2001 al 30 de septiembre de 2003

Panamá



1. Earl S. Tupper Research and Conference Center / Centro de Conferencias e Investigaciones Earl S. Tupper
Tivoli Administrative Offices / Oficinas Administrativas de Tivoli
Center for Tropical Paleocology and Archaeology (CTPA) / Centro de Paleocología y Arqueología Tropical
Earl S. Tupper Library in Tropical Biology / La Biblioteca Earl S. Tupper en Biología Tropical
2. Naos Island Laboratories and Marine Exhibition Center at Culebra Point /
Laboratorios de Isla Naos y Centro de Exhibiciones Marinas en Punta Culebra
3. Canopy Crane Access System at Metropolitan Nature Park / Sistema de Grúa de Acceso al Dosel en el Parque Natural Metropolitano
4. Barro Colorado Nature Monument / Monumento Natural de Barro Colorado
5. Gamboa Research and Education Center / Centro de Investigación y Educación de Gamboa
6. Galeta Marine Laboratory / Laboratorio Marino de Galeta
7. Canopy Crane Access System at Sherman / Sistema de Grúa de Acceso al Dosel en Sherman
8. Bocas del Toro Research Station / Estación de Investigación de Bocas del Toro
9. Cerro Juan Díaz Archaeological Site in Los Santos / Sitio Arqueológico Cerro Juan Díaz en Los Santos
10. Coibita Island (also known as Ranchería Island) / Isla Coibita (también conocida como Isla Ranchería)
11. Jorge L. Araúz Research Center in Fortuna / Centro de Investigaciones Jorge L. Araúz en Fortuna
12. The Achotines Laboratory (Inter-American Tropical Tuna Commission) /
Laboratorio de Achotines (Comisión Interamericana del Atún Tropical)

The Smithsonian Institution

The Smithsonian Institution was created by act of Congress in 1846 in accordance with the terms of the will of James Smithson of England, who in 1826 made a bequest to the United States of America "to found at Washington, under the name of the Smithsonian Institution, an establishment for the increase and diffusion of knowledge among men."

La Institución Smithsonian

La Institución Smithsonian fue creada por decreto del Congreso en 1846 en conformidad con las disposiciones del testamento de James Smithson de Inglaterra, quien en 1826 legó sus bienes en fideicomiso a los Estados Unidos de América "para fundar en Washington, bajo el nombre de Institución Smithsonian, una dependencia para enriquecer y difundir el conocimiento entre los hombres."

Smithsonian Tropical Research Institute (STRI)

The Smithsonian Tropical Research Institute was created to increase understanding of the past, present, and future of tropical biodiversity and its relevance to human welfare.

El Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI, por sus siglas en inglés)

El Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales fue creado para enriquecer el conocimiento sobre el pasado, presente y futuro de la biodiversidad tropical y su importancia para el bienestar humano.

Ira Rubinoff, director, STRI. Acting deputy director, National Museum of Natural History (from October, 2001 through August, 2002). Director, STRI. Subdirector encargado del Museo Nacional de Historia Natural de Estados Unidos (a partir de octubre de 2001 hasta agosto de 2002)

Cristián Samper, acting director (from October, 2001 through August, 2002). Deputy director (until July, 2003). Director encargado (a partir de octubre de 2001 hasta agosto de 2002). Subdirector (hasta julio de 2003)

S. Joseph Wright, acting deputy director (from October, 2001 through August, 2002). Subdirector encargado (a partir de octubre de 2001 hasta agosto de 2002)

Eldredge Bermingham, acting deputy director (effective April, 2003). Subdirector encargado (a partir de abril de 2003)

Howard S. Barnes, assistant director for Scientific Support Services (until December, 2002). Director adjunto para Servicios de Apoyo Científico (hasta diciembre de 2002)

Georgina de Alba, associate director for Administration and Finance. Directora asociada para Administración y Finanzas

Stanley Heckadon-Moreno, special advisor to the Director for Technology Transfer/Environmental Policy Issues (until April, 2003). Director, Office of Communication and Public Programs (effective April, 2003). Asesor especial del Director para la Transferencia de Tecnología y Asuntos del Ambiente (hasta abril de 2003). Director, Oficina de Divulgación y Programas Públicos (a partir de abril de 2003)

Fernando Pascal, project manager, Office of Engineering and Operations. Director de la Oficina de Diseño y Construcción

Carlos Tejada, assistant director for Facilities. Director adjunto de Operaciones

Administrative Staff / Personal Administrativo

Oris Acevedo, scientific coordinator, Barro Colorado Island. Coordinadora científica, Isla de Barro Colorado

Mónica Alvarado, officer, Public Information Office (through June, 2003). Deputy director, Office of Communication and Public Programs (effective July, 2003). Directora, Oficina de Divulgación (hasta junio de 2003). Subdirectora, Oficina de Divulgación y Programas Públicos (a partir de julio de 2003)

César Alvarez, captain, *R.V. Urracá*. Capitán, *R.V. Urracá*

Alejandro Arze, manager, Security Office. Director, Oficina de Seguridad y Protección

Natacha Chandler, counselor. Abogada

Vielka Chang-Yau, chief librarian, Earl S. Tupper Tropical Sciences Library. Directora, Biblioteca de Ciencias Tropicales Earl S. Tupper

Mercedes Denis, manager, Naos Island Laboratories. Administradora, Laboratorios de Isla Naos

Pierre Jacinto Fuentes, marine superintendent. Superintendente marino

Gloria Jované, administrator, Director's Office. Administradora, Oficina del Director

Marcos A. Guerra, head, Photographic Department (effective June, 2002). Encargado, Departamento de Fotografía (a partir de junio de 2002)

Luz Latorraca, director, Human Resource Office. Directora, Oficina de Recursos Humanos

Leopoldo León, comptroller. Contralor

Maria Leone, manager, Visitor Services Office. Administradora, Oficina de Visitantes

Elena Lombardo, advisor, Office of External Affairs. Asesora, Oficina de Asuntos Externos

Gloria Maggiori, advisor, Visitor Services Office. Asesora, Oficina de Visitantes

Daniel Millán, administrator Barro Colorado Island. Administrador Isla de Barro Colorado

Luis Mou, scientific coordinator, Bocas del Toro Research Station. Coordinador científico, Estación de Investigación de Bocas del Toro

Edgardo Ochoa, specialist, Scientific Diving Program. Director, Programa de Buceo Científico

José Ramón Perurena, safety officer (until June, 2002). Director, Safety Office (effective July, 2002). Director de seguridad industrial (hasta junio de 2002). Director, Oficina de Seguridad Industrial (a partir de julio de 2002)

Juan Carlos Ricaurte, marine scientific manager, Naos Island Laboratories (effective June, 2003). Administrador científico marino, Laboratorios de Isla Naos (a partir de junio de 2003)

Francisco Rivera, specialist, Office of Information Technology. Director, Oficina de Informática

Audrey M. Smith, administrator, Earl S. Tupper Research and Conference Center, and Center for Tropical Paleocology and Archaeology. Administradora, Centro de Investigaciones y Conferencias Earl S. Tupper y Centro de Paleocología y Arqueología Tropical

Carlos Urbina, officer, Accounting Office. Director, Oficina de Contabilidad

Raineldo Urriola, scientific coordinator, Earl S. Tupper Research and Conference Center, the Center for Tropical Paleocology and Archaeology, and Gamboa. Coordinador científico, Centro de Investigaciones y Conferencias Earl S. Tupper, Centro de Paleocología y Arqueología Tropical, y Gamboa

Luis Turner, officer, Procurement Office. Director, Oficina de Compras

In Washington, DC. / En Washington DC., Estados Unidos

Lisa Barnett, director, Development Office. Directora, Oficina de Desarrollo Institucional

Elizabeth C. Losos, director, Center for Tropical Forest Science. Directora, Centro de Ciencias Forestales del Trópico



- Saturniid caterpillar (*Automeris macphaili*) (detail), Barro Colorado Island. (Photo: Christian Ziegler)

Oruga saturnidos (*Automeris macphaili*) (detalle), Isla de Barro Colorado. (Foto: Christian Ziegler)

PERMANENT SCIENTIFIC STAFF PERSONAL CIENTÍFICO PERMANENTE

Annette Aiello

Life histories, behavior and evolution of tropical insects, especially moths and butterflies. Historia natural, comportamiento y evolución de insectos tropicales, especialmente lepidópetra y mariposas

Penelope Barnes

Physiology, ecology and systematics of marine invertebrates; bacterial-marine invertebrate symbioses; biogeochemistry of marine sediments. Fisiología, ecología y sistemática de invertebrados marinos; simbiosis de invertebrados marinos-bacterias; biogeoquímica de sedimentos marinos

Eldredge Bermingham

Molecular population genetics and evolutionary biology; historical biogeography and molecular systematics of neotropical fishes and Caribbean island birds. Biología evolutiva y genética molecular de poblaciones; biogeografía histórica y sistemáticas moleculares de peces neotropicales y aves de las islas del Caribe

John H. Christy

Behavioral and evolutionary ecology with special emphasis on crabs. Comportamiento y ecología evolutiva, especialmente de los crustáceos decápodos

Rachel Collin

Evolution of marine invertebrate life histories, larval ecology, phylogeography, morphological integration through metamorphosis. Evolución de historias naturales de invertebrados marinos, ecología de larvas, filogeografía, integración morfológica a través de la metamorfosis

Richard Condit

Population dynamics, tropical forest ecology. Dinámica de poblaciones, ecología de los bosques tropicales

Richard G. Cooke

Archaeology, faunal analysis and human ecology. Arqueología, análisis de restos de fauna y ecología humana

Mireya D. Correa A.

Tropical plant systematics, especially the flora of Panama. Sistemática de plantas tropicales, especialmente la flora de Panamá

Luis D’Croz

Response of tropical marine communities to environmental changes; effects of upwelling on plankton and alteration of the poly-zooxanthellae symbiosis in corals during El Niño. Respuesta de comunidades marinas tropicales a cambios ambientales; efectos del afloramiento de plancton y la alteración de la simbiosis pólipo-zooxantela en los corales durante el Niño

William Eberhard

Ecology and evolution of spiders and arthropods; evolution of animal genitalia; copulatory courtship. Ecología y evolución de insectos y arañas; evolución de genitales en animales; cortejo copulatorio

Helena Fortunato

Life history and phylogeny of neogastropods. Historia natural y filogenia de neogastrópodos

Nélida E. Gómez

Chemical ecology, plant secondary chemistry, chemical defense, plant-animal interactions, trophic interactions. Ecología química, química de plantas secundarias, defensa química, interacciones entre plantas y animales, interacciones tróficas

Héctor M. Guzmán

Ecology, sclerochronology and conservation of coral reef communities; tropical coastal management and marine pollution. Ecología, esclerocronología y conservación de comunidades de arrecifes coralinos. Manejo de áreas costeras tropicales y contaminación marina

Stanley Heckadon-Moreno

Rural sociology of Central America; social forestry and history of natural history. Sociología rural de América Central; silvicultura social e historia de la historia natural

Edward Allen Herre

Coevolution of figs and their pollinator wasps; general host-parasite coevolution; the evolutionary effects of population structure on sex ratio, sexual selection and parasite virulence. Coevolución de higueroses y sus avispas polinizadoras; coevolución general de parásitos y sus huéspedes; efectos evolutivos de la estructura poblacional en la proporción de sexos, selección sexual y virulencia de parásitos

Stephen P. Hubbell

Tropical plant ecology, theoretical ecology, and plant-animal interactions. Ecología de plantas tropicales, ecología teórica e interacciones entre plantas y animales

Jeremy B.C. Jackson

Ecology and evolution of marine invertebrates; human impacts on tropical marine communities. Ecología y evolución de invertebrados marinos; impacto humano en comunidades marinas tropicales

Elisabeth K.V. Kalko

Community ecology; sensory ecology; behavioral ecology; neuroethology; evolutionary biology; conservation; small mammals, particularly bats (*Chiroptera*). Ecología de comunidades; ecología sensorial; ecología del comportamiento; neuroetología; biología evolutiva; conservación; mamíferos pequeños, en particular murciélagos (*Chiroptera*)

Nancy Knowlton

Systematics, evolution, ecology and behavior of marine invertebrates, particularly shrimps and corals. Ecología y evolución de invertebrados marinos, particularmente camarones y corales

William F. Laurance

Tropical forest ecology and conservation biology. Ecología de bosques tropicales y biología de la conservación

Egbert G. Leigh, Jr.

Population genetics; theory of biotic diversity; ecology of tropical communities; tree architecture and physiognomy of tropical forests. Genética de poblaciones; teoría de la biodiversidad; ecología de comunidades tropicales; arquitectura de árboles y fisionomía de bosques tropicales

Harilaos A. Lessios

Ecology of coral reefs; molecular evolution. Ecología de arrecifes de coral y evolución molecular

Olga F. Linares

Cultural ecology of New World and African tropics; social organization of agrarian systems. Ecología humana de los trópicos del Nuevo Mundo y África; organización social de sistemas agrarios

Elizabeth C. Losos

Tropical forest ecology and management; economics and conservation of biodiversity. Ecología y administración de bosques tropicales; economía y conservación de la biodiversidad

Dolores R. Piperno

Human paleoecology in tropical regions, paleobotany and paleoethnobotany. Paleoecología humana en regiones tropicales, paleobotánica y etnobotánica

D. Ross Robertson

Behavioral ecology and population biology of coral fishes. Ecología y comportamiento de peces de arrecifes de coral

David W. Roubik

Pollination systems; ecology and behavior of bees; palynology; evolutionary ecology and entomology. Sistemas de polinización; ecología y comportamiento de abejas; palinología; ecología evolutiva y entomología

Ira Rubinoff

Evolutionary biology of marine organisms; conservation of tropical forests. Evolución de organismos marinos y conservación de bosques tropicales

Noris Salazar Allen

Biosystematics and phytogeography of tropical bryophytes. Lichens of Panama. Biosistemática, fitogeografía de briófitas tropicales. Líquenes de Panamá

Cristián Samper

(until July 2003. Hasta julio de 2003)

Ecology of Andean cloud forests, conservation biology and environmental policy. Ecología de bosques nubosos, biología de la conservación y política ambiental

Fernando Santos-Granero

Anthropology; Amazonian history and cultures; Amazonian regional economies. Antropología; historia y culturas amazónicas; economías regionales amazónicas

Mark E. Torchin

(effective September 2003. A partir de septiembre de 2003) Marine population and community ecology; host-parasite interactions, invasion ecology, and conservation biology. Ecología de comunidades y población marina; interacciones entre huésped-parásito, ecología de invasiones y biología de la conservación

Mary Jane West-Eberhard

Social behavior of wasps; social evolution; sexual selection; phenotypic plasticity. Comportamiento social de avispas; evolución social; selección sexual; plasticidad fenotípica

William Wcislo

Evolution of bees and wasps; perception and learning; parasitic and social behavior. Evolución de las abejas y avispas; percepción y aprendizaje; comportamiento parasítico y social

Donald M. Windsor

Insect reproductive behavior, ecology and evolution. Comportamiento reproductivo de insectos, ecología y evolución

Klaus Winter

Ecology, physiology and biochemistry of plants. Ecología, fisiología y bioquímica de plantas

S. Joseph Wright

Ecology of tropical forests; community ecology and biogeography. Ecología de bosques tropicales; ecología de comunidades y biogeografía

Scientists emeriti. Científicos eméritos

Anthony G. Coates

Neogene geology of tropical America. Geología del neogeno de América tropical

A. Stanley Rand

Ecology and behavior of tropical reptiles and amphibians, particularly the evolution of communication in frogs and lizards. Ecología y comportamiento de reptiles y anfibios, especialmente la evolución de la comunicación en ranas y lagartijas

Neal G. Smith

Evolutionary biology of birds. Ecology of insect-plant relationships. Biología evolutiva de aves. Interacciones ecológicas entre plantas y herbívoros

Center for Tropical Forest Science
Centro de Ciencias Forestales del Trópico

Elizabeth C. Losos, director. Directora
Peter Ashton
Richard Condit
Stuart Davies
Robin Foster
Stephen P. Hubbell
James LaFrankie
Egbert G. Leigh, Jr.
Ira Rubinoff
Cristián Samper
I Fang Sun
S. Joseph Wright

Native Species Reforestation Project
Proyecto de Reforestación con Especies Nativas
Mark Wishnie, director
Mark Ashton
Iliana Armien
Richard Condit
Arturo Cerezo
Stuart Davies
Ricardo Delvalle
Mirei Endara
Bradford Gentry
Ted Gullison
Elizabeth C. Losos
Florencia Montagnini
Jaime Orozco
Mario Piedra
Carlos Ramírez
Cristián Samper
Julie Velásquez Runk

Biological Dynamics of Forest Fragments Project
Proyecto de Dinámica Biológica de Fragmentos de Bosque

Heraldo Vasconcelos, director.
Arnaldo Carneiro
William F. Laurance
Elizabeth C. Losos
Thomas I. Lovejoy
Regina Luizao
Rita Mesquita
Gil Vieira

International Cooperative Biodiversity Groups
Grupos Internacionales Cooperativos de la Biodiversidad (ICBG)

Todd Capson, director
Phyllis Coley
Mahabir Gupta
Tom Kursar
Novartis Pharmaceuticals
Eduardo Ortega
Manuel Ramírez
Donald M. Windsor

Center for Tropical Paleocology and Archaeology
Centro de Paleocología y Arqueología Tropical

Dolores R. Piperno, director. Directora
Anthony G. Coates
Richard G. Cooke
Helena Fortunato
Jeremy B. C. Jackson

STRI-McGill Neotropical Ecology Option (NEO) Program
Programa Opción en Ambientes Neotropicales (NEO) de STRI y McGill

Catherine Potvin, director. Directora

Research associates
Investigadores asociados

Orangel Aguilera, Universidad Francisco de Miranda, Venezuela
George Angehr, STRI
Tomas Arias, Universidad de Panamá
Mark S. Ashton, Yale School of Forestry and Environmental Studies
Penelope Barnes, Malaspina University, Canada
Héctor Barrios, Universidad de Panamá
Emérita B. de Borace, Universidad de Panamá
Todd Capson, STRI
Julieta Carrión de Samudio, Universidad de Panamá
Mary Alice Coffroth, State University of New York at Buffalo
Phyllis Coley, University of Utah
Laurel Collins, Florida International University
James Dalling, University of Illinois
Robert Dudley, University of California at Berkeley
Bettina Engelbrecht, STRI
Robin Foster, The Field Museum, Chicago
Nicholas Georgiadis, Mpala Research Centre, Kenya
William H. Gerwick, Oregon State University
Gregory Gilbert, University of California at Berkeley
Mahabir Gupta, Universidad de Panamá
Kyle E. Harms, Louisiana State University
Roberto Ibáñez, STRI
Jorge Illueca, United Nations Environment Programme
Michael Kaspari, University of Oklahoma
Roland Kays, New York State Museum
Kaoru Kitajima, University of Florida
Heinrich Krause, Universität Düsseldorf, Germany
Thomas Kursar, University of Utah
Howard Lasker, State University of New York at Buffalo
Karen Lips, Southern Illinois University
Thomas E. Lovejoy, H. John Heinz III Center for Science, Economics, and the Environment
James Mallet, The Galton Laboratory, University College, London
Juan L. Maté, Rosenthal School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami
Anne B. Meylan, Florida Marine Research Institute
Peter A. Meylan, Eckerd College
Kim Francis Navin, Biobase, Australia
Eduardo Ortega, Laboratorio Conmemorativo Gorgas, Panamá
Catherine Potvin, McGill University, Canada
Diomedes Quintero, Universidad de Panamá
Anthony Ranere, Temple University
Robert Ricklefs, University of Missouri at St. Louis
Tyson Roberts, Supap Monkolprasit, Faculty of Fisheries, Thailand
Michael H. Robinson (*), Smithsonian Institution
Roberta W. Rubinoff, Smithsonian Institution
Michael J. Ryan, University of Texas at Austin
Rafael Samudio F., University of Florida
Hans-Ulrich Schnitzler, Universität Tübingen, Germany
Robert Stallard, United States Geological Survey
Henry Stockwell, Shiele Museum, Gastonia, North Carolina
Melvin Tyree, United States Department of Agriculture
Fredic VencI, State University of New York at Buffalo
Martin C. Wikelski, Princeton University
Gerhard Zotz, Universität Würzburg, Germany

(* Senior research associate. Investigador asociado "senior")



Rain on spider web,
La Amistad International
Park, western Panama.
(Photo: Marcos Guerra)

Lluvia sobre una telaraña,
Parque Internacional
La Amistad, al oeste
de Panamá.
(Foto: Marcos Guerra)



**Male Violet-crowned
 Woodnymph (*Thalurania
 colombica*), Barro Colorado
 Island, Panama.**
 (Photo: Christian Ziegler)

**Macho de Ninfa
 Coronivioleta (*Thalurania
 colombica*), Isla de Barro
 Colorado, Panamá.**
 (Foto: Christian Ziegler)

\$1,000,000 or more (o más)

Andrew W. Mellon Foundation
 Celerity Foundation at the Peninsula Community Foundation
 The Upton Trust
 United States National Institutes of Health
 United States National Science Foundation

\$500,000 or more (o más)

Wynnette LaBrosse Donor-Advised Fund at the
 Peninsula Community Foundation
 Frank Levinson Donor-Advised Fund at the
 Peninsula Community Foundation
 United States National Aeronautics and
 Space Administration

\$100,000 or more (o más)

AEC Trust
 Alfred P. Sloan Foundation
 American Cocoa Research Institute
 Anonymos
 Brazilian National Science Foundation
 Cabot Family Charitable Trust
 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Venezuela
 FIDECO-Panamá
 Frank and Lisina Hoch
 Instituto Panameño de Turismo
 The John D. and Catherine T. MacArthur Foundation
 Richard & Rhoda Goldman Fund
 Mildred Silberglied
 The Simons Foundation
 Smithsonian Institution Scholarly Studies Program
 United States Department of Defense
 University of Wisconsin
 World Cocoa Foundation

\$50,000 or more (o más)

Anonymos
 Max and Heidi Berry
 European Union Marie Curie Individual Fellowship
 Fundación AVINA
 International Paper Company
 John Clapperton Fellowship
 Moore Family Foundation
 Joan Siedenburg
 Shell International Limited
 Stony Brook University
 United States Environmental Protection Agency
 United States Agency for International Development
 United States Department of Agriculture
 United Nations Foundation

\$20,000 or more (o más)

Conservation International
 Islas Canales de Tierra
 John Simon Guggenheim Memorial Foundation
 John and Holly Madigan
 National Geographic Society
 Smithsonian Institution Atherton Seidell Endowment Fund
 Smithsonian Institution Women's Committee
 The Nature Conservancy
 United States Department of Health and Human Services
 United States Department of Commerce
 Wildlife Conservation International

\$10,000 or more (o más)

Autoridad del Canal de Panamá
 Jane Carver
 Dr. and Mrs. David A. Cofrin
 COLCIENCIAS-Colombia
 Conservation Food & Health Foundation
 Ecoforest (Panamá) S.A.
 Elektra Noreste
 International Plant Genetics Research Institute
 Ruth Covo Family Foundation
 United Nations Environment Programme
 United States Department of State
 United States Environmental Protection Agency

\$5,000 or more (o más)

Adler Schermer Foundation
 Global Canopy Programme
 Heinz Family Foundation
 Manzanillo International Terminal
 Peter F. Brown and Margaret A. Hamburg
 Susan Moseley
 John Travolta

\$1,000 or more (o más)

Environmental Leadership Program
 Gordon Lovejoy Foundation
 Virginia M. Hamister
 J. Cain and Co.
 JTP Films, Inc.
 Thomas Mullins
 The Pfizer Foundation
 United States Department of the Interior
 Universidad de Panamá

Other contributions. Otras contribuciones

Lucian M. Abernathy, Jr.
 John J. Adams
 Alcaldía de Colón, Panamá
 Anonymos
 Jonathan and Barbara Baskin
 Lynden Brown
 María Luz Calderón
 Horace F. Drury
 Debra H. Duneier
 Gobernación de Colón, Panamá
 Jewel Hanna
 H2OSS Water Supply Systems, Inc.
 James and Elena Karr
 Gretchen Long
 Nicholas Lovejoy
 Ministerio de Obras Públicas de Panamá
 Alex Parlino
 Policía del Canal, Panamá
 Patricia J. and A. Stanley Rand
 Carol Reese
 Gordon Rodda
 Dennis Shaw
 Universidad Tecnológica de Panamá
 Paul Weldon
 Phillip Wood

The Fundación Smithsonian de Panamá
La Fundación Smithsonian de Panamá

The Fundación Smithsonian de Panamá is the membership group of corporate and individual donors that was founded in 1996 to support, facilitate, and promote the Smithsonian Tropical Research Institute's activities in Panama. It encourages Panamanians to appreciate, value, and protect tropical biodiversity through involvement in STRI's Educational and Public Programs.

La Fundación Smithsonian de Panamá es el grupo de membresía de donantes individuales y corporativos fundada en 1996 para apoyar, facilitar y promover las actividades del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en Panamá. Incentiva a los panameños a apreciar, valorar y proteger la biodiversidad tropical colaborando con los Programas Educativos y Públicos de STRI.

President - Presidente
Joseph L. Salterio

STRI representative - Representante de STRI
Ira Rubinoff

Vice-president - Vicepresidente
Mercedes Eleta de Brenes

Secretaries - Secretarios
Juan Ramón Vallarino
Roberto J. Boyd (1999-2003)

Treasurers - Tesoreros
Victoria Figge
Rolando Pérez (1999-2003)

Directors - Directores
Mírei Endara de Heras
Alfredo Fonseca
Pedro Heilbron
David Lowinger
Peter Miller
Gladys Navarro de Gerbaud

Executive director - Directora ejecutiva
Anna Lisa Simons de Porras

Founding president - Presidente fundador
Herman Bern

Benefactors - Benefactores
Fundación Emily Motta
HSBC Bank
Petrolera Nacional

Sponsors - Padrinos
Banco General
Banco Latinoamericano de Exportaciones
Cable & Wireless Panamá
Corporación La Prensa
Sión Harari

Friends - Amigos
Berg Associates
Ecoforest
Fundación EDUCO
Fundación Gabriel Lewis Galindo
Hanly Design Group
Inversiones Puerta de Hierro
Kraft Foods Panamá
Memo Fotografías
Vapores Boyd



Two Hawksbill Turtles
(*Eretmochelys imbricata*)
swim in the new turtle pool
at STRI's Marine Exhibition
Center in Culebra Point,
Amador Causeway, at the
Pacific entrance of the
Panama Canal.

(Photo: Marcos Guerra)

Dos tortugas carey
(*Eretmochelys imbricata*)
nadan en el nuevo
acuario-estanco del
Centro de Exhibiciones
Marinas de STRI en Punta
Culebra, Calzada de
Amador, en la entrada del
Pacífico del Canal
de Panamá.

(Foto: Marcos Guerra)

In 2003 Panama celebrated the centennial of its existence as an independent republic. The Smithsonian Institution began working in Panama only a few years after its foundation, initiating surveys of flora and fauna in 1910 in conjunction with the construction of the new canal that was then underway. In 2003, Barro Colorado Island, STRI's primary site for research on tropical forests, celebrated the 80th anniversary of its designation as a scientific reserve. Thus, our roots reach back almost to Panama's creation as a nation, and STRI's strong and longstanding relationship with our host country has been of critical importance in allowing us to develop into one of the preeminent organizations for the study of tropical biology. STRI has commemorated these events in a variety of ways. The JASON project, an interactive educational program for schoolchildren, is bringing our research on Barro Colorado to more than 1.75 million participants around the world, including students from Panama. At our Culebra Marine Education Center, we opened a new exhibit featuring live sea turtles with ceremonies presided over by Panama's president Mireya Moscoso. We also published two books linked to the Centennial: *A Magic Web: The Tropical Forest of Barro Colorado Island*, by STRI staff scientist Egbert G. Leigh, Jr. and photographer Christian Ziegler; and *Paseo Pantera*, on the natural and cultural history of Central America, edited by former STRI deputy director Anthony G. Coates, the first book published in Spanish by the Smithsonian Institution Press. We began working on a preview of an exhibition based on *A Magic Web* developed by the Smithsonian Traveling Exhibition Service to be featured on November 3, 2003 at a cultural evening hosted by the Organization of American States (OAS) and STRI at the OAS headquarters in Washington D.C.

En 2003 Panamá celebró el centenario de su existencia como república independiente. La Institución Smithsonian comenzó a trabajar en Panamá solo unos años después de su fundación, iniciando prospecciones de flora y fauna en 1910 paralelamente con la construcción del nuevo canal. En 2003, la Isla de Barro Colorado, el principal sitio de STRI para la investigación de los bosques tropicales, celebró el 80 aniversario de su designación como reserva científica. Por consiguiente, nuestras raíces se remontan prácticamente hasta la creación de Panamá como nación. La sólida y duradera relación de STRI con nuestro país anfitrión ha sido de importancia crítica para poder desarrollarnos como una de las organizaciones líderes en el estudio de la biología tropical. STRI ha conmemorado estos eventos en una variedad de formas. El Proyecto JASON, un programa educativo interactivo para jóvenes, está llevando nuestra investigación en Barro Colorado a más de 1.75 millones de participantes alrededor del mundo, incluyendo estudiantes de Panamá. En nuestro Centro de Exhibiciones Marinas de Punta Culebra, inauguramos una nueva exhibición de tortugas marinas con la participación de la presidenta de Panamá Mireya Moscoso. También publicamos dos libros vinculados al centenario: *Un Tejido Mágico: el Bosque Tropical de la Isla de Barro Colorado*, del científico de STRI Egbert G. Leigh Jr. y el fotógrafo Christian Ziegler; y *Paseo Pantera: Una Historia de la Naturaleza y Cultura de Centroamérica*, por el ex-subdirector de STRI Anthony G. Coates, el primer libro publicado en español por la Editorial de la Institución Smithsonian. Comenzamos a trabajar en una exhibición basada en *Un Tejido Mágico*, desarrollada por el Servicio de Exhibiciones Itinerantes de la Institución Smithsonian para ser presentada el 3 noviembre de 2003 en una velada cultural organizada por la Organización de Estados Americanos (OEA) y STRI en la antigua sede de OEA en Washington D.C.



(Photo: Marcos Guerra)

Ira Rubinoff
Director

Students from the International School of Panama learning about Panama's rich marine life at STRI's Galeta Marine Laboratory.
(Photo: Christian Ziegler)

Estudiantes de la Escuela Internacional de Panamá aprenden sobre la rica vida marina de Panamá en el Laboratorio Marino de Galeta de STRI.
(Foto: Christian Ziegler)





**Poison-dart frog
(*Dendrobates pumilio*),
Bocas del Toro, Panama.**
(Photo: Marcos Guerra)

**La rana venenosa
(*Dendrobates pumilio*),
Bocas del Toro, Panamá.**
(Foto: Marcos Guerra)

We were also gratified that the Smithsonian Institution's Science Commission report, issued in 2003, confirmed on the basis of a pan-institutional review, our leadership role in basic research on the tropics. Among the assets identified by the Commission were STRI's outstanding community of well-supported resident scientific staff, free to pursue fundamental questions; a strong commitment to long-term research; and the vigorous support of visiting scientists and students from around the world. The Commission recommended that STRI strengthen its marine programs, and also its links to other Smithsonian research programs. We have already started implementing some of these recommendations, through the opening of our new marine laboratory in Bocas del Toro, and the appointment of paleoecologist Dolores R. Piperno as the first joint staff member of STRI and the National Museum of Natural History.

STRI's pivotal position in tropical biology was also highlighted by the large percentage of alumni among the participants at the July 2002 meetings of the Association of Tropical Biology and Conservation that we co-hosted in Panama, and at the 2003 meetings hosted by the University of Aberdeen. We have been very successful during the past two years in disseminating the results of our research: our scientists and associates have produced more than 750 publications, including 25 in *Science*, 13 in *Nature*, and nine in the *Proceedings of the National Academy of Sciences*. In addition to the books previously mentioned, staff scientist Mary Jane West-Eberhard published *Developmental Plasticity and Evolution*, widely recognized as a seminal new synthesis in evolutionary biology. A variety of works oriented to the general public also appeared, notably a CD published by staff scientist D. Ross Robertson and Gerald R. Allen, *Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific: An Information System*.

Recibimos con agrado el informe de la Comisión de Ciencias de la Institución Smithsonian presentado en 2003 confirmando, sobre la base de una revisión pan-institucional, nuestro liderazgo en investigación básica sobre los trópicos. Entre las ventajas que la Comisión identificó destacan la presencia de una excelente comunidad de científicos residentes de STRI que cuentan con el apoyo y la libertad para investigar preguntas fundamentales; un compromiso muy fuerte con la investigación a largo plazo; y el apoyo sólido a científicos visitantes y estudiantes de distintas partes del mundo. La Comisión recomendó a STRI fortalecer sus programas marinos y sus lazos con otros programas de investigación del Smithsonian. Hemos comenzado a ejecutar algunas de estas recomendaciones a través de nuestro nuevo laboratorio marino en Bocas del Toro y con la designación de la paleoecóloga Dolores R. Piperno como nuestra primera científica conjunta entre STRI y el Museo Nacional de Historia Natural de los Estados Unidos.

La posición fundamental de STRI en biología tropical también ha sido resaltada por el gran porcentaje de ex-alumnos que asistieron a la conferencia de 2002 de la Asociación de Biología Tropical y Conservación en Panamá, de la cual fuimos co-anfitriones, y en la conferencia de 2003 cuyo anfitrión fue la Universidad de Aberdeen. Hemos sido muy exitosos en los últimos dos años en la divulgación de los resultados de nuestras investigaciones: nuestros científicos y asociados han producido más de 750 publicaciones incluyendo 25 en *Science*, 13 en *Nature* y nueve en los *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Además de los libros anteriormente mencionados, la científica Mary Jane West-Eberhard publicó *La Plasticidad del Desarrollo y la Evolución*, reconocido ampliamente como una nueva síntesis primordial en biología evolutiva. También desarrollamos una variedad de trabajos dirigidos al público en general, entre ellos, cabe destacar un CD publicado por el científico D. Ross Robertson y Gerald R. Allen, *Peces del Pacífico Oriental Tropical: Un Sistema de Información*.

We have had several changes in Smithsonian and STRI staff during the past two years. David L. Evans became the new Smithsonian undersecretary for Science, with the responsibility of overseeing research throughout the Institution. Eldredge Bermingham was appointed STRI deputy director, replacing Cristián Samper, who moved to Washington as the new director of the National Museum of Natural History. Stanley Heckadon-Moreno became the director of STRI's new Office of Communications and Public Programs, which includes ten employees plus 40 nature guides. After an international search, we also hired a new marine biologist, Mark E. Torchin from University of California at Santa Barbara and the Smithsonian Environmental Research Center.

En los últimos dos años, hemos tenido varios cambios de personal en Smithsonian y en STRI. David L. Evans fue nombrado el nuevo subsecretario para Ciencias de Smithsonian con la responsabilidad de dirigir la investigación en toda la institución. Eldredge Bermingham fue designado sub director de STRI, reemplazando a Cristián Samper, quien se trasladó a Washington como el nuevo director del Museo Nacional de Historia Natural. Stanley Heckadon-Moreno fue nombrado director de la nueva Oficina de Divulgación y Programas Públicos de STRI, que incluye diez empleados y 40 guías naturalistas. Luego de realizar una búsqueda internacional, también contratamos un nuevo biólogo marino, Mark E. Torchin de la Universidad de California en Santa Bárbara y el Centro de Investigaciones Ambientales del Smithsonian.



Marine scientist Mark E. Torchin from the University of California at Santa Barbara recently joined STRI's permanent scientific staff. He works on marine population and community ecology, host-parasite interactions, invasion ecology and conservation biology.
(Photo: Todd Huspeni)
Insets: Eldredge Bermingham, new STRI deputy director and Stanley Heckadon-Moreno, director of STRI's newly created Office of Communications and Public Programs.
(Photos: Marcos Guerra)

El científico marino Mark E. Torchin de la Universidad de California en Santa Barbara recientemente se unió al equipo científico permanente de STRI. Trabaja en poblaciones marinas y ecología de comunidades, interacciones entre huésped y parásito, ecología de invasiones y biología de conservación.
(Foto: Todd Huspeni)
Recuadros: Eldredge Bermingham, nuevo subdirector de STRI y Stanley Heckadon-Moreno, director de la nueva Oficina de Divulgación y Programas Públicos.
(Fotos: Marcos Guerra)



Ernst Mayr, in his recent book *This is Biology*, made the case that the 21st century will be the century of ecology, since many of society's most pressing problems have ecological roots. STRI's commitment to basic research is beginning to yield information that may contribute to solving some important concerns faced by tropical nations, and also promote the transfer of technology from north to south. STRI's International Cooperative Biodiversity Groups (ICBG) program is using ecological information to prospect for medicines in tropical forests and on coral reefs. Recently ICBG research has resulted in patents for alkaloids with activity against leishmaniasis that were isolated from plants collected on Barro Colorado Island, and found that a compound extracted from coral was active against the parasites that cause malaria. Our Native Species Reforestation Project (PRORENA) is applying decades of data on tree growth from our long-term forest plot on Barro Colorado to develop reforestation projects using native species.

However, we must remember that fundamental science is necessary to provide the strong underpinning of applied projects, and that curiosity-driven, investigator-initiated research is still the most important foundation for scientific achievement and human advancement. STRI is proud of the creative spirit behind much of our research, enabling us to pioneer such innovations as the new automated radio telemetry system recently installed on Barro Colorado, which will for the first time allow the simultaneous monitoring of the behavior of many animals in real time. We have also been looking to the future with the IBISCA (Investigating the Biodiversity of Soil and Canopy Arthropods) project, which is exploring one of the great unknown questions about life on Earth, the extent of insect diversity in tropical forest canopies, and also by initiating a new program on tropical soils.

Ernst Mayr, en su reciente libro *Esto es Biología*, sostiene que el siglo XXI será el siglo de la ecología, debido a que muchos de los problemas más agudos de la sociedad tienen raíces ecológicas. El compromiso de STRI con la investigación básica está comenzando a brindar información que puede contribuir a resolver algunas preocupaciones que enfrentan las naciones tropicales y facilitar también la transferencia de tecnología de norte a sur. El programa de los Grupos Internacionales Cooperativos de la Biodiversidad de STRI (ICBG por sus siglas en inglés) está empleando información ecológica para buscar medicinas en los bosques tropicales y en los arrecifes de coral. Recientemente, la investigación de ICBG ha dado como resultado patentes para alcaloides con actividad en contra de la leishmaniasis que fueron aislados de plantas colectadas en la Isla de Barro Colorado. También encontraron un componente extraído de un coral que es activo contra los parásitos que causan la malaria. Nuestro Proyecto de Reforestación con Especies Nativas (PRORENA) está aplicando décadas de datos sobre el crecimiento de los árboles, obtenidos en nuestra parcela de bosque a largo plazo en Barro Colorado para desarrollar proyectos de reforestación empleando especies nativas.

Sin embargo, debemos recordar que la ciencia básica es necesaria para brindar un soporte sólido para desarrollar proyectos aplicados y que la investigación guiada por la curiosidad e iniciada por el investigador continúa siendo la base más importante para alcanzar logros científicos y el progreso humano. STRI está orgulloso del espíritu creativo que hay detrás de gran parte de nuestra investigación y que nos permite ser los pioneros de innovaciones tales como el nuevo sistema de telemetría de radio automatizado, recientemente instalado en Barro Colorado, que permitirá, por primera vez, realizar el monitoreo simultáneo de muchos animales en tiempo real. También hemos estado mirando hacia el futuro con el proyecto IBISCA (Investigando la Biodiversidad del Suelo y los Artrópodos del Dosel), que está iniciando un nuevo programa en suelos tropicales y explorando una de las grandes preguntas desconocidas sobre la vida en la Tierra: el alcance de la diversidad de insectos en el dosel del bosque tropical.



Jamie Mandel adjusts an antenna that forms part of STRI's Automated Radio Telemetry System on Barro Colorado Island.
(Photo: Christian Ziegler)

Jamie Mandel ajusta una antena que es parte del pionero Sistema de Telemetría de Radio Automatizado de STRI en la Isla de Barro Colorado.
(Foto: Christian Ziegler)



Embryos of the red-eyed tree frog (*Agalychnis callidryas*) will hatch rapidly in response to attack by snakes or wasps. Researcher Karen Warkentin, from Boston University, has found that this "escape hatching" appears to be a specific response to mechanical disturbance of the egg clutch by predators. (Photo: Christian Ziegler)

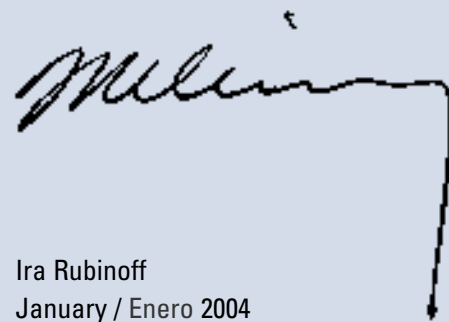
Embriones de la rana arborícola de ojos rojos (*Agalychnis callidryas*) eclosionarán rápidamente en respuesta a un ataque de culebras o avispas depredadoras. La investigadora Karen Warkentin, de la Universidad de Boston, ha encontrado que la "eclosión de escape" parece ser una respuesta específica a perturbaciones mecánicas producidas por depredadores de huevos. (Foto: Christian Ziegler)

“...we must remember that fundamental science is necessary to provide the strong underpinning of applied projects, and that curiosity-driven, investigator-initiated research is still the most important foundation for scientific achievement and human advancement.”

“...debemos recordar que la ciencia básica es necesaria para brindar un soporte sólido para desarrollar proyectos aplicados y que la investigación guiada por la curiosidad e iniciada por el investigador continúa siendo la base más importante para alcanzar logros científicos y el progreso humano.”

Another vital priority is to train the next generation of tropical biologists. In addition to STRI's work with the JASON Foundation, we have been engaged in other new ventures in education. We launched a new advanced-degree program with McGill University, the Neotropical Environment Option (NEO), an interdisciplinary program that focuses on environmental issues of significance to Latin America. The endowments for the Upton Trust and the new Ernst Mayr Fellowship have been building, increasing our ability to support outstanding students with an interest in the tropics. The Smithsonian has also begun to receive federal appropriations, that will help ensure the stability of our fellowship programs. Together, these and other developments have made STRI's educational programs stronger than they have ever been before.

One of the key challenges that STRI will face in the near-term future is to continue to support our core functions in the current economic and international climate. As this report illustrates, I am confident that we will be able to meet this challenge, even enhancing our contributions to understanding the role of tropical ecosystems in our planet's development in the 21st century.



Ira Rubinoff
January / Enero 2004

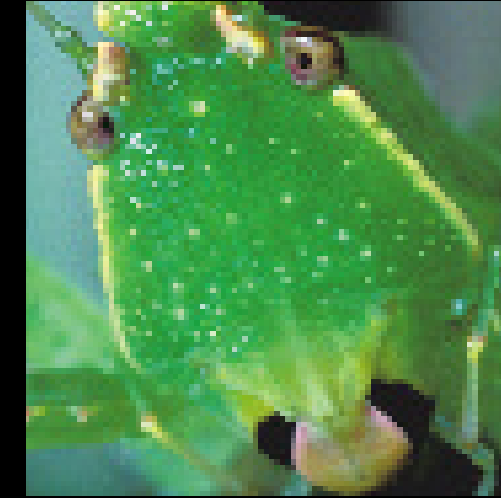
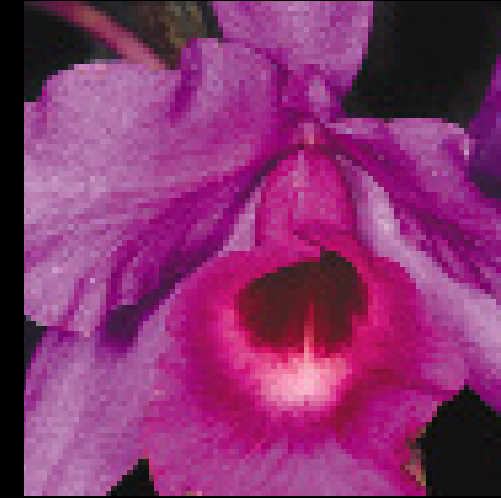
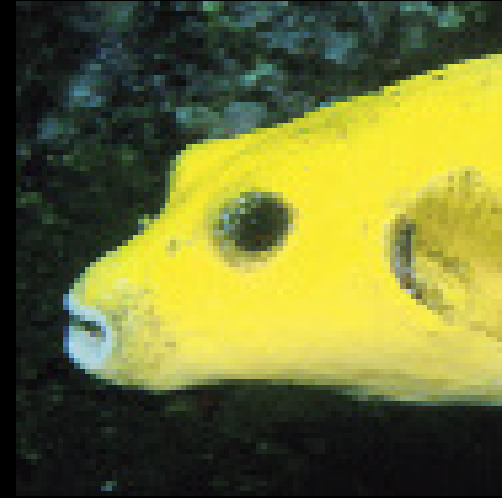
Otra prioridad vital es la capacitación de la nueva generación de biólogos tropicales. Además del trabajo de STRI con la Fundación JASON, hemos estado involucrados en otras iniciativas en educación. Lanzamos un nuevo programa avanzado con la Universidad de McGill, la Opción en Ambientes Neotropicales; (NEO por sus siglas en inglés), un programa interdisciplinario enfocado en temas ambientales de importancia para América Latina. El fideicomiso del Upton Trust y la nueva Beca Ernst Mayr han estado creciendo, ampliando nuestra capacidad para apoyar a estudiantes destacados con un interés en los trópicos. El Smithsonian también ha comenzado a recibir asignaciones federales que contribuirán a garantizar la estabilidad de nuestros programas de becas. En conjunto, estos y otros desarrollos han fortalecido más que nunca los programas educativos de STRI.

Uno de los desafíos medulares que STRI enfrentará en un futuro próximo es continuar apoyando nuestras funciones centrales en el panorama económico e internacional actual. Como este informe ilustra, tengo la confianza de que STRI puede hacer frente a este desafío, desempeñando un rol preponderante para descifrar los misterios de los ecosistemas tropicales y contribuir al desarrollo de nuestro planeta en el siglo XXI.



A student participant in the course "Sustaining Neotropical Agriculture" of the STRI-McGill Neotropical Environment Option holds a juvenile crocodile (*Crocodilus acutus*) being raised in Panama for local and international markets.
(Photo: Marcos Guerra)

Una estudiante que participa en el curso "Agricultura Neotropical Sostenible" de la Opción de Ambientes Neotropicales de STRI y la Universidad de McGill, sostiene un cocodrilo juvenil (*Crocodilus acutus*) criado en Panamá para los mercados locales e internacionales.
(Foto: Marcos Guerra)



Tropical nature is renowned for its exuberant diversity of living things. Warm tropical climates enable plants, microbes and cold-blooded animals to function more effectively and engage in more complex activities. In warm climates, plants produce more biomass, providing abundant resources, which support the animals and microbes of their community. Year-round warm conditions- that is to say, the absence of winter- are also more favorable for the origin of major innovations. Most groups of plants and animals, from clams and corals to flowering plants and human beings, first appeared in the tropics. Just as among occupations, linked in the most complex relationships of interdependence, so it is with the large, stably productive natural economies of the tropics, such as rainforests and coral reefs. The exposure of Darwin and Wallace to the diverse organisms, intricate interrelationships and intense competition of tropical nature gave rise to the theory of evolution

La naturaleza tropical es reconocida por su exuberante diversidad de seres vivos. Los climas tropicales cálidos permiten a las plantas, microbios y animales de sangre fría funcionar más efectivamente y participar en actividades más complejas. En climas cálidos, las plantas producen más biomasa, brindando abundantes recursos que sustentan a los animales y microbios de su comunidad. Las condiciones cálidas durante todo el año -es decir, la ausencia de invierno- son también más favorables para el origen de importantes innovaciones. La mayoría de las plantas y animales, desde almejas a corales a plantas con flor y seres humanos, aparecieron por primera vez en los trópicos. Al igual que sucede con las ocupaciones, ligadas a las relaciones más complejas de interdependencia, así es con las grandes economías naturales establemente productivas de los trópicos, como los bosques tropicales y los arrecifes de coral. El contacto de Darwin y Wallace con organismos diversos,

by natural selection. Now it is becoming ever more urgent to learn how natural selection can create the glorious luxuriance of tropical forests and coral reefs even though, for all their intelligence, human beings so often manage to turn these same settings into wastelands.

The Smithsonian Tropical Research Institute (STRI), a unit of the Smithsonian Institution located in the Republic of Panama, was established to further our understanding of tropical nature and its importance for the welfare of humanity; to train students in tropical research; and to promote conservation by making the public aware of the beauty, importance and fragility of natural settings in the tropics.

(Photos, left to right: Marcos Guerra, first, third, fourth; Christian Ziegler, second, fifth, sixth)

(Fotos, de izquierda a derecha: Marcos Guerra, la primera, tercera y cuarta; Christian Ziegler, la segunda, quinta y sexta)

interrelaciones intrincadas y competencia intensa de la naturaleza tropical dió origen a la teoría de la evolución por la selección natural. Hoy día, es cada vez más urgente aprender cómo la selección natural puede crear la gloriosa exuberancia de los bosques tropicales y arrecifes de coral, aún cuando, a pesar de toda su inteligencia, los seres humanos, con demasiada frecuencia, logran transformar estos mismos ambientes en lugares empobrecidos.

El Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI por sus siglas en inglés), una dependencia de la Institución Smithsonian (SI), con sede en la República de Panamá, fue establecido para aumentar el conocimiento sobre la naturaleza tropical y la importancia que tiene para el bienestar de la humanidad; para capacitar estudiantes en la investigación científica tropical; y para promover la conservación creando conciencia entre la población sobre la belleza, importancia y fragilidad de los ambientes naturales en los trópicos.

STRI's primary advantages are:

- **Access to the Barro Colorado Nature Monument (BCNM).** The Monument includes the 1500-ha Barro Colorado Island (BCI), an island covered with tropical forest and boasting a nearly intact mammal fauna. With an unparalleled store of background information reflecting 80 years of increasingly intense research in this protected setting, and with modern laboratories and accommodations to facilitate further work there, BCI is a major center for tropical research. The BCNM also includes 4000 ha of surrounding mainland peninsulas covered by forests in various stages of succession, serving as a site for manipulative field experiments. The BCNM adjoins Panama's Parque Nacional Soberanía.

- Marine laboratories on both coasts of Panama, including a new Caribbean laboratory at Bocas del Toro, giving access to two very different oceans only 80 km apart, and a modern research vessel. These oceans, and their populations, were divided by the Isthmus of Panama about three million years ago, creating a superb "natural experiment" in evolutionary diversification.

- A tower crane in dry forest near Panama City, and another one in rain forest near the mouth of the Chagres on Panama's Caribbean side, providing access to the canopies of these two very different types of tropical forests.

- Offices, laboratories and a major library in Panama City.

- Accommodations and laboratory facilities in Gamboa, near the 22,000-ha Parque Nacional Soberanía.

- A field station in western Panama at Fortuna, providing access to tropical montane forest.

- A resident international scientific staff numbering over 35, with a great diversity of interests and expertise. This diversity provides ample opportunities for novel collaborations and wider understanding of the implications of one's research.

- Fellowship support for students and visiting scientists for stays ranging from ten weeks to three years.

- A network of collaborating individuals and institutions scattered through the tropics.

Las principales ventajas de STRI son:

- **Acceso al Monumento Natural de Barro Colorado (MNBC),** que incluye las 1,500 ha de la Isla de Barro Colorado (BCI, por sus siglas en inglés), una isla cubierta de bosques tropicales, que cuenta con una fauna de mamíferos prácticamente intacta. Con un universo de información recopilada tras 80 años de creciente actividad de investigación en este ambiente protegido y con sus dormitorios y modernos laboratorios, BCI ha sido durante mucho tiempo un importante centro de investigación tropical. El MNBC incluye también 4,000 ha de penínsulas circundantes en tierra firme, cubiertas por bosques en diversas etapas de sucesión, que sirven como sitio para realizar experimentos de campo que requieren manipulación. El MNBC colinda con el Parque Nacional Soberanía de Panamá.

- Laboratorios marinos en ambas costas de Panamá, incluyendo el nuevo laboratorio de Bocas del Toro en el Caribe y una moderna embarcación para la investigación, que facilitan el acceso a dos océanos muy diferentes, a sólo 80 km de distancia el uno del otro. Estos océanos fueron separados por el Istmo de Panamá hace casi tres millones de años, convirtiéndose en un magnífico "experimento natural" en evolución.

- Una grúa en el bosque seco cerca de la ciudad de Panamá y otra en el bosque lluvioso cerca de la desembocadura del Río Chagres en el Caribe, permiten el acceso al dosel de estos dos tipos de bosques tropicales.

- Oficinas, laboratorios y una importante biblioteca en la ciudad de Panamá.

- Dormitorios y laboratorios en Gamboa, cerca de las 22,000 ha del Parque Nacional Soberanía.

- Una estación de campo al oeste de Panamá, en Fortuna, que brinda acceso a un bosque tropical montano.

- Un equipo integrado por más de 35 científicos internacionales residentes con una gran diversidad de intereses y experiencias. Esta diversidad brinda amplias oportunidades para promover colaboraciones novedosas y una comprensión más amplia de las implicaciones de la investigación de cada uno.

- Becas de apoyo a estudiantes y científicos visitantes para estancias de diez semanas a tres años.

- Una red de colaboradores, a nivel individual e institucional, ubicada en diferentes puntos del trópico.



A humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) photographed during a research expedition by STRI marine scientist Luis D'Croze on the R.V. Urracá, near Montuosa Island. Inset: D'Croze casts plankton nets to obtain samples in the Pacific.

(Photo: Marcos Guerra)

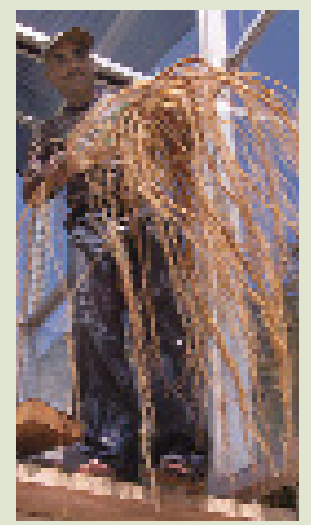
Una ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) fotografiada durante una expedición científica por el investigador marino de STRI, Luis D'Croze a bordo del R.V. Urracá, cerca de Isla Montuosa. Recuadro: D'Croze, tiende redes de arrastre para recoger muestras de plancton en el Pacífico.

(Foto: Marcos Guerra)



New research facilities at Gamboa include glass chambers, used by STRI plant physiologist Klaus Winter to study carbon sequestration by tropical plants at different atmospheric CO₂ concentrations and temperatures and in different soil types. Opposite page: Milton García holds a recently excavated root system of a teak tree sapling. (Photos: Marcos Guerra)

Las Nuevas instalaciones de investigación en Gamboa incluyen cámaras de vidrio que emplea el fisiólogo vegetal de STRI Klaus Winter para estudiar cómo las plantas tropicales obtienen su carbono de la atmósfera bajo diferentes concentraciones de CO₂ atmosférico, diferentes temperaturas y en diferentes tipos de suelos. Recuadro: Milton García sostiene el sistema de raíz de una plántula de teca recientemente excavada. (Fotos: Marcos Guerra)



Among the most striking features of tropical nature are its enormous diversity of plants and animals, the precision of their adaptations to their ways of life, and the complexity of their interrelationships. To understand the diversity and luxuriance of tropical nature, we must learn

- how the blind mechanism of natural selection has brought forth the earth's extraordinary diversity of life and the precise adaptation of these organisms to their ways of life;
- how competition within and among a habitat's population leads to the natural economies we call ecosystems. How is it that the relationships of interdependence among an ecosystem's populations lead to high production of biomass and provide so enormous a diversity of livings for different kinds of plants and animals?

A powerful analogy for understanding the evolution of natural ecosystems is the development of human societies, and of the interrelationships among their members. How do different societies approach the problem of transforming their surroundings, and the interrelationships among their members, into a suitable home for human beings? As human populations and economies grow, moreover, it becomes increasingly essential to understand their impact on tropical nature. How do human societies affect natural ecosystems and the "ecosystem services" on which we depend? What can we learn from natural ecosystems that would enable human beings to play a less destructive role in the life of our planet?

The research of scientists at STRI in tropical ecosystems aims at finding answers to these and other questions.

Entre los rasgos más sorprendentes de la naturaleza tropical están su enorme diversidad de plantas y animales, la precisión de sus adaptaciones a sus modos de vida y la complejidad de sus interrelaciones. Para comprender la diversidad y exuberancia de la naturaleza tropical, debemos investigar:

- cómo el mecanismo ciego de la selección natural ha producido la extraordinaria diversidad de vida en la tierra y la adaptación precisa de estos organismos a sus formas de vida;
- cómo la competencia dentro y entre el hábitat de una población guía a las economías naturales que llamamos ecosistemas. ¿Cómo es que las relaciones de interdependencia entre poblaciones de un ecosistema conducen a la alta producción de biomasa y brindan una diversidad tan grande de seres vivos para diferentes tipos de plantas y animales?

Una analogía poderosa para comprender la evolución de los ecosistemas naturales es el desarrollo de las sociedades humanas y de las interrelaciones entre sus miembros. ¿Cómo abordan las diferentes sociedades el problema de transformar sus entornos y las interrelaciones entre sus miembros en un hogar apropiado para los seres humanos? A medida que las poblaciones y las economías crecen, se hace cada vez más esencial comprender sus impactos en la naturaleza tropical. ¿Cómo afectan las sociedades humanas los ecosistemas naturales y los "servicios del ecosistema" de los que dependen? ¿Qué podemos aprender de los ecosistemas naturales que permita a los seres humanos tener un papel menos destructivo en la vida de nuestro planeta?

Las investigaciones de los científicos en STRI sobre ecosistemas tropicales están abocadas a encontrar respuestas a estas y otras interrogantes.



Aerial view of Barro Colorado Island laboratories and other facilities.

(Photo: Marcos Guerra)

Vista aérea de los laboratorios y otras instalaciones de la Isla de Barro Colorado.

(Foto: Marcos Guerra)

Natural selection only causes evolutionary changes in populations if their members differ in heritable respects. Mutations, errors in the copying of DNA during reproduction, create heritable differences. To really understand evolution, however, we must understand development – how, for example, a fertilized egg grows into a multicellular animal with many tissues and organs, all composed of cells with the same genes. How can genes influence development? Mary Jane West-Eberhard, of the STRI staff, has used her understanding of the evolution of insect societies to make sense of this problem.

Any living thing adjusts its activities according to what it can sense of the world around it – where the food is, where the threats are, and so forth. An organism's behavior and structure are plastic, adjustable, and sensitive to the conditions around it. A young wasp's ability to respond suitably to the presence or absence of superior competitors among a group of sisters founding a wasp's nest is what allows a social group of wasps to develop a division of labor within their group between egg-layers and gatherers of food. The cells of our bodies also adjust their activities according to their surroundings. With the wasps, our cells' ability to respond to different conditions is essential to the differentiation of tissues and organs that allows a fertilized egg, given proper care and conditions, to grow into a human being. Differentiation can begin because conditions differ in different parts of the egg the mother provides, allowing spatial differentiation in the activities of different genes. Thus our question is transformed: how do genes and elements of the environment impinge on the responsive organism to shape development?

La selección natural sólo causa cambios evolutivos en poblaciones si sus miembros difieren en aspectos hereditarios. Las mutaciones, errores en la copia del ADN durante la reproducción, crean diferencias hereditarias. Sin embargo, para comprender realmente la evolución, debemos comprender el desarrollo – cómo, por ejemplo, un huevo fertilizado crece hasta convertirse en un animal multicelular con muchos tejidos y órganos, compuesto en su totalidad por células con los mismos genes. ¿Cómo pueden influir los genes en el desarrollo? Mary Jane West-Eberhard, del equipo científico de STRI, ha empleado su conocimiento de la evolución de las sociedades de insectos para comprender este problema.

Cualquier ser vivo ajusta sus actividades de acuerdo a lo que puede percibir del mundo circundante – dónde se encuentra la comida, dónde se encuentran los peligros, entre otros. El comportamiento de un organismo y su estructura es plástico, ajustable y sensible a las condiciones circundantes. La habilidad de una avispa joven para responder adecuadamente a la presencia o ausencia de competidores superiores entre un grupo de hermanas que crean un nido de avispas, es lo que permite a un grupo social de avispas desarrollar una división del trabajo al interior de su grupo para distinguir entre las que depositan huevos y las que colectan alimento. Las células de nuestros cuerpos también ajustan sus actividades de acuerdo a sus alrededores. Así como en las avispas, la habilidad de nuestras células para responder a diferentes condiciones es esencial para que tenga lugar la diferenciación de tejidos y órganos que permiten a un huevo fertilizado, dado el cuidado y condiciones apropiadas, desarrollarse en un ser humano. La diferenciación puede darse porque las condiciones que la madre brinda en distintas partes del huevo difieren, permitiendo la diferenciación espacial en las actividades de genes diferentes. Por lo tanto, nuestra pregunta se transforma: ¿de qué manera los genes y los elementos del ambiente inciden en el organismo para moldear el desarrollo?



STRI staff scientist Mary Jane West-Eberhard with her recent book *Developmental Plasticity and Evolution*, published by Oxford University Press.

(Photo: Marcos Guerra)

La científica Mary Jane West-Eberhard y su reciente libro *La Plasticidad del Desarrollo y la Evolución*, publicado por la Editorial de la Universidad de Oxford.

(Foto: Marcos Guerra)



STRI marine scientist Rachel Collin, who studies the evolution of marine invertebrates and their life histories, collects larvae from a snail in her laboratory at Naos.

(Photo: Marcos Guerra)

La científica marina de STRI Rachel Collin, quien estudia la evolución de los invertebrados marinos y sus historias naturales, colecta larvas de un caracol que mantiene en su laboratorio, en Naos.

(Foto: Marcos Guerra)

West-Eberhard has finished a major book, *Developmental Plasticity and Evolution*, showing the many ways in which closer attention to how genes, cells, plants and animals adjust their activities to different surroundings helps us understand how truly novel structures and behaviors can evolve. The flexibility of organisms, in response to the environment or to new genetic inputs, allows complex novelty to emerge via reorganization of what was already there. That is, not all novelty in evolution is completely new; rather, a new trait may be a new combination of the old, using pieces shifted during development from a different life stage, a different part of the body, or even the opposite sex.

Rachel Collin, a new member of the STRI staff, is studying reproductive variation in slipper limpets, *Crepidula*. Why does the size and energy content of their eggs, and the size of their young at hatching, vary so much among and even within species of slipper limpets? To find out, she is focusing on two species of slipper limpet native to Florida, *Crepidula atrasolea* and *Crepidula ustulatulina*. In Florida, the hatchlings of *C. atrasolea* are miniature adults that crawl away after hatching, while *C. ustulatulina* has larvae that swim for up to several hours before settling. She is comparing the size and energy content of eggs, and hatchling size, in different populations of these two species. She is also raising *Crepidula* collected from these populations at STRI's marine station in Bocas del Toro to see if this variation persists when these animals grow and reproduce under identical conditions. She thereby plans to unravel the roles of heredity and environmental differences in causing this variation.

West-Eberhard ha finalizado un libro muy importante, *La Plasticidad del Desarrollo y la Evolución*. En el mismo nos muestra las muchas maneras en que una mirada más atenta a cómo los genes, células, plantas y animales ajustan sus actividades a diferentes ambientes, nos ayuda a comprender cómo las estructuras y comportamientos realmente novedosos pueden evolucionar. La flexibilidad de los organismos, en respuesta al ambiente o a nuevos aportes genéticos, permite que la innovación compleja emerja a través de la reorganización de lo que ya estaba presente. Es decir, no toda innovación en la evolución es completamente nueva; por el contrario, un rasgo nuevo puede ser una nueva combinación de lo viejo, empleando piezas cambiadas durante el desarrollo de una etapa de vida diferente, una parte diferente del cuerpo o incluso el sexo opuesto.

Rachel Collin, una integrante nueva del equipo científico de STRI, está estudiando la variación reproductiva en las lapas, *Crepidula*. ¿Por qué el tamaño y el contenido energético de sus huevos y el tamaño de sus jóvenes al desovar varían tanto entre sí e incluso al interior de las especies de lapas? Para responder a esta interrogante, Collin se está enfocando en dos especies de lapas autóctonas de Florida, *Crepidula atrasolea* y *Crepidula ustulatulina*. En Florida, las lapas recién nacidas de *C. atrasolea* son adultos en miniatura que se arrastran una vez nacidos, mientras que *C. ustulatulina* tienen larvas que pueden nadar hasta varias horas antes de establecerse. Collin está comparando el tamaño y el contenido de energía de los huevos y el tamaño de la cría en diferentes poblaciones de estas dos especies. También está criando *Crepidula* que colectó de estas poblaciones en la estación marina de STRI en Bocas del Toro para ver si esta variación persiste cuando estos animales crecen y se reproducen en condiciones idénticas. Ella propone con esto desentrañar los roles de la herencia y las diferencias ambientales que causan esta variación.

STRI scientist William F. Laurance searches for birds in a rainforest fragment in central Panama. Laurance edited the book *Lessons from Amazonia: The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest* which appeared in 2001, detailing research at the Biological Dynamics of Forest Fragments Project near Manaus, Brazil.

(Photo: Marcos Guerra)

El científico de STRI William F. Laurance busca aves en un bosque fragmentado en Panamá central. Laurance editó el libro *Lecciones de la Amazonia: La Ecología y Conservación de un Bosque Fragmentado* en 2001, describiendo las investigaciones del Proyecto de Dinámicas Forestales de Bosques Fragmentados cerca de Manaus, Brasil.

(Foto: Marcos Guerra)



Perhaps the most striking feature of the tropics is its diversity of plants and animals, not to speak of microbes. William F. Laurance, of the STRI staff, finds that at last count, a nine-hectare plot in a forest fragment 70 km north of Manaus, Brazil had 702 tree species among its 4,910 trees over ten cm in trunk diameter. Across the planet in Sarawak, Malaysia, researchers with STRI's Center for Tropical Forest Science found 1,000 species among 29,387 trees over ten cm in trunk diameter on a 50-ha plot, and 634 species among 3,055 such trees on a 250 x 250 m subplot.

Tal vez el rasgo más llamativo de los trópicos es su diversidad de plantas y animales, sin mencionar los microbios. William F. Laurance, del equipo científico de STRI, encuentra que en un conteo final, un predio de nueve ha en un fragmento de bosque ubicado 70 km al norte de Manaus, Brasil tenía 702 especies de árboles entre sus 4,910 árboles con troncos de más de diez cm. Al otro lado del planeta en Sarawak, Malasia, investigadores con el Centro de Ciencias Forestales del Trópico de STRI encontraron 1,000 especies entre los 29,387 árboles con troncos de más de diez cm de diámetro en un predio de 50 ha y 634 especies entre 3,055 de esa especie de árboles en una subparcela de 250 x 250 m.

To document tree diversity, to learn how tree diversity and species composition differ in different environments and in different biogeographic realms, and to discover why there are so many kinds of trees in tropical forests, STRI established the Center for Tropical Forest Science. This Center coordinates studies of forest dynamics and tree diversity within a global network of large-scale permanent plots where every free-standing stem over one cm in diameter is marked, mapped, measured and identified according to a common protocol. These plots are recensused every five years.

The model plot for this project was the 50-ha plot on Barro Colorado Island, whose first census was completed in 1983. Censuses of other 50-ha plots were completed at Pasoh Reserve, Malaysia, in 1988; Mudumalai in South India in 1989; Sarawak, Malaysia, in 1993; Huai Kha Khaeng in central Thailand in 1994; and Korup, Cameroon in 1999. In addition, three 500 x 500 m plots have been censused; Sinharaja, Sri Lanka in 1996; and La Planada, Colombia and Yasuni, Ecuador in 1999, along with smaller plots at other sites. Sixteen sites now have permanent plots of ten ha or more, and more such plots are being established and censused. A total of about 6,000 tree species have been identified in this network of plots.

Decades of data gleaned by the Center for Tropical Forest Science on tree growth from large, long-term plots in natural forest are now being used to help identify promising native species for use in reforestation. The Native Species Reforestation Project (PRORENA), a partnership between STRI and Yale University, is working to reestablish extensive, biologically diverse native forests in degraded lands in Panama. Besides testing promising native species for suitability, PRORENA is also working to find ways to make reforestation socially viable and financially competitive with other uses of the land. Most reforestation efforts in the tropics have used exotic species, resulting in forests with far less biodiversity than natural ones. Field tests are currently in progress on 40 little-studied tree species valued for their timber, conservation value, or contribution to sustainable rural livelihoods.

Para documentar la diversidad de árboles, para aprender cómo la diversidad de árboles y la composición de especies difiere en distintos ambientes y en diferentes reinos biogeográficos y para descubrir por qué hay tantos tipos de árboles en los bosques tropicales, STRI estableció el Centro de Ciencias Forestales del Trópico (CTFS por sus siglas en inglés). Este Centro coordina estudios de dinámicas de bosques y diversidad de árboles que son parte de una red global de parcelas permanentes de gran escala donde cada tallo que se sostiene a sí mismo por encima de un cm de diámetro es marcado, mapeado, medido e identificado de acuerdo a un protocolo común. Estas parcelas son censadas cada cinco años.

La parcela modelo para este proyecto fue la de 50 ha en la Isla de Barro Colorado, cuyo primer censo se completó en 1983. Se completaron censos de otras parcelas de 50 ha en la Reserva de Pasoh en Malasia en 1988; Mudumalai en el sur de la India en 1989; Sarawak, Malasia en 1993; Huai Kha Khaeng en el centro de Tailandia en 1994; y Korup en Camerún en 1999. Además, se han censado tres parcelas de 500 x 500 m en Sinharaja, Sri Lanka en 1996; en La Planada, Colombia y Yasuni, Ecuador en 1999 junto con otras parcelas menores en otros sitios. Actualmente, 16 sitios cuentan con parcelas permanentes de diez ha o más y se están estableciendo y censando más parcelas de este tipo. Un total de alrededor de 6,000 especies de árboles han sido identificadas en esta red de parcelas.


Décadas de datos obtenidos por el Centro de Ciencias Forestales del Trópico sobre el crecimiento de árboles en grandes parcelas de largo tiempo en bosques naturales están siendo actualmente utilizadas para ayudar a identificar especies nativas prometedoras para su uso en la reforestación. El Proyecto de Reforestación con Especies Nativas (PRORENA), una asociación entre STRI y la Universidad de Yale, está trabajando para reestablecer bosques nativos extensos y biológicamente diversos en tierras degradadas en Panamá. Además de ensayar con especies nativas prometedoras por su adaptabilidad, PRORENA también está trabajando para encontrar maneras de hacer la reforestación socialmente viable y financieramente competitiva con otros usos de la tierra. La mayoría de los esfuerzos de reforestación en los trópicos han utilizado especies exóticas, creando bosques con mucha menor biodiversidad que los naturales. Hoy en día, se están realizando pruebas de campo con 40 especies de árboles poco estudiadas valoradas por su madera, valor de conservación o contribución para brindar un sustento económico a la población rural.

Isaac Quintero, Eric Manzano and Clara Camargo, from the University of Panama, measure the diameter of an almendro (*Dipteryx panamensis*) in the Barro Colorado Island 50-ha plot during a CTFS recens.

Isaac Quintero, Eric Manzano y Clara Camargo, de la Universidad de Panamá, miden el diámetro de un almendro (*Dipteryx panamensis*) en una parcela de 50 ha en la Isla de Barro Colorado durante la repetición de un censo de CTFS.

(Foto: Marcos Guerra)





Fern fronds.
Opposite page: STRI botanist Mireya D. Correa A. (also with the University of Panama) examines a copy of *Flowering Plants of the Neotropics*, edited by N. Smith *et al.*, for which she contributed the chapter on the Sundew family (Droseraceae).

(Photos: Marcos Guerra)

Hojas de helecho.
Página opuesta: La botánica de STRI Mireya D. Correa A. (también con la Universidad de Panamá) examina una copia del libro *Plantas con Flor de los Neotrópicos*, editado por N. Smith *et al.*, para el cual contribuyó un capítulo sobre la familia Sundew (Droseraceae).

(Fotos: Marcos Guerra)



Many species of tropical plants and animals are still undescribed, and the geographical distributions of many others are poorly known. Describing these species, learning where they live, and summarizing the knowledge thus gained is a never-ending task.

Mireya D. Correa A., of the University of Panama and the STRI staff, is completing a catalogue of the currently known vascular plants of Panama. This catalogue includes more than 9,000 species of seed-plants and 900 species of ferns. For each species, this catalogue gives the currently valid name, its growth form, its elevational range within Panama, the provinces of Panama where it has been found, its synonyms (subsequent names given to the same species), and a suitable bibliographic reference.

This catalogue is based on several sources: *The Flora of Panama* (1943-1980), William G. D'Arcy's *Index and Checklist to the Flora of Panama* (1987), voucher specimens collected in Panama and identified by relevant specialists, and a review of more than 700 publications after 1987 that describe new species, assign known species to different genera, or show that a species name refers to a species described earlier. This catalogue is now being checked for errors; each family's species are being checked by a specialist (when available) on that family.

Richard Condit, of the STRI staff, recently convened a meeting at STRI to assemble information on geographical distributions of Neotropical tree species, to assess how much the density of a given tree species varies over different parts of its range, and to improve our understanding of how tree species composition changes from one part of Amazonia to the next.

Muchas especies de plantas y animales tropicales aún no han sido descritas y la distribución geográfica de muchas otras es poco conocida. Describir estas especies, saber dónde viven y sintetizar el conocimiento obtenido es una tarea que nunca acaba.

Mireya D. Correa A., de la Universidad de Panamá y del equipo científico de STRI, está completando un catálogo de plantas vasculares conocidas de Panamá. El mismo incluye más de 9,000 especies de plantas de semillas y 900 especies de helechos. Este catálogo brinda el nombre actual, su forma de crecimiento, su gradiente de elevación en Panamá, las provincias de Panamá donde se ha encontrado, sus sinónimos (otros nombre dados para la misma especie) y una referencia bibliográfica adecuada para cada especie.

Este catálogo se basa en varias fuentes: *La Flora de Panamá* (1943-1980), *El Índice y la Lista de Verificación de la Flora de Panamá* de William G. D'Arcy's (1987), carpetas de especímenes en el herbario colectados en Panamá e identificados por especialistas y una revisión de más de 700 publicaciones posteriores a 1987 que describe nuevas especies, asigna especies conocidas a diferentes géneros o indica que el nombre de una especie se refiere a una especie anteriormente descrita. Este catálogo actualmente está siendo corregido por errores; cada especie de familia está siendo verificada por un especialista (cuando está disponible) de esa familia.

Richard Condit, del equipo científico de STRI, convocó recientemente a una reunión en STRI para reunir información sobre las distribuciones geográficas de las especies de árboles neotropicales, para evaluar cuánto varía la densidad de una especie determinada de árbol en diferentes rangos de distribución y para mejorar nuestra comprensión de cómo la composición de las especies de árboles cambia de una parte de la Amazonia a otra.

How does diversity arise? Diversity increases every time one species divides into two. Two populations initially belonging to the same species become two distinct species when members of one population do not view members of the other as suitable mates, or when, for other reasons, they cannot interbreed, or when hybrids are inviable. Speciation and the mechanisms by which it occurs is one of the major themes of research at STRI.

If populations are split by a geographical barrier, they are likely to become distinct species. Eldredge Bermingham, of the STRI staff, has compared the rate of spread from South into Central America, and subsequent diversification in newly colonized regions, of howler monkeys, *Anartia* butterflies, and 11 clades of freshwater fish. To do this, he inferred the pattern of diversification of each lineage from the divergence among its species in DNA sequences of selected gene segments. These lineages (clades) all show much the same pattern. They all spread quickly into Central America, many as far as Mexico. Then populations in different regions diverged sufficiently to become what are now considered distinct species, but they seldom invaded each other's ranges. When the land bridge formed, Panama must have presented a wealth of opportunities to invaders from South America, because it was a narrow extremity of a land mass that had lost most of its tropical forest. Once these lineages spread and their subpopulations diverged, the further spread of a species was blocked by the presence of related, all too similar, incumbents in adjoining regions.

¿Cómo se origina la diversidad? La diversidad aumenta cada vez que una especie se divide en dos. Dos poblaciones que inicialmente pertenecen a la misma especie se convierten en dos especies distintas cuando los miembros de una población consideran que los miembros de la otra no son parejas adecuadas, o cuando, por otras razones, no se pueden cruzar entre ellos, o cuando los híbridos son estériles. La especiación y los mecanismos que la producen son unos de los temas principales de investigación en STRI.

Si las poblaciones son divididas por una barrera geográfica, es posible que se conviertan en especies distintas. Eldredge Bermingham, del equipo científico de STRI, ha comparado la velocidad de dispersión desde Sudamérica a Centroamérica, y la subsiguiente diversificación en regiones recientemente colonizadas de monos aulladores, mariposas *Anartia* y 11 linajes de peces de agua dulce. Para hacer esto, infirió el patrón de diversificación de cada linaje a partir de la divergencia entre sus especies en las secuencias de ADN de segmentos seleccionados de genes. Todos estos linajes exhiben el mismo patrón. Todos se dispersaron rápidamente en Centroamérica, muchos tan lejos como México. Luego las poblaciones en diferentes regiones divergieron lo suficiente como para convertirse en lo que hoy día se consideran especies distintas, pero rara vez invaden las regiones de cada una de ellas. Cuando se formó el puente de tierra, Panamá debe haber presentado una riqueza de oportunidades para los invasores de Sudamérica porque era una extremidad angosta de masa de tierra que había perdido casi todo su bosque tropical. Una vez que estos linajes se dispersaron y sus subpoblaciones divergieron, la dispersión ulterior de una especie se bloqueó por la presencia de ocupantes relacionados, demasiado similares, en regiones contiguas.



Andrea Gager, a Princeton University Ph.D. student working in the laboratory of STRI staff scientist Eldredge Bermingham, is studying seasonal variation in avian malaria in bird communities in Soberania National Park, Panama, and adjacent areas. Here she holds a Clay-colored Thrush (*Turdus grayi*).

(Photo: Christian Ziegler)

Andrea Gager, una estudiante de doctorado de la Universidad de Princeton que trabaja en el laboratorio del científico de STRI, Eldredge Bermingham, está estudiando las variaciones estacionales en la malaria de las aves en comunidades de aves en Parque Nacional Soberanía, Panamá y áreas adyacentes. En esta imagen, sostiene un mirlo pardo (*Turdus grayi*).

(Foto: Christian Ziegler)



A stingless bee of the genus *Megalopta* visits a flower of a cuipo tree (*Cavanillesia platanifolia*).

(Photo: Christian Ziegler)

Una abeja sin aguijón visita una flor de un árbol cuipo (*Cavanillesia platanifolia*).

(Foto: Christian Ziegler)

“Two populations initially belonging to the same species become two distinct species when members of one population do not view members of the other as suitable mates, or when, for other reasons, they cannot interbreed, or when hybrids are inviable.”

“Dos poblaciones que inicialmente pertenecen a la misma especie se convierten en dos especies distintas cuando los miembros de una población consideran que los miembros de la otra no son parejas adecuadas, o cuando, por otras razones, no se pueden cruzar entre ellos, o cuando los híbridos son estériles.”



Rachel Collin, of the STRI staff, used DNA sequences to examine the relationships among 94 species of limpets in the calyptraeid gastropod family. The shells are commonly found on beaches; however the sedentary snails live in shallow marine environments in all the oceans, except the Arctic and Antarctic. Collin's family tree shows that these animals have actually moved around the globe and have crossed oceanic barriers numerous times. Although close relatives usually occur along the same coastline, Collin's results show that species of calyptraeids have moved between the Atlantic and Pacific oceans at least 12 times and between the northern and southern hemispheres at least 15 times. These results indicate, first, that species ranges of many marine invertebrates may be more dynamic over evolutionary time than previously assumed, and second, that close relatives do not always live in geographically proximate regions, but many do occur in the same areas. In calyptraeids the most closely related species often co-occur in the same habitats, suggesting that new species in this group formed without geographic barriers physically separating different populations. This geographic pattern is very different from the pattern that has been demonstrated far more often—a pattern that requires geographic separation.

Rachel Collin, del equipo científico de STRI, utilizó secuencias de ADN para examinar las relaciones entre 94 especies de lapas en la familia de gastrópodos calyptraeid. Las conchas comúnmente se encuentran en las playas; sin embargo, los caracoles sedentarios viven en ambientes marinos poco profundos en todos los océanos, excepto en el Ártico y en la Antártida. El árbol de la familia que estudia Collin muestra que estos animales se han desplazado a través del globo y han cruzado barreras oceánicas en numerosas oportunidades. Si bien los parientes próximos generalmente se encuentran en la misma línea de costa, los resultados de Collin muestran que las especies de calyptraeids se han trasladado entre los océanos Atlántico y Pacífico por lo menos 12 veces y entre los hemisferios norte y sur por lo menos 15 veces. Estos resultados indican, primero, que las distribuciones de las especies de muchos invertebrados marinos deben ser más dinámicas en el tiempo evolutivo de lo que se pensaba anteriormente y segundo, que los parientes próximos no siempre viven en regiones geográficamente próximas, sino que se encuentran en las mismas áreas. En calyptraeids las especies más estrechamente relacionadas frecuentemente ocurren simultáneamente en los mismos hábitats, sugiriendo que nuevas especies en este grupo se formaron sin barreras geográficas que separaban físicamente las poblaciones diferentes. Este patrón geográfico es muy diferente del patrón que ha sido demostrado con mucho más frecuencia - un patrón que requiere la separación geográfica.



Researchers Juan Maté from STRI and Peter Glynn from the University of Miami investigating recruitment of coral reef organisms near Uva Island in Coiba National Park, Panama.

(Photo: Tyler Smith)

Opposite page: A slipper limpet (*Crepidula*), under study by STRI staff scientist Rachel Collin.

(Photo: Marcos Guerra)

Los investigadores Juan Maté de STRI y Peter Glynn de la Universidad de Miami investigan el reclutamiento de organismos del arrecife de coral cerca de la Isla Uva en el Parque Nacional Coiba, Panamá

(Foto: Tyler Smith)

Página opuesta: Una lapa (*Crepidula*) en estudio por la científica de STRI Rachel Collin.

(Foto: Marcos Guerra)

When one species becomes two, the two new species usually have adjacent, non-overlapping ranges. What allows related species to coexist? The Forest Dynamics Plots of the Center for Tropical Forest Science are providing crucial clues on how so many species of tropical trees can coexist in one place.

Using data from Barro Colorado's 50-ha plot, Stephen P. Hubbell, of the STRI staff, showed that saplings face the same trade-off between growing fast in bright light and surviving in shade. S. Joseph Wright, of the STRI staff, has recently shown how profoundly this trade-off affects different aspects of plant life. The more dependent a plant species is on bright light, the smaller the proportion of its seeds that germinate and grow outside of tree-fall gaps, the more increased light increases growth rates of seedlings and saplings, and the more rapidly seedlings and saplings die when shaded. The few saplings that survive mature very quickly. Wright therefore finds that, on Barro Colorado's 50-ha plot, light-demanding species of canopy tree have many adults per sapling, while shade-tolerant species have many saplings per adult. Moreover, species are rather evenly scattered along the gradient from light-demanding to shade-tolerant.

Cuando una especie se transforma en dos, las dos especies nuevas generalmente tienen fluctuaciones adyacentes y no superpuestas. ¿Qué es lo que permite a las especies relacionadas coexistir? Las Parcelas de Dinámica Forestal del Centro de Ciencias Forestales del Trópico (CTFS por sus siglas en inglés) están brindando datos cruciales sobre cómo tantas especies de árboles tropicales pueden coexistir en un lugar.

Empleando información de la parcela de 50 ha de Barro Colorado, Stephen P. Hubbell, del equipo científico de STRI, mostró que los árboles jóvenes enfrentan la misma elección entre crecer rápidamente en la luz brillante y sobrevivir en la sombra. S. Joseph Wright, del equipo científico de STRI, ha mostrado recientemente con qué profundidad esta elección afecta diferentes aspectos de la vida de las plantas. Cuanto más dependiente es una especie de planta de la luz brillante, menor es la proporción de sus semillas que germinan y crecen fuera de los claros de bosque. Cuanto mayor es la luz, mayor es la tasa de crecimiento de las plántulas y árboles jóvenes, acelerando la mortandad de plántulas y árboles jóvenes en la sombra. Los escasos árboles jóvenes que sobreviven maduran muy rápidamente. Wright encuentra, por lo tanto, que en la parcela de 50 ha de Barro Colorado, las especies que necesitan mucha luz del dosel del bosque tienen muchos adultos por árbol joven, mientras que las especies que toleran la sombra tienen muchos árboles jóvenes por adulto. Más aún, las especies están distribuidas de forma bastante uniforme a lo largo de un gradiente que va desde las que necesitan más luz a las que toleran la sombra.



Young seedlings of a cuipo tree (*Cavanillesia platanifolia*) beneath an adult in the understory on Barro Colorado Island. They must survive until a tree falls, producing a gap in the canopy that will allow in enough light for them to grow.

(Photo: Christian Ziegler)

Plántulas jóvenes de un árbol cuipo (*Cavanillesia platanifolia*) debajo de un adulto en el sotobosque de la Isla de Barro Colorado. Ellas deben sobrevivir hasta que un árbol caiga, creando un claro en el dosel que permita la entrada de suficiente luz para poder desarrollarse.

(Foto: Christian Ziegler)



Leaves skeletonized by insects on a tree in the 50-ha Forest Dynamics Plot on Barro Colorado Island.
(Photo: Marcos Guerra)

Hojas infestadas de un árbol dentro de la Parcela de Dinámicas de Bosques de 50 ha en la Isla de Barro Colorado.
(Foto: Marcos Guerra)

Jorge Ahumada of the University of Georgia and Stephen P. Hubbell have shown that the chance of a sapling alive on Barro Colorado's 50-ha plot in 1983 surviving to 1995 was diminished, on the average, by over 5% for each extra conspecific among the twenty saplings closest to it. Moreover, species that were rarer on the plot tended to suffer more from an additional conspecific among their twenty nearest neighbors: sensitivity to conspecific neighbors influences the abundance of a plant species on this plot. The harmful impact of conspecific neighbors on a sapling's survival is plausibly ascribed to the tendency of specialist pests and pathogens to congregate differentially where their host species is more common.

Thanks to their common methodology of census and recensus, the Forest Dynamics Plots of the CTFS are a precious resource for the world's community of plant ecologists. Halton Peters, now of Stanford University, used data from the 50-ha plots at Barro Colorado and Pasoh to show that in both plots, saplings alive at the first census were more likely to survive to the last one where the density of their conspecific neighbors was lower. The effect of extra conspecific neighbors was higher on the Pasoh plot, which has 820 species among its stems over one cm diameter, than on the Barro Colorado plot, which has only 300. Does difference in the intensity of pressure from specialist pests account for the differences in tree diversity on different plots?

Jorge Ahumada de la Universidad de Georgia y Stephen P. Hubbell han mostrado que la posibilidad de que un árbol joven vivo en la parcela de 50 ha de Barro Colorado que haya sobrevivido desde 1983 hasta 1995, ha disminuido, en promedio, por más del 5% para cada coespecífico adicional entre los 20 árboles jóvenes más próximos a éste. Más aún, las especies menos frecuentes en la parcela tendían a sufrir más por la presencia de un coespecífico adicional entre sus veinte vecinos más próximos: la sensibilidad a vecinos coespecíficos influye en la abundancia de una especie de planta en esta parcela. El impacto dañino que ejercen los vecinos coespecíficos en la supervivencia de un árbol joven se debe más a la tendencia de pestes y patógenos especialistas de congregarse diferencialmente donde su especie huésped es más común.

Gracias a la aplicación de una metodología común de censos y de la repetición de estos censos, las Parcelas de Dinámica Forestal del CTFS son un recurso valioso para la comunidad mundial de ecólogos de plantas. Halton Peters, quien actualmente se encuentra en la Universidad de Stanford, utilizó datos de las parcelas de 50 ha de Barro Colorado y Pasoh para mostrar que en ambas parcelas los árboles jóvenes vivos en el primer censo tenían más posibilidad de sobrevivir hasta el último censo donde la densidad de sus vecinos coespecíficos era menor. El efecto de vecinos coespecíficos adicionales era mayor en la parcela de Pasoh, que contiene 820 especies entre sus tallos mayores a un cm de diámetro, que en la parcela de Barro Colorado, que solo tiene 300. ¿Puede la diferencia en la intensidad de la presión de pestes especialistas explicar las diferencias en la diversidad de árboles en diferentes parcelas?

If a formerly united population has split into two parts in which a member of one does not recognize a member of the other as a suitable mate, this population has become two species. Changes in criteria of mate choice often play a crucial role in the process of speciation.

Sea urchins release their sperm and eggs into the water, where sperm must find and fertilize the eggs. Sea urchin sperm contains a protein, bindin, that plays a crucial role in binding the sperm to the surface of a conspecific egg and facilitating fertilization. This protein is one of the few means sea urchins can use to discriminate between potential mates, for the interaction of bindin with an egg's surface decides whether it fertilizes that egg. Kirk Zigler, a STRI postdoctoral fellow, Michael McCartney, a previous STRI postdoctoral fellow now in the faculty of the University of North Carolina at Wilmington, and Harilaos A. Lessios, of the STRI staff, have continued their studies of evolutionary divergence in bindin. Does divergence in bindin play a role in speciation among sea urchins?

In species of sea urchin whose ranges do not overlap with other members of the same genus, bindin changes slowly. In species whose ranges overlap with other members of their genus, bindin evolves much more rapidly.

Two species of *Heliocidaris* urchins in southern Australia diverged three to five million years ago. These species now overlap near Tasmania. Their bindins are diverging rapidly, but there is little variation among bindins within a species, as if selection is favoring divergence to reduce hybridization.

In another Caribbean genus of sea urchins, *Lytechinus*, one species occurs wholly within the other's range. These two species have similar mitochondrial DNA but different bindins. Have these species diverged very recently, or do the two species hybridize frequently despite their different bindins?

Si una población originalmente unida se ha dividido en dos partes y un miembro de una especie no reconoce a un miembro de la otra como una pareja apropiada, esta población se ha convertido en dos especies. Los cambios en el criterio de la elección de la pareja frecuentemente juegan un papel crucial en el proceso de especiación.

Los erizos de mar liberan su esperma y huevos en el agua, donde el esperma debe encontrar y fertilizar los huevos. El esperma del erizo de mar contiene una proteína, conocida como bindin, que juega un papel crucial en unir el esperma a la superficie de un huevo coespecífico, facilitando la fertilización. Esta proteína es una de las pocas maneras que los erizos de mar pueden utilizar para discriminar entre parejas potenciales, ya que la interacción del bindin con la superficie de un huevo decide si fertiliza dicho huevo. Kirk Zigler, un becario postdoctoral de STRI, Michael McCartney, un becario postdoctoral de STRI actualmente con el cuerpo docente de la Universidad de Carolina del Norte en Wilmington, y Harilaos A. Lessios, del equipo científico de STRI, han continuado sus estudios de la divergencia evolutiva en bindin. ¿Cumple la divergencia en bindin un papel en la especiación entre los erizos de mar?

En las especies de erizos de mar donde las distribuciones no se superponen con la de otros miembros del mismo género, el bindin cambia lentamente. En aquellas especies cuyas distribuciones se superponen con la de otros miembros de su género, el bindin evoluciona mucho más rápidamente.


Dos especies de erizos *Heliocidaris* en el sur de Australia divergieron entre tres y cinco millones de años atrás. Actualmente, estas especies se superponen cerca de Tasmania. Sus bindins están divergiendo rápidamente, pero hay poca variación entre los bindins al interior de la especie, como si la selección estuviera favoreciendo la divergencia para reducir la hibridación.

En otro género de erizos de mar del Caribe, *Lytechinus*, una especie se da solamente dentro de la distribución de otra. Estas especies contienen un ADN mitocondrial similar pero bindins diferentes. ¿Han divergido estas especies muy recientemente o ambas especies se hibridizan frecuentemente a pesar de sus bindins diferentes?



STRI marine scientist Harilaos A. Lessios inspects sea urchins (*Echinometra viridis*) in a tank in the Naos Island Laboratories' Sea Water System. (Photo: Marcos Guerra)

El científico marino de STRI Harilaos A. Lessios examina un erizo de mar (*Echinometra viridis*) en cautiverio en el Sistema de Agua de Mar de los Laboratorios de Isla Naos. (Foto: Marcos Guerra)



The razor sawtail
(*Prionurus laticlavus*),
which is endemic to the
Tropical Eastern Pacific is
found on the continental
shore between El Salvador
and Ecuador, and also at the
Galápagos Island.

(Photo: Roger Steene)

El navajón barbero
(*Prionurus laticlavus*), que
es endémico en el Pacífico
Oriental Tropical se
encuentra en la costa
continental entre El
Salvador y Ecuador y
también en las Islas
Galápagos.

(Foto: Roger Steene)

In Panama, the bindin of a Caribbean sea urchin, *Echinometra lucunter*, is changing rapidly, but its bindin is much less compatible with eggs of the eastern Pacific *Echinometra vanbrunti* than with eggs of *Echinometra viridis*, which shares its Caribbean habitat. Here, rapid change in bindin does not seem to be an adaptation to reduce hybridization.

Among overlapping species of the sea urchin *Strongylocentrotus* in the northeastern Pacific and overlapping species of *Echinometra* in the IndoPacific, selection favors within-population variation among bindins almost as strongly as it favors divergence between species. Is speciation in these genera an accidental consequence of "sex wars" between females trying to exclude inferior or unsuitable sperm and males whose bindins are most effective at stimulating acceptance?

A major component of sexual selection is female choice. Who does a female choose to mate with, whose sperm does she allow to fertilize her eggs, and how does she choose? William Eberhard, of the STRI staff, and Vivian Méndez, a STRI short-term fellow from the University of Costa Rica, are studying mating behavior in the spider *Leucauge mariana*. After inserting his sperm into the female, the male deposits a white toothpaste-like substance on her genitalia in an attempt to form a plug that prevents the female from copulating with other males. The female, however, must supply a liquid of her own to combine with this "toothpaste" if a hard "copulatory plug" is to form. Some females in the wild have sperm inside, but no copulatory plug: whether or not to cooperate with the male and form a plug is a form of female choice concerning whose sperm to use.

A male trying to mate with a "plugged" female is sometimes able to remove the plug, but he has no chance of doing so unless the female lets him try. The male uses a rigid hook on his pedipalp, a foreleg-like appendage that is also used to transfer sperm. If this hook is removed, the male is less likely to be able to remove the plug. This is the first demonstration of a genital structure specialized for removing copulatory plugs.

En Panamá, el bindin de un erizo de mar del Caribe, *Echinometra lucunter*, está cambiando rápidamente pero su bindin es mucho menos compatible con huevos de *Echinometra vanbrunti* del Pacífico oriental que con los huevos de *Echinometra viridis*, que comparte su hábitat caribeño. En este caso, el cambio rápido en bindin no parece ser una adaptación para reducir la hibridización.

Entre las especies de erizos de mar que se superponen, *Strongylocentrotus* en el Pacífico noreste y especies superpuestas de *Echinometra* en el Indo-Pacífico, la selección favorece la variación entre bindins al interior de la población casi tan fuertemente como favorece la divergencia entre especies. ¿Es la especiación en estos géneros una consecuencia accidental de "la guerra de los sexos" entre hembras tratando de excluir esperma inferior o inapropiado y de machos cuyos bindins son más efectivos para estimular la aceptación?

Un componente importante de la selección sexual es la elección que realiza la hembra. ¿A quién elige una hembra para aparearse, qué esperma permite que fertilice sus huevos y cómo hace esta elección? William Eberhard, del equipo científico de STRI, y Vivian Méndez, una becaria a corto plazo de STRI de la Universidad de Costa Rica, están estudiando el comportamiento de apareamiento en la araña *Leucauge mariana*. Luego de insertar el esperma en la hembra, el macho deposita una sustancia blanca parecida a la pasta de dientes en la genitalia de la hembra en un intento por formar un tapón que no permita a la hembra copular con otros machos. Sin embargo, la hembra debe proveer un líquido propio para combinarse con esta "pasta de dientes" para que se forme un "tapón de copulación" resistente. Algunas hembras en estado silvestre tienen esperma adentro pero no un tapón de copulación. Si la hembra quiere cooperar o no con el macho y formar el tapón es una forma de selección femenina que concierne a la elección de qué esperma va a usar.

Un macho tratando de aparearse con una hembra que ya tiene el "tapón" puede, a veces, retirar el tapón, pero no tiene ninguna oportunidad de hacer esto a menos que la hembra le permita hacerlo. El macho utiliza un gancho rígido en su pedipalpo, un apéndice parecido a una pata delantera que también es utilizado para transferir esperma. Si este gancho es retirado, el macho tiene menos probabilidad de retirar el tapón. Esta es la primera demostración de una estructura genital especializada para retirar los tapones de copulación.



John H. Christy, of the STRI staff, has long been studying mating behavior in fiddler crabs, *Uca beebei*. One puzzling feature of this crab is the variation in the females' mating behavior. Some females wander, mate with a male in his burrow, and remain there to lay eggs. Others stay in or near their burrows, mating with males on the surface, sometimes frequently, often when they are far from ready to lay eggs. A female that mates by her burrow may wander off later, mate with another male, and stay in his burrow.

When they are near their burrows, females often face aggression from wandering males, or from nearby resident males. Lacking the large, strong claw of the male, a female is unlikely to defeat a male in a direct fight for her burrow. Nevertheless she can win if she mates with the male because this temporarily diffuses his aggression.

Do females have any intention of letting sperm from these aggressive males fertilize her eggs? A female's spermatheca is large, and typically contains packets of sperm and seminal fluids from several matings. Are sperm from these "matings of convenience" with aggressive males stored in the dorsal region of the spermatheca, far from where eggs get fertilized? A preliminary examination of the dorsal wall of the spermatheca suggests that it may be secretory, which raises the interesting possibility that females may degrade and perhaps even digest sperm that are not used for fertilization.

John H. Christy, del equipo científico de STRI, ha estado estudiando durante mucho tiempo el comportamiento del apareamiento de los cangrejos violinistas, *Uca beebei*. Un rasgo misterioso de este cangrejo es la variación en el comportamiento de apareamiento de las hembras. Algunas hembras vagan, se aparean con un macho en su madriguera y permanecen allí para depositar los huevos. Otras permanecen en las madrigueras o en las proximidades de las mismas, apareándose con machos en la superficie, a veces, cuando están lejos de estar listas para depositar los huevos. La hembra que se aparea cerca de su madriguera puede vagar luego, aparearse con otro macho y permanecer en su madriguera.

Cuando están cerca de sus madrigueras, las hembras frecuentemente enfrentan la agresión de machos que vagan o de machos residentes en las proximidades. En ausencia de una pinza larga y fuerte como la del macho, una hembra tiene pocas posibilidades de vencer a un macho en una lucha directa por su madriguera. No obstante puede ganar si se aparea con el macho ya que diluye temporalmente su agresión.

¿Tienen las hembras alguna intención de permitir que el esperma de estos machos agresivos fertilicen sus huevos? La espermateca de la hembra es grande y contiene típicamente paquetes de esperma y fluidos seminales de varios apareamientos. ¿Está el esperma de estos "apareamientos por conveniencia" con machos agresivos almacenado en la región dorsal de la espermateca, lejos del lugar donde los huevos son fertilizados? Un examen preliminar de la pared dorsal de la espermateca sugiere que puede ser secretoria, lo que indica la posibilidad interesante de que las hembras puedan degradar, y tal vez, incluso digerir, los espermatozoides que no son usados para la fertilización.



STRI behavioral biologist John H. Christy excavates a burrow of a male fiddler crab *Uca stenodactylus*.

(Photo: Marcos Guerra)

Opposite page: Males of this unusually colorful species herd, capture and carry females into their burrows where the pair may mate. Males sometimes aggressively court females of other species by mistake. However, the bright colors of the male provide an early warning to the female that he is the wrong species. If she bobs quickly and conspicuously in front of the male she can deter his unwanted amorous attention.

(Photo: John H. Christy)

El etólogo de STRI, John H. Christy, excava una madriguera del cangrejo violinista *Uca stenodactylus*.

(Photo: Marcos Guerra)

Página opuesta: Los machos de esta colorida especie agrupan, capturan y llevan las hembras a sus madrigueras donde el macho puede aparearse. A veces, los machos cortejan agresivamente a hembras de otras especies por error. Sin embargo, sus colores brillantes advierten a la hembra que él es de la especie equivocada. Si ella responde rápidamente inclinándose de forma conspicua frente al macho, ella impedirá cualquier otra atención amorosa no deseada.

(Foto: John H. Christy)

Successive speciations in a group of organisms represent an adaptive radiation: here, different parts of what was a single population diversify to occupy different ways of life. What circumstances favor adaptive radiations? On the Galapagos Islands, Darwin's finches have undergone a famous and extensive adaptive radiation, and another bird group, the honeycreepers, has done so on Hawaii.

Why do some groups diversify rapidly, while others, confronted by the same opportunity, do not? Eldredge Bermingham, of the STRI staff, has used divergence in DNA sequence within selected sections of a gene to compare the degree of divergence among the honeycreepers (a subgroup of the cardueline finches), and among the thrushes, of Hawaii. The first divergence took place about equally long ago in each group, suggesting that thrushes and cardueline finches reached Hawaii at roughly the same time. Each island in Hawaii, however, has one species of thrush, a different one for each island, but many species of honeycreepers. Why have honeycreepers diversified so much more? Diversity of bill shapes is a good index of a bird group's diversity of ways of life. Bermingham compared the spectrum of bill shapes occurring in all the world's thrushes with that in the world's cardueline finches: and the thrushes vary much less in bill shape than do the finches. Does this mean that cardueline finches can evolve new shapes, new forms, more easily?

Las especiaciones sucesivas que ocurren en un grupo de organismos representan una radiación de adaptación: aquí, diferentes partes de lo que fue una sola población se diversifican para ocupar diferentes tipos de vida. ¿Qué circunstancias favorecen las radiaciones de adaptación? En las Islas Galápagos, los pinzones de Darwin han experimentado una radiación de adaptación famosa y extensa; lo mismo ha ocurrido con otro tipo de aves, los mieleros, en Hawai.

¿Por qué algunos grupos se diversifican más rápidamente mientras que otros, enfrentados a las mismas oportunidades, no lo hacen? Eldredge Bermingham, del equipo científico de STRI, ha utilizado la divergencia en la secuencia de ADN al interior de secciones de un gen seleccionado para comparar el grado de divergencia entre los mieleros (un subgrupo de pinzones carduelinos) y entre los mirlos de Hawai. La primera divergencia ocurrió igualmente hace mucho tiempo en cada grupo, sugiriendo que los mirlos y los pinzones carduelinos llegaron a Hawai prácticamente al mismo tiempo. Sin embargo, cada isla en Hawai tiene una especie de mirlo, una diferente para cada isla, pero muchas especies diferentes de mieleros. ¿Por qué se han diversificado más los mieleros? La diversidad en las formas del pico es un buen índice de la diversidad de un grupo de pájaros en su forma de vida. Bermingham comparó el espectro de formas de pico en todos los mirlos del mundo con la de todos los pinzones carduelinos del mundo. Encontró que los mirlos varían mucho menos en la forma de sus picos que los pinzones. ¿Significa esto que los pinzones carduelinos pueden hacer evolucionar nuevas configuraciones, nuevas formas más fácilmente?



STRI staff scientist and deputy director Eldredge Bermingham samples stream fishes in Soberanía National Park with a casting net.
(Photo: Marcos Guerra)

Eldredge Bermingham, científico y subdirector de STRI toma muestras de peces de agua dulce en el Parque Nacional Soberanía con una ataraya (o red de pescar).
(Foto: Marcos Guerra)

Some animals form cooperative groups in order to compete effectively with others. Several kinds of tropical ants provide conspicuous examples of elaborately coordinated behavior, marvels of effective cooperation in the natural world.

Scott Powell, a STRI predoctoral fellow from the University of Bristol, has been studying the behavior of army ants on Barro Colorado Island. These ants are nomadic swarm raiders, establishing a new "base camp" every night during part of their roughly monthly reproductive cycle. To secure their food, tens or hundreds of thousands of ants swarm over the leaf litter, sometimes climbing trees, to secure ant brood and whatever other insects and spiders they can catch.

Carrying prey back to their "base camp" is a problem. Sometimes the ants must pass over narrow bridges or surfaces with holes in them. When traffic on their pathway becomes clogged, ants may stretch themselves across holes in the walkway for others to walk over them, or line narrow bridges with their bodies, widening the passageway that other ants can walk upon. Experiments with artificial bridges, some perforated, some just narrow, show that ants stretch across holes, and widen narrow bridges, when doing so speeds the transport of prey items. The workers that "plug" holes in walkways are able to judge what sizes of hole they are suited to fill. Ants cease being part of the roadway when traffic slows.

To carry large or inconveniently shaped prey or prey fragments back to the base camp (the bivouac), *Eciton burchelli* workers sometimes join in teams of two or more. A larger ant takes the front end, and one or more small ants take the hinder end. On a smooth surface, where the prey item moves more quickly, one or more small ants abandon the team, whereas if the prey item is snagged on a rough surface, more ants join the team of porters.

Algunos animales forman grupos para competir eficientemente con otros. Varios tipos de hormigas tropicales brindan ejemplos conspicuos de un comportamiento elaboradamente coordinado, maravilla de la cooperación efectiva en el mundo natural.

Scott Powell, un becario predoctoral de STRI de la Universidad de Bristol, ha estado estudiando el comportamiento de las hormigas guerreras en la Isla de Barro Colorado. Estas hormigas son enjambres nómades de invasores, los cuales establecen un "campamento base" cada noche durante su ciclo reproductivo mensual. Para asegurarse el alimento, decenas de cientos de miles de hormigas pululan en la hojarasca, trepando árboles, a veces para asegurarse la progenie y cualquier otro insecto y arañas que puedan atrapar.

Cargar la presa hasta su "campamento base" es un problema. A veces, las hormigas deben atravesar puentes angostos o superficies con hoyos en los mismos. Cuando el tráfico se congestiona en su senda, las hormigas pueden estirarse a través de los hoyos en el pasaje para que otras caminen sobre ellas o pueden formar puentes angostos con sus cuerpos, ensanchando la zona de pasaje para que otras hormigas puedan atravesarlo. Experimentos hechos con puentes artificiales, algunos perforados, otros simplemente angostos, muestran que las hormigas se estiran a través de los hoyos y amplían los puentes angostos cuando al hacerlo aceleran el transporte de partes de presas. Las obreras que "taponean" los agujeros en los pasajes son capaces de juzgar qué tamaño de hoyo pueden rellenar. Las hormigas dejan de ser parte del camino cuando el tráfico se hace lento.

Para cargar presas de forma inconveniente o fragmentos de presa de regreso a su campamento base (el vivac), las obreras *Eciton burchelli* a veces se juntan en equipos de dos o más. Una hormiga más grande toma el frente y una o más hormigas pequeñas toma la parte trasera. En una superficie suave, donde la presa se traslada más rápidamente, una o más hormigas pequeñas abandonan el grupo. Si la presa está escondida en una superficie áspera, se unen más hormigas al equipo de las cargadoras.



Scott Powell, from the University of Bristol, UK, searches for army ants on the forest floor on Barro Colorado Island.
(Photo: Christian Ziegler)

Scott Powell, de la Universidad de Bristol del Reino Unido, busca hormigas guerreras en el suelo del bosque de la Isla de Barro Colorado.
(Foto: Christian Ziegler)

MUTUALISM: COOPERATION BETWEEN DIFFERENT SPECIES

MUTUALISMO: COOPERACION ENTRE DIFERENTES ESPECIES

Another group of ants, the "fungus-growing ants," culture a particular strain of fungus which the ants use to digest certain foods their larvae could not otherwise eat, such as insect frass, insect corpses, dead vegetable matter, among other things. In effect, these ants "farm" the fungus, culturing it on suitable food in order to feed the fungus to their larvae and nest-bound workers. Fungus-growing ants are members of a cooperative group, but their way of life also depends on a mutualism with a fungus. This mutualism has opened up vast resources to some fungus-growing ants. The most advanced fungus-growing ants are leaf-cutter-ants, which live in colonies of several million. Ant highways radiate out across the forest floor from large leaf-cutter ant nests, along which worker ants return in long lines, carrying leaf fragments they have cut from the crowns of tall trees to feed to the colony's fungus garden. Leaves of different species of these trees differ markedly, however, in their suitability as fungus food. How do these ants know which leaves to cut?

Nicole Saverschek, a graduate student from Germany's University of Göttingen, finds that leaf-cutter ants often cut leaf fragments from plant species they have not encountered before, when the experimenter confronts the ants with this plant for the first time. If the fungus responds poorly to these fragments, however, leaf-cutter ants will no longer harvest foliage from the plants in question. Experience therefore plays a role in leaf-cutter ants' choices of what leaves to harvest.

Keeping their fungus free of contaminants is a central problem for fungus-growing ants. Hermógenes Fernández, a graduate student at the University of Puerto Rico and a STRI predoctoral fellow, has been studying different species of fungus-growing ants to learn where new queens establish their fungus gardens after digging their nest-cavity.

Otro grupo de hormigas, "las hormigas cultivadoras de hongos", cultivan una cepa particular de hongo que ellas mismas usan para digerir ciertos alimentos que sus larvas de otro modo no podrían comer, como por ejemplo, heces de insectos, cuerpos de insectos, materia vegetal muerta, entre otros. En efecto, estas hormigas "cultivan" el hongo, convirtiéndolo en comida apropiada para poder alimentar sus larvas y las obreras del nido con hongos. Las hormigas cultivadoras de hongos son miembros de un grupo cooperativo pero su modo de vida también depende de un mutualismo con un hongo. Este mutualismo ha abierto vastos recursos para algunas hormigas que crecen en los hongos. Las hormigas cultivadoras de hongos más avanzadas son las arrieras que viven en colonias de varios millones. Los senderos de las hormigas se propagan a través del piso del bosque a partir de nidos de arrieras, a donde las hormigas obreras retornan en largas líneas cargando fragmentos de hojas que cortaron de las copas de altos árboles para alimentar el jardín de hongos de la colonia. Sin embargo, las hojas de especies distintas de árboles difieren notablemente en su adaptabilidad como alimento de hongos. ¿Cómo saben estas hormigas que hojas cortar?

Nicole Saverschek, una estudiante de postgrado de la Universidad de Göttingen en Alemania, encuentra que cuando el investigador enfrenta por primera vez a estas hormigas con especies de plantas que no han encontrado antes, las arrieras frecuentemente cortan fragmentos de hojas de estas plantas. Sin embargo, si el hongo responde pobremente a estos fragmentos, las arrieras no cosecharán el follaje de las plantas en cuestión. La experiencia, por lo tanto, juega un papel en la elección de las arrieras de qué hojas cosechar.

Es un problema central para las hormigas cultivadoras de hongos mantener el hongo libre de contaminantes. Hermógenes Fernández, un estudiante de postgrado de la Universidad de Puerto Rico y becario predoctoral de STRI, ha estado estudiando diferentes especies de hormigas cultivadoras de hongos para conocer dónde establecen los jardines de hongos las nuevas reinas luego de cavar su cavidad para el nido.

STRI scientist William Wcislo is studying how nocturnal stingless bees of the genus *Megalopta* find their nests in low light conditions. These bees visit the flowers of the night-flowering cuipo tree (*Cavanillesia platanifolia*), shown here, during the hour after sunset and again in the hour before sunrise.

(Photo: Christian Ziegler)

El científico de STRI William Wcislo está estudiando cómo las abejas nocturnas sin aguijón del género *Megalopta* encuentran sus nidos en condiciones de baja luminosidad. Estas abejas visitan las flores del árbol cuipo (*Cavanillesia platanifolia*) que florecen en la noche, en la hora después del atardecer y nuevamente en la hora antes del amanecer.

(Foto: Christian Ziegler)





Leaf-cutter ants at work on Barro Colorado Island.

(Photo: Christian Ziegler)

Hormigas arrieras trabajando en la Isla de Barro Colorado.

(Foto: Christian Ziegler)

After digging their nest-cavity, primitive fungus-grower queens go and forage for food appropriate for their fungi. Founding queens that forage outside the nest for food start their garden in a place that does not touch the soil and its contaminants.

Among the most primitive fungus-growers, the new queen breaks off her wings; after digging her nest cavity she sticks these wings in its roof and attaches her fungus to them. If her wings are lost, or removed by the experimenter, she cleans soil from rootlets hanging from the nest garden's roof and attaches her fungus to these, keeping the fungus from touching the soil. In a related group of fungus-growers, new queens always establish their fungus on such rootlets. Fernández is doing experiments to learn whether contamination is reduced by establishing the fungus on a platform where it does not touch the soil. A new leaf-cutter ant queen, *Atta*, however, never forages: instead, she raises her first brood of workers by metabolizing her flight muscles. She seals the mouth of her nest and establishes her fungus on its floor: is a nest's soil more likely to provide contaminants when ants are moving in and out of the nest?

Unlike bees, wasps and sawflies, ants have a gland, called the metapleural gland. If this gland's opening is closed, the ant is more susceptible to fungal disease. Does the metapleural gland secrete a sort of disinfectant? Hermógenes Fernández finds that, when faced with potential contaminants, ants actively transfer this gland's product to their fungus garden. The ants can distinguish potentially dangerous fungal spores from a harmless powder with similar-sized grains: their response to potential contaminants is discriminating.

Most tree species need mycorrhizae, root fungi, to help extract nutrients, especially phosphorus, from the soil. On Barro Colorado Island, most plants use arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) to help acquire nutrients. A species of AMF can infect many plant species. Twenty years ago, only four species of AMF were known from Barro Colorado, and they were thought to be equally helpful to their hosts in all environments. Now that Ahn-Heum Eom has documented over 30 species of AMF on Barro Colorado, it is possible to study the mycorrhizal community. Eom showed that a plant attracts a particular spectrum of mycorrhizal species, characteristic of the species that plant belongs to, and causing the AMF community to vary from plant to plant.

Después de hacer una cavidad para su nido, las reinas primitivas cultivadoras de hongos van y forrajean el alimento apropiado para sus hongos. Las nuevas reinas que forrajean alimento fuera del nido empiezan su jardín en un lugar que no toca el suelo ni sus contaminantes. Entre las cultivadoras de hongos más primitivas, la nueva reina desprende sus alas. Luego de hacer su cavidad para el nido, coloca sus alas en el techo y une su hongo a éstas. Si sus alas se pierden o son retiradas por el investigador; ella limpia el suelo de raicillas que cuelgan del techo del jardín de su nido y une su hongo a estos, manteniendo el hongo alejado del suelo. En un grupo similar de cultivadoras de hongos, las nuevas reinas siempre establecen su hongo en este tipo de raicillas. Fernández está realizando experimentos para aprender cómo la contaminación se reduce al establecer el hongo en una plataforma que no toca el suelo. Sin embargo, una nueva arriera, *Atta*, nunca forrajea por el contrario, ella cria su primera camada de obreras metabolizando sus músculos de vuelo. Cierra la apertura de su nido y establece su hongo en el suelo del mismo; ¿es más factible que el suelo de un nido brinde contaminantes cuando las hormigas se están moviendo hacia dentro y fuera del nido?

A diferencia de las abejas, avispas y moscas de sierra, las hormigas tienen una glándula, llamada glándula metapleural. Si la abertura de esta glándula se cierra, la hormiga es más susceptible a contraer una enfermedad del hongo. ¿Secreta la glándula metapleural un tipo de desinfectante? Hermógenes Fernández encuentra que cuando se enfrentan a contaminantes potenciales, las hormigas transfieren activamente el producto de esta glándula a su jardín de hongos. Las hormigas pueden distinguir esporas de hongos potencialmente peligrosas de un polvo inocuo con granos de tamaño similar: la respuesta frente a contaminantes potenciales es discriminatoria.

La mayoría de las especies de árboles necesitan micorrizas, raicillas de hongos, para poder extraer nutrientes, especialmente fósforo, del suelo. En la Isla de Barro Colorado, la mayoría de las plantas utilizan hongos de micorrizas arbusculares (AMF, por sus siglas en inglés) para poder obtener nutrientes. Una especie de AMF puede infectar muchas especies de plantas. Veinte años atrás, solo cuatro especies de AMF eran conocidas en Barro Colorado y se creía que eran igualmente favorables para sus huéspedes en todos los ambientes. Ahora que Ahn-Heum Eom ha documentado más de 30 especies de AMF en Barro Colorado, es posible estudiar la comunidad de micorrizas. Eom mostró que cada planta atrae un espectro particular de especie de micorriza, característica de la especie de planta a la que pertenece y ocasionando que la comunidad de AMF varíe de una planta a otra.

Damond Kylo, a postdoctoral researcher at STRI, is using the pure, single-species cultures of AMF established by Ahn-Heum Eom to learn how different species of AMF affect their hosts. It is becoming clear that different species of mycorrhizae affect their hosts differently. Moreover, the mix of mycorrhizal species best for a host plant varies with environmental conditions. At different light levels, different species of AMF are best for the growth of pioneer seedlings, *Ochroma* and *Luehea*. Which set of AMF species is best for cacao plants, which can grow in deep shade, depends much less on light level. Growth of cacao seedlings, however, is not improved by adding mycorrhizae of any single species to an otherwise sterile soil: to increase these seedlings' growth rate, one must add a mix of different mycorrhizal species.

Mycorrhizae perform other services for their plants besides procuring their nutrients. A suitable mixture of mycorrhizal species not only enhances the growth of cacao seedlings, it defends these seedlings against pathogens. Damond Kylo finds that when leaves of cacao seedlings are sprayed with a fungus that attacks cacao leaves, the pathogen merely makes small spots on leaves of plants with a suitable mix of mycorrhizae, but it causes seedlings without mycorrhizae to lose all their leaves. Fertilizing non-mycorrhizal cacao seedlings before infecting their leaves with this fungal disease does not reduce leaf loss: it seems that mycorrhizae do something to enhance disease resistance besides improving nutritional status.

How do mycorrhizae move from one plant to another? Most AMF disperse from one plant to another when their hyphae reach a neighboring plant's root. Scott Mangan, a STRI predoctoral fellow from Indiana University, found that a few of the species in one genus of AMF fungus make structures, sporocarps, including spores and edible matter, that spiny rats and other rodents eat. These rodents disperse the AMF spores through their feces. Spiny rats tend to spend disproportionate amounts of time in treefall gaps: do they tend to concentrate the mycorrhizae they disperse in these gaps?

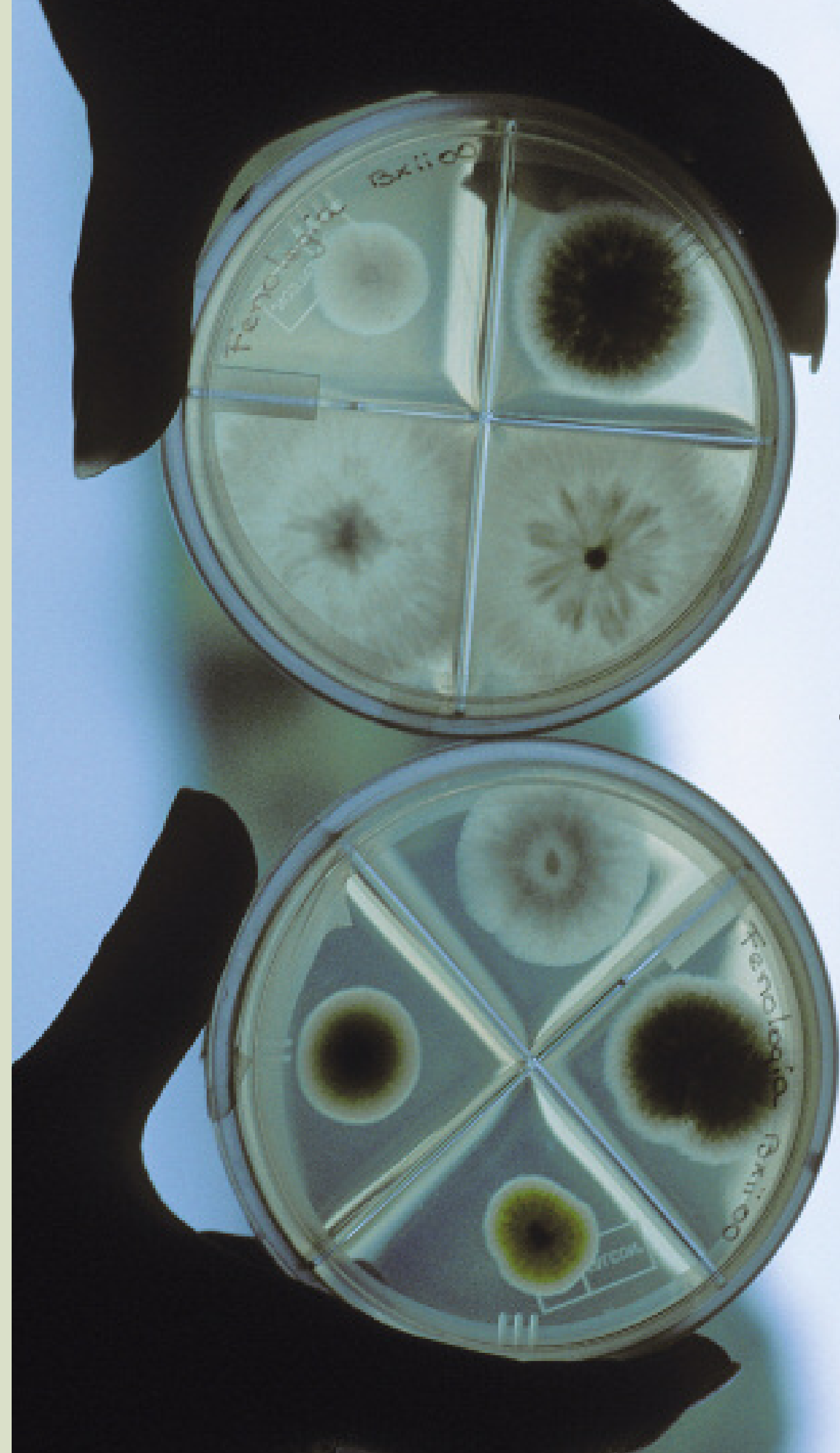
Preliminary work suggests that rodent-dispersed mycorrhizae are less favorable to the growth of shaded plants than are mycorrhizae of species dispersed only by root contact. On the other hand, rodent-dispersed AMF are just as helpful to well-lit plants as other kinds of mycorrhizae. Are rodent-dispersed AMF "designed" to be dispersed to light-demanding plants? These questions are receiving further study.

Damond Kylo, un investigador postdoctoral en STRI, está utilizando los cultivos puros de especies-únicas de AMF establecidas por Ahn-Heum Eom para investigar de qué manera las diferentes especies de AMF afectan a sus huéspedes. Es cada vez más claro que las diferentes especies de micorrizas afectan a sus huéspedes de manera diferente. Más aún, la mezcla de especies de micorrizas más beneficiosas para una planta huésped varía con las condiciones ambientales. A diferentes niveles de luz, diferentes especies de AMF son mejores para el crecimiento de semillas pioneras, *Ochroma* y *Luehea*. ¿Qué grupos de especies de AMF son mejores para las plantas de cacao? ¿cuáles pueden crecer en total sombra?, depende mucho menos de los niveles de luz. El crecimiento de las semillas de cacao, sin embargo, no mejora al agregar micorrizas de ningún tipo de especies a un suelo que de otra manera sería estéril: para aumentar el crecimiento de estas semillas, uno debe agregar una mezcla de diferentes especies de micorrizas.

Además de proveerles nutrientes, las micorrizas brindan otros servicios a sus plantas. Una mezcla apropiada de especies de micorrizas no solo mejora el crecimiento de las semillas de cacao, también defiende estas semillas contra patógenos. Damond Kylo encuentra que cuando se fumigan las semillas de cacao con el hongo que ataca las hojas de cacao, el patógeno simplemente hace pequeñas manchas en las hojas de las plantas con una mezcla apropiada de micorrizas, pero provoca que las semillas sin micorrizas pierdan todas sus hojas. La fertilización de las semillas de cacao sin micorrizas antes de infectar sus hojas con esta enfermedad de hongos no reduce la pérdida de hojas: parece que las micorrizas hacen algo para mejorar la resistencia a la enfermedad aparte de mejorar su estatus nutritivo.

¿Cómo se mueven las micorrizas de una planta a otra? La mayoría de las AMF se dispersan de una planta a otra cuando sus hifas alcanzan la raíz de la planta vecina. Scott Mangan, un becario predoctoral de STRI de la Universidad de Indiana, encontró que unas pocas especies en un género de hongo AMF fabrican estructuras, esporocarpos, esporas y materia comestible, que las ratas espinosas y otros roedores comen. Estos roedores dispersan las esporas de AMF a través de sus heces. Las ratas espinosas tienden a pasar un tiempo desproporcionado en los claros del bosque: ¿tienden a concentrar las micorrizas que dispersan en estos claros?

Trabajos preliminares sugieren que las micorrizas dispersadas por los roedores son menos favorables para el crecimiento de plantas que prosperan en la sombra que las micorrizas de especies dispersadas solo por el contacto con las raíces. Por otro lado, las AMF dispersadas por los roedores son tan útiles para las plantas que reciben buena cantidad de luz como para otros tipos de micorrizas. ¿Están las AMF dispersadas por los roedores "diseñadas" para ser dispersadas hacia plantas que requieren más luz? Estas preguntas están siendo estudiadas en mayor profundidad.



Cultures of fungi isolated from cacao, the tropical plant that is the source of chocolate. STRI scientist Edward Allen Herre's research group is investigating how fungi that live within the tissues of cacao may help protect the plant from disease.

(Photo: Christian Ziegler)

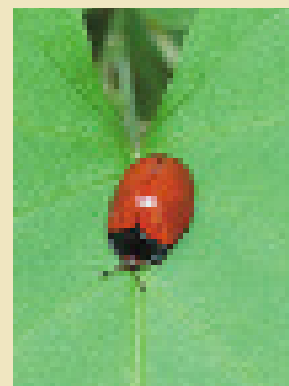
Cultivos de hongo aislados del cacao, la planta tropical que es la fuente del chocolate. El grupo de investigación del científico de STRI Edward Allen Herre está estudiando cómo el hongo que vive en los tejidos del cacao puede ayudar a proteger a la planta de las enfermedades.

(Foto: Christian Ziegler)

Many organisms are inhabited by microbes which produce effects on their hosts ranging from harmful, beneficial to no visible effect to their hosts, and sometimes harm them to ensure their own spread. The *Wolbachia* bacteria found in as many as 70% of insect species, ensures its spread by reducing the reproductive success of uninfected females in the host population and thereby opening the door to the spread of the infected segment of the population. Infected mothers pass along *Wolbachia* in nearly 100% of egg cells destined to produce offspring. New strains of *Wolbachia* often spread rapidly through a population, because uninfected females have far fewer offspring than infected females when mating with infected males. In Panama, the tortoise beetle *Chelymorpha alternans* is infected by two strains of *Wolbachia*. One occurs across the entire range of *Chelymorpha alternans* in Panama, while the other is absent from parts of central Panama. Gwen Keller, a STRI research associate, and Donald M. Windsor, of the STRI staff, study these beetles and their *Wolbachia* to learn whether the second strain is spreading or is being lost from parts of the beetle population.

The second strain of *Wolbachia* has not spread detectably since Keller and Windsor began their study five years ago. Female beetles in different regions infected by the second strain of *Wolbachia* infect different proportions of their offspring with the two strains. The reduction in fertility when a female lacking the second strain of *Wolbachia* mates with a male carrying it also varies greatly in different regions. This variation has apparently halted the spread of this second strain.

Indeed, neither strain of *Wolbachia* is a newcomer. When *Wolbachia* spreads rapidly through a population, the mitochondria of the first-infected female spreads with it, eliminating the other mitochondrial genotypes. Genetic variation in mitochondria of infected *Chelymorpha*, however, suggests that both strains appeared simultaneously in Panamanian *Chelymorpha* about 100,000 years ago.



Muchos organismos están habitados por microbios que producen efectos en sus huéspedes, que van desde dañinos a beneficiosos a los que producen un efecto no visible. La bacteria *Wolbachia* que se encuentra hasta en un 70% de las especies de insectos, garantiza su dispersión reduciendo el éxito reproductivo de hembras no infectadas de la población huésped y por consiguiente, abre la puerta para la dispersión del segmento infectado de la población. Las madres infectadas transmiten *Wolbachia* en casi el 100% de las células de los huevos destinados a producir descendencia. Las nuevas cepas de *Wolbachia* frecuentemente se dispersan rápidamente a través de una población, porque las hembras no infectadas tienen mucho menos descendencia que las hembras infectadas cuando se aparean con machos infectados. En Panamá, el escarabajo tortuga *Chelymorpha alternans* está infectado con dos cepas de *Wolbachia*. Una se da en toda la distribución de *Chelymorpha alternans* en Panamá, mientras que la otra está ausente de partes de Panamá central. Gwen Keller, una investigadora asociada de STRI, y Donald M. Windsor, del equipo científico de STRI, estudian estos escarabajos y sus *Wolbachia* para averiguar si la segunda cepa se está dispersando o si se está perdiendo en partes de la población del escarabajo.

La segunda cepa de *Wolbachia* no se ha dispersado de manera detectable desde que Keller y Windsor comenzaron su estudio cinco años atrás. Las hembras escarabajo infectadas con la segunda cepa de *Wolbachia* en distintas regiones infectan proporciones diferentes de su descendencia con las dos cepas. La reducción en fertilidad cuando una hembra libre de la segunda cepa de *Wolbachia* se aparea con un macho portador de ésta, también varía ampliamente en diferentes regiones. Aparentemente, ésta variación ha detenido la dispersión de esta segunda cepa.

Efectivamente, la ausencia de la cepa de *Wolbachia* es nueva. Cuando *Wolbachia* se dispersa rápidamente a través de una población, la mitocondria de la hembra recién infectada se dispersa con la misma, eliminando los otros genotipos mitocondriales. La variación genética en la mitocondria de *Chelymorpha* infectada, sin embargo, sugiere que ambas cepas aparecieron simultáneamente en la *Chelymorpha* panameña alrededor de 100,000 años atrás.



STRI scientist Donald M. Windsor examines a swarm of gregarious alticine beetles (*Macroaltica* sp.) on a *Gunnera* leaf in the Fortuna Forest Reserve, Chiriquí, Panama. Groups of beetles numbering in the hundreds or thousands often defoliate individual *Gunnera* plants.

(Photo: Marcos Guerra)

Opposite page: A tortoise beetle (*Chelymorpha alternans*), host of the intracellular bacteria, *Wolbachia*. Over 99% of individuals in 24 populations sampled across the length of Panama are infected by one or two strains of this cytoplasmically transmitted bacteria. If individuals infected by two different strains mate, the hatching percentage of the resulting eggs can be drastically reduced.

(Photo: Donald M. Windsor)

El científico de STRI Donald M. Windsor examina un enjambre de escarabajos gregarios (*Macroaltica* sp.) en una hoja *Gunnera* en la Reserva Forestal de Fortuna en Chiriquí, Panamá. Grupos de escarabajos de cientos o miles de individuos frecuentemente deshojan una planta individual de *Gunnera*.

(Foto: Marcos Guerra)

Página opuesta: Un escarabajo tortuga (*Chelymorpha alternans*), es el huésped de una bacteria intracelular, *Wolbachia*. Más del 99% de los individuos en 24 poblaciones muestreadas a lo largo de Panamá están infectados por una o dos cepas de esta bacteria que se transmite a través del citoplasma. Si los individuos infectados por dos cepas de esta bacteria se aparean, el porcentaje de sus nidadas se podrá ver drásticamente afectado.

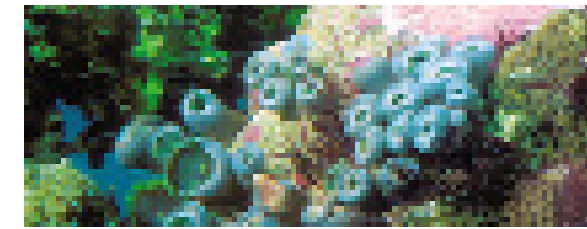
(Foto: Donald M. Windsor)

An ecosystem is an arena where different organisms compete for the resources to live and reproduce - but it is also a commonwealth where the relationships of interdependence among its members favor a high production of organic matter and provide livings for a remarkable diversity of plants and animals. Egbert G. Leigh, Jr., of the STRI staff, and Geerat Vermeij, of the University of California at Davis, argued that ecosystems are organized for high productivity and biotic diversity. Biotic diversity and ecosystem productivity have tended to increase ever since fossils appeared. Biotic crises, such as the great extinctions of dinosaurs, ammonites and the like when a small asteroid collided with the Yucatán 65 million years ago, depress both productivity and diversity, but only temporarily: they recover within a few million years.

Leigh and Vermeij argue that competition for the means to live is what has organized ecosystems for high productivity and diversity. According to Adam Smith, fair competition among human beings and human organizations favors a division of labor that allows more effective exploitation of resources, and new ways to cooperate to exploit resources, enhancing economic productivity and the diversity of ways to make a living. Organisms have employed technologies to exploit new resources, from photosynthesis onward, developed new ways of recycling others' wastes, from aerobic respiration onward, and evolved more efficient ways to tap inefficiently used resources. There is a powerful analogy between the development of human economies and the evolution of natural ecosystems.

Un ecosistema es un terreno donde diferentes organismos compiten por los recursos para vivir y reproducirse - pero también es una comunidad donde las relaciones de interdependencia entre sus miembros favorecen una alta producción de materia orgánica y brinda a los seres vivos una sorprendente diversidad de plantas y animales. Egbert G. Leigh Jr., del equipo científico de STRI, y Geerat Vermeij, de la Universidad de California en Davis, sostienen que los ecosistemas están organizados para la alta productividad y la diversidad biótica. La diversidad biótica y la productividad del ecosistema han tendido a crecer desde que los fósiles aparecieron. Las crisis bióticas, como las grandes extinciones de los dinosaurios, amonites y otros semejantes, cuando un pequeño asteroide colisionó con el Yucatán hace 65 millones de años, mermó tanto la productividad como la diversidad, pero solo temporalmente: se restablecieron en unos pocos millones de años.

Leigh y Vermeij sostienen que la competencia como medio para vivir es lo que ha organizado los ecosistemas para la alta productividad y la diversidad. De acuerdo a Adam Smith, la competencia leal entre los seres humanos y las organizaciones humanas favorece una división del trabajo que permite la explotación más efectiva de los recursos y nuevas maneras de cooperación para explotar los recursos, mejorando la productividad económica y la diversidad de nuevas formas de ganarse la vida. Los organismos han utilizado tecnologías para explotar nuevos recursos, desde la fotosíntesis en adelante, desarrollando nuevas formas de reciclar los desechos de otros, desde la respiración aeróbica en adelante, y lograron hacer evolucionar formas más eficientes de aprovechar los recursos utilizados ineficientemente. Hay una analogía poderosa entre el desarrollo de economías humanas y la evolución de los ecosistemas naturales.



Large economies allow a greater diversity of occupations to develop than smaller ones. The same is true of ecosystems. Moreover, small, isolated ecosystems are easily invaded. Shortly after 1950, 12 species of Polynesian reef fish, from about 10° north latitude, were introduced to Hawaii, at 20° north latitude. These fish were taken from Moorea, near Tahiti, and from the relatively isolated Marquesas. D. Ross Robertson, of the STRI staff, has visited Hawaii to learn what became of these introductions. Three species, two snappers and a grouper, have established themselves in their new habitat. These three species are among the four most common species of reef fish in Polynesia, and they are now among the most common species in Hawaii as well.

One of the introduced snappers has spread 2,000 km northwest to the oldest atolls in Hawaii, at 29° north latitude, where fish populations are much denser and include a far greater proportion of top predators; the grouper has spread half as far. The differences in the spread of the three introduced fishes seem governed more by their dispersal habits than by ecological opportunity. Robertson plans further work, to learn what role fish from the two sources, Moorea and the Marquesas, play in the genetics of today's populations, and how these fish have been affected by being shifted so far to the north.

Las economías grandes permiten el desarrollo de una mayor diversidad de ocupaciones que las pequeñas. Lo mismo es cierto sobre los ecosistemas. Más aún, los ecosistemas pequeños y aislados son fáciles de invadir. Muy poco después de 1950, 12 especies de peces de arrecife de la Polinesia, provenientes de 10° latitud norte, fueron introducidos en Hawai a 20° latitud norte. Estos peces fueron traídos de Moorea, próximos a Tahiti, y de las islas prácticamente aisladas de las Marquesas. D. Ross Robertson, del equipo científico de STRI, visitó Hawai para aprender qué sucedía con estas introducciones. Tres especies, dos pargos y un mero, se han establecido en su nuevo hábitat. Estas tres especies están entre las cuatro especies más comunes de peces de arrecife de la Polinesia, y ahora se encuentran entre las especies más comunes de Hawai también.

Uno de los pargos introducidos se ha dispersado 2,000 km al noroeste de los atolones más antiguos de Hawai a 29° latitud norte, donde las poblaciones de peces son mucho más densas e incluyen una proporción mucho mayor de depredadores superiores; el mero se ha dispersado la mitad de la distancia. Las diferencias en la dispersión de los tres peces introducidos parecen estar gobernadas más por sus hábitos de dispersión que por la oportunidad ecológica. Robertson planea desarrollar más trabajos para averiguar qué papel juega el pez proveniente de estas dos fuentes, Moorea y las Marquesas, en la genética de las poblaciones actuales y averiguar cómo estos peces han sido afectados por sus traslados tan al norte.



(Photos: Marcos Guerra)

“An ecosystem is an arena where different organisms compete for the resources to live and reproduce - but it is also a commonwealth where the relationships of interdependence among its members favor a high production of organic matter and provide livings for a remarkable diversity of plants and animals.”

“Un ecosistema es un terreno donde diferentes organismos compiten por los recursos para vivir y reproducirse - pero también es una comunidad donde las relaciones de interdependencia entre sus miembros favorecen una alta producción de materia orgánica y brinda a los seres vivos una sorprendente diversidad de plantas y animales.”



The convict tang (*Acanthurus triostegus triostegus*) is an Indo-Pacific species. It is found throughout the Tropical Eastern Pacific, but is especially common at the oceanic islands.
(Photo: D. Ross Robertson)

El cirujano barbero (*Acanthurus triostegus triostegus*) es una especie del Indo Pacífico. Se encuentra en todo el Pacífico Oriental Tropical, pero es particularmente común en las islas oceánicas.
(Foto: D. Ross Robertson)

BUILDING A NATURAL ECONOMY: THE SETTING

CONSTRUYENDO UNA ECONOMIA NATURAL: EL AMBIENTE

How is an ecological community organized? Trees compete for space in, and on, which to grow. A tree needs a place to stand, ground that can support a trunk that lifts its leaves to the sun without excessive risk of falling over. This ground, however, is also the soil from which trees draw water and nutrients. Soil has many contradictory properties. Soil must give trees a strong enough grip on earth that they do not fall over, yet it must be soft enough for tree roots to penetrate it and porous enough to let carbon dioxide out and oxygen in. Soil must hold water and mineral nutrients tightly enough that they do not drain or leach away, yet these substances must be available to tree roots. Research at STRI is focusing increasingly on soil.

¿Cómo se organiza una comunidad ecológica? Los árboles compiten por espacio en y sobre donde crecer. Un árbol necesita un lugar para erguirse, un terreno que pueda sostener un tronco que eleva sus hojas al sol sin riesgo excesivo de caerse. Este terreno, sin embargo, es también el suelo de donde los árboles obtienen agua y nutrientes. El suelo tiene muchas propiedades contradictorias. El suelo debe darle a los árboles un sostén lo suficientemente fuerte en la tierra para no caerse, pero también debe ser lo suficientemente suave para que las raíces del árbol lo puedan penetrar y lo suficientemente poroso para permitir la salida de dióxido de carbono y la entrada de oxígeno. El suelo deberá retener suficiente agua y nutrientes minerales para no secarse o lixiviarse. Sin embargo, estas sustancias deberán estar disponibles para las raíces de los árboles. La investigación en STRI se está concentrando con mayor intensidad en el estudio del suelo.

Robert Stallard, from the U.S. Geological Survey at Boulder, Colorado, samples water from Lutz Creek on Barro Colorado Island. The meteorology, hydrology, soils, and biogeochemical budget of this watershed have been monitored with ever-increasing sophistication since 1971. (Photo: Marcos Guerra)

Robert Stallard del U.S. Geological Survey en Boulder, Colorado, toma muestras de agua del arroyo Lutz en la Isla de Barro Colorado. La meteorología, hidrología, suelos y la acumulación de biogeoquímicos de este arroyo han sido monitoreados de forma cada vez más sofisticada desde 1971. (Foto: Marcos Guerra)





The first question is, how does water move through soil? Sarah Godsey, a STRI short-term fellow from the University of Colorado, measured soil permeability – the rate at which water infiltrates into dry soil – at various sites, at different depths, to learn how permeability depends on topography and soil depth. She also installed detectors of water flow on the soil surface, a process called overland flow, to record when and where the process occurs. These data allow her to judge how long it takes for rain to saturate the soil, and when a rainstorm will cause overland flow, either because the rain cannot infiltrate the soil fast enough or because the soil is saturated and has no room for this rainwater.

Robert Stallard, of the Water Resources Division of the U.S. Geological Survey at Boulder, Colorado, has completed a study of the water budget for Lutz catchment, a steep-sided ten-ha drainage basin near the laboratory clearing on Barro Colorado Island. This budget shows how runoff, and the suspended and dissolved soil matter it carries, varies with rainfall. Stallard can predict when rainfall will flow off overland, when it will flow underground, but near the soil surface, and when it will seep down to the mineral soil, where it will leave the catchment, often weeks or months later, as baseflow. Sarah Godsey's data on soil permeability played an essential role in sharpening the usefulness and the accuracy of his model.

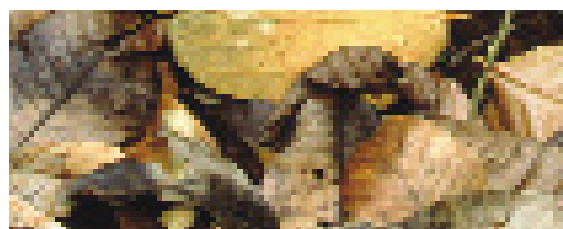
How much water a forest uses is often estimated by how much rain falls into a catchment, less the amount flowing out as runoff. In an average year, 2.6 tons of rain falls, and one ton of water runs off, per square meter of catchment, suggesting that a square meter of forest uses 1.6 tons of water per year. This estimate is only accurate, however, if no water leaves the catchment underground. To learn about underground water flow, Stallard and Godsey installed lysimeters, traps to measure the amount of water flowing through the soil, in both

La primera pregunta es: ¿cómo se mueve el agua a través del suelo? Sarah Godsey, una becaria a corto plazo de STRI de la Universidad de Colorado, midió la permeabilidad del suelo – la tasa con que el agua se infiltra en el suelo seco – en varios sitios, a profundidades diferentes, para aprender cómo la permeabilidad depende de la topografía y de la profundidad del suelo. También colocó detectores de flujo de agua en la superficie del suelo, un proceso conocido como flujo por tierra, para registrar cuándo y dónde ocurre el proceso, ya sea porque la lluvia no puede infiltrar el suelo lo suficientemente rápido o porque el suelo está saturado y no tiene lugar para esta agua de lluvia.

Robert Stallard, de la División de Recursos Hídricos del U.S. Geological Survey en Boulder, Colorado, ha completado un estudio sobre la acumulación de agua para el vertedero de Lutz, un área de drenaje con pendiente aguda de diez ha cerca del claro de bosque del laboratorio en la Isla de Barro Colorado. Esta acumulación muestra cómo el escurrimiento y la materia del suelo suspendido y disuelto que acarrea el agua varían con las lluvias. Stallard puede predecir cuándo la lluvia puede desbordarse sobre la tierra, cuándo fluirá subterráneamente pero próxima a la superficie del suelo y cuándo se infiltrará en el suelo mineral, dónde dejará el vertedero, semanas o meses después, como flujo de base. La información de Sarah Godsey sobre la permeabilidad del suelo jugó un papel esencial en afinar la utilidad y la precisión de este modelo.

La cantidad de agua que utiliza un bosque se estima frecuentemente a partir de cuánta lluvia cae en un vertedero, menos la cantidad que se va como escurrimiento. En un año promedio, caen 2.6 toneladas de lluvia y una tonelada de agua se escurre por cada metro cuadrado de vertedero, sugiriendo que un metro cuadrado de bosque utiliza 1.6 toneladas de agua por año. Sin embargo, esta estimación solo es precisa si toda el agua permanece en el vertedero subterráneo. Para investigar el flujo de agua subterráneo, Stallard y Godsey instalaron lisiómetros, trampas para medir la cantidad de agua que fluye a través del suelo, tanto en el vertedero de Lutz como en un vertedero mucho más nivelado, el vertedero de Conrad, en la meseta central de la Isla de Barro Colorado..

(Photos: Christian Ziegler)



Lutz catchment and a much more level catchment, Conrad catchment, on BCI's central plateau. Very little water flows deeply into the soil: soil water flow is reduced by half for each additional 15 cm deeper into the soil. The lysimeters suggest that little if any water leaves the forest underground. Yet only 0.7 tons of water per square meter of forest leaves Conrad catchment as runoff, compared to one ton at Lutz. Moreover, water seeps out to the roots of plants growing on the steep sides of BCI's plateau all during the dry season. This water must come from somewhere. We still have much to learn about the water budget of BCI's plateau.

The next question is what maintains a soil's fertility? To find out, S. Joseph Wright, of the STRI staff, established a 38-ha experimental tract in mature forest on Gigante, a mainland peninsula in the Barro Colorado Nature Monument. Wright identified all trees ≥ 20 cm trunk diameter on this tract. He laid out 36 40x40 m plots, one per hectare, in this tract, where all woody plants over one cm in stem diameter were mapped, marked and identified. These 36 plots were used for a fertilizer experiment: four were left as controls, and the other 32 were partitioned equally among eight fertilizer treatments: all possible combinations of the application of phosphorus, nitrogen and potassium, and an application of a variety of trace nutrients. How do these treatments affect soil fertility and the function of the forest? Various measures are being taken of the effect of fertilizer on the forest. Perhaps the most central measurement is of soil respiration, the rate at which the soil releases carbon dioxide. This rate measures the amount of fuel "burned" in underground activities such as the growth and maintenance of roots, mycorrhizae, and decomposers of dead matter. Diameter increase in tree trunks, seedling growth, litter fall (the leaves, twigs, flowers, fruit, and other material falling from the trees to the ground), the nutrient content of freshly fallen leaf litter, and the nutrient content of live leaves, are also being measured. Phosphorus content of the leaf litter increased by a third on plots fertilized by phosphorus, and potassium content of the leaf litter increased by over 40% on plots fertilized by nitrogen.

Muy poca agua fluye profundamente en el suelo: el flujo de agua en el suelo se reduce a la mitad por cada 15 cm adicionales de profundidad. Los lisiómetros sugieren que muy poca o casi nada de agua deja el subsuelo del bosque. Sólo 0.7 toneladas de agua por metro cuadrado de bosque abandonan el vertedero de Conrad como escurrimiento en comparación con una tonelada en Lutz. Más aún, el agua se filtra a las raíces de las plantas que crecen en las laderas empinadas de la meseta de la Isla de Barro Colorado durante toda la estación seca. Esta agua debe provenir de alguna parte. Aún tenemos mucho que aprender sobre la acumulación de agua en la meseta de la Isla de Barro Colorado.

La siguiente pregunta es: ¿qué es lo que mantiene la fertilidad del suelo? Para averiguar esto, S. Joseph Wright, del equipo científico de STRI, estableció un transecto experimental de 38 ha en un bosque maduro en Gigante, una península continental en el Monumento Natural de Barro Colorado. Wright identificó todos los árboles mayores o iguales a 20 cm de diámetro de tronco en este transecto. Colocó 36 parcelas de 40x40 m, uno por hectárea, en este transecto donde todas las plantas leñosas mayores a un cm de diámetro de tallo fueron mapeadas, marcadas e identificadas. Estas 36 parcelas fueron utilizadas en un experimento de fertilización: cuatro fueron usadas como controles y las otras 32 fueron divididas de igual manera entre los ocho tratamientos de fertilizantes: todas las combinaciones posibles de la aplicación de fósforo, nitrógeno y potasio y una aplicación de una variedad de nutrientes traza. ¿Cómo afectan estos tratamientos la fertilidad del suelo y la función del bosque? Se están tomando varias medidas sobre el efecto del fertilizante en el bosque. Tal vez, la medida más importante es la de la respiración del suelo, la tasa con la que el suelo libera dióxido de carbono. Esta tasa mide la cantidad de combustible "quemado" en actividades subterráneas tales como el crecimiento y el mantenimiento de las raíces, micorrizas y los descomponedores de materia muerta. También se están midiendo el aumento del diámetro en los troncos de árboles, el crecimiento de las plántulas, la hojarasca (hojas, ramas, flores, frutas y otros materiales que caen de los árboles al suelo), el contenido de nutrientes de la hojarasca fresca y el contenido de nutrientes de hojas vivas. El contenido de fósforo en la hojarasca aumentó en un tercio en parcelas fertilizadas con fósforo y el contenido de potasio de la hojarasca aumentó por encima del 40% en las parcelas fertilizadas con nitrógeno.

Michael Kaspari, of the University of Oklahoma, has asked how fertilization affects the micro-arthropods that live in the leaf litter. Although fertilization does not change the amount of litter falling or the thickness of the litter on fertilized plots, the changes fertilization induces in nutrient richness of the falling litter cause striking changes in the abundance and species composition of litter arthropods.

Emma Sayer, a graduate student at Cambridge University, is investigating the role of fallen litter in maintaining soil fertility. In the 1800's, German foresters learned that allowing people to remove litter from forests to use as fertilizer stunted forest growth. How does litter fall affect the function of tropical forests?

She is using 15 45x45 m plots in Wright's 38-ha experimental forest, which do not overlap the plots of Wright's fertilizer experiment. Each plot is surrounded by a trench 50 cm deep to keep roots of trees in the plot from leaving the plot. Each trench is lined with plastic, and refilled with dirt. Five plots were left as undisturbed controls, in another set of five all the litter is being raked off, and in the last set of five the raked litter is distributed evenly among them. Thus five plots have no litter, five a normal load, and five a double load. On the plots, she is measuring soil respiration, root growth, diameter growth in trees, and other aspects of soil quality and the nutrient status of trees.

Michael Kaspari, de la Universidad de Oklahoma, se ha preguntado cómo la fertilización afecta los microartrópodos que viven en la hojarasca. Aunque la fertilización no cambia la cantidad de hojarasca que cae o el espesor de la hojarasca en las parcelas fertilizadas, los cambios que la fertilización induce en el enriquecimiento de nutrientes de la hojarasca provoca cambios sorprendentes en la abundancia y composición de las especies de artrópodos de la hojarasca.

Emma Sayer, una estudiante de postgrado en la Universidad de Cambridge, está investigando el papel que la hojarasca cumple en el mantenimiento de la fertilidad del suelo. En 1800, los silvicultores alemanes aprendieron que permitir a las personas retirar la hojarasca de los bosques para usarla como fertilizador impidió el crecimiento del bosque. ¿Cómo afecta la hojarasca la función de los bosques tropicales?

Sayer está utilizando 15 parcelas de 45x45 m en el bosque experimental de 38 ha de Wright, que no se superponen con las parcelas del experimento de fertilizantes de Wright. Cada parcela está rodeada por una trinchera de 50 cm de profundidad para mantener las raíces de los árboles de la parcela dentro de la misma. Cada trinchera está forrada con plástico y rellena con tierra. Se dejaron cinco parcelas sin modificar como controles, en otras cinco se rastrilló toda la hojarasca, y en otras cinco la hojarasca rastrillada se distribuyó uniformemente. Por lo tanto, cinco parcelas no tienen hojarasca, cinco tienen una carga normal y cinco tienen una carga doble. Está midiendo la respiración del suelo, el crecimiento de las raíces, el crecimiento en diámetro de los árboles y otros aspectos de la calidad del suelo y el estatus de los nutrientes de los árboles en las parcelas.



Michael Kaspari, from the University of Oklahoma, uses a vacuum to collect army ants returning to the colony with their prey in order to study their diet.

(Photo: Christian Ziegler)

Michael Kaspari, de la Universidad de Oklahoma, emplea una aspiradora para coleccionar hormigas guerreras que regresan a la colonia con su presa con el fin de estudiar su dieta.

(Foto: Christian Ziegler)



Leaf litter, Barro Colorado Island.

(Foto: Christian Ziegler)

Opposite page: Emma Sayer, from Cambridge University, examines organic matter from the forest floor.

(Foto: Marcos Guerra)

Hojarasca, Isla de Barro Colorado.

(Foto: Christian Ziegler)

Página opuesta: Emma Sayer, de la Universidad de Cambridge, examina materia orgánica en el piso del suelo del bosque.

(Foto: Marcos Guerra)

Her treatments are already having an effect. Trees of two species are growing faster on plots with a double load of litter, and on plots with extra litter, roots are growing upward into the litter. Soil respiration is higher on plots stripped of their litter, as if plants on these plots must produce new roots to secure the nutrients they need. Finally, litter in small bags of fine mesh decays more slowly on raked plots than elsewhere.

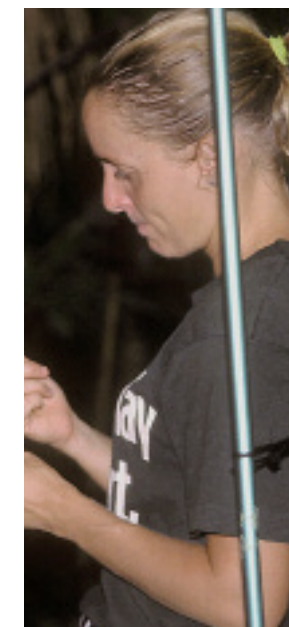
How is soil influenced by the microbes that live in it? Jennifer Rogers, of the University of Kansas, has found bacteria in groundwater that dissolve feldspars and other rocks to reach minute inclusions of phosphate. Normally, potassium feldspars are more stable than olivine, but when these bacteria are present, potassium feldspars containing 0.2% phosphate (P_2O_5) disappear rapidly, while phosphate-free olivine remains. Do such bacteria play a role in forming soil?

To answer these questions, she is studying the composition of the microbial community in relation to the availability of various nutrients at different depths in the soil of both forests and grasslands. She is inserting smorgasbords of little polished slabs of different types of rock up to 1 meter deep in the soil to learn which rock slabs are etched, and what microbes are doing the etching, at different depths in the soil.

Sus tratamientos ya han empezado a tener efecto. Los árboles de dos especies están creciendo más rápidamente en parcelas con una cantidad doble de hojarasca y en las parcelas con hojarasca adicional, las raíces están creciendo hacia arriba en la hojarasca. La respiración del suelo es mayor en predios donde se ha retirado la hojarasca, como si las plantas en estas parcelas debieran producir nuevas raíces para asegurar los nutrientes que necesitan. Finalmente, la hojarasca en pequeñas bolsas de malla fina se descompone más lentamente en parcelas que han sido rastrilladas que en cualquier otro lugar.

¿De qué manera influyen los microbios en el suelo en el que viven? Jennifer Rogers, de la Universidad de Kansas, ha encontrado bacterias en aguas subterráneas que disuelven los feldespastos y otras rocas para alcanzar inclusiones minúsculas de fósforo. Normalmente, los feldespastos de potasio son más estables que la olivina, pero cuando estas bacterias están presentes, los feldespastos de potasio que contienen 0.2% fósforo (P_2O_5) desaparecen rápidamente, mientras que la olivina libre de fósforo permanece. ¿Cumplen esas bacterias un papel en la formación del suelo?

Para responder estas interrogantes, Rogers está estudiando la composición de la comunidad microbiana en relación a la disponibilidad de varios nutrientes a diferentes profundidades en el suelo tanto en los bosques como en las praderas. Está insertando una variedad de pequeñas láminas de diferentes tipos de rocas hasta un metro de profundidad en el suelo para investigar qué láminas de roca están grabadas y qué microbios están haciendo el grabado en diferentes profundidades del suelo.



Most living things on this planet are guests of its green plants, and live on the resources these plants provide. How much vegetable matter is in the forest on Barro Colorado Island? How much vegetable matter does this forest produce each year? Jérôme Chave, of the Centre National de la Recherche Scientifique in Toulouse, and Richard Condit, of the STRI staff, estimated the total dry weight of the above-ground vegetable matter on Barro Colorado's 50-ha plot from the diameters, heights and wood densities of its trees and saplings, and the diameters of its lianas. The plot carried about 274 tons dry weight per hectare in the stems, branches, twigs and foliage of its trees and saplings; lianas added another seven tons/ha. This forest uses an average of 274 tons dry weight of wood to support the seven tons, which amounts to seven-ha, of leaves on a hectare.

On Barro Colorado's 50-ha plot, growing trees produced an average of 7.05 tons dry weight of wood per hectare per year between 1985 and 1990, when the forest was still recovering from the heavy mortality of trees ≥ 20 cm trunk diameter inflicted by the savage El Niño drought of 1982-83. The forest produced an average of 5.25 tons dry weight of wood per hectare per year between 1990 and 1995, and 5.92 tons per hectare per year between 1995 and 2000. This forest also produces about eight tons dry weight of leaves, a ton dry weight of flowers and fruit, and three to four tons dry weight of twigs and bark per hectare per year: this amounts to a total above-ground production of a bit less than 20 tons dry weight of vegetable matter per hectare per year.

Casi todos los seres vivos en este planeta son huéspedes de las plantas verdes y viven de los recursos que estas plantas brindan. ¿Cuánta materia vegetal hay en el bosque de la Isla de Barro Colorado? ¿Cuánta materia vegetal produce este bosque cada año? Jérôme Chave, del Centro Nacional de la Investigación Científica en Toulouse, y Richard Condit, del equipo científico de STRI, estimaron el peso total en seco de la materia vegetal sobre el terreno en la parcela de 50 ha de Barro Colorado, a partir de los diámetros, alturas y densidades de sus árboles y árboles jóvenes y diámetros de sus lianas. La parcela contiene alrededor de 274 toneladas de peso seco por ha en los tallos, ramas, ramitas y follaje de sus árboles y árboles jóvenes por ha; las lianas sumaron otras siete toneladas/ha. Este bosque usa un promedio de 274 toneladas peso en seco de madera para sustentar las siete toneladas, que equivalen a siete ha de hojas en una hectárea.

En la parcela de 50 ha de Barro Colorado, los árboles en crecimiento produjeron un promedio de 7.05 toneladas en peso seco de madera por ha por año entre 1985 y 1990. Esta cifra se alcanzó cuando el bosque aún se estaba recuperando de la alta mortalidad de árboles de diámetro mayor o igual a 20 cm, infligido por la sequía brutal de El Niño en 1982-1983. El bosque produjo un promedio de 5.25 toneladas en peso seco de madera por ha por año entre 1990 y 1995 y 5.92 toneladas por ha por año entre 1995 y 2000. Este bosque también produjo alrededor de ocho toneladas en peso seco de hojas, una toneladas en peso seco de flores y frutas y de tres a cuatro toneladas en peso seco de ramitas y corteza por ha por año: esto suma un total de producción sobre el terreno de un poco menos de 20 toneladas en peso seco de materia vegetal por ha por año.



The liana *Aristolochia gigantea* in bloom on Barro Colorado Island.
(Photo: Christian Ziegler)

La liana *Aristolochia gigantea* florecida en la Isla de Barro Colorado.
(Foto: Christian Ziegler)

Passionflower *Passiflora* sp.
(Photo: Marcos Guerra)

La pasionaria *Passiflora* sp.
(Foto: Marcos Guerra)



“Most living things on this planet are guests of its green plants, and live on the resources these plants provide.”

“Casi todos los seres vivos en este planeta son huéspedes de las plantas verdes y viven de los recursos que estas plantas brindan.”



A forest stream on Barro Colorado Island.

(Photo: Christian Ziegler)

Opposite page: STRI scientist Richard Condit (first from the right) leads a session of the CTFS Analytical Workshop held in September, 2003 in Petersham, Massachusetts.

(Photo: Christopher Willis)

Un arroyo en el bosque en la Isla de Barro Colorado.

(Foto: Christian Ziegler)

Página opuesta: El científico de STRI Richard Condit (el primero de la derecha) lidera la sesión del Taller Analítico de CTFS realizado en septiembre de 2003 en Petersham, Massachusetts.

(Foto: Christopher Willis)



Richard Condit, of the STRI staff, is comparing tree mortality on Barro Colorado with tree mortality in dry forest at Cocoli, near Panama's Pacific coast, and in wetter forest at Sherman, near Panama's Caribbean coast. Mortality of trees five cm dbh is lowest, 1.5% per year, at Cocoli, whereas it is 2% per year at BCI and Sherman.

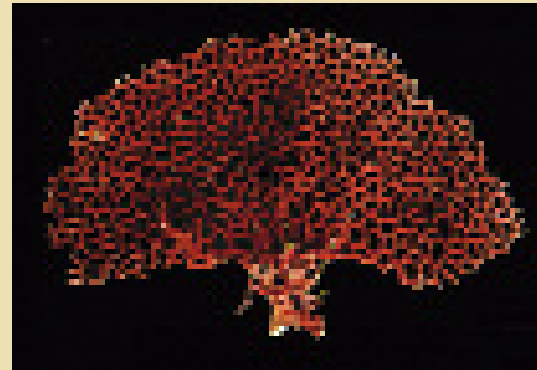
Condit also finds that light is one of the factors that limit tree growth. In 1997 an El Niño brought dry, sunny weather to Panamá. The 1997 El Niño was not dry enough to increase tree mortality, but the increased insolation increased tree growth rates all across the isthmus.

On the other hand, Chave and Condit find no evidence that carbon dioxide levels in the atmosphere limit BCI's wood production. There has been no tendency on BCI for wood production to increase during the last 15 years, nor has the high carbon dioxide level of recent years caused a significant imbalance between wood production and the loss of wood from damage to and mortality of trees.

Richard Condit, del equipo científico de STRI, está comparando la mortalidad de árboles en Barro Colorado con la mortalidad de árboles en el bosque seco en Cocolí, cerca de la costa Pacífica de Panamá y en un bosque más húmedo en Sherman, cerca de la costa del Caribe panameño. La mortalidad de los árboles de a cinco cm diámetro a la altura del pecho (dbh por sus siglas en inglés) es menor, 1.5% por año, en Cocolí, mientras que en BCI y en Sherman es de 2% por año.

Condit también encuentra que la luz es uno de los factores que limita el crecimiento de los árboles. En 1997, una sequía de El Niño causó un clima seco y soleado en Panamá. El Niño de 1997 no fue lo suficientemente seco como para aumentar la mortalidad de árboles, pero un aumento en la insolación aumentó las tasas de crecimiento de los árboles en todo el istmo.

Por otro lado, Chave y Condit no encuentran evidencia alguna de que los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera limiten la producción de madera en BCI. No ha habido ninguna tendencia para que la producción de madera aumente durante los últimos 15 años en BCI ni tampoco para que los altos niveles de dióxido de carbono de los años recientes ocasionen un desequilibrio significativo entre la producción de madera y la pérdida de madera debido al daño o mortalidad de los árboles.



We still do not know where all Panama's coral reefs are. In surveying the waters surrounding Coiba National Park, the largest island of Panama's Pacific coast, Héctor M. Guzmán, of the STRI staff, found 1,700 ha of coral reefs and coral communities. This is ten times the area of coral reefs previously thought to exist there, and one of the largest coral reefs known from the Pacific coast of Central America.

Learning who populates different ecological communities is a never-ending job. Rachel Collin, of the STRI staff, assembled an array of taxonomic specialists to collect and identify the various kinds of invertebrates that live near STRI's marine station in Bocas del Toro. Several more such taxonomic convocations are needed to finish this job. Meanwhile, Odalisca Breedy, of the University of Costa Rica, and Héctor M. Guzmán completed a major review of the taxonomy for the octocoral fauna of the genus *Pacifigorgia*, recognizing 18 valid species. Further surveys on the Pacific side of Costa Rica and Panama revealed 13 species described as new to science.

Aún no sabemos dónde se encuentran todos los arrecifes de coral de Panamá. Realizando prospecciones en las aguas alrededor del Parque Nacional Coiba, la isla más grande de la costa Pacífica de Panamá, Héctor M. Guzmán, del equipo científico de STRI, encontró 1,700 ha de arrecifes de coral y comunidades coralinas. Esta es diez veces mayor que el área de arrecifes de coral que se pensaba existía allí y es uno de los arrecifes de coral más grandes conocidos en la costa Pacífica de América Central.

Aprender sobre quiénes habitan las diferentes comunidades ecológicas es un trabajo inacabable. Rachel Collin, del equipo científico de STRI, reunió un grupo diverso de especialistas taxonómicos para coleccionar e identificar los diferentes tipos de invertebrados que habitan cerca de la estación marina de Bocas del Toro. Se necesitan varias convocatorias taxonómicas más para completar el trabajo. Mientras tanto, Odalisca Breedy, de la Universidad de Costa Rica, y Héctor M. Guzmán completaron una revisión muy importante sobre la taxonomía para la fauna octocoral del género *Pacifigorgia*, identificando 18 especies válidas. Otras prospecciones en el lado del Pacífico de Costa Rica y Panamá revelaron 13 especies descritas como nuevas para la ciencia.



Coibita Island, STRI's research facility in Coiba National Park in the Gulf of Chiriquí, Panama.

(Photo: Marcos Guerra)

Opposite page: Pacific octocoral *Pacifigorgia tupperi*, found in the Murciélagos Archipelago of Costa Rica. Researchers Odalisca Breedy of the University of Costa Rica and STRI scientist Héctor M. Guzmán named this species after Mark Tupper in recognition of his interest in the development of marine science in the tropics.

(Photo: Héctor M. Guzmán)

La Isla de Coibita, la instalación de investigación de STRI en el Parque Nacional Coiba en el Golfo de Chiriquí, Panamá.

(Foto: Marcos Guerra)

Página opuesta: Octocoral Pacífico *Pacifigorgia tupperi*, hallado en el Archipiélago Murciélagos de Costa Rica. Los investigadores Odalisca Breedy de la Universidad de Costa Rica y el científico de STRI Héctor M. Guzmán bautizaron esta especie en honor a Mark Tupper en reconocimiento por su interés en el desarrollo de la ciencia marina en los trópicos.

(Foto: Héctor M. Guzmán)



Jacalyn Giacalone Willis, visiting scientist from Montclair State University, photographs a three-toed sloth on Barro Colorado Island.
(Photo: Marcos Guerra)

Jacalyn Giacalone Willis, científica visitante de la Universidad Estatal de Montclair, fotografía un perezoso de tres dedos en la Isla de Barro Colorado.
(Foto: Marcos Guerra)

Mammals are considered a relatively well-known group of animals, and Barro Colorado is considered a rather well-known place, yet our knowledge of what mammal species are present on Barro Colorado is still expanding. To monitor what mammals are present, Jacalyn Giacalone Willis of Montclair State University has scattered tripwire cameras over BCI. In the last two years, these cameras have photographed a jaguarundi and a margay, showing that Barro Colorado is visited, if not inhabited, by five kinds of cats (pumas, ocelots and jaguars being the other three). In the course of his ocelot studies, Ricardo Moreno, of the University of Panama, has seen a night monkey, previously considered extinct from the island, and his assistant Paula Capece has seen a grison, a species first seen on BCI a year earlier by Franz Kuemmeth, of Cornell University. By extending a solid wall of mistnets from the ground 40 m up to the canopy, Fani Wetterich of the University of Ulm found two new species of bats flying in the forest canopy, a vampire bat, *Diaemus youngi*, that only takes blood from birds, and the insectivorous bat *Eumops hansae*. Barro Colorado's bat list has thereby been extended to 72 species.

As mammal work on BCI has been revived, rare animals are also being resighted and located. A tripwire camera of Jacalyn Giacalone Willis located near a cove which had been a favorite haunt of tapirs shows that it still is. In a few days, the camera photographed four tapirs; one adult male, one adult female, one two-year-old, and one baby. Indeed, her cameras have photographed tapirs all over the island, but, unlike ocelots with their unique spot patterns, different tapirs cannot be reliably distinguished, so we do not know how many tapirs live on BCI. The students Wendy Miles of Evergreen State University and Randall Moore from Auburn University recently saw at least six manatees in one cove on BCI, when boating around the island on their day off. Sabine Spehn, a graduate student at Germany's University of Ulm, netted a *Vampyrum spectrum* very close to BCI's laboratory clearing, and radiotracked it to a roost on the other side of BCI that had four other bats of its species. The carnivorous *Vampyrum spectrum*, at 175 g, is the largest Neotropical bat. On BCI, it had been sighted or netted about five times in the last 30 years.

Los mamíferos se consideran un grupo relativamente bien estudiado de animales y Barro Colorado es considerado un lugar ampliamente conocido, sin embargo, nuestro conocimiento sobre qué especies de mamíferos están presentes en Barro Colorado continúa expandiéndose. Para monitorear qué mamíferos están presentes, Jacalyn Giacalone Willis, de la Universidad Estatal de Montclair, ha distribuido cámaras a control remoto en BCI. En los últimos dos años, estas cámaras han fotografiado un jaguarundi y un margay, mostrando que Barro Colorado es visitado, si no habitado, por cinco tipos de gatos (pumas, ocelotes y jaguares siendo los otros tres). En el curso de sus estudios sobre ocelotes, Ricardo Moreno, de la Universidad de Panamá, ha visto a un mono nocturno, el cual se consideraba previamente extinto en la isla y su asistente Paula Capece ha visto un hurón, una especie que fue vista por primera vez en BCI por Franz Kuemmeth de la Universidad de Cornell un año antes. Colocando una pared sólida de redes de malla fina desde el suelo 40 m hasta el dosel, Fani Wetterich, de la Universidad de Ulm, encontró dos nuevas especies de murciélagos volando en el dosel del bosque, un murciélago vampiro, *Diaemus youngi*, que solo se alimenta de sangre de pájaros y el murciélago insectívoro *Eumops hansae*. La lista de murciélagos de Barro Colorado se ha extendido a 72 especies.

Como el trabajo sobre mamíferos en BCI se ha revitalizado, los animales raros vuelven a ser vistos y localizados. Una cámara a control remoto de Jacalyn Giacalone Willis, ubicada cerca de una ensenada que había sido la guarida preferida de los tapires muestra que continúa siendo así. En pocos días, la cámara fotografió a cuatro tapires; un macho adulto, una hembra adulta, uno de dos años de edad y un bebé. Efectivamente, su cámara ha fotografiado tapires en toda la isla pero a diferencia de los ocelotes que tienen un patrón de manchas distintivas, los diferentes tapires no pueden ser identificados con certeza, por lo que no sabemos cuántos tapires viven en BCI. Los estudiantes Wendy Miles de la Universidad Estatal de Evergreen y Randall Moore de la Universidad de Auburn, recientemente vieron por lo menos seis manatíes en una ensenada en BCI, cuando navegaban en un bote alrededor de la isla en su día libre. Sabine Spehn, una estudiante de postgrado de la Universidad de Ulm en Alemania, atrapó en una red a un *Vampyrum spectrum* muy próximo a un claro en el bosque cerca del laboratorio de BCI y lo rastreó por radio hasta su refugio al otro lado de BCI, en donde habían otros cuatro murciélagos de esta especie. El *Vampyrum spectrum* carnívoro, de 175 g, es el murciélago neotropical más grande. En BCI, habían sido vistos o atrapados mediante redes alrededor de cinco veces en los últimos 30 años.



Christoph Meyer and Moritz Weinbeer, of the University of Ulm, have studied an eight-gram leaf-nosed bat, *Macrophyllum macrophyllum*, of the family Phyllostomidae. This bat had been thought rare, because it rarely appeared in nets, but a group of 50 roosts near the laboratory clearing. *Macrophyllum* hunts only over water, taking insects from the water surface. They eat large numbers of the moth *Parapoynx*, whose caterpillars live on the waterweed *Hydrilla*. Some of these bats commute several kilometers from their roost to their feeding area.

Most leaf-nosed bats search for fruit or insects in vegetation, and use relatively quiet but high-pitched echolocation calls, listening for their echoes as pilots use radar, to navigate. Moritz Weinbeer has shown that *Macrophyllum* only detect items that break the water surface, and these bats find their food exclusively by echolocation. Their echolocation calls, like those of other bats that hawk insects in flight and unlike those of any other leaf-nosed bat, are loud, and they are crowded together in a "terminal buzz" as they home in on their prey. *Macrophyllum*'s echolocation calls reflect its manner of hunting, not its ancestry: a bat's echolocation calls are adapted to its way of life.

Elisabeth K. V. Kalko of the STRI staff and Anne Marie Surlykke of Denmark's University of Odense are studying the echolocation calls of the fishing bat *Noctilio leporinus*. Like *Macrophyllum*, this *Noctilio* usually hunts over water, but it sometimes hawks flying insects above the laboratory buildings.

Christoph Meyer y Moritz Weinbeer, de la Universidad de Ulm, han estudiado un murciélago de ocho gramos con nariz en forma de hoja, *Macrophyllum macrophyllum*, de la familia Phyllostomidae. Este murciélago se consideraba muy raro porque pocas veces aparecía en las redes, excepto en un grupo de 50 refugios próximos a un claro en el bosque cerca del laboratorio. *Macrophyllum* caza sobre el agua, recogiendo insectos de la superficie del agua. Come grandes cantidades de polillas *Parapoynx*, cuyas orugas viven en la hierba acuática *Hydrilla*. Algunos de estos murciélagos viajan muchos kilómetros desde su refugio a sus áreas de alimentación.

La mayoría de los murciélagos de nariz en forma de hoja buscan frutas o insectos en la vegetación y emplean llamados de ecolocación relativamente silenciosos pero agudos, escuchando sus ecos como los pilotos usan el radar para navegar. Moritz Weinbeer ha demostrado que *Macrophyllum* sólo detecta cosas que rompen en la superficie del agua y estos murciélagos encuentran su alimento exclusivamente por ecolocaciones. Sus llamados por ecolocación, como los de otros murciélagos que atacan insectos en vuelo y a diferencia de otros murciélagos con nariz en forma de hoja, son ruidosos y se agrupan en una "terminal de zumbidos" mientras se dirigen hacia su presa. Los llamados de ecolocación de *Macrophyllum* reflejan su manera de cazar, no su herencia: los llamados de ecolocación de un murciélago están adaptados a su modo de vida.

Elisabeth K. V. Kalko, del equipo científico de STRI, y Anne Marie Surlykke de la Universidad danesa de Odense, están estudiando los llamados de ecolocación del murciélago pescador *Noctilio leporinus*. Al igual que *Macrophyllum*, este *Noctilio* generalmente caza sobre el agua pero a veces ataca insectos que vuelan sobre los edificios del laboratorio.



Dina Dechmann gives sugar water to a captured nectar-feeding bat (*Glossophaga soracina*). Opposite page: STRI staff scientist Elisabeth K.V. Kalko examines the image of a captive bat taken by a hyper-sensitive infrared camera.

(Photos: Christian Ziegler)

Dina Dechmann ofrece agua azucarada a un murciélago (*Glossophaga soracina*) recientemente capturado, el cual se alimenta de néctar. Página opuesta: La científica de STRI Elisabeth K.V. Kalko examina la imagen de un murciélago cautivo tomado con una cámara infrarroja hipersensible.

(Foto: Christian Ziegler)

Sabine Spehn from the universities of Ulm and Tübingen in Germany, releases a large bat of the genus *Artibeus*. These fruit-eaters are among the most abundant seed dispersers on Barro Colorado Island, and include a wide range of figs in their diets.

(Photo: Christian Ziegler)

La científica visitante Sabine Spehn de las universidades de Ulm y Tübingen en Alemania, libera un murciélago del género *Artibeus*. Estos murciélagos se alimentan de frutas y son uno de los dispersadores de semillas más abundantes en la Isla de Barro Colorado. Los mismos incluyen en sus dietas una amplia variedad de especies de higueros.

(Foto: Christian Ziegler)



They are taking three-dimensional multiframe pictures, a series of flash exposures on the same film, synchronized with a set of three recording ultrasound microphones to estimate the absolute sound pressure levels of the calls of oncoming bats attracted by mealworms. These calls are as noisy as an adjacent jet plane starting its engines, 135 db. Bats avoid being deafened by their own calls by shutting their ears when calling. These bats use the muscle contractions involved in flying to make their loud calls. Bats face a trade-off between the ability of high-pitched calls to locate prey precisely and the longer range of lower-pitched calls: because of their high pitch, the loud calls of *Noctilio* can only locate prey within five meters.

Another group of students from the University of Ulm has focused on *Micronycteris microtus*, a six-gram leaf-nosed bat that gleans large insects from foliage. These bats find their insects in the forest, but bring their prey under a stairway of a laboratory residence to eat them, where their activities may be seen and filmed.

Margaretha Kalka's films showed that these bats eat 60-80% of their weight in insects each night. Their diet includes hairy caterpillars, dragonflies, large spiders, cockroaches, katydids, cicadas and flightless phasmids. These bats discard the gut contents of herbivorous insects, squeezing them out like toothpaste from a tube.

Ulrike Schweiger, also of the University of Ulm, marked these bats and found that the same group returns to the stairway with their prey, night after night, month after month. Finally, Katja Wallmeyer and Markus van de Sand, of the University of Ulm, are radiotracking these bats. Each adult bat may range over only one hectare of forest to find its food; in August and September, subadults fly very little, although they can do so. Wallmeyer and van de Sand have also filmed the bats at the feeding roost, and find that in August and September, as young bats attain their mothers' size, they no longer receive milk: instead, a mother brings its young insect prey, which it grabs quite aggressively.

Están tomando fotos tridimensionales de flashes múltiples, una serie de exposiciones de flash en la misma película, sincronizadas con una serie de tres micrófonos de grabaciones de ultrasonido para estimar los niveles absolutos de la presión del sonido que emiten los llamados de murciélagos que son atraídos por los gusanos de la harina. Estos llamados son tan ruidosos como un avión jet encendiendo sus motores, 135 db. Los murciélagos evitan quedar sordos por sus propios llamados cerrando sus oídos cuando hacen el llamado. Estos murciélagos usan las contracciones de un músculo involucrado en el vuelo para realizar estos llamados ruidosos. Los murciélagos enfrentan la decisión de usar la habilidad de efectuar llamados agudos para localizar la presa con precisión o realizar llamados dentro del ámbito más largo de llamados más bajos: debido a su gran agudez, los llamados ruidosos de *Noctilio* solo pueden localizar presas en un ámbito de cinco metros.

Otro grupo de estudiantes de la Universidad de Ulm se ha concentrado en *Micronycteris microtus*, un murciélago de seis gramos con nariz en forma de hoja que divisa grandes insectos desde el follaje. Estos murciélagos encuentran sus insectos en el bosque, pero traen a su presa y la comen debajo de una escalera de la residencia del laboratorio, donde sus actividades pueden ser vistas y filmadas.

Las películas de Margaretha Kalka mostraron que estos murciélagos comen entre el 60-80% de su peso en insectos cada noche. Su dieta incluye orugas peludas, libélulas, grandes arañas, cucarachas, saltamontes, chicharras y fásmidos. Estos murciélagos desechan los contenidos de las tripas de los insectos herbívoros, apretándolos como un tubo de pasta de dientes.

Ulrike Schweiger, también de la Universidad de Ulm, marcó estos murciélagos y encontró que el mismo grupo vuelve a la escalera con su presa, noche tras noche, mes tras mes. Finalmente, Katja Wallmeyer y Markus van de Sand, de la Universidad de Ulm, están rastreando con radio estos murciélagos. Cada murciélago adulto puede abarcar únicamente una ha de bosque para encontrar su alimento; en agosto y septiembre, los subadultos vuelan muy poco, si acaso pueden hacerlo. Wallmeyer y van de Sand también han filmado los murciélagos en sus refugios de alimentación y encontraron que en agosto y septiembre, cuando los murciélagos jóvenes adquieren el tamaño de su madre, no reciben más leche: por el contrario, la madre trae presas de insectos a sus jóvenes quienes las atrapan con bastante agresividad.

Barro Colorado has many species of army ants. Scott Powell, a STRI predoctoral fellow from the University of Bristol, has been comparing the diets of five species of army ants that forage where they can be seen. The forest on Barro Colorado offers army ants a variety of ways of making a living, and each of these five species makes its living in a different way, eating quite different sets of prey. Half the diet of *Eciton burchelli* consists of ants of the genus *Camponotus* that live in trees: the army ants act as if they can smell which trees have *Camponotus*, and swarm up only those trees where *Camponotus* reside. The other half of their diet is the ant brood and other insects and spiders they catch when swarming over the forest floor. *Eciton dulcius* eats large predatory ants, ponerines, of which 80% are of the genus *Odontomachus*. *Eciton mexicanum*, a smaller army ant than *E. dulcius*, eats small ponerine ants, but also catches the large *Ectatomma tuberculatum*. A third of *Eciton hamatum*'s diet is provided by the small colonies of the leaf-cutter ant *Acromyrmex*: *E. hamatum* also eats formicine ants, and raids wasp nests to take their brood, which biologists in the laboratory clearing find a very salutary characteristic. *Labidus predator*, which spends more time underground than the *Eciton*, has the most generalized diet. *Labidus* eat many isopods and spiders, and small ants of the leaf litter. They are also the only army ant to prey on animals other than arthropods: they eat some earthworms.

Barro Colorado tiene muchas especies de hormigas guerreras. Scott Powell, un becario predoctoral de STRI de la Universidad de Bristol, ha estado comparando las dietas de cinco especies de hormigas guerreras que forrajean donde pueden ser vistas. El bosque de Barro Colorado ofrece a las hormigas guerreras una variedad de formas de ganarse la vida y cada una de estas cinco especies hace su vida de una manera diferente, comiendo distintos conjuntos de presas. La mitad de la dieta de *Eciton burchelli* consiste en hormigas del género *Camponotus* que viven en árboles: las hormigas guerreras actúan como si pudieran olfatear qué árboles tienen *Camponotus* y se trepan sólo en aquellos árboles donde reside *Camponotus*. La otra mitad de su dieta es la progenie y otros insectos y arañas que atrapan cuando trepan sobre el piso del bosque. *Eciton dulcius* come grandes hormigas depredadoras, ponerines, de las cuales el 80% son del género *Odontomachus*. *Eciton mexicanum*, una hormiga guerrera más pequeña que *E. dulcius*, come hormigas ponerine, pero también atrapa las grandes *Ectatomma tuberculatum*. Una tercera parte de la dieta de *Eciton hamatum* es provista por las pequeñas colonias de arrieras *Acromyrmex*. *E. hamatum* también come hormigas formicine y hace redadas en nidos de avispas para tomar su progenie, que los biólogos en el claro del bosque próximo al laboratorio, encuentran una característica muy saludable. *Labidus predator* que pasa más tiempo bajo tierra que *Eciton*, tiene la dieta más generalizada. *Labidus* come muchos isópodos y arañas y pequeñas hormigas de la hojarasca. También son las únicas hormigas guerreras que se alimentan de otros animales además de artrópodos: comen algunos gusanos de tierra.

A bivouac, or temporary nest, of the army ant *Eciton hamatum*.

(Photo: Christian Ziegler)

Un vivac o nido temporario de la hormiga guerrera *Eciton hamatum*.

(Foto: Christian Ziegler)

MAINTAINING THE BALANCE OF NATURE IN TROPICAL FOREST

MANTENIENDO EL EQUILIBRIO DE LA NATURALEZA EN EL BOSQUE TROPICAL

In North America, killing off wolves and predatory cats has allowed deer to multiply. These deer are inexorably changing the species composition of North America's forests. What role do predatory cats play on Barro Colorado?

Jacalyn Giacalone Willis, of Montclair State University, and Ricardo Moreno, of the University of Panama, are using automatic cameras to monitor the activities of predatory cats on Barro Colorado. Pumas have been photographed on BCI every year since 2000. Different ocelots can be told apart by the spots on their fur. At least 25 different ocelots were photographed on BCI in 2001, 27 in 2002, and 23 in the first half of 2003. An ocelot kills 350 kg of prey per year, so, all together; BCI's ocelots must kill eight to ten tons of prey, mostly mammals, each year. Barro Colorado supports about 70 tons of mammals: each year, ocelots consume a substantial proportion of this.

En Norteamérica, la matanza de lobos y gatos depredadores ha permitido que los ciervos se multipliquen. Estos ciervos están cambiando inexorablemente la composición de las especies en los bosques de Norteamérica. ¿Qué papel juegan los gatos depredadores en Barro Colorado?

Jacalyn Giacalone Willis, de la Universidad Estatal de Montclair y Ricardo Moreno, de la Universidad de Panamá, están utilizando cámaras automáticas para monitorear las actividades de los gatos depredadores en Barro Colorado. Los pumas han sido fotografiados en BCI todos los años desde el 2000. Se pueden distinguir los diferentes ocelotes por las manchas en su pelo. Por lo menos 25 ocelotes fueron fotografiados en BCI en 2001, 27 en 2002 y 23 en la primera mitad de 2003. Un ocelote mata 350 kg de presas por año, por lo que en su conjunto, en BCI los ocelotes deben matar entre ocho a diez toneladas de presas, en su mayoría mamíferos, cada año. Barro Colorado mantiene alrededor de 70 toneladas de mamíferos: cada año, los ocelotes consumen una proporción sustancial de esta cantidad.

Ricardo Moreno, STRI, uses an antenna to gather data on ocelots wearing telemetry transmitters on Barro Colorado Island.

(Photo: Christian Ziegler)

Ricardo Moreno, STRI, utiliza una antena para recoger información sobre los ocelotes que portan radiotransmisores en la Isla de Barro Colorado.

(Foto: Christian Ziegler)



A margay (*Felis wiedii*), which along with the jaguar, puma, ocelot, and jaguarundi, is one of five species of cats found on Barro Colorado Island. Intensive studies on BCI are illuminating the role these predators, in particular pumas and ocelots, play in forest ecology.

(Photo: Christian Ziegler)

Un margay (*Felis wiedii*), el cual junto con el jaguar, puma, ocelote y jaguarundi, es una de las cinco especies de gatos que habitan en la Isla de Barro Colorado. Estudios intensos en BCI están arrojando luz sobre el rol que juegan estos predadores, en particular, los pumas y ocelotes en la ecología forestal.

(Foto: Christian Ziegler)



Ricardo Moreno, of the University of Panama, has inferred the diets of BCI's predatory cats from their scats. These cats eat a wide variety of animals, including many that live in trees. Between 1999 and 2003 he found 81 puma scats. Agouti remains appeared in 22 of them, collared peccary in 11, two-toed sloths in 11, deer in ten, pacas in ten, and white-faced monkeys in six. Between 1999 and 2002, Moreno also found 190 ocelot scats. Sloth remains appeared in 43 of these, agoutis in 42, spiny rats in 40, small rodents in 25, iguanas in 20, and white-faced monkeys in 13. Ocelots eat more iguanas, snakes and lizards in the dry season. Big male ocelots occasionally eat peccaries and deer, which females and subadults of their species leave alone. On the whole, pumas eat bigger prey than ocelots do, as one might expect.

Ricardo Moreno and Roland Kays, of the New York State Museum, are radiotracking ocelots on BCI. Since 2001, they have captured and radiocollared 11 animals, including two large adult males, two young adult males, two subadult males, three adult females, one of whom was quite old, one young adult female and one subadult female. Most of these ocelots are nocturnal; one subadult, an unsuccessful hunter, is also active in the daytime. Big adult males have home ranges of five to seven km², and may walk up to four km in a night; adult females have home ranges of one to 2.5 km². Two subadult males had one km² home ranges that fit within the 2.5 km² home range of their mother. Ocelots sometimes move between BCI and the mainland: one ocelot collared on the island died on the mainland.

Ricardo Moreno, de la Universidad de Panamá, ha inferido la dieta de los gatos depredadores de BCI a partir de sus heces. Estos gatos comen una gran variedad de animales incluyendo muchos que viven en los árboles. Entre 1999 y 2003 encontró 81 heces de puma. Los restos de agutí aparecieron en 22 de ellos, los pecaríes de cuello blanco en 11, osos perezosos de dos pezuñas en 11, ciervos en diez, pacas en diez y monos cara blanca en seis. Entre 1999 y 2000, Moreno también encontró 190 heces de ocelotes. Los restos de osos perezosos aparecieron en 43 de estos, agutís en 42, ratas espinosas en 40, pequeños roedores en 25, iguanas en 20 y monos cara blanca en 13. Los ocelotes comen más iguanas, víboras y lagartijas en la época seca. Los ocelotes machos de gran tamaño ocasionalmente comen pecaríes y ciervos los que usualmente las hembras y subadultos de su especie ignoran. En términos generales, los pumas comen presas de mayor tamaño que los ocelotes, como uno esperaría.

Ricardo Moreno y Roland Kays, del Museo Estatal de Nueva York, están rastreando por radio a los ocelotes de BCI. Desde 2001, han capturado y colocado collares con transmisores en 11 animales, incluyendo dos machos adultos de gran tamaño, dos machos adultos jóvenes, dos machos subadultos, tres hembras adultas, una de las cuales era muy vieja, una hembra joven adulta y una hembra subadulta. La mayoría de estos ocelotes son nocturnos; un subadulto, cazador sin éxito, es también activo durante el día. Los machos adultos de gran tamaño tienen rangos de distribución entre cinco y siete km² y pueden caminar hasta cuatro km en una noche; las hembras adultas tienen rangos de distribución entre uno y 2.5 km². Dos machos subadultos tenían rangos de distribución de un km² que coinciden con el rango de distribución de 2.5 km² de su madre. Los ocelotes a veces se mueven entre BCI y tierra firme: un ocelote con un collar transmisor proveniente de la isla murió en tierra firme.

A V O I D I N G
H E R B I V O R E S A N D
P R E D A T O R S

E V I T A N D O A L O S
H E R B I V O R O S Y A
L O S D E P R E D A D O R E S

Escaping being eaten by others is a major problem for tropical plants and animals, and not the least for caterpillars, which are food favored by many animals. Most moths of the family Pyralidae have watery green caterpillars that live in rolled or folded-over leaves. Annette Aiello, of the STRI staff, finds, however, that the caterpillars of two species of pyralids live in silk webbing underneath leaves, and suspend strings of fecal pellets from the leaf. These "fecal stalactites" appear to serve as landmarks for the rapid location of holes in the leaf, through which the caterpillar escapes to the upper surface when threatened. Both species eat by scraping the undersides of their leaves. One species scatters additional fecal pellets in its silk webbing, creating a screen behind which it is camouflaged. Both species pupate in the webbing they have constructed beneath the leaf.

Escapar de ser comido por otros es un problema importante para las plantas tropicales y los animales, principalmente para las orugas que son la comida preferida de muchos animales. La mayoría de las polillas de la familia Pyralidae tienen orugas de color verde acuoso y viven enrolladas en o encima de las hojas. Annette Aiello, del equipo científico de STRI, encuentra, sin embargo, que las orugas de las dos especies de pyralids viven en telas sedosas debajo de las hojas y suspenden cuerdas de pelotitas fecales de las hojas. Estas "estalactitas fecales" parecen servir como marcas para la ubicación rápida de hoyos en una hoja, a través de los cuales, la oruga se escapa a la superficie de la hoja cuando se encuentra amenazada. Ambas especies se alimentan raspando los lados de abajo de sus hojas. Una especie distribuye pelotitas fecales adicionales en su tela sedosa, creando una pantalla detrás de la cual se camufla. Ambas especies se convierten en pupas en un tejido que han construido debajo de la hoja.



STRI staff entomologist Annette Aiello, who studies caterpillar behavior and life histories of Panamanian moths and butterflies, shows the differences in wing pattern between male and female *Morpho* butterflies (*Morpho peleides*, Nymphalidae).

(Photo: Gian Montúfar)

La entomóloga de STRI Annette Aiello, quien estudia el comportamiento de las orugas y la historia natural de mariposas panameñas, muestra las diferencias en el patrón de las alas entre hembras y machos de las mariposas *Morfo* (*Morpho peleides*, Nymphalidae).

(Foto: Gian Montúfar)

What were the stages by which the land bridge between the Americas developed? Michael Kirby, a STRI postdoctoral fellow, is taking advantage of new excavations along the Panama Canal to reconstruct the history of the area during the last twenty million years. He has found horses, one-ton rhinoceroses, and primitive ungulates, *Oreodon*, all animals of North American origin, in early Miocene deposits (the Cucaracha formation). Were these animals able to walk to Panama over dry land so long ago, or were they the lucky ones that managed to cross water barriers? Further study should reveal whether Panama had a fully representative selection of North American mammal groups, or if many groups characteristic of mainland North America were "filtered out," presumably by water barriers.

The early Miocene deposits of Panama contain pollen that suggests a forest full of genera familiar from the moist tropical forests of today, and Miocene Panama was thought therefore to have a rainforest climate. Kirby, however, finds horizons of limestone nodules in the early Miocene fossil soils of Panama, which indicate surprisingly dry conditions. Did most tropical tree genera of the early Miocene have dry forest representatives, as is the case today?

The ecological communities we see today differ, not only from those which occupied their place when glaciers had spread far from the poles, but from any community alive then. How can we reconstruct past vegetation, or the crops which human beings used and the animals they hunted many thousands of years ago?

Georges Pearson, a STRI postdoctoral fellow, excavated a site in Azuero and found mastodons, two kinds of giant sloths (*Eremotherium* and *Glossotherium*) and a giant turtle. These animals lived in a swamp in Panama's Azuero Peninsula about 35,000 years ago. Many think that the Pleistocene "megafauna" was restricted to drier forests, thorn scrub, and savanna. Was this true in Panama? If not, how did these large animals affect the forest?

¿Cuáles fueron las etapas que dieron origen al puente de tierra entre las Américas? Michael Kirby, un becario postdoctoral de STRI, está aprovechando las nuevas excavaciones a lo largo del Canal de Panamá para reconstruir la historia del área durante los últimos 20 millones de años. Ha encontrado caballos, rinocerontes de una tonelada y ungulados primitivos, *Oreodon*, todos animales provenientes de Norteamérica, en los depósitos del Mioceno temprano (la formación Cucaracha). ¿Podían estos animales caminar sobre tierra firme tanto tiempo atrás o fueron los afortunados que lograron cruzar las barreras de agua? Estudios posteriores deberán revelar si Panamá tuvo una selección representativa completa de los grupos de mamíferos de Norteamérica o si muchos grupos característicos de tierra firme de Norteamérica "quedaron rezagados" probablemente por las barreras de agua.

Los depósitos del Mioceno temprano de Panamá contienen polen que sugiere la existencia de un bosque con especies del género semejante a los bosques tropicales húmedos de hoy día, por lo que se pensaba que el Mioceno de Panamá había tenido un clima tropical. Kirby, encuentra, sin embargo, horizontes de nódulos de caliza en los suelos fosilizados del Mioceno temprano de Panamá, los cuales indican sorprendentemente la existencia de condiciones secas. ¿Tuvieron la mayor parte de los géneros de árboles tropicales del Mioceno temprano representantes del bosque seco, como es el caso hoy en día?

Las comunidades ecológicas que observamos en el presente difieren no solo de las que ocuparon su lugar cuando se esparcieron los glaciares lejos de los polos sino también de cualquier comunidad viva en ese entonces. ¿Cómo podemos reconstruir la vegetación pasada o los cultivos que los seres humanos utilizaron y los animales que cazaron cientos de miles de años atrás?

Georges Pearson, un becario postdoctoral de STRI, excavó un sitio en Azuero y encontró mastodontes, dos tipos de milodontes gigantes (*Eremotherium* y *Glossotherium*) y una tortuga gigante. Estos animales vivieron en un pantano en la Península de Azuero de Panamá alrededor de 35,000 años atrás. Muchos piensan que la "megafauna" Pleistocénica se restringía a bosques secos, matorrales espinosos y savanas. ¿Era así en Panamá? Si no, ¿cómo afectaron estos enormes animales el bosque?



Georges Pearson, from the University of Kansas, uses a sieve to collect archaeological remains from Cueva de los Vampiros, on Panama's central Pacific coast.

(Photo: Marcos Guerra)

Inset: A stone "fish-tail" projectile point from Cueva de los Vampiros, carbon-dated to between about 11,500-9000 years ago. This is the first time one of these well-known artifacts, used in South America to hunt extinct animals such as giant ground sloths, has been found in an excavation in Central America.


(Photo: Georges Pearson)

Georges Pearson, de la Universidad de Kansas, usa una zaranda para coleccionar restos arqueológicos de la Cueva de los Vampiros en la costa Pacífica central de Panamá.

(Foto: Marcos Guerra)

Recuadro: Una punta de proyectil de cola de pescado de la Cueva de los Vampiros, datada por radiocarbono entre 11,500-9,000 años. Esta es la primera vez que unos de estos artefactos tan conocidos, utilizados en Sudamérica para cazar fauna extinta como los perezosos gigantes, ha sido hallado en una excavación en Centroamérica.

(Foto: Georges Pearson)



Richard G. Cooke excavates at the Cueva de los Vampiros. The layers in the wall of the excavation record settlements made between 2,300 and 1,500 years ago by pottery-using people who smoked fish at the site. Beneath these, archaeologists found stone tools used between 11,500 and 7,000 years ago, when the sea was farther from the site than it is today.

(Photo: Marcos Guerra)

Richard G. Cooke excava en la Cueva de los Vampiros. Los niveles en la pared de la excavación registran asentamientos humanos entre 2,300 y 1,500 años que usaba tuestos y ahumaban pescado en este lugar. Por debajo de estos asentamientos, los arqueólogos encontraron herramientas líticas usadas entre 11,500 y 7,000 años atrás, cuando el mar se encontraba más alejado del sitio que hoy día.

(Foto: Marcos Guerra)

Richard G. Cooke, of the STRI staff, and Georges Pearson, now of the University of Kansas, have re-excavated the rockshelter at Cueva de los Vampiros. They have found Paleoindian artefacts, including a fluted point, between 11,500 and 9000 radiocarbon years old, near the end of the last glacial period. They have been unable to find evidence of what these first settlers were eating, so they are excavating another rockshelter close by.

Richard G. Cooke, del equipo científico de STRI, y Georges Pearson, actualmente de la Universidad de Kansas, han vuelto a excavar un abrigo rocoso en la Cueva de los Vampiros. Encontraron artefactos Paleoindios, entre ellos una punta acanalada, fechada por radiocarbono entre 11,500 y 9,000 años cerca del final del último período glacial. No han podido encontrar evidencia sobre qué alimentos consumían estos primeros habitantes, por lo que están excavando otro abrigo rocoso en las proximidades.

Human beings first evolved in the tropics. How have they coped with the challenges of life in tropical habitats? How do relationships between people change as societies become more highly organized? Scientists at STRI have long been interested in the pre-Columbian colonization of the Isthmus of Panama, the origin and development of tropical agriculture, and the organization of tropical societies in all parts of the world.

Fernando Santos-Granero has assembled material for a book on slavery, servitude and vassalage among indigenous peoples in tropical America, ranging from Florida and the Antilles to eastern Bolivia and the Gran Chaco.

Central to his study is the question of whether slavery existed in pre-Columbian tropical America. In ancient Europe, and especially in colonial America, slaves were chattels that could be bought and sold; they were central to the economy of their masters' society; and their status was transmissible.

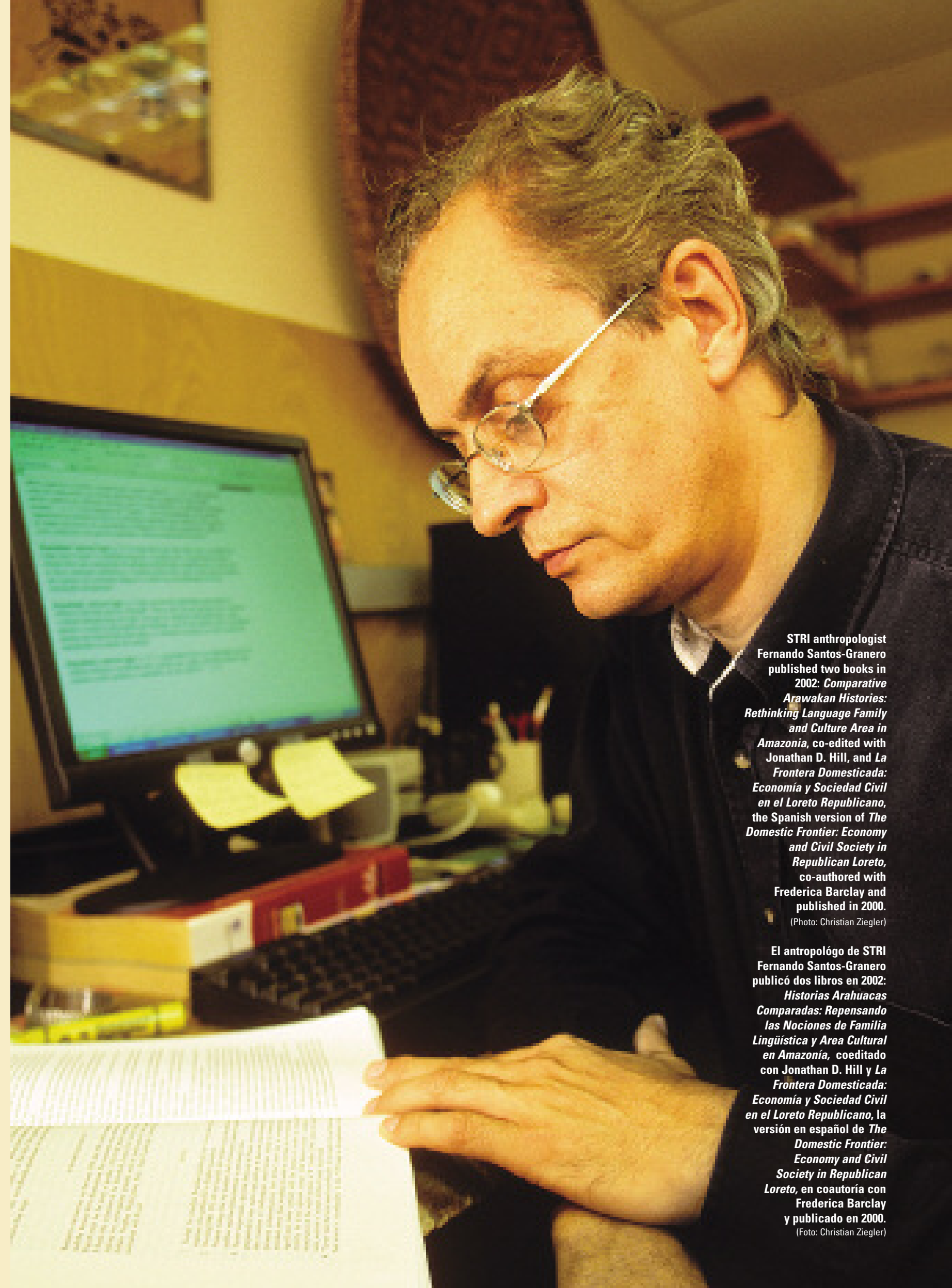
In the pre-Columbian Neotropics slavery did not have these characteristics. Slaves were mostly people captured in war, but whereas in some societies they could be traded, in others this was unthinkable. Although slaves worked for their masters, performing agricultural tasks and providing domestic services, they did not free their masters from production. Slaves were generally well treated but their status was marked by outward signs and by the prohibition of participating in communal ceremonies. Sometimes war captives were integrated into their master's society through marriage or adoption, but this was not always so. Additionally, male slaves might fight alongside their masters in raiding parties and earn their freedom thereby if they showed conspicuous courage. The children of slaves usually became members of their masters' society, but in conflicts with members of their master's society their inferior origin was often recalled.

Los seres humanos evolucionaron primero en los trópicos. ¿Cómo hicieron frente a los desafíos de la vida en los hábitats tropicales? ¿Cómo cambian las relaciones entre las personas a medida que las sociedades se vuelven más organizadas? Los científicos de STRI han estado interesados durante mucho tiempo en la colonización precolombina del Istmo de Panamá, el origen y desarrollo de la agricultura tropical y la organización de las sociedades tropicales en todas partes del mundo.

Fernando Santos-Granero ha reunido material para un libro sobre la esclavitud, la servidumbre y el vasallaje entre los pueblos indígenas en la América tropical, desde la Florida y las Antillas hasta el este de Bolivia y el Gran Chaco.

Un aspecto central de su estudio es la pregunta de si la esclavitud existió en la América precolombina tropical. En la Europa antigua y especialmente en la América colonial, los esclavos eran bienes muebles que podían ser comprados o vendidos; eran centrales para la economía de la sociedad de sus amos; y su estatus era transmisible.

En los Neotrópicos precolombinos, la esclavitud no tuvo estas características. Los esclavos eran personas en su mayoría capturados en guerras y mientras que en algunas sociedades podían ser intercambiados, en otras esto era impensable. Si bien los esclavos trabajaban para sus amos brindando servicios domésticos, no liberaban a sus amos de la producción. Los esclavos eran tratados generalmente bien pero su estatus estaba marcado por signos exteriores y por la prohibición de participar en ceremonias comunales. A veces los cautivos eran integrados en la sociedad de su amo a través del matrimonio o la adopción, pero este no era siempre el caso. Incluso, los esclavos masculinos podían luchar junto con sus amos en grupos de redadas y ganar su libertad en consecuencia si demostraban un coraje conspicuo. Los hijos de los esclavos usualmente se convertían en miembros de la sociedad de sus amos, pero en conflictos con miembros de la sociedad de su amo su origen inferior era frecuentemente recordado.



STRI anthropologist Fernando Santos-Granero published two books in 2002: *Comparative Arawakan Histories: Rethinking Language Family and Culture Area in Amazonia*, co-edited with Jonathan D. Hill, and *La Frontera Domesticada: Economía y Sociedad Civil en el Loreto Republicano*, the Spanish version of *The Domestic Frontier: Economy and Civil Society in Republican Loreto*, co-authored with Frederica Barclay and published in 2000.

(Photo: Christian Ziegler)

El antropólogo de STRI Fernando Santos-Granero publicó dos libros en 2002: *Historias Arahauacas Comparadas: Repensando las Nociones de Familia Lingüística y Area Cultural en Amazonia*, coeditado con Jonathan D. Hill y *La Frontera Domesticada: Economía y Sociedad Civil en el Loreto Republicano*, la versión en español de *The Domestic Frontier: Economy and Civil Society in Republican Loreto*, en coautoría con Frederica Barclay y publicado en 2000.

(Foto: Christian Ziegler)

Slavery was only one among several modes of servitude existent in the pre-Columbian Neotropics. In some places, warlike peoples subjected by force and incorporated into their society enemy local groups as servant groups, similar to Sparta's helots. In yet other places, a tribe might submit to warlike neighbors as vassals, offering tribute in goods and domestic service in return for protection against raids by other peoples.

The main reason for possessing slaves and servants and imposing vassalage was not economic necessity or advantage. Rather, slavery, servitude and vassalage were means by which powerful leaders and warriors increased the human resources and life forces at their disposition thus obtaining prestige for themselves and their societies.

In 2001, Richard G. Cooke, of the STRI staff, completed a ten years' excavation at Cerro Juan Díaz, on the Río La Villa, not far from the Pacific coast in west central Panama. The excavation was designed to learn about the resources used for food and clothing, trade relationships, mortuary customs, and the nature of social hierarchy in this region. He is now analyzing the collections and assembling the results for publication.

Looking after ancestors seems to have been a major preoccupation at Cerro Juan Díaz. There was an impressive array of methods for preparing the dead, but no sign of the very rich and elaborate burials characteristic of a contemporary site, Sitio Conte, 30 km to the north.

La esclavitud era solo una de las formas de servidumbre existentes en los Neotrópicos precolombinos. En algunos lugares, los pueblos guerreros sometían a la fuerza e incorporaban a su sociedad a grupos locales enemigos como grupos de servidumbre, similares a los ilotas espartanos. En otros lugares, una tribu podía someterse a sus vecinos guerreros como vasallos, ofreciéndoles tributo en mercancías y servicio doméstico a cambio de protección contra las redadas de otros pueblos.

La razón principal para poseer esclavos y sirvientes e imponer el vasallaje no era la necesidad o ventaja económica. Por el contrario, la esclavitud, la servidumbre y el vasallaje eran medios a través de los cuales los líderes poderosos y los guerreros aumentaban los recursos humanos y las fuerzas de vida a su disponibilidad, obteniendo de esta manera, prestigio para sí mismos y sus sociedades.

En 2001, Richard G. Cooke, del equipo científico de STRI, completó diez años de excavaciones en Cerro Juan Díaz, sobre el Río La Villa, próximo a la costa del Pacífico en el centro oeste de Panamá. La excavación fue diseñada para investigar los recursos que utilizaron como alimento y ropas, relaciones de intercambio, prácticas mortuarias y la naturaleza de la jerarquía social en la región. Ahora está analizando las colecciones y reuniendo los resultados para su publicación.

El cuidado de los ancestros parece haber sido una de las preocupaciones más importantes en Cerro Juan Díaz. Había una variedad impactante de métodos para preparar a los muertos pero ninguna señal de las características mortuarias elaboradas y ricas de un sitio contemporáneo, sitio Conte, 30 km al norte.

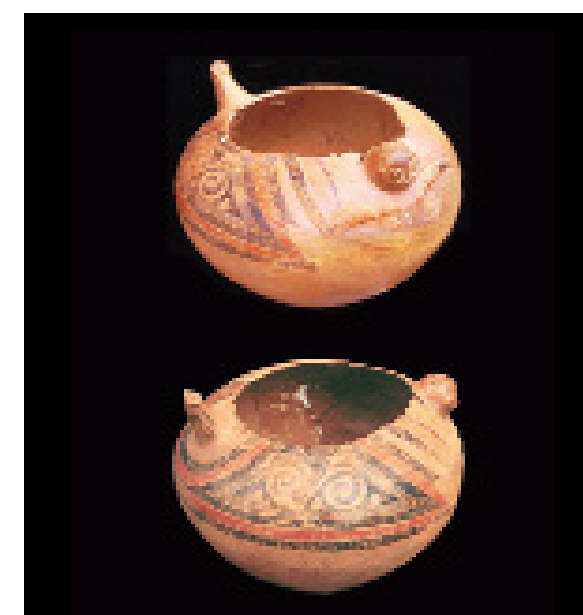


Indeed, although the settlement at Cerro Juan Díaz covered over 200 ha, there is no sign of the magnificence associated with a chief's capital. Ilean Isaza, a graduate student from Boston University, surveyed the surface of the Río La Villa valley for artefacts, and found that the entire valley was occupied in pre-Columbian times. Indeed, upriver from Cerro Juan Díaz were two other settlements at least as large. Neither of these, however, appears to be a capital either.

The Spanish who invaded Panama in the early 16th century described hundreds of small, populous and mutually antagonistic territories that they called *cacicazgos* (chiefdoms). Archaeologists, however, have found very few sites like Sitio Conte with especially rich burials, stone pavements and columned ceremonial precincts. Cooke's and Isaza's research raises questions about the structure of regional hierarchies. Rather than being the seat of a single chief and his entourage, it seems that sites like Sitio Conte were reserved for the burial of socially prominent males from several or many different chiefdoms that perhaps laid claim to a common ancestry and cultural heritage, just as Delphi long served as the ceremonial oracle for the many warring states of ancient Greece.

Aunque el asentamiento de Cerro Juan Díaz cubrió un área de 200 ha, no hay ninguna señal de la magnificencia asociada con la capital de un cacique. Ilean Isaza, una estudiante de postgrado en la Universidad de Boston, prospectó la superficie del valle del Río La Villa en busca de artefactos y encontró que todo el valle estuvo ocupado en tiempos precolombinos. Río arriba desde Cerro Juan Díaz había otros dos asentamientos al menos tan grandes como este. Sin embargo, ninguno de estos dos asentamientos parece haber sido una capital.

Los españoles que invadieron Panamá a principios del siglo XVI describieron cientos de pequeños y poblados territorios mutuamente antagónicos que llamaron *cacicazgos*. Los arqueólogos, sin embargo, han encontrado muy pocos sitios como Sitio Conte con enterramientos especialmente ricos, pavimentos de piedra y precintos ceremoniales con columnas. Las investigaciones de Cooke e Isaza cuestionan la estructura de las jerarquías regionales. En vez de haber sido el sitio de un solo cacique y su séquito, parece que los sitios como sitio Conte fueron reservados para enterrar a los hombres socialmente prominentes de varios o muchos cacicazgos diferentes que tal vez reclamaban una herencia común y un patrimonio cultural común, así como Delphi sirvió durante mucho tiempo como un oráculo ceremonial para los estados guerreros de la antigua Grecia.



(Photos: Richard G. Cooke)

As populations and business enterprises multiply, the tropical forest is being cleared by fire, chainsaw and bulldozer. William F. Laurance, of the STRI staff, estimates that nearly 26,000 km² of forest was cleared in the Brazilian Amazon, not counting forest disturbed in other ways such as logging, in 2002: this was the second worst year ever. The tempo of deforestation in the Brazilian Amazon has been increasing since 1990, thanks in part to a soybean boom. Brazilian farmers are responding to the demand for soybeans that have not been genetically engineered, so drier forest is being cleared for soybeans, and roads are being cut through wetter forest to transport these soybeans towards their markets.

One consequence of human activity is the fragmentation of the forest. Laurance is using data from the Biological Dynamics of Forest Fragments Project in Amazonia to assess the impact of fragmentation on forest communities. Thanks largely to the efforts of Susan Laurance, postdoctoral researcher at STRI, and her team over 95% of the trees ten cm in diameter in the 66 ha of forest plots from this project have been identified to species. One can now assess how tree diversity and species composition are changing in forest fragments of various sizes. William F. Laurance and Egbert G. Leigh, Jr., of the STRI staff, are applying Stephen P. Hubbell's neutral model of forest dynamics to discern which of these changes is significant.

When the Chagres River was dammed to form the central portion of the Panama Canal, the resulting Gatun Lake isolated numerous forested islands from the mainland. Randall Moore, a graduate student at Auburn University, has tested the ability of birds of many species to fly 100 meters over water without falling. Those bird species that cannot fly 100 meters over water are absent from the smaller islands on Gatun Lake. These islands have few species of birds in part because many bird species cannot reach them.

A medida que las poblaciones y las empresas se multiplican, el bosque tropical está siendo arrasado por el fuego, las sierras y las máquinas excavadoras. William F. Laurance, del equipo científico de STRI, estima que aproximadamente 26,000 km² de bosque se quemaron en la Amazonia brasileña, sin incluir el bosque que se destruye de otras formas, como por ejemplo, la tala. La destrucción en el año 2002 fue la peor por segundo año consecutivo. El ritmo de la deforestación en la Amazonia brasileña ha aumentado desde 1990, gracias en parte al auge de la soya. Los agricultores brasileños están respondiendo a esta demanda por soya que no ha sido modificada genéticamente y en consecuencia, el bosque seco se está talando para cultivar soya y el bosque húmedo se está atravesando con carreteras para transportar esta soya hacia sus mercados.

Una de las consecuencias de la actividad humana es la fragmentación del bosque. Laurance está empleando datos del Proyecto de Dinámicas de Fragmentos de Bosque Tropical en la Amazonia para evaluar el impacto de la fragmentación de las comunidades de bosques. Gracias a los esfuerzos de Susan Laurance, investigadora postdoctoral en STRI, y su equipo, más del 95% de los árboles con un diámetro mayor o igual a diez cm en las 66 ha de parcelas de bosque de este proyecto, han sido identificados hasta el nivel de especie. Ahora podemos evaluar cómo la diversidad de árboles y la composición de especies están cambiando en los fragmentos de bosque de varios tamaños. William F. Laurance y Egbert G. Leigh Jr., del equipo científico de STRI, están aplicando el modelo neutral de dinámicas forestales de Stephen P. Hubbell para discernir cuales de estos cambios son significativos.

Cuando se construyó una represa en el río Chagres para formar la porción central del Canal de Panamá, el Lago Gatún resultante aisló numerosas islas forestadas del continente. Randall Moore, un estudiante de postgrado de la Universidad de Auburn, ha examinado la habilidad de muchas especies de pájaros para volar 100 metros sobre el agua sin caerse. Aquellas especies de pájaros que no pueden volar 100 metros sobre el agua están ausentes de las islas más pequeñas del Lago Gatún. Estas islas tienen pocas especies de pájaros en parte debido a que muchas especies de pájaros no pueden llegar hasta ellas.



Logging in Chiriquí province, Panama. Deforestation in Panama has greatly increased in the past 25 years. (Photo: Marcos Guerra)

Empresas madereras en la provincial de Chiriquí, Panamá. La deforestación en Panamá ha aumentado significativamente en los últimos 25 años. (Foto: Marcos Guerra)

Agoutis (*Dasyprocta punctata*) are important seed dispersers in tropical forests. STRI scientist S. Joseph Wright has found that heavy hunting can drastically depress the abundance of seed-dispersing mammals and reduce the proportion of tree seeds dispersed and how far they are moved.

(Photo: Christian Ziegler)

Los agoutis (*Dasyprocta punctata*) son importantes dispersadores de semillas en los bosques tropicales. El científico de STRI S. Joseph Wright ha encontrado que la cacería excesiva puede deprimir drásticamente la abundancia de mamíferos que dispersan semillas y reducir la proporción de semillas de árboles dispersadas así como la extensión que las mismas son trasladadas.

(Foto: Christian Ziegler)



Humans have many other impacts on tropical forests. Laurance finds that in Amazonia, roads open the way for loggers, farmers and hunters to enter the forest. Logging projects increase hunting: many logging employees hunt when not cutting trees. Careless logging also leaves forests vulnerable to fires set by farmers.

Laurance has begun a parallel study in Gabon on the impact of roads, hunting and logging on large mammals, and the changes logging causes in the structure of the forest. How much do roads enhance hunting? Do animals behave differently near roads? Which species of large mammals are most vulnerable to hunting and logging?

S. Joseph Wright, of the STRI staff, has been evaluating the impact of human hunting on seed dispersers. To do this, he is using a steep hunting gradient in central Panama from Barro Colorado Island, where there is no hunting, to the eastern edge of the Parque Nacional Soberanía, 25 km away, where hunting is intense. Hunters favor larger mammals, including the most important seed-dispersers and seed-eaters.

Heavy hunting greatly depressed the abundance of hunted mammals, sometimes by 90% or more. Such heavy hunting drastically reduced the proportion of tree seeds dispersed, and the distances dispersed seeds were moved. Hunting also drastically reduced the proportion of seeds eaten by mammals.

In the two species of large palm that received the closest study, bruchid weevils ate many, but not all of the seeds left uneaten by hunted mammals. In sum, hunting pressure led to more young palms per adult, and a far greater concentration of young palms around adults. Does hunting give big-seeded trees a competitive advantage over others? Will hunting lead to reduced tree diversity?

The impact of harvesting large animals has been particularly severe in the sea. Jeremy B. C. Jackson, of the Scripps Institution of Oceanography and the STRI staff, is assembling data from many sources to assess the impact of human activities on coastal marine ecosystems during the last millennium.

Los humanos ejercen muchos otros impactos en los bosques tropicales. Laurance encuentra que en la Amazonia, las carreteras abren el camino a madereros, agricultores y cazadores para entrar en el bosque. Los proyectos madereros aumentan la cacería: muchos empleados de la industria maderera cazan cuando no están cortando árboles. La tala descuidada también deja a los bosques vulnerables a fuegos ocasionados por los agricultores.

Laurance ha iniciado un estudio paralelo en Gabón sobre el impacto de las carreteras, la cacería y la tala de árboles en los mamíferos de gran tamaño y los cambios que la tala causa en la estructura del bosque. ¿De qué manera las carreteras aumentan la cacería? ¿Se comportan los animales de manera diferente cuando están próximos a carreteras? ¿Qué especies de mamíferos de gran tamaño son más vulnerables a la cacería y tala?

S. Joseph Wright, del equipo científico de STRI, ha estado evaluando el impacto que tiene la cacería de animales dispersadores de semillas. Para hacer esto, está utilizando un gradiente agudo de cacería en Panamá central desde la Isla de Barro Colorado, donde no hay ningún tipo de cacería, hasta el borde más oriental del Parque Nacional Soberanía, 25 km más lejos, donde la cacería es intensa. Los cazadores prefieren animales de gran tamaño, incluyendo los más importantes dispersadores y consumidores de semillas.

La cacería intensa deprimió significativamente la abundancia de mamíferos cazados, a veces hasta un 90% o más. Este tipo de cacería intensa reduce drásticamente las cantidades de semillas de árboles dispersadas y las distancias que las semillas dispersadas se trasladaron. La cacería también redujo drásticamente la proporción de semillas consumidas por los animales.

En las dos especies de palmeras altas que fueron estudiadas en detalle, los gorgojos bruquideos comieron muchas pero no todas las semillas disponibles que no fueron comidas por los mamíferos cazados. En síntesis, la presión por la cacería causó la presencia de más palmeras jóvenes por adulto y una concentración mucho mayor de palmeras jóvenes alrededor de las adultas. ¿Le brinda la cacería una ventaja competitiva a los árboles de semillas más grandes? ¿Llevará la cacería a una reducción de la diversidad de árboles?

El impacto de coleccionar animales de gran tamaño ha sido particularmente severo en los mares. Jeremy B. C. Jackson, del Instituto Scripps de Oceanografía y del equipo científico de STRI, está reuniendo datos de varias fuentes para evaluar el impacto de las actividades humanas en los ecosistemas marinos costeros durante el último milenio.

Human activities have changed these ecosystems so utterly that most biologists have no conception of their "natural state." The reason for this is that hunters and fishermen prefer the largest animals available because, where large animals are common, they supply more food per man-hour of hunting. Because large animals take long to mature and produce the fewest young per adult, they decline most quickly when heavily hunted. Large animals, however, have disproportionate impacts on their ecosystems. How much, and how rapidly, have their numbers declined? How have their ecosystems changed as a result?

The Chesapeake Bay provides a clear example of ecosystem decline caused by overfishing. Until 1900, huge oyster reefs and huge schools of menhaden filtered the bay's water once every few days. The oysters were harvested for people to eat, the menhaden for oil and chicken feed. After they were reduced to relative rarity, the bay became cloudy with plankton, killing off the benthic plants and the animals that lived on them, thereby annihilating the three-dimensional structure of the ecosystem. Now, microbes dominate the Chesapeake Bay ecosystem.

In Hawaii, fish are vigorously harvested near the main islands, but in the ancient atolls far to the northwest, there is little fishing. Fish biomass per hectare of ocean is three times higher near these atolls than near the main islands, and 54% of the fish near these distant atolls consists of top predators, compared to 3% near the main islands.

Las actividades humanas han cambiado estos ecosistemas tan drásticamente que la mayoría de los biólogos no tiene concepción alguna de su "estado natural". La razón para esto es que los cazadores y los pescadores prefieren cazar los animales de mayor tamaño disponibles porque en los lugares donde los animales de gran tamaño son comunes, habrá más comida por hora-hombre de caza. Debido a que a los animales de gran tamaño les toma más tiempo madurar y producen unos pocos jóvenes por adulto, estos declinan más rápidamente cuando son cazados muy intensamente. Los animales de gran tamaño, sin embargo, tienen impactos desproporcionados en sus ecosistemas. ¿Cuánto y con qué rapidez han declinado sus cantidades? Y como resultado, ¿cómo han cambiado sus ecosistemas?


La Bahía de Chesapeake provee un ejemplo claro del deterioro de un ecosistema causado por la sobrepesca. Hasta el 1900, los arrecifes gigantes de ostras y los enormes bancos de sábalos filtraban el agua de la bahía una vez cada pocos días. Las ostras eran colectadas para consumo de las personas, el sábalo para aceite y alimento de pollos. Luego de que fueron reducidos hasta convertirse en una rareza, la bahía se llenó de plancton, matando las plantas bénticas y los animales que vivían en las mismas y aniquilando, en consecuencia, la estructura tridimensional del ecosistema. Actualmente, los microbios dominan el ecosistema de la Bahía de Chesapeake.

En Hawai, los peces son colectados vigorosamente cerca de las islas principales, pero en los atolones antiguos hacia el noroeste, hay muy poca pesca. La biomasa de peces por hectárea de océano es tres veces mayor cerca de estos atolones que cerca de estas islas principales y el 54% de los peces próximos a estos atolones distantes consisten en depredadores superiores, comparados con el 3% próximo a las islas principales.



Overfishing in the Bay of Panama, on the Pacific coast of the Isthmus.
(Photo: Marcos Guerra)

Sobrepesca en la Bahía de Panamá en la costa Pacífica del Istmo.
(Foto: Marcos Guerra)



STRI's research vessel, *R.V. Urracá*, anchored in front of Naos Island Laboratories, at the Pacific entrance to the Panama Canal.

(Photo: Marcos Guerra)

La embarcación de investigación *R.V. Urracá*, anclada frente a los Laboratorios de Isla Naos en la entrada del Pacífico del Canal de Panamá.

(Foto: Marcos Guerra)

Jeremy B. C. Jackson and his colleagues have focused on archaeological and historical records of five species of large animals in the Caribbean, green turtles, hawksbill turtles, manatees, crocodiles and monk seals. When Europeans first colonized tropical America, these animals were all abundant, even though indigenous peoples ate them in large quantity. After Europeans arrived, populations of these animals began to crash. Monk seals died out in 1952, and the other species have fallen to one percent or less of their former biomass.

Their disappearance has had devastating effects on their ecosystems. Green turtles and manatees kept sea grass beds closely cropped. Hawksbills ate so many sponges that only poisonous ones were left for them to eat, so that hawksbills themselves were too poisonous to eat. Crocodiles and especially monk seals ate as much fish in the Caribbean as people do now. Now that green turtles and manatees are so rare, disease is the main consumer of seagrass. In pre-Columbian times, many animals ate fleshy algae. Now, in places like Jamaica where people are harvesting ever smaller fish because they have eaten all the bigger ones, the near extinction by a rapidly spreading disease of algae-eating sea urchins, *Diadema*, the last remaining abundant herbivore, has allowed fleshy algae to smother reef corals.

Jeremy B. C. Jackson y sus colegas se han concentrado en los registros arqueológicos e históricos de cinco especies de mamíferos grandes en el Caribe: las tortugas verdes, las tortugas carey, los manatíes, los cocodrilos y las focas monje. Cuando los europeos colonizaron por primera vez la América tropical, todos estos animales eran abundantes, a pesar de que los pueblos indígenas los consumían en grandes cantidades. Luego de la llegada de los europeos, las poblaciones de estos animales comenzaron a sucumbir. Las focas monje se extinguieron en 1952 y las otras especies han caído al uno por ciento o menos de sus biomásas originales.

Sus desapariciones han tenido efectos devastadores en sus ecosistemas. Las tortugas verdes y los manatíes mantenían grandes lechos de pastos marinos bien podados. Las careys comían tantas esponjas, incluyendo las venenosas que resultaban muy venenosas para su consumo. Los cocodrilos y especialmente, las focas monje comían tantos peces en el Caribe como las personas hacen actualmente. Ahora que las tortugas verdes y los manatíes son tan escasos, la enfermedad es el consumidor principal del pasto marino. En tiempos precolombinos, muchos animales comían algas carnosas. Pero ahora, en lugares como Jamaica donde las personas están colectando peces cada vez más pequeños porque han consumido todos los grandes, la casi extinción de la *Diadema*, el último herbívoro existente en abundancia, por la rápida propagación de una enfermedad de algas comedoras de erizos de mar, ha permitido a la alga carnosa sofocar los arrecifes de coral.

Olga F. Linares, of the STRI staff, is reviewing the role of traditional agriculture in the welfare of Third World farmers, and of the world economy.

Farmers that have not been uprooted from their homeland are often more intelligent in their choice of crops and methods for cultivating them than the university-trained agronomists sent to advise them. Traditional farmers avoid risks where possible, preferring the crops most likely to ensure them food even in dry years rather than crops that would yield maximum profit in good years. These farmers prefer to plant crops sufficient to ensure their own food supply before investing in cash crops, because market prices vary wildly, and a cash crop may not always provide enough income to feed the family. Moreover, the kitchen gardens farmers plant are essential for ensuring the household a properly balanced diet.

Farmers in tropical countries know which crops are best for their soil, which crops will yield the most, resist drought and pests most successfully, and the like. The diversity of crop varieties cultivated by different rural peoples is a very precious reserve of genetic diversity from which resistant strains are bred when new diseases or insect pests appear on the scene.

Third World farmers face two major external threats. First, the export of heavily subsidized agricultural products from Europe and North America make it unprofitable for local farmers to grow crops for urban markets in their own countries. Second, Third World governments often welcome such subsidized imports, because these governments are most likely to be overthrown by urban riots, not rural discontent, and cheap food helps keep the peace in the cities, even if, by making farming unprofitable, it increases migration from the countryside to the cities.

Olga F. Linares, del equipo científico de STRI, está revisando el papel de la agricultura tradicional en el bienestar de los agricultores del Tercer Mundo y en la economía mundial.

Los agricultores que no han sido desarraigados de sus tierras son generalmente más inteligentes en la elección de cultivos y en los métodos para cultivarlos que los agrónomos capacitados en la universidad que fueron enviados para aconsejarlos. Los agricultores tradicionales evitan los riesgos cuando es posible, prefiriendo los cultivos que más posibilidades tienen de garantizarles alimento, incluso en los años de sequía, en vez de elegir cultivos que arrojan una ganancia máxima en buenos años. Estos agricultores prefieren plantar cultivos suficientes para garantizarse su propio suministro de alimento antes de invertir en cultivos comerciales. Esto es así porque los precios del mercado varían abruptamente y un cultivo comercial puede no siempre brindarles suficientes ganancias para alimentar a la familia. Más aún, las huertas caseras que los agricultores cosechan son esenciales para asegurarle al hogar una dieta equilibrada.

Los agricultores en los países tropicales saben qué cultivos son mejores para su suelo, qué cultivos les dan el mejor rendimiento, resisten la sequía y las plagas de manera más exitosa, entre otros aspectos. La diversidad de las variedades de cultivos plantados por diferentes pueblos rurales es una reserva preciosa de diversidad genética de donde se pueden engendrar cepas resistentes cuando aparecen en escena nuevas enfermedades o plagas de insectos.

Los agricultores del Tercer Mundo enfrentan dos amenazas externas muy importantes. Primero, la exportación de productos agrícolas muy fuertemente subsidiados de Europa y Norteamérica que hace que no sea rentable que los agricultores locales cosechen sus cultivos para los mercados urbanos en sus propios países. Segundo, los gobiernos del Tercer Mundo frecuentemente dan la bienvenida a ese tipo de importaciones subsidiadas. Esto se debe a que estos gobiernos tienen más probabilidad de ser depuestos por disturbios urbanos que por el descontento rural y la comida barata ayuda a mantener la paz en las ciudades, aún si, haciendo la agricultura no rentable, aumenta la migración del campo a las ciudades.

One of the most publicized articles during the two years covered by this report was "The value of bees to the coffee harvest" by STRI entomologist David W. Roubik in *Nature* (June 13, 2002). The important coffee species *Coffea arabica* can self-pollinate and thus was thought to gain nothing from insect pollinators. Roubik found that the presence of pollinators improves yield, so that coffee growers may benefit by retaining some forest in coffee-growing regions that can sustain pollinators.

(Photo: Marcos Guerra)

Una de las publicaciones más comentadas durante los dos años que cubre este informe fue "El valor de las abejas para el cultivo de café" del entomólogo de STRI, David W. Roubik en *Nature* (13 de junio de 2002). Las especies importantes de café *Coffea arabica* se pueden polinizar a sí mismas por lo que se pensaba que no se obtenía beneficio alguno de los insectos polinizadores. Roubik encontró que la presencia de polinizadores mejora la producción, por lo que los productores de café se pueden favorecer si conservan parte de los bosques en regiones donde se cultiva el café que pueden mantener a los polinizadores.

(Foto: Marcos Guerra)





Students and teachers participating in the program "You and the Sea with the Smithsonian" at STRI's Center for Marine Exhibitions at Culebra Point enjoyed experiences designed to strengthen their knowledge of tropical biodiversity and of STRI's research activities in the Isthmus. New docents and 22 novel activities were added to this popular program, in which 19,117 students from private and public schools in Panama participated in 2003.

(Photo: Marcos Guerra)

Los estudiantes y docentes que participan en el programa "Tú y el Mar con el Smithsonian" en el Centro de Exhibiciones Marinas de STRI en Punta Culebra disfrutaron de experiencias diseñadas para mejorar sus conocimientos sobre la biodiversidad tropical y sobre las actividades de investigación en el Istmo. Nuevos docentes y 22 actividades novedosas fueron incorporadas a este programa popular, donde 19,117 estudiantes de escuelas públicas y privadas de Panamá participaron en 2003.

(Photo: Marcos Guerra)

The education and training of new tropical biologists is a vital part of STRI's mission. In keeping with this goal, STRI has continued the funding of three-month short-term fellowships and the three-year Earl S. Tupper Postdoctoral Fellowship, and Smithsonian-wide fellowship and internship programs have also provided support to students and other investigators at STRI facilities. In addition, during the past two years the recently established Ernst Mayr Fellowship, a short-term program for graduate students of special merit, provided support for three participants, and the Alan Smith and Barro Colorado Fellowships for Panamanian students supported one and two students respectively. Andrew W. Mellon Research Exploration Awards in Tropical Biology have also been available for comparative research at STRI sites in Panama and at those operated by the Organization for Tropical Studies in Costa Rica, promoting the exchange of researchers between our organizations. The Center for Tropical Forest Science provides grants to conduct research at Forest Dynamics Plots at CTFS sites in 14 countries throughout the tropics, and the Smithsonian Marine Science Network program provides support for investigators at STRI marine facilities, especially Bocas del Toro. Thanks to the Elektra Scholarship in Marine Sciences, established in 2000 with a donation from the Elektra Power Company, 20 senior college students have been able to carry out fieldwork for their theses and dissertations using Galeta's Marine Lab as an operational base to study the coastal habitats of Colon. This is the only scholarship program funded by a private business in Panama to promote the interest of young people in marine biology. Many of these students have later pursued graduate studies abroad. During the period covered by this report, STRI granted a total of 78 fellowships and 89 internships to carry out research at its different facilities.

The Neotropical Environmental Option (NEO), an interdisciplinary degree-granting program offered jointly by STRI and McGill University since 2002 with an emphasis on environmental issues of importance to Latin America, has continued to grow. This year marked the graduation of the first three students from the program, and ten others, including two Panamanians, are currently enrolled. STRI has established the Levinson Fellowship to provide support for outstanding participants in this program, and NEO also offers other financial assistance to students, especially Panamanians.

La educación y la capacitación de nuevos biólogos tropicales es una parte vital de la misión de STRI. Para mantener esta meta, STRI continúa otorgando becas a corto plazo y la Beca Postdoctoral Earl S. Tupper de tres años. Las becas del Smithsonian y los programas de pasantías brindan apoyo a estudiantes y a otros investigadores en las instalaciones de STRI. Además, establecimos la Beca Ernst Mayr, un programa a corto plazo para estudiantes destacados de postgrado, la cual brindó apoyo a tres participantes. Las Becas Alan Smith y Barro Colorado para estudiantes panameños financiaron a uno y dos estudiantes respectivamente. Los Premios para la Exploración en Investigación de Andrew W. Mellon en Biología Tropical también han estado disponibles para la investigación comparativa en sitios de STRI en Panamá y en aquellos sitios operados por la Organización de Estudios Tropicales en Costa Rica y han estimulado el intercambio de investigadores entre estas dos estaciones de investigación. El Centro de Ciencias Forestales del Trópico (CTFS por sus siglas en inglés) de STRI ofrece becas para realizar investigación en las Parcelas de Dinámicas de Bosque del CTFS en 14 países a través de los trópicos. La Red de Ciencias Marinas del Smithsonian brindó apoyo a investigadores en las instalaciones marinas de STRI, especialmente Bocas del Toro. La Beca Elektra en Ciencias Marinas permite a estudiantes universitarios de licenciatura y postgrado con interés en el estudio de los ecosistemas marinos y costeros de Colón realizar investigaciones de campo para sus tesis utilizando como sede el Laboratorio Marino de Punta Galeta. Este es el único programa de becas financiado por una empresa privada en Panamá para promover el interés de los jóvenes en el estudio de la biología marina. Muchos de estos estudiantes luego realizan estudios de postgrado en el exterior. Hasta el año 2002, este programa ha beneficiado a 20 estudiantes universitarios de Panamá y el extranjero. Durante el período que comprende este informe, STRI otorgó un total de 78 becas y 89 pasantías para realizar investigaciones en sus diferentes instalaciones.

La Opción de Ecología en Ambientes Neotropicales (NEO por sus siglas en inglés), un programa de postgrado de carácter interdisciplinario iniciado conjuntamente por STRI y la Universidad de McGill en 2002, con énfasis en el estudio de temas ambientales de importancia para América Latina, continúa su desarrollo. Este año se graduaron los primeros tres estudiantes del programa y otros diez, incluyendo dos panameños, optaron por realizar maestrías o doctorados. STRI ha establecido la Beca Levinson para brindar apoyo a los participantes más destacados en este programa y NEO también ofrece otros tipos de asistencia financiera para estudiantes, especialmente panameños.



Above: Public programs and the facilities to support them have been greatly expanded at the Galeta Marine Laboratory.

Left: McGill University students visit a banana plantation in Bocas del Toro province.

(Photos: Marcos Guerra)

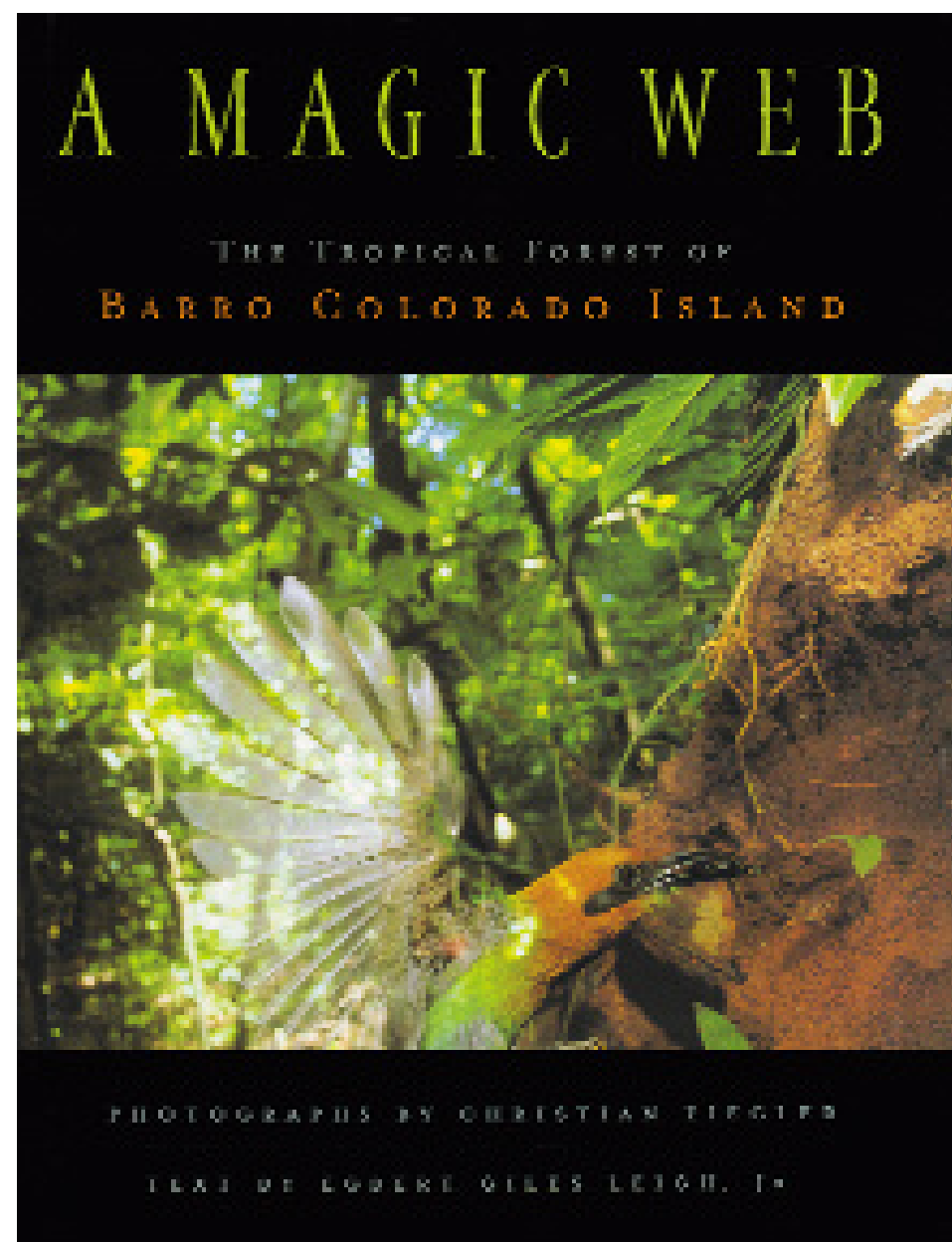
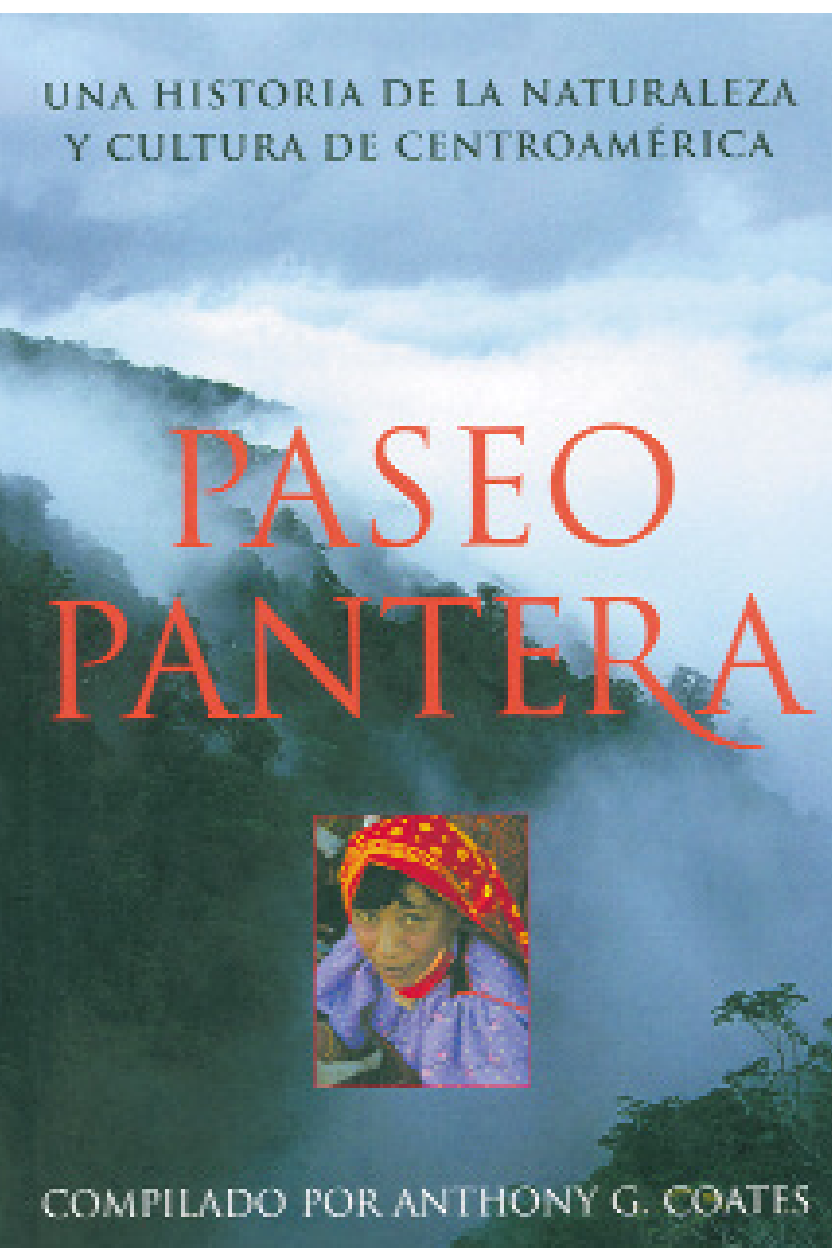
Arriba: Los programas públicos y las instalaciones para apoyarlos han sido ampliamente expandidas en el Laboratorio Marino de Galeta. Izquierda: Los estudiantes de la Universidad de McGill visitan una plantación de bananos en la provincia de Bocas del Toro.

(Fotos: Marcos Guerra)



Above: Model of the new Panamá: Puente de Vida. Museo de la Biodiversidad (Panama: Bridge of Life Museum of Biodiversity). (Image courtesy of Frank O. Gehry Associates) Below left: Paseo Pantera, edited by Anthony G. Coates. Below right: A Magic Web: The Tropical Forest of Barro Colorado Island with text by Egbert G. Leigh, Jr. and photos by Christian Ziegler.

Arriba: Maqueta del nuevo Panamá: Puente de Vida. Museo de la Biodiversidad. (Imagen cortesía de Frank O. Gehry Associates) Abajo a la izquierda: Paseo Pantera, editado por Anthony G. Coates. Abajo a la derecha: Un Tejido Mágico: El Bosque Tropical de la Isla de Barro Colorado con texto de Egbert G. Leigh, Jr. y las fotos de Christian Ziegler.



The JASON Foundation, founded by oceanographer Bob Ballard, selected STRI and Panama as the hosts to develop its fifteenth expedition, *Rainforests at the Crossroads* which was coordinated at STRI by Elisabeth King. The goal of the project is to bring the excitement of scientific research, mathematics, and technology to middle-school students through live, online field trips that put them in touch with active scientists. During this period, STRI provided the scientific content to produce an educational guide for teachers and a one-hour long video in Spanish and English with a focus on the research carried out on Barro Colorado. In addition, JASON teachers in the U.S. traveled to Panama to facilitate the training of 200 local teachers in the use of the educational guide. These "virtual scientific expeditions" will be broadcast on the internet, on the National Geographic Channel, at museum and science centers, and on Channel 5 in Panama in early 2004, and will bring our work to more than 1.7 million students in the 9th to 12th grades from the US, Panama, and the world. The program will include two Panamanian students among the 24 young presenters.

In January 2002 STRI signed a five-year cooperative agreement with Fundación Amador, which has been established to develop and build a new museum of biodiversity to be called *Panama: Puente de Vida (Panama: Bridge of Life)*. The museum, designed by world-renowned architect Frank O. Gehry and with innovative exhibits developed by Bruce Mau Design of Toronto, will be located at the Pacific entrance to the Panama Canal and is scheduled to open in 2006. STRI scientists have been providing the scientific information needed to design the exhibitions for the museum. As a Smithsonian affiliate, the new museum will be the first outside the United States to share exhibitions and artifacts with the world's largest network of museums.

Among STRI activities commemorating Panama's Centennial in 2003 were the publication of two books directed at the general public. In *A Magic Web: The Tropical Forest of Barro Colorado*, staff scientist Egbert G. Leigh, Jr. and photographer Christian Ziegler paint a detailed portrait of the exuberant life of the best-studied tropical forest in the world. The book has been developed into a traveling, photographic exhibition by the Smithsonian Institution Traveling Exhibition Service. *Paseo Pantera: Una Historia de la Naturaleza y Cultura de Centroamérica*, the Spanish version of *Central America: A Natural and Cultural History*, edited by STRI scientist emeritus and former deputy director Anthony G. Coates, is the first book in Spanish published by the Smithsonian Institution Press. Written by eminent authorities in each field, it covers the natural and human history of Central America as well as critical conservation issues for the twenty-first century.

La Fundación JASON, fundada por el oceanógrafo Bob Ballard, escogió a STRI y a Panamá como sus anfitriones para desarrollar su XV expedición: *Bosques Tropicales en la Encrucijada*, coordinado en STRI por Elisabeth King. El objetivo del proyecto es generar entusiasmo en el estudio de la ciencia, matemática, y tecnología entre estudiantes de 9-12 grados a través de expediciones científicas en Internet y en vivo, poniendo a los estudiantes y maestros en contacto con científicos en acción. Durante este período, STRI brindó el contenido científico para producir una guía didáctica para docentes y un video en inglés y español de una hora de duración, cuyo tema central son las investigaciones que se desarrollan en la Isla de Barro Colorado. Adicionalmente, docentes de JASON en Estados Unidos viajaron a Panamá para facilitar la capacitación de 200 maestros locales en el uso de la guía didáctica. Las "expediciones científicas virtuales" serán transmitidas vía internet, el canal televisivo de National Geographic, museos y centros de ciencia y el Canal 5 en Panamá a principios de 2004 y mostrarán nuestras investigaciones a más de 1.7 millones de estudiantes en Estados Unidos, Panamá y el resto del mundo. El programa cuenta con la participación de 24 argonautas presentadores que incluirá a dos estudiantes panameños.

En enero de 2002, STRI firmó un acuerdo de cooperación por cinco años con la Fundación Amador, la cual ha sido establecida para crear y construir un nuevo museo sobre la biodiversidad que se llamará *Panamá: Puente de Vida*. El museo, diseñado por el mundialmente conocido arquitecto Frank O. Gehry, contará con exhibiciones innovadoras desarrolladas por la Firma de Diseño de Bruce Mau en Toronto. El museo se ubicará en la entrada del Pacífico del Canal de Panamá y abrirá sus puertas en 2006. Mediante este convenio, STRI acordó brindar la información científica que se utilizará para diseñar las exhibiciones del museo. Como un afiliado a la Institución Smithsonian, el nuevo museo será el primero fuera de los Estados Unidos que compartirá exhibiciones y artefactos con la red más grande de museos del mundo.

Entre las actividades de STRI para conmemorar el Centenario de Panamá en 2003, se destacan la publicación de dos libros dirigidos al público general. En *Un Tejido Mágico: El Bosque Tropical de Barro Colorado*, el científico Egbert G. Leigh, Jr. y el fotógrafo Christian Ziegler pintan un retrato detallado de la vida exuberante del bosque mejor estudiado. El libro ha sido convertido en una exhibición del Servicio de Exhibiciones Itinerantes de la Institución Smithsonian. *Paseo Pantera: Una Historia de la Naturaleza y Cultura de Centroamérica*, la versión en español de *Central America: A Natural and Cultural History*, editado por el ex-subdirector de STRI y científico emérito Anthony G. Coates, es el primer libro en español publicado por la editorial de la Institución Smithsonian. Escrito por autoridades eminentes en cada disciplina, el libro abarca la historia natural y humana de América Central así como temas críticos de conservación para el siglo XXI.

In addition, STRI staff scientist Stanley Heckadon-Moreno published *Panamá: Puente Biológico*. The book is a compendium of 33 of the talks by STRI staff and collaborators presented as part of the monthly series “La Charla Smithsonian del Mes” (“Smithsonian Talk of the Month”) between 1996 and 1999 at Panama City’s Metropolitan Nature Park. STRI research associate George Angehr published the bilingual book *Directory of Important Bird Areas in Panama* with the support of the Panama Audubon Society and BirdLife International.

During this period, Panama and STRI became a meeting place for scientists from around the world who gathered here to exchange knowledge and information on the latest scientific advances in their fields of study.

From July 29 through August 2, 2002 STRI, the Center for Tropical Forest Science, and the Organization for Tropical Studies hosted the annual meeting of the Association for Tropical Biology (ATB) “Tropical Forests: Past, Present, Future” in Panama City. Six hundred tropical biologists from more than 60 countries discussed recent advances in tropical biology with an emphasis on ecology and evolution, and focused on the perspectives to be gained through an understanding of past and future changes in climate and human populations. The ATB awarded STRI director Ira Rubinoff with a plaque for his “exceptional service in the field of tropical biology and conservation” for more than three decades, the first time the ATB has awarded this recognition.

The Native Species Reforestation Project hosted two one-day Native Species Reforestation conferences in November of 2001 and 2002. The conferences featured speakers from throughout Latin and North America, and were attended by 150 forestry professionals, scientists, students, and others.

The II International Congress of *Heliconius* Butterfly Biology was held at STRI from August 3-4, 2002. Congress participants from Europe and North, Central, and South America presented research covering a diverse range of topics, from the gene expression patterns seen in butterfly wing development to mating behavior and sexual selection. The meeting highlighted a recent resurgence of research on the remarkable adaptive radiation of *Heliconius* and demonstrated that these butterflies continue to be excellent model organisms for the study of many processes in ecology and evolution.

STRI held a workshop on “Tropical Biology and Technology: Field Research Data Acquisition” in July 29, 2002, in Panama City. The workshop discussed hurdles to the acquisition of field data in important areas of research in tropical biology, and how emerging technologies in sensor and data networking can help overcome these difficulties.

Paralelamente, el científico de STRI Stanley Heckadon-Moreno publicó *Panamá: Puente Biológico*. El libro es un compendio de 33 charlas brindadas por el equipo científico de STRI y sus colaboradores, presentadas como parte de la serie mensual “La Charla Smithsonian del Mes” entre 1996 y 1999 en el Parque Metropolitano de la ciudad de Panamá. El investigador asociado de STRI George Angehr publicó el libro bilingüe *Directorio de Áreas Importantes para Aves en Panamá* con el apoyo de la Sociedad Audubon de Panamá y Birdlife Internacional.

Durante este período, Panamá y STRI fueron anfitriones para el encuentro de científicos del mundo entero, quienes se reunieron aquí para intercambiar conocimiento e información sobre sus avances científicos más recientes en sus áreas de estudio.

Del 29 de julio al 2 de agosto de 2002, STRI, junto con su Centro de Ciencias Forestales del Trópico (CTFS, por sus siglas en inglés) y la Organización para Estudios Tropicales fueron los anfitriones de la conferencia anual de la Asociación para la Biología Tropical (ATB, por sus siglas en inglés) “Bosques Tropicales: Pasado, Presente, Futuro” en la ciudad de Panamá. Seiscientos biólogos tropicales de más de 60 países discutieron avances recientes en la biología tropical con énfasis en la ecología y evolución. La reunión se concentró en los conocimientos obtenidos a partir del estudio de perspectivas pasadas y futuras del clima y las poblaciones humanas. La ATB premió al director de STRI, Ira Rubinoff con una placa por sus “servicios excepcionales en el campo de la biología tropical y la conservación” por más de tres décadas. Ésta es la primera vez que la ATB presenta un reconocimiento de esta naturaleza.

El Proyecto de Reforestación con Especies Nativas organizó dos conferencias de un día en noviembre 2001 y 2002. Las conferencias presentaron a personalidades de Latinoamérica y Norteamérica, donde asistieron 150 especialistas forestales, científicos, estudiantes, entre otros.

El II Congreso Internacional sobre la Biología de la Mariposa *Heliconius* tuvo lugar en STRI del 3-4 agosto de 2002. Los participantes del congreso provenientes de Europa, Norte, Centro y Sudamérica presentaron sus investigaciones abarcando una variedad de temas, desde los patrones de expresión de un gen observados en el desarrollo del ala de una mariposa, al comportamiento por apareamiento y selección sexual. El encuentro resaltó el resurgimiento reciente de la investigación en la radiación de adaptación sorprendente de la *Heliconius* y mostraron que estas mariposas continúan siendo organismos modelo excelentes para el estudio de muchos procesos en ecología y evolución.

STRI realizó un taller sobre “Biología Tropical y Tecnología: La Adquisición de Información de Investigación de Campo” el 29 de julio de 2002 en la ciudad de Panamá. El taller discutió áreas importantes de investigación en la biología tropical que enfrentan serios obstáculos en el proceso de adquisición de información en el campo. También se evaluó cómo las tecnologías emergentes en redes de sensores e información pueden contribuir a superar estas dificultades.

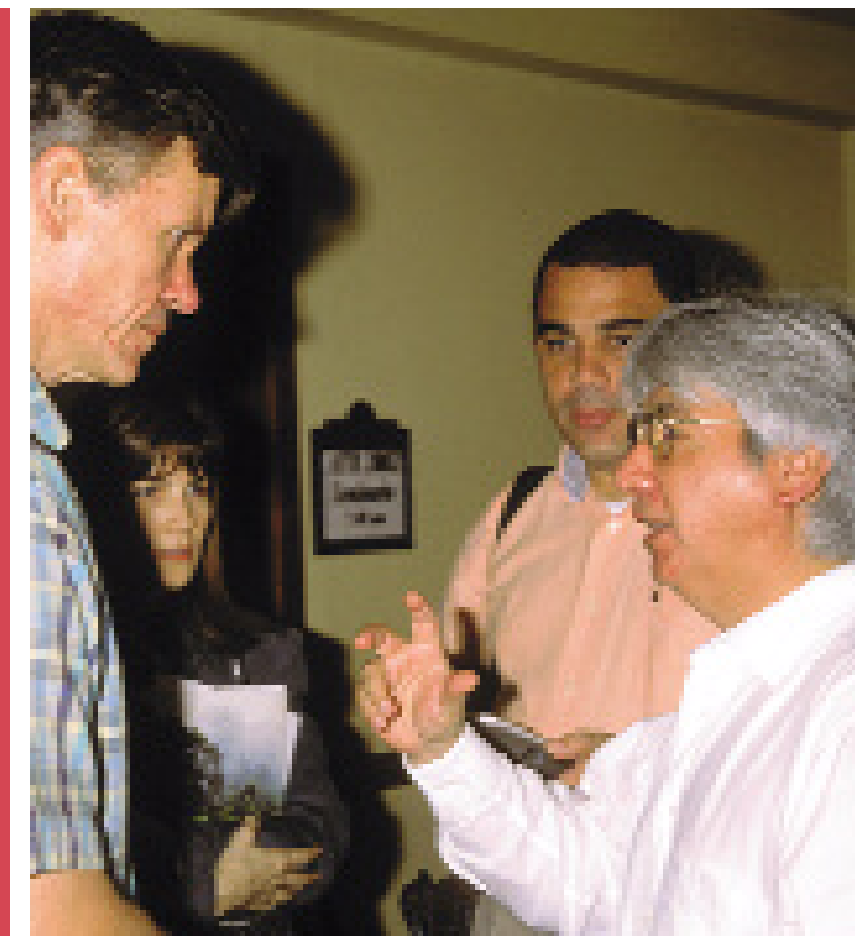


Above: A *Heliconius* butterfly, subject of the Second International Congress of *Heliconius* Butterfly Biology held at STRI in August 2002. Right: STRI scientist S. Joseph Wright (left), general coordinator of the Association for Tropical Biology (ATB) meetings held in Panama in 2002. Wright was assisted by Information Officer Mónica Alvarado (to his immediate right). Wright was elected president of the ATB itself in 2003.

(Photos: Marcos Guerra)

Arriba: Una mariposa *Heliconius*, tema del Segundo Congreso internacional de la Biología de la Mariposa *Heliconius* realizado en STRI en agosto de 2002. Derecha: El científico de STRI S. Joseph Wright (izquierda), fue el coordinador general de la conferencia de la Asociación para la Biología Tropical (ATB por sus siglas en inglés) realizada en Panamá en 2002. Wright contó con la colaboración de la Directora de la Oficina de Información Mónica Alvarado (inmediatamente a su derecha). Wright fue elegido presidente de la ATB en 2003.

(Fotos: Marcos Guerra)





Above: Center for Tropical Forest Science sites around the world. Below: Chemist Johant Lakey, of the scientific staff of the International Cooperative Biodiversity Groups (ICBG), prepares plant extracts for analysis by thin-layer chromatography. (Photo: Marcos Guerra)

Arriba: Los sitios del Centro de Ciencias Forestales del Trópico alrededor del mundo. Abajo: La química Johant Lakey, del equipo científico de Grupos Internacionales Cooperativos de la Biodiversidad (ICBG por sus siglas en inglés), prepara extractos de plantas para analizarlos con la cromatografía en capa delgada. (Foto: Marcos Guerra)



Researchers representing 18 forest sites in 14 countries coordinated by the Center for Tropical Forest Science (CTFS) met in June 2002 for a month-long workshop at STRI facilities in Gamboa, Panama. The CTFS, an international effort to understand how tropical forests function, had its origin on Barro Colorado Island in 1980 when the first long-term forest dynamics monitoring plot was established. Standard methods of mapping, measuring, and identifying trees over five-year census intervals link these sites around the world, enabling researchers to make comparisons between forests and provide answers to important questions about tropical biology and global change.

STRI deputy director Cristián Samper was the keynote speaker for the inauguration of the eighth meeting of the Panamanian Association for the Advancement of Science (APANAC) with the conference “Biodiversity and Development: Challenges and Opportunities for Latin America” in November 2002 in Panama City. The meeting brought together a distinguished group of scientists from STRI in addition to numerous Panamanian institutions dedicated to research and education.

The International Cooperative Biodiversity Group (ICBG) program for Panama held the workshop “Conservation and Sustainable Development in Panama: Lessons Learned and Visions for the Future” in collaboration with Fundación Natura on November 29, 2001 at STRI. The workshop presented the experience and advances of five on-going ICBG projects in Panama and new strategies for the coming year.

STRI’s outreach and educational programs were strengthened at many of our facilities, including Barro Colorado, Culebra, Galeta, and Bocas del Toro. As the number of local and foreign visitors has increased, so has the need to train new bilingual nature guides for these programs. During this period, STRI’s educational facilities also hosted many of the winners of school contests on the environment, natural resources, and sciences. These winners received a behind-the-scenes look at STRI facilities, and had a chance to talk with visiting scientists. STRI’s bookstore has also grown, providing a place where Panamanians and visitors can obtain science and nature books about Panama, nature-related products, and STRI publications.

On April 25, 2003, Barro Colorado Island celebrated the 80th anniversary of its designation as a biological reserve. The event was commemorated by the opening of the new exhibits “Naturalist’s Room,” displaying scientific equipment and other artifacts that would have been used by early researchers on the island, and “BCI and Its People,” commemorating the many people, including administrators, scientists, game wardens, launch operators, and a host of other workers who contributed to making the site what it is today.

Investigadores que realizan investigaciones en 18 parcelas de bosques en 14 países, coordinados por el CTFS se reunieron en el mes de junio de 2002 para realizar un taller de un mes de duración en las instalaciones de STRI en Gamboa, Panamá. Este esfuerzo internacional para comprender cómo funcionan los bosques tropicales comenzó en la Isla de Barro Colorado en 1980 cuando se estableció la primera parcela para el monitoreo a largo plazo de dinámica forestal. Empleando métodos estándares de mapeo, medición e identificación de árboles en intervalos de censos cada cinco años, el CTFS conecta estos sitios alrededor del mundo para realizar comparaciones entre los bosques y brindar respuestas a preguntas fundamentales sobre el cambio climático global y la biología tropical.

El subdirector de STRI Cristián Samper pronunció el discurso de apertura durante la inauguración de la VIII Reunión de la Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC) con la conferencia “Biodiversidad y Desarrollo: Desafíos y Oportunidades para América Latina” en noviembre de 2002 en la ciudad de Panamá. La conferencia reunió un grupo distinguido de científicos de STRI y de numerosas instituciones panameñas dedicadas a la investigación y la educación.

El programa de los Grupos Internacionales Cooperativos de la Biodiversidad (ICBG por sus siglas en inglés) de Panamá realizaron el taller “Conservación y Desarrollo Sostenible en Panamá: Lecciones Aprendidas y Visiones para el Futuro” en colaboración con la Fundación Natura el 29 de noviembre de 2001 en STRI. El taller presentó los avances de cinco programas en marcha de ICBG en Panamá, sus experiencias y nuevas estrategias para el año entrante.

Los programas de divulgación y educación de STRI se han fortalecido en muchas de nuestras instalaciones, entre ellas Barro Colorado, Culebra, Galeta y Bocas del Toro. A medida que el número de visitantes locales y extranjeros ha aumentado, también ha crecido la necesidad de capacitar nuevos guías naturalistas bilingües para estos programas. Durante este período, las instalaciones educativas de STRI también han sido los anfitriones de los ganadores de las competencias escolares sobre el ambiente, recursos naturales y ciencias. Estos ganadores recibieron una mirada tras bastidores de las instalaciones de STRI y tuvieron la oportunidad de conversar con los científicos visitantes. La librería de STRI también ha crecido, ofreciendo un lugar donde los panameños y visitantes pueden obtener libros sobre la naturaleza y las ciencias de Panamá, artículos fabricados con productos naturales y publicaciones de STRI.

El 25 de abril de 2003, la Isla de Barro Colorado celebró el 80 aniversario de su designación como reserva biológica. El evento fue conmemorado con la inauguración de dos nuevas exhibiciones: “El Cuarto del Naturalista”, mostrando equipo científico y otros artefactos que habían sido usados por los primeros investigadores en la isla y “BCI y su Gente”, conmemorando a todas las personas, incluyendo administradores, científicos, operadores de lancha y otros empleados que contribuyeron para hacer del sitio lo que es hoy día.

"You and the Sea with the Smithsonian" is a free educational program that STRI has presented since 1992 for school children K-12. Beginning in 2003, this program has been sponsored by the HSBC Group, a business affiliate of the Smithsonian Foundation in Panama, which has facilitated the participation of more than 18,000 students. In July 2003, the companion guide *A Bridge Between the Curriculum of Panama and the Marine Environmental Education Program of STRI*, was developed by María Epthimiadis, Lidia Mestre de Valencia, and Adriana Sautú for teachers participating in this program, in order to strengthen the presentation of curriculum topics during guided class visits to Culebra Point. In addition, 300 students from Ruta Quetzal-Banco de Viscaya y Bilbao camped in Culebra as part of a journey in Latin America to study the geography and history of regions visited by Columbus in 1492.

A new pool for sea turtles and the exhibit *Marine Turtles: Mysterious Navigators* opened at Culebra Point in July 2003, inaugurated by Panama's President Mireya Moscoso. The 8,500-gallon tank, sponsored by IPAT, Panama's National Institute for Tourism, contains juvenile turtles and other marine life and will increase public awareness of the need to conserve these fascinating and valuable creatures. The exhibit *Panama: Abundance of Fish*, based on the book *Fishes of the Tropical Eastern Pacific* by Gerald Allen and STRI scientist D. Ross Robertson, presenting the wealth of Panama's sea life, opened at Culebra the same day.

Under the direction of Stanley Heckadon-Moreno, public programs and the facilities to support them at the Galeta Point Marine Laboratory have been greatly expanded. New facilities include administrative, education, and scientific offices, an auditorium with up-to-date audiovisual equipment, and an observation deck with two telescopes that commands a spectacular view of the adjacent coastal environments. A sea-turtle pond and an exhibit on sharks help visitors to become familiar with Panama's marine life. In particular, the Whale Exhibit, featuring the skeleton of a beached whale, has become a major attraction and an educational tool for students who want to learn more about the marine mammals that visit Panama's waters. These facilities have hosted many visitors from the nearby city of Colón and the Canal watershed, including thousands of schoolchildren. During this period, a growing number of college teachers began to take their science students to Galeta to do hands-on marine field work. An Oceanographic Monitoring Tower was installed at the Marine Laboratories at Galeta as part of its marine scientific program.

A major event at Galeta was STRI's celebration of International Biodiversity Day in May 2003 with a 24-hour taxonomic marathon, the first such event in Panama, following efforts in Europe, the U.S., and some Latin American countries. This event increased several fold the number of known species of plants and animals for this section of the Caribbean coast of Panama. Over 250 people participated, including 140 researchers and college students divided into 20 teams, who sampled an enormous variety of plants and animals, both marine and terrestrial.

"Isla Galeta: Vida Marina . . . Vida Terrestre: Visión Artística en Colón" ("Galeta Island: Marine Life . . . Land Life. Artistic visions in Colon") brought together nine artists to produce nearly one hundred paintings illustrating the mangroves, coral reefs, and forests of the coast of Colón. The exhibit, organized by STRI, the Universidad de Panamá, and the Instituto Nacional de Cultura de Panamá (INAC) was a great success both in Colón and in the city of Panama.

"Tú y el Mar con el Smithsonian" es un programa educativo gratuito que el Centro de Exhibiciones Marinas (CEM) de Punta Culebra dirige, desde 1992, a grupos escolares desde kinder hasta el 12avo grado. A partir de 2003, este programa es patrocinado por el Grupo HSBC, una empresa afiliada a la Fundación Smithsonian de Panamá, facilitando la participación de más de 18,000 estudiantes. En julio de 2003 se publicó *Un Puente entre el Currículo de Panamá y el Programa Educativo Ambiental Marino del STRI* de María Epthimiadis, Lidia Mestre de Valencia y Adriana Sautú, diseñado para los docentes que participan en el programa educativo "Tú y El Mar con el Smithsonian" con el objetivo de reforzar temas curriculares durante las visitas guiadas a Punta Culebra. Además, 300 estudiantes de la Ruta Quetzal-Banco de Vizcaya y Bilbao acamparon en Culebra como parte de su travesía por Latinoamérica para estudiar la geografía y la historia de las regiones visitadas por Colón en 1492.

En julio de 2003, la presidenta de Panamá, Mireya Moscoso inauguró un nuevo estanque acuario para tortugas marinas junto con la exhibición *Tortugas Marinas: Navegantes Misteriosas* en el Centro de Exhibiciones Marinas de Punta Culebra. El estanque de 8,500 galones, patrocinado por el Instituto Panameño de Turismo, alberga tortugas juveniles y otros organismos marinos. El objetivo de la exhibición es aumentar la sensibilidad pública sobre la necesidad de conservar estas fascinantes y valiosas criaturas. Junto con esta exhibición se inauguró en Culebra la exposición *Panamá: Abundancia de Peces*, basado en el libro *Peces Tropicales del Pacífico Oriental* de Gerald Allen y el científico de STRI D. Ross Robertson, resaltando la riqueza de peces que se encuentran en el mundo marino de Panamá.

Bajo la dirección de Stanley Heckadon-Moreno, el programa público y las instalaciones de apoyo en el Laboratorio Marino de Galeta han sido ampliamente expandidas. Las nuevas instalaciones incluyen oficinas administrativas, educativas y científicas con equipo audiovisual y una terraza de observación con dos telescopios que permiten una vista espectacular de los medios costeros adyacentes. Un estanque de tortugas marinas, un esqueleto de ballena y una exhibición sobre tiburones motivan a los visitantes a conocer más sobre la vida marina de Panamá. Estas instalaciones han recibido muchos visitantes de la ciudad de Colón y la cuenca del Canal, entre ellos miles de estudiantes. Durante este período, un número creciente de profesores universitarios comenzaron a traer sus estudiantes a Galeta para realizar actividades de campo marinas. Una Torre de Monitoreo Oceanográfico fue instalada en el Laboratorio Marino de Galeta como parte de su programa científico marino.

Un importante evento realizado en Galeta fue el Día Internacional de la Biodiversidad celebrado en mayo de 2003 con una maratón taxonómica de 24 horas. Este fue el primer evento de esta naturaleza en Panamá, siguiendo los esfuerzos en Europa, Estados Unidos y algunos países latinoamericanos. Más de 250 personas participaron, incluyendo 140 investigadores y estudiantes universitarios divididos en 20 equipos, quienes tomaron muestras de la enorme variedad de plantas y animales, tanto marinas como terrestres.

"Isla Galeta: Vida Marina...Vida Terrestre: Visión Artística en Colón" reunió nueve artistas para producir alrededor de cien pinturas ilustrando los manglares, arrecifes de coral y bosques de la costa de Colón. La exhibición, organizada por STRI, la Universidad de Panamá y el Instituto Nacional de Cultura de Panamá (INAC) fue un éxito rotundo tanto en Colón como en la ciudad de Panamá.



Above: Docent Clara Camargo teaches children about shore life as part of the education program at the Marine Exhibition Center at Culebra Point. Below left: A young visitor admires fish in an aquarium at STRI's Marine Exhibition Center at Culebra Point. Below right: Panamanian President Mireya Moscoso is presented with a gift by Marcelino Fernández of the Veracruz Aquarium A.C. during the inauguration of the new turtle pool at Culebra. To the left of the president is Joseph L. Salterio, President of the Fundación Smithsonian de Panamá and to the right of her is STRI director Ira Rubinoff. (Photos: Marcos Guerra)

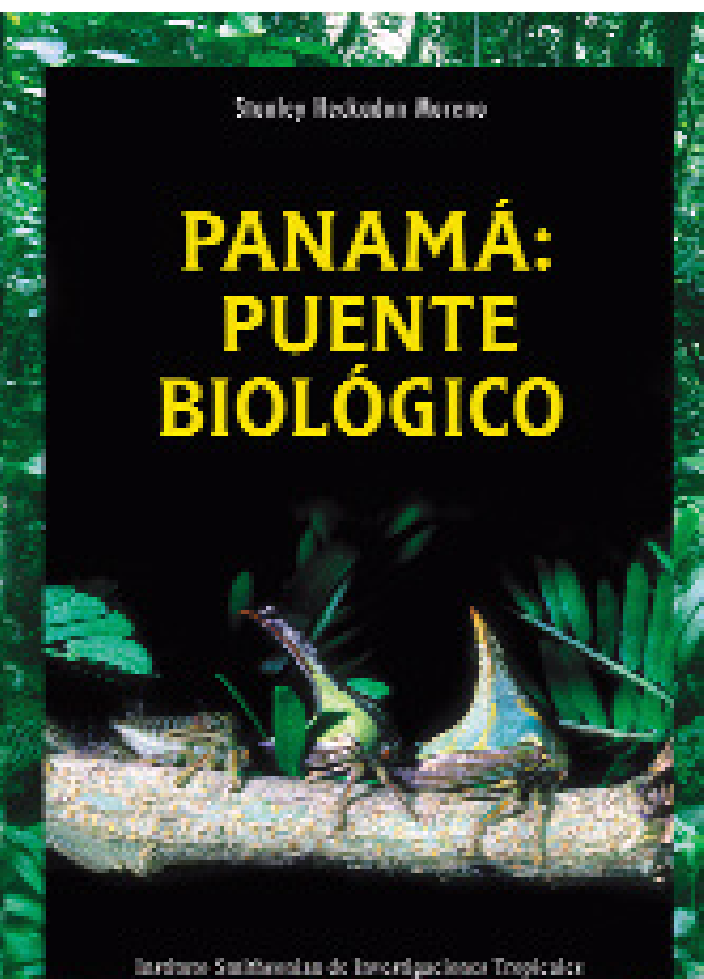
Arriba: La docente Clara Camargo enseña a los niños sobre la vida costera como parte del programa educativo del Centro de Exhibiciones Marinas en Punta Culebra. Abajo a la izquierda: Una estudiante joven admira los peces en el acuario en el Centro de Exhibiciones Marinas de STRI en Punta Culebra. Abajo a la derecha: La Presidenta de Panamá Mireya Moscoso recibe un regalo de Marcelino Fernández del Acuario de Veracruz A.C. durante la inauguración del nuevo estanque acuario para tortugas en Culebra. A la izquierda de la presidenta está Joseph L. Salterio Presidente de la Fundación Smithsonian de Panamá y a la derecha de ella el director de STRI Ira Rubinoff. (Fotos: Marcos Guerra)





Above: STRI director Ira Rubinoff and deputy director Cristián Samper at the Corotú Plaza. (Photo: Marcos Guerra) Below left: Panamá: Puente Biológico, edited by Stanley Heckadon-Moreno. Below right: Researchers carried out a taxonomic marathon in celebration of Biodiversity Day at Galeta in pouring rain. (Photo: Marcos Guerra).

Arriba: El director de STRI Ira Rubinoff y el subdirector Cristián Samper en la Plaza Corotú (Foto: Marcos Guerra) Abajo izquierda: Panamá: Puente Biológico, editado por Stanley Heckadon-Moreno. Abajo derecha: Los investigadores participaron en una maratón taxonómica para celebrar el Día de la Biodiversidad en Galeta bajo lluvias torrenciales. (Foto: Marcos Guerra).



In Bocas del Toro, STRI and OTS offered a joint five-week course in 2003 on Tropical Marine Ecology at our Marine Field Station, designed to provide graduate students with opportunities for in-depth study of tropical marine ecosystems. STRI also hosted the program “A Week with the Smithsonian” from June 24-28, 2002 at CEFATI-IPAT on Isla Colon, to celebrate the month of natural resources with an open house for students. This program offered them a unique opportunity for a first-hand look at the work of STRI researchers on the biology of animals, from bats and echinoderms.

HUMAN RESOURCES

STRI Director Ira Rubinoff was posted to Washington D.C. from September 2001 to September 2002, to serve as acting deputy director of the National Museum of Natural History and to work with the SI Science Commission. After serving as acting director of STRI in Rubinoff's absence, Cristián Samper was appointed to be the new director of the National Museum of Natural History, leaving for Washington in April 2003 after two years at STRI.

Staff scientist and evolutionary biologist Eldredge Bermingham was named acting Deputy Director in April, the appointment becoming permanent in October 2003. Bermingham joined STRI in 1989 when he held an Alfred P. Sloan postdoctoral fellowship at Cornell University. He helped establish the first molecular biology laboratory at STRI, and has developed a broad-ranging research program on the evolution and biogeography of many kinds of organisms, resulting in more than 85 publications, many of them in major journals.

Stanley Heckadon-Moreno, staff scientist and advisor to the Director for Technology Transfer, was appointed Director of STRI's new Office of Communications and Public Programs. Heckadon has had a leading role in communicating STRI research to the general public, notably through a lecture series he organized at Metropolitan Park, and the publication of *Panamá: Puente Biológico*, a compendium of these lectures. He also served as coordinator of the Panama Canal Watershed Monitoring Program, and oversees the public programs at Galeta. The new office includes a staff of ten employees plus 50 nature guides.

Following an international search, marine biologist Mark E. Torchin, who received his doctorate from the University of California at Santa Barbara, was hired as a STRI staff scientist in September 2003. Torchin's research interests include marine population and community ecology, host-parasite interactions, the ecology of invasive species, and conservation biology. His work aims to understand how parasites affect the ability of introduced species to succeed in new environments, as well as the impact of introduced parasites on native communities.

Rachel Collin took up her position as staff scientist in March 2002. She has provided scientific leadership for research programs at the Bocas del Toro Laboratory, and has supervised biodiversity surveys on the marine and terrestrial biota of the surrounding region.

En Bocas del Toro, STRI y OTS ofrecieron un curso en conjunto de cinco semanas en 2003 sobre la Ecología Marina Tropical en nuestra Estación de Campo Marina para realizar un estudio a fondo sobre los ecosistemas marinos tropicales. STRI también fue el anfitrión del programa “Una Semana con el Smithsonian” desde el 24 al 28 de junio de 2002 en CEFATI-IPAT en la Isla de Colón, para celebrar el mes de los recursos naturales con un evento de puertas abiertas para los estudiantes. Este programa les ofreció una oportunidad única para obtener una mirada de primera mano del trabajo de los investigadores de STRI sobre la biología de animales, desde murciélagos a equinodermos.

RECURSOS HUMANOS

El director de STRI Ira Rubinoff fungió como subdirector interino del Museo Nacional de Historia Natural y trabajó con la Comisión de Ciencias de la Institución Smithsonian desde septiembre 2001 a septiembre 2002 en Washington D.C. Tras asumir el cargo de director interino en ausencia de Rubinoff, Cristián Samper fue nombrado nuevo director del Museo Nacional de Historia Natural, partiendo para Washington en abril 2003, luego de permanecer dos años en STRI.

El científico y biólogo evolutivo Eldredge Bermingham fue designado subdirector interino en abril y su nombramiento se hizo permanente en octubre de 2003. Bermingham inició su carrera en STRI en 1989 como becario postdoctoral Alfred P. Sloan de la Universidad de Cornell. Ayudó a establecer el primer laboratorio de biología molecular en STRI y ha desarrollado un programa de investigación muy amplio sobre la evolución y biogeografía de varios tipos de organismos, produciendo más de 85 publicaciones, muchas de ellas en revistas destacadas.

Stanley Heckadon-Moreno, científico y asesor del director para Transferencia de Tecnología, fue nombrado director de la nueva Oficina de Divulgación y Programas Públicos. Heckadon ha jugado un rol crucial en comunicar la investigación de STRI al público general, principalmente a través de una serie de charlas que organizó en el Parque Metropolitano mediante la publicación de *Panamá: Puente Biológico*, un compendio de estas charlas. También se desempeñó como coordinador de programas públicos en Galeta.

Luego de una búsqueda internacional, el biólogo marino Mark E. Torchin, que recibió su doctorado de la Universidad de California en Santa Bárbara, fue contratado como científico de STRI en septiembre de 2003. Los intereses de investigación de Torchin incluyen la población marina y comunidad ecológica, las interacciones entre huésped-parásito, la ecología de especies invasoras y la biología de la conservación. Su trabajo busca comprender cómo los parásitos afectan la habilidad de las especies introducidas para prosperar en nuevos ambientes así como el impacto de los parásitos introducidos en comunidades autóctonas.

Rachel Collin inició su labor como científica permanente de STRI en marzo de 2002 y ha brindado liderazgo científico para los programas de investigación del Laboratorio de Bocas del Toro, donde se estudia la biodiversidad de la biota marina y terrestre de la región circundante.

VISITORS AND COLLABORATORS

Annually, STRI receives more than 600 visiting scholars from universities and research centers around the world as well as bachelor and graduate students who are drawn by the tropical biodiversity and the research projects of our scientific staff. For them, STRI offers many advantages including easy accessibility to facilities in two different oceans, wet, dry, and cloud forests as well as access to research laboratories and a wealth of information collected over more than 90 years of continuous research.

Some of these visitors are university professors who carry out long-term projects, bring their own students to do research, and are responsible for a great number of scientific publications in tropical biology. STRI has personnel for technical and administrative support, as well as a Visitors Office with experience in obtaining government permits.

In 2002, the undersecretary for Science of the Smithsonian Institution (SI) Dennis O'Connor took a position at the University of Maryland and was replaced by oceanographer David L. Evans in September of this year. As the person responsible for the different research centers at the Smithsonian, he made his first visit to STRI one month later to become familiar with the staff, research and education programs and the facilities.

Four members of the SI Science Commission, Candy Feller, D. James Baker, Robert P. Kirshner, and Warren Wagner visited STRI in February 2002 to learn about research programs and meet with scientists.

A US Congressional Committee that included Congressmen Wayne Gilcrest (R-MD) and Vernon Ehlers (R-MI), visited STRI from February 18-22, 2002. Members of the Committee attended research talks by STRI scientists, explored the forest canopy at Sherman via STRI's canopy crane access system, and visited STRI's marine research stations at Naos and Bocas del Toro.

A delegation from the U.S. Congress, including Ann Copland, Lori Rowley, Joe Wallace and Kevin Mc Donald visited STRI in February 2002. Congressman Bob Ney, from Ohio, and eight congressional aides came to STRI from May 27-31, 2002, visiting Bocas del Toro as well as STRI facilities in Panama City including the Canopy Access System.

David Cofrin and his wife Mary Ann Cofrin visited STRI facilities in Panama with friends from the Florida Museum of Natural History Doug Jones, David Steadman, Darcie MacMahon and Bruce MacFadden from January 6-13, 2002. Joan Siedenburg, joined by her daughter Karen Tool, made her second trip to STRI, including visits to the canopy crane and Barro Colorado Island, from February 18-22, 2002.

Jean Pigozzi met aboard his yacht with Cristián Samper, STRI deputy director and STRI staff scientists Dr. Joseph Wright in February and March of 2002 to discuss plans for development of a scientific research facility at Bahía Honda.

VISITANTES Y COLABORADORES

Anualmente, STRI recibe más de 600 académicos visitantes de universidades y centros de investigación de todas partes del mundo, así como estudiantes de grado y postgrado, atraídos por la biodiversidad tropical y los proyectos de investigación que llevan a cabo nuestros científicos. Para ellos es esencial la accesibilidad que ofrecen las instalaciones a dos océanos diferentes, bosques húmedos, secos y nubosos, así como la facilidad de acceso a laboratorios científicos y una gran cantidad de información que se ha recogido durante más de 90 años de investigación.

Algunos de estos visitantes son profesores universitarios que llevan a cabo proyectos a largo plazo, traen a sus propios estudiantes de curso para que ellos hagan investigación y son responsables de una gran parte de las publicaciones científicas en biología tropical. STRI cuenta con una oficina de visitantes con experiencia en la obtención de permisos gubernamentales.

En 2002, el subsecretario para Ciencias de la Institución Smithsonian (SI, por sus siglas en inglés) Dennis O'Connor aceptó una posición en la Universidad de Maryland, y fue substituido por el oceanógrafo David L. Evans en septiembre de ese año. Como encargado de los centros de investigación del Smithsonian, hizo su primera visita a STRI un mes después, para familiarizarse con el personal, los programas de investigación y educación y las instalaciones.

Cuatro miembros de la Comisión de Ciencias de SI, Candy Feller, D. James Baker, Robert P. Kirshner y Warren Wagner, visitaron STRI en febrero de 2002 para conocer acerca de los programas de investigación y reunirse con los investigadores científicos.

Un comité del Congreso de los Estados Unidos integrada por los congresistas Wayne Gilcrest (R-MD) y Vernon Ehlers (R-MI), visitó STRI desde el 18 al 22 de febrero de 2002. Los miembros del comité recibieron charlas sobre las investigaciones que desarrollan los científicos de STRI, exploraron el dosel del bosque en Sherman en la grúa de STRI del sistema de acceso al dosel y recorrieron las estaciones marinas de investigación de STRI en Naos y Bocas del Toro.

Una delegación del Congreso de los Estados Unidos, formada por Ann Copland, Lori Rowley, Joe Wallace y Kevin Mc Donald visitó STRI en febrero de 2002. El congresista Bob Ney, de Ohio, y ocho congresistas asistentes vinieron a STRI del 27-31 de mayo de 2002 y visitaron Bocas del Toro y otras instalaciones de STRI en la ciudad de Panamá incluyendo el sistema de acceso al dosel.

David Cofrin y su esposa Mary Ann Cofrin visitaron las instalaciones de STRI en Panamá con amigos del Museo de Historia Natural de Florida, entre ellos Doug Jones, David Steadman, Darcie MacMahon y Bruce MacFadden, del 6-13 de enero de 2002. Joan Siedenburg, acompañada por su hija Karen Tool, realizó su segundo viaje a STRI del 18 al 22 de febrero de 2002, donde visitaron la grúa del dosel y la Isla de Barro Colorado.

Jean Pigozzi se reunió en su yate con Cristián Samper, subdirector de STRI, y Joseph Wright, científico de STRI, para discutir planes de desarrollo de una instalación científica de investigación en Bahía Honda.



Above: S. Joseph Wright hosts visitors to STRI's canopy crane at San Lorenzo near the Caribbean coast of Panama. Right: Lynn Atkinson, visiting scientist from the University of Connecticut, and her five-year old son Benjamin collecting termites at Galeta. Below: Members of the Smithsonian Institution Science Commission landing on Barro Colorado Island by helicopter during a visit to STRI. (Photos: Marcos Guerra)

Arriba: S. Joseph Wright recibe a visitantes en la grúa del dosel de STRI en San Lorenzo cerca de la costa Caribe de Panamá. Derecha: Lynn Atkinson, científica visitante de la Universidad de Connecticut, y su hijo Benjamin de cinco años colectan termitas en Galeta. Abajo: Miembros de la Comisión de Ciencias de la Institución Smithsonian aterrizan en helicóptero en la Isla de Barro Colorado durante una visita a STRI. (Fotos: Marcos Guerra)





Above: The SolVin Bretzel canopy raft, part of Investigating the Biodiversity of Soil and Canopy Arthropods (IBISCA) project in San Lorenzo, being lifted by helicopter. Below left: Miss Universe Justine Pasek, a native Panamanian, during a visit to Barro Colorado Island. Below center: I Fang Sun (left), of the Center for Tropical Forest Science's Asia program visits STRI's new turtle pool at Culebra with Eldredge Bermingham. Below right: Panama Canal administrator Alberto Alemán Zubieta and STRI director Ira Rubinoff signing a five-year agreement for collaboration in 2003. (Photos: Marcos Guerra)

Arriba: La balsa del dosel SolVin Bretzel, parte del proyecto Investigando la Biodiversidad del Suelo y los Artrópodos del Dosel (IBISCA, por sus siglas en inglés) en San Lorenzo, es levantado por un helicóptero. Abajo a la izquierda: La Miss Universo Justine Pasek, oriunda de Panamá, durante su visita a la Isla de Barro Colorado. Abajo al centro: I Fang Sun (izquierda), del programa de Asia del Centro de Ciencias Forestales del Trópico visita el nuevo estanque acuario de tortugas en Culebra junto con Eldredge Bermingham. Abajo a la derecha: El administrador del Canal de Panamá Alberto Alemán Zubieta y el director de STRI Ira Rubinoff firman un acuerdo de colaboración por cinco años en 2003. (Fotos: Marcos Guerra)



Ambassador William Lane and Jean Lane visited STRI's Earl S. Tupper facilities and Culebra Marine Education Center on March 19, 2002, while traveling by boat through Panama.

Frank Levinson and Wynnette LaBrosse, supporters of several STRI programs including the Automated Radio Telemetry System on BCI, the CTFS research grants program, the McGill/STRI graduate degree program, and PRORENA reforestation project, came to STRI from July 16-20, 2002 to attend talks, visit STRI research sites and meet with Director Ira Rubinoff and scientists.

Miss Universe and native Panamanian Justine Pasek came to Barro Colorado Island November 7, 2002, to tour the forests and learn about STRI's research into tropical ecosystems.

Peter Brown and Margaret Hamburg, contributors to STRI's fellowships program, were led on a tour of BCI by STRI deputy director Cristián Samper on January 24, 2003. James H. Simons, a mathematician and physicist who through the Simons Foundation has supported STRI's fellowships program, visited BCI during his yacht's passage through the Panama Canal on February 1, 2003.

STRI and the Canopy Raft Consortium (CRC) signed a memorandum of understanding on July 22, 2003, to join efforts in canopy research. CRC, based in France, uses a variety of methods to access the canopy, including rafts, balloons, and other methods, and brings together scientists from different countries to carry out canopy research, including projects in French Guiana, Cameroon, Gabon, Madagascar and other countries. In September and October 2003, some 30 entomologists from 15 countries participated in the STRI-CRC project, "Investigating the Biodiversity of Soil and Canopy Arthropods" (IBISCA-2003) in the San Lorenzo protected area near the Caribbean coast. The researchers used STRI's canopy crane, as well as CRC's Canopy Raft, Canopy Bubble, Modular Station, and other techniques to study the vertical stratification and beta diversity of arthropods and to evaluate faunal turnover between the soil and the canopy. STRI researchers Yves Basset and S. Joseph Wright coordinated the project together with Héctor Barrios of the University of Panama and Bruno Corbara of CRC and the University Blaise Pascal, France.

On August 5, 2003, STRI signed a renewable five-year agreement for collaboration with the Panama Canal Authority (ACP). As part of the agreement, STRI will provide images and scientific information for exhibits at ACP's Visitor Center at Miraflores Locks, while ACP will promote STRI research at the Center by including two aquaria displaying fish from the Panama Canal watershed, as well as information on the CTFS's sustainable forest projects in the area.

STRI signed a memorandum of understanding with Tunghai University, Taiwan, Republic of China, on September 5, 2003, for cooperation with the CTFS. Both institutions agreed to work together to advance a joint program of long-term research on the ecology and management of tropical forests within the CTFS network.

El embajador William Lane y Jean Lane visitaron las instalaciones del Centro de Investigaciones y Conferencias Earl S. Tupper así como el Centro de Exhibiciones Marinas de Punta Culebra el 19 de marzo de 2002 mientras viajaban en barco a través de Panamá.

Frank Levinson y Wynnette LaBrosse, quienes apoyan varios programas de STRI incluyendo el sistema de radio telemetría automatizada, el programa de posgrado de McGill/STRI y el proyecto de reforestación de PRORENA, vinieron a STRI del 16 al 20 de julio de 2002 para asistir a charlas, visitar sitios de investigación de STRI y reunirse con el director Ira Rubinoff y científicos.

La panameña Justine Pasek, Miss Universo 2002, viajó a la Isla de Barro Colorado el 7 de noviembre de 2002 para recorrer los bosques y conocer la investigación de STRI sobre ecosistemas tropicales.

Peter Brown y Margaret Hamburg, patrocinadores del programa de becas de STRI, fueron guiados en un tour de BCI por el subdirector de STRI Cristián Samper el 24 de enero de 2003. James H. Simons, matemático y físico, patrocinador del programa de becas de STRI a través de la Fundación Simons, visitó BCI mientras viajaba en su yate por el Canal de Panamá el 1 de febrero de 2003.

STRI y el Consorcio de Balsas de Dosel (CRC por sus siglas en inglés) firmaron un memorando de entendimiento el 22 de julio de 2003 para unir esfuerzos en la investigación del dosel. CRC, en Francia, emplea una variedad de métodos para acceder al dosel, incluyendo balsas, globos entre otros, y reúne científicos de diferentes países para desarrollar proyectos de investigación del dosel en la Guyana Francesa, Camerún, Gabón, Madagascar y otros países. En septiembre y octubre de 2003, alrededor de 30 entomólogos de 15 países participaron en el proyecto STRI-CRC, "Investigando la Biodiversidad del Suelo y los Artrópodos del Dosel" (IBISCA -2003) en el área protegida de San Lorenzo, cerca de la costa del Caribe. Los investigadores emplearon la grúa del dosel de STRI, así como la balsa del dosel de CRC, la burbuja del dosel, la estación modular y otras técnicas, para estudiar la estratificación vertical y la diversidad beta de los artrópodos y evaluar la rotación de fauna entre el suelo y el dosel. Los investigadores de STRI Yves Basset y S. Joseph Wright coordinaron el proyecto con Héctor Barrios de la Universidad de Panamá y Bruno Corbara de CRC y la Universidad Blaise Pascal, Francia.

El 5 de agosto de 2003, STRI firmó un acuerdo renovable por cinco años para colaborar con la Autoridad del Canal de Panamá (ACP). Como parte del acuerdo, STRI brindó imágenes e información científica para las exhibiciones del Centro de Visitantes de la ACP en las Esclusas de Miraflores y a su vez la ACP se comprometió a promover la investigación de STRI en el Centro mediante la exhibición formada por dos acuarios con peces de la cuenca del Canal de Panamá así como información de los proyectos de bosque sostenible de CTFS en el área.

STRI firmó un memorando de entendimiento con la Universidad de Tunghai, Taiwán, República de China el 5 de septiembre de 2003 para realizar proyectos de cooperación con el CTFS. Ambas instituciones acordaron trabajar en conjunto para avanzar un programa de investigación a largo plazo sobre la ecología y manejo de los bosques tropicales dentro de la red de CTFS.

ACADEMIC, RESEARCH TRAINING AND INTERNSHIPS

CAPACITACION ACADEMICA EN INVESTIGACION Y PASANTIAS

Short-term Visitors/ Visitantes a Corto Plazo

John Choat	James Cook University, Australia
Carlos Leite	Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Brazil
Stuart West	Edinburgh University, UK

Tupper Postdoctoral Fellowships/ Becas Postdoctorales Tupper

Christopher Dick	Harvard University
Drude Molbo	University of Lausanne, Switzerland

Molecular Postdoctoral Fellowships/ Becas de Postdoctorado en Biología Molecular

Seirian Sumner	University of Copenhagen, Denmark
----------------	-----------------------------------

Postdoctoral Fellowships/ Becas de Postdoctorado

Luis Borda de Agua	Columbia University
Priya Davidar	University of Pondichery, India
Rhett Harrison	Kyoto University, Japan
Michael Kirby	University of California, Davis
Juan Maté	University of Miami
Aaron O'Dea	University of Bristol, UK
Janet Shellman-Reeve	Cornell University
Kirk Zigler	Duke University

Predoctoral Fellowships/ Becas de Predoctorado

Ruth Dickau	Temple University
Sylvia Fallon	University of Missouri – St. Louis
Hermógenes Fernández	University of Puerto Rico
Ilean Isaza	Boston University
Scott Mangan	Indiana University
Julie Velasquez	Yale University

Short-term Fellowships/ Becas a Corto Plazo

Alex Banks	Oxford University, UK
Andrew Bouwma	University of Wisconsin-Madison
Ellen Clark	Monash University, Australia
Heidi Connahs	University of Brighton, UK
Michiel Dijkstra	University of Copenhagen, Denmark
Arturo Dominici	University of Bremen, Germany
Rachel Gallery	University of Illinois Urbana-Champaign
Suzanne Gray	University of Guelph, Canada
Carlos Guarnizo	Universidad de Los Andes, Colombia
José-Miguel Guevara	Universidad de Panamá
Andrew Jackson	Oxford University, UK
Brenda Larison	University of California at Los Angeles
Eloisa Lasso	University of Illinois Urbana-Champaign
David Logue	Colorado State University
Sacha Lozano	Universidad del Valle, Colombia
Enrique Medianero	Universidad de Panamá
Beatriz Medina	Universidad de Panamá
Vivian Méndez	Universidad de Costa Rica
Christine Miller	University of Montana
Silke Nebel	Simon Fraser University
Rachel Page	University of Texas, Austin
Lauren Sack	Harvard University
Tyler Smith	University of Miami
Timothy Swain	Florida State University
Eva Toth	Virginia Institute of Marine Sciences
Janeene Touchton	University of British Columbia
Christa Weise	University of New Mexico

Postdoctoral Visiting Scientists/ Científicos Visitantes Postdoctorales

Ashoke Bhattacharya	Visva-Bharati University, India
Tim Carruthers	University of Maryland
Claribel Gallegos	Fundación Ramon Areces, Spain
Nancy Hilbun	University of South Alabama
Ahmed Hussein	National Research Center, Egypt
José Iriarte	University of Kentucky
Diamond Kylo	University of Missouri
Bruno Pernet	University of Washington
Eli Sanjines	Stanford University

Predocctoral Visiting Scientists/ Científicos Visitantes Predocctorales

Daniel Durán	Rutgers University
Gwen Keller	University of Georgia
Matthew Miller	University of Alaska

Elektra Noreste Fellowship/ Beca Elektra Noreste

Yolani Bermúdez	Universidad de Panamá
Aura Fajardo	University of Rhode Island
Lloyd Godson	University of Queensland, Australia
Dennis Gómez	Universidad de Panamá
Cam Hernández	Universidad de Panamá
Sacha Lozano	Universidad del Valle, Colombia
Haidy Pérez	Universidad de Panamá
Laura Robinson	Universidad de Panamá
Tania Romero	Universidad de Panamá
Aidamalia Vargas	Universidad de Panamá
Carlos Vergara	Universidad de Santa María La Antigua, Panamá
Carlos Villarreal	Universidad Interamericana de Educación a Distancia, Panamá

Alan Smith Fellowship/ Beca Alan Smith

José Guillermo Sánchez	Universidad de Panamá
------------------------	-----------------------

BCI Fellowship/ Beca BCI

Antonio Cueto	Universidad de Panamá
Ricardo Moreno	Universidad de Panamá

CTFS Fellowship/ Beca CTFS

George Chuyong	University of Buea, Cameroon
Denise Hardesty	University of Georgia
Robert John	University of Georgia
Sumedha Madawala	University of Peradniya, Sri Lanka
María Alejandra Moscoso	Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Helene Muller-Landau	National Center for Ecological and Synthesis, U.S.
Elizabeth Stacy	Concordia University, Montreal
Jayshree Vencatesan	Care Earth-India
Christopher Wills	University of California, San Diego
Jess Zimmerman	University of Puerto Rico

STRI-OTS Fellowship/ Beca STRI-OTS

Javier Espeleta	University of Georgia
-----------------	-----------------------



Aidamalia M. Vargas, a student at the University of Panama, received a STRI-Elektra fellowship to study the physiology of conches (*Strombus*) at the Galeta Marine Laboratory. Overharvesting for food is threatening the survival of these large marine snails.

(Photo: Marcos Guerra)

Aidamalia M. Vargas, una estudiante de la Universidad de Panamá, recibió una Beca de STRI-Elektra para estudiar la fisiología de las conchas (*Strombus*) en el Laboratorio Marino de Galeta. La sobrepesca está amenazando la supervivencia de estos grandes caracoles marinos.

(Foto: Marcos Guerra)



Janeene Touchton, a STRI fellow from the University of British Columbia studying the social dynamics of antbirds, removes birds from a mistnet. Some species of antbirds make their living by following army ants and feeding on the insects and other arthropods that flee from the ants.

(Photo: Marcos Guerra)

Janeene Touchton, una becaria de STRI de la Universidad de British Columbia quien estudia las dinámicas sociales de los hormigueros, retira pájaros de una malla. Algunas especies de hormigueros subsisten persiguiendo a las hormigas guerreras y alimentándose de insectos y otros artrópodos que huyen de las hormigas.

(Foto: Marcos Guerra)

Internships/ Pasantías

Lisa Addington	University of South Carolina	Eunice Molinar	Universidad de Panamá
Alex Aguilar	Universidad de Panamá	Isis Ochoa	Universidad de Panamá
Marina Ascunce	Universidad de Buenos Aires, Argentina	Elizabeth Osorio	Universidad de Panamá
Kelly Barr	University of North Carolina	Marisín Pecchio	Universidad de Panamá
Sebastián Barrionuevo	Universidad de Tucumán, Argentina	Catalina Perdomo	Universidad de Los Andes, Colombia
Margarita Beltrán	University College London	Camila Pizano	Universidad de Los Andes, Colombia
Sarah Benfield	Heriot-Watt University, UK	Carolina Polania	Universidad Nacional de Colombia
Damaris Bernal	Universidad de Panamá	Wendy Rangel	Universidad de Panamá
Ximena Bernal	University of Texas, Austin	Ruth Reina	Universidad de Panamá
Bouchra El-Omari	Universidad de Barcelona	Seth Ring	University of Utah
Katherine Boul	University of Texas, Austin	Carlos Ríos	Universidad de Panamá
Keryn Bromberg	University of Utah	Andre Riveros	Universidad Nacional de Colombia
Amy Burke	University of Utah	Yehudi Rodríguez	Universidad de Panamá
Zuleima Caballero	Universidad de Panamá	Kathleen Rudolph	University of California at Davis
Amparo Castillo	Universidad de Panamá	Tara Sackett	University of British Vancouver, Canada
Edgardo Castro	Universidad de Panamá	Maricela Salazar	Universidad de Panamá
Claudia Contreras	Universidad Militar Nueva Granada	Camilo Salazar	Universidad de Los Andes, Colombia
Johnny Correa	Universidad de Panamá	Evelyn Sánchez	Universidad de Panamá
Hayro Cunanmpio	Universidad de Panamá	Sofía Sánchez	Universidad de Panamá
William Denkler	Sterling College	Mirna Santana	Universidad de Panamá
Juan Carlos Di Trani	Universidad de Panamá	Malena Sarlo	Florida State University
Daniel Dvoretz	University of Utah	Jude Scarl	Harvard University
Yarlenis Espinosa	Universidad de Panamá	Carmen Schloeder	University of Kaiserslautern, Germany
Jimena Forero	Universidad de Los Andes, Colombia	Jessica Seidman	Wesleyan University
Paola Galgani	Universidad de la Paz, Panamá	Charlotte Skov	University of Florida
Matthew Gilbert	Rhodes University	Jeffrey Sossa	Universidad del Quindío, Colombia
Tania Gómez	Universidad de Panamá	\Giovanna Sotil	Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú
José González	Universidad de Panamá	Alison Sweeney	Duke University
Bedsy González	Universidad de Panamá	Daniel Torres	Universidad de Panamá
Karl Gruber	Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá	Carolina Ulloa	Universidad de Los Andes, Colombia
Carlos Guarnizo	Universidad de Los Andes, Colombia	Luis Ureña	Universidad de Panamá
Ismael Guerra	Universidad de Panamá	Juan Carlos Villarreal	Universidad de Panamá
Tanya Hawley	University of Miami		
Charlotte Jander	Uppsala University, Sweden		
Sorel Jatunov	Universidad de Panamá		
Micaela Klaisle	Free University of Berlin, Germany		
Ivan Landires	Universidad del Cauca, Colombia		
Luis Fernando de León	Universidad de Panamá		
Shine Ling	University of California at Santa Barbara		
Ricardo Mallarino	Universidad de Los Andes, Colombia		
Julia Mayo	Universidad Complutense de Madrid		
Vivian Méndez	Universidad de Costa Rica		
Pedro Méndez	Universidad de Panamá		
Yaxelis Mendoza	Universidad de Panamá		
Alejandro Merchan	Universidad de Los Andes, Colombia		
Kelly Metcalf	Boston University		
Hugo Mogollón	Pontificia Universidad Católica, Ecuador		
Natalia Molina	Universidad Autónoma de México		

VOLUNTEERS

VOLUNTARIOS

FY01/AÑO FISCAL 2001

Isabel Andrade
Cecilia Arosemena
Abraham Bassan
Chelina Batista
Robert Beckwith
Andrea Bodman
Abdiel Bonilla
Christiana Broker
María Teresa Gil del Real
Anadina Gómez
Edgardo Griffith
Alexander Guevara
Lukas Keller
Flores Kenia
Christine Polo
Holly Prendeville
Andrea Profili
Cristina Quintana
Piñeiro Rita
Raul Rivera
Tanja Wagner

FY02/ AÑO FISCAL 2002

Irving Acosta
Jorge Andreu
Celia Arias
Franklin Arosemena
Anabelle Arroyo
Judith Barcenás
Nicole Basta
Ivelisse Bernard
Ariadna Bethancour
José Bichet
Adriana Bravo
Kelly Brooks
Sofía Camargo
Mayra Canales
Jesús Castillo
Luis Cedeño
Rigoberto Chavarría
Sylvia Clare
Nefertaris Daguerre
Dominick Daurío
Luis De León
Lucie Debugnon
Gabriel Domínguez
Lucie Dubugnon
Jhairo España
Verónica Espinosa
Keisy Flores
Natalia Fludra
Koinz Franz
Yazmin García
Zaireth Gonzáles
Augusto González
Jonathan González
Paulino González
Alexander Guevara
Britta Hartrad

Mickael Henry
Vibeke Herlyck
Estefanía Hernández
Jenny Hodgson
Christiane Hueerkamp
Nick Isaac
Milan Jepperson
Pavle Jepperson
Kathryn Rose Kirby
Jennifer Lao
Jonathan Lasso
Nadine Lehrer
Dafne Liao
Berenice Lo
Andrea López
Ana Cristina Lou
Dilcia Lou
Vanessa Marcano
Beatriz Medina
Yaxelis Mendoza
Sebastián Meyer
Luis Molinar
Kailash Mozumder
Jonathan Muñoz
Elise Owens
Laura Pineda
Sally Powell
Christel Ramos
Didier Ramos
Jessica Riggs
Nafisa Rodríguez
Cristina Roubik
Ivelisse Ruiz
Joel Sands
Malena Sarlo
Anita Schulz
Matthew Smith
Judith Sousa
Jenibeth Tejada
Mercedes Tejada
Eileen Thorsos
Janeene Touchton
Carolina Typaldos
Onanchi Ureña
Anayansi Valderrama
Willa Veber
Genevieve Walden

FY03/ AÑO FISCAL 2003

Eleonor Aizprua
Johana Balbuena
Mirza Barroso
Abraham Bassan
Nina Inga Becker
Javier Bohorque
Doris Bolívar
Laura Linda Bozeña G.
Anne Brooke
Daniel Camerón
Katie Casas
Alberto Castillo
María del P. Chávez

Andrew Coates
Elizabeth Coates
Franse-Lise Colin
Victoria Collins
Mindy Cooper
Mónica Cordovez
David Correa
Isabel Cortéz
Nefertaris Daguerre
Johana De Alba
Carlos De La Espada
José De la Rosa Rodríguez N.
Gina Della Togna
Edwin Díaz
Alana Domingo
Seth Factor
Itzenith Forero
Christiane Frago
Armando Galván
Ricardo Gibbs
Yeniffer Gómez
Rigoberto González G.
John Griggs
José Miguel Guevara
Alejandra Jaramillo
Lucía Lasso
Rune Linstron
Eric Lorio
Jennifer Macwhite
Rafael Mares
Lyanie Martínez
Valerie Martínez
Carlos Medina
Jorge Méndez
Joel Damián Mina
Héctor Manuel Montenegro G.
Carla Morán
Rafael Ortega
Deyla Pacheco
Jorge Luis Pino
Michael Powers
Guillermo Roiz
Mariela Romero
Christoph Rothenwohrer
Dafne Ruiz
Fernando Ruiz
Banerjee Rup
Benito Russo
Joel Sands
Doris Santana
Judith Sousa
Laura Alexandra Spence
Jose Miguel Staff
Fredrick Sten Kunkel
Jane Thomas
Mariana Valencia
Melanie Vargas
Mirna Vásquez
Tanya Whittemore
Lucretia Williams
Nick Windsor
Fabienne Zeugin



Tropical fungi.

(Photo: Marcos Guerra)

Hongos tropicales.

(Foto: Marcos Guerra)

October 1st 2001, through September 30, 2003

Del 1^o. de octubre de 2001 al 30 de septiembre de 2003

STRI staff, fellows and visiting scientists published more than 750 theses, books, CDs and articles in journals, magazines and newspapers. The complete list may be examined by subject, author, title and year via the STRI webpage at www.stri.org

El personal de STRI, becarios y académicos visitantes publicaron más de 750 tesis, libros, CDs y artículos en revistas especializadas y periódicos. La lista completa puede verse por materia, autor, título y año en la página de Internet de STRI: www.stri.org

Research by STRI archaeologist Dolores R. Piperno has found that squashes and gourds (*Cucurbita*) were cultivated as early as 12,000 to 10,000 years ago in southwestern Ecuador.

(Photo: Marcos Guerra)

La arqueóloga investigadora de STRI Dolores R. Piperno ha encontrado que los zapallos y las calabazas (*Cucurbita*) fueron cultivados tan temprano como 12,000 a 10,000 años atrás en el suroeste de Ecuador.

(Foto: Marcos Guerra)

Aguilar, Salomón. 2002. The next level: sampling below 1cm dbh. *Inside CTFS* 2002(Summer): 7, 9.

Choat, J. Howard, Robertson, D. Ross, Ackerman, James D., and Posada, Juan M. 2003. An age-based demographic analysis of the Caribbean stoplight parrotfish *Sparisoma viride*. *Marine Ecology Progress Series* 246(1): 265-277.

Altshuler, Douglas L., and Dudley, Robert. 2002. The ecological and evolutionary interface of hummingbird flight physiology. *Journal of Experimental Biology* 205(16): 2325-2336.

Coates, Anthony G. (Ed.). 2003. *Paseo Pantera: una historia de la naturaleza y cultura de Centroamérica*. Washington, DC and London: Smithsonian Institution Press.

Anderson, Robert P., and Handley, Jr., Charles O. 2002. Dwarfism in insular sloths: biogeography, selection, and evolutionary rate. *Evolution* 56(5): 1045-1058.

Cochrane, Mark A., and Laurance, William F. 2002. Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology* 18: 311-325.

Angehr, George R. 2003. *Directorio de áreas importantes para aves en Panamá. Directory of important bird areas in Panama*. Panamá: Sociedad Audubon de Panamá.

Coley, Phyllis D., Massa, Marie, Lovelock, Catherine E., and Winter, Klaus. 2002. Effects of elevated CO₂ on foliar chemistry of saplings of nine species of tropical tree. *Oecologia* 133: 62-69.

Arnold, A. Elizabeth, and Herre, Edward Allen. 2003. Canopy cover and leaf age affect colonization by tropical fungal endophytes: Ecological pattern and process in *Theobroma cacao* (Malvaceae). *Mycologia* 95(3): 388-398.

Collin, Rachel. 2003. The utility of morphological characters in gastropod phylogenetics: an example from the Calyptraeidae. *Biological Journal of the Linnean Society* 178(4): 541-593.

Basset, Yves, Novotny, Vojtech, Miller, Scott E., and Kitching, Roger L. 2003. Canopy entomology, an expanding field of natural science. In Yves Basset, Vojtech Novotny, Scott E. Miller, and Roger L. Kitching (Eds.), *Arthropods of tropical forests: Spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy*: 4-6. Cambridge: Cambridge University Press.

Condit, Richard, Pitman, Nigel, Leigh, Jr., Egbert Giles, Chave, Jérôme, Terborgh, John, Foster, Robin B., Nuñez V., Percy, Aguilar, Salomón, Valencia, Renato, Villa, Gorky, Muller-Landau, Helene C., Losos, Elizabeth, and Hubbell, Stephen P. 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. *Science* 295(5555): 666-669.

Beltrán, Margarita, Jiggins, Chris D., Bull, Vanessa, Linares, Mauricio, Mallet, James, McMillan, W. Owen, and Bermingham, Eldredge. 2002. Phylogenetic discordance at the species boundary: Comparative gene genealogies among rapidly radiating *Heliconius* butterflies. *Molecular Biology and Evolution* 19(12): 2176-2190.

Cooke, Richard G., Isaza, Ilean, Griggs, John, Desjardins, Benoit, and Sanchez, Luis Alberto. 2003. Who crafted, exchanged, and displayed gold in pre-Columbian Panama? In Jeffrey Quilter, and John W. Hoopes (Eds.), *Gold and power in ancient Costa Rica, Panama and Colombia. A symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999*: 91-158. Washington DC: Dumbarton Oaks.

Breedy, Odalisco, and Guzmán, Héctor M. 2002. A revision of the genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 115(4): 782-839.

Cordero, Carlos, and Eberhard, William G. 2003. Female choice of sexually antagonistic male adaptations: a critical review of some current research. *Journal of Evolutionary Biology* 16(1): 1-6.

Carlin, J.L., Robertson, D. Ross, and Bowen, B.W. 2003. Ancient divergences and recent connections in two tropical Atlantic reef fishes *Epinephelus adscensionis* and *Rypticus saponaceus* (Percoidae: Serranidae). *Marine Biology* 143(6): 1057-1069.

Crayn, Darren M., Smith, J. Andrew C., and Winter, Klaus. 2001. Carbon-isotope ratios and photosynthetic pathways in the neotropical family Rapateaceae. *Plant Biology* 3: 569-576.

Chave, Jérôme, Condit, Richard G., Lao, Suzanne, Caspersen, John P., Foster, Robin B., and Hubbell, Stephen P. 2003. Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panama. *Journal of Ecology* 91(2): 240.

Currie, Cameron R., Wong, Bess, Stuart, Alison E., Schultz, Ted R., Rehner, Stephen A., Mueller, Ulrich G., Sung, Gi-Ho, Spatafora, Joseph W., and Straus, Neil A. 2003. Ancient tripartite coevolution in the Attine ant-microbe symbiosis. *Science* 299(5605): 386-388.

Chave, Jérôme, and Leigh, Jr., Egbert Giles. 2002. A spatially explicit neutral model of beta-diversity in tropical forests. *Theoretical Population Biology* 62(2): 153-168.

D'Croz, Luis, Kwiecinski, B., Maté T., Juan L., Gómez, Juan A., and Del Rosario, Juan B. 2003. El afloramiento costero y el fenómeno de El Niño: implicaciones sobre los recursos biológicos del Pacífico de Panamá. *Tecnociencias* 5(2): 35-49.

Chave, Jérôme, Muller-Landau, Helene C., and Levin, Simon A. 2002. Comparing classical community models: Theoretical consequences for patterns of diversity. *The American Naturalist* 159(1): 1-23.

De Steven, Diane, and Wright, S. Joseph. 2002. Consequences of variable reproduction for seedling recruitment in three neotropical tree species. *Ecology* 83(8): 2315-2327.

DeWayne Shoemaker, D., Machado, Carlos A., Molbo, Drude, Werren, John H., Windsor, Donald M., and Herre, Edward Allen. 2002. The distribution of *Wolbachia* in fig wasps: correlations with host phylogeny, ecology and population structure. *Proceedings of the Royal Society* (London) B. 269(1506): 2257-2267.

Dick, Christopher W. 2001. Genetic rescue of remnant tropical trees by an alien pollinator. *Proceedings of the Royal Society* (London) B. 268: 2391-2396.

Duda, Thomas F., Jr., Kohn, Alan J., and Palumbi, Stephen R. 2001. Origins of diverse feeding ecologies within *Conus*, a genus of venomous marine gastropods. *Biological Journal of the Linnean Society* 73(4): 391-409.

Dudley, Robert. 2002. Mechanisms and implications of animal flight maneuverability. *Integrative and Comparative Biology* 42: 135-140.

Eberhard, William G. 2003. Substitution of silk stabilimenta for egg sacs by *Alloccyclosa bifurca* (Araneae: Araneidae) suggests that silk stabilimenta function as camouflage devices. *Behaviour* 140(7): 847-868.

Eberhard, William G., and Cordero, Carlos. 2003. Sexual conflict and female choice. *Trends in Ecology and Evolution* 18(9): 438-439.

Engelbrecht, Bettina M.J., Wright, S. Joseph, and De Steven, Diane. 2002. Survival and ecophysiology of tree seedlings during El Niño drought in a tropical moist forest in Panama. *Journal of Tropical Ecology* 18: 569-579.

Faallon, Sylvia M., Bermingham, Eldredge, and Ricklefs, Robert E. 2003. Island and taxon effects in parasitism revisited: Avian malaria in the Lesser Antilles. *Evolution* 57(3): 606-615.

Fearnside, Philip M., and Laurance, William F. 2002. O futuro da Amazônia: os impactos do Programa Avanço Brasil. *Ciencia Hoje* 31(182): 61-65.

Gilbert, Gregory S. 2002. Evolutionary ecology of plant diseases in natural ecosystems. *Annual Review of Phytopathology* 40(1): 13-43.

Gilbert, Gregory S., Mejía-Chang, Mónica, and Rojas, Enith. 2002. Fungal diversity and plant disease in mangrove forests: salt excretion as a possible defense mechanism. *Oecologia* 132 (2): 278-285.

Graham, Eric A., Mulkey, Stephen S., Kitajima, Kaoru, Phillips, Nathan G., and Wright, S. Joseph. 2003. Cloud cover limits net CO₂ uptake and growth of a rainforest tree during tropical rainy seasons. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(2): 572-576.

Green, A.M., Müller, Ulrich G., and Adams, Rachele M.M. 2002. Extensive exchange of fungal cultivars between sympatric species of fungus-growing ants. *Molecular Ecology* 11(2): 191.

Guzmán, Héctor M., and García, Elia M. 2002. Mercury levels in coral reefs along the Caribbean coast of Central America. *Marine Pollution Bulletin* 44: 1415-1420.

Guzmán, Héctor M., and Guevara, Carlos A. 2001. Arrecifes coralinos de Bocas del Toro, Panamá: IV. Distribución, estructura y estado de conservación de los arrecifes continentales de Península Valiente. *Revista de Biología Tropical* 49(1): 53-66.

Heckadon-Moreno, Stanley (Ed.). 2001. *Panamá: puente biológico. Las Charlas Smithsonian del Mes 1996-1999* (First ed.). Panamá: Smithsonian Tropical Research Institute.

Hubbell, Stephen P. 2002. BCI Forest Dynamics Project: After 22 years. What we have learned and where we are going. *Inside CTFs* 2002(Summer): 6-7.

Hubbell, Stephen P. 2001. *The unified neutral theory of biodiversity and biogeography*. Princeton University Press.

Ibáñez D., Roberto, Condit, Richard G., Angehr, George R., Aguilar, Salomón, García, Tomas, Martínez, Raúl, Sanjur, Amelia, Stallard, Robert, Wright, S. Joseph, Rand, A. Stanley, and Heckadon-Moreno, Stanley. 2002. An ecosystem report on the Panama Canal: Monitoring the status of the forest communities and the watershed. *Environmental Monitoring and Assessment* 80(1): 65-95.

Jackson, Jeremy B.C., Lidgard, Scott, and McKinney, Frank K. (Eds.). 2001. *Evolutionary patterns: Growth, form and tempo in the fossil record*. Chicago, Illinois: The University of Chicago Press.

Jennions, Michael D., and Møller, Anders Pape. 2003. A survey of the statistical power of research in behavioral ecology and animal behavior. *Behavioral Ecology* 14(3): 438-445.

Jones, F.A., and Hubbell, Stephen P. 2003. Isolation and characterization of microsatellite loci in the tropical tree *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae). *Molecular Ecology Notes* 3(3): 403-405.

Kitajima, Kaoru, Mulkey, Stephen S., Samaniego, Mirna, and Wright, S. Joseph. 2002. Decline of photosynthetic capacity with leaf age and position in two tropical pioneer tree species. *American Journal of Botany* 89(12): 1925-1932.

Kooistra, Wiebe H.C.C., Coppejans, Eric G.G., and Payri, Claude. 2002. Molecular systematics, historical ecology and phylogeography of *Halimeda* (Bryopsidales). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 24: 121-138.

Kraenzel, Margaret, Castillo, Alvaro, Moore, Tim R., and Potvin, Catherine. 2003. Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. *Forest Ecology and Management* 173(1-3): 213-225.

Krause, G. Heinrich, Galle, Alexander, Gademan, Rolf, and Winter, Klaus. 2003. Capacity of protection against ultraviolet radiation in sun and shade leaves of tropical forest plants. *Functional Plant Biology* 30(5): 533-542.

Kursar, Thomas A., and Coley, Phyllis D. 2003. Convergence in defense syndromes of young leaves in tropical rainforests. *Biochemical Systematics and Ecology* 31(8): 929-949.

Lasker, Howard Robert. 2003. Zooxanthella densities within a Caribbean octocoral during bleaching and non-bleaching years. *Coral Reefs* 22(1): 23-26.

Laurance, William F., Fearnside, Philip M., Nepstad, Daniel, McGrath, David, Alencar, Ane, Barros, Ana Cristina, Carvalho, Georgia, Santilli, Marcio, and Diaz, Maria del C. Vera. 2002. Issues in Amazonian development. *Science* 295(5560): 1643-1644.

Leigh, Jr., Egbert Giles, and Ziegler, Christian. 2002. *A magic web: The tropical forest of Barro Colorado Island*. Oxford: Oxford University Press.

Lessios, Harilaos A., Garrido, M.J., and Kessing, Bailey D. 2001. Demographic history of *Diadema antillarum*, a keystone herbivore on Caribbean reefs. *Proceedings of the Royal Society* (London) B. 268(2347): 2347-2353.

Linares, Olga F. 2002. African rice (*Oryza glaberrima*): History and future potential. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(25): 16360-16365.

Lips, Karen R., Reeve, John D., and Witters, Lani R. 2003. Ecological traits predicting amphibian population declines in Central America. *Conservation Biology* 17(4): 1078-1088.

Maté T., Juan L. 2003. Ecological, genetic, and morphological differences among three *Pavona* (Cnidaria: Anthozoa) species from the Pacific coast of Panama. I. *P. varians*, *P. chiriqiensis*, and *P. frondifera*. *Marine Biology* 142(3): 427-444.

McCartney, Michael A., and Lessios, Harilaos A. 2002. Quantitative analysis of gametic incompatibility between closely related species of neotropical sea urchins. *Biological Bulletin* 202(4): 166-181.

Naisbit, Russell E., Jiggins, Chris D., and Mallet, James. 2003. Mimicry: developmental genes that contribute to speciation. *Evolution and Development* 5(3): 269-280.

Nascimento, Henrique E.M., and Laurance, William F. 2002. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. *Forest Ecology and Management* 168(1-3): 311-321.

Pandolfi, John M., Bradbury, Roger H., Sala, Enric, Hughes, Terence P., Bjorndal, Karen A., Cooke, Richard G., McArdle, Deborah, McClenachan, Loren, Newman, Marah J.H., Paredes, Gustavo, Warner, Robert R., and Jackson, Jeremy B.C. 2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science* 301(5635): 955-958.

Pandolfi, John M., and Jackson, Jeremy B.C. 2001. Community structure of Pleistocene coral reefs of Curaçao, Netherlands Antilles. *Ecological Monographs* 71: 49-67.

Phelps, Steven M., Ryan, Michael, J., and Rand, A. Stanley. 2001. Vestigial preference functions in neural networks and túngara frogs. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98(23): 1361-1316.

Piperno, Dolores, and Stothert, Karen E. 2003. Phytolith evidence for early Holocene *Cucurbita* domestication in southwest Ecuador. *Science* 299(5609): 1054-1057.

Piperno, Dolores R., and Jones, John G. 2003. Paleoeological and archaeological implications of a Late Pleistocene/Early Holocene record of vegetation and climate from the Pacific coastal plain of Panama. *Quaternary Research* 59(1): 79-87.

Ricklefs, Robert E., and Bermingham, Eldredge. 2001. Nonequilibrium diversity dynamics of the Lesser Antillean avifauna. *Science* 294(5546): 1522-1524.

Robertson, D. Ross, and Allen, Gerald R. 2002. *Shorefishes of the tropical eastern Pacific: An information system*. CD-ROM. Smithsonian Tropical Research Institute.

Roubik, David W. 2002. The value of bees to the coffee harvest. *Nature* 417: 708.

Ruokolainen, Kalle, Tuomisto, Hanna, Chave, Jérôme, Muller-Landau, Helene C., Condit, Richard, Pitman, Nigel, Terborgh, John, Hubbell, Stephen P., Leigh, Jr., Egbert Giles, Duivenvoorden, J. F., Svenning, J.-C., and Wright, S. Joseph. 2002. Beta-diversity in tropical forests. *Science* 297(5586): 1439-1440.

Sanjur, Oris I., Piperno, Dolores R., Andres, Thomas C., and Wessel-Beaver, Linda. 2002. Phylogenetic relationships among domesticated and wild species of *Cucurbita* (Cucurbitaceae) inferred from a mitochondrial gene: Implications for crop plant evolution and areas of origin. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(11): 535-540.

Santos-Granero, Fernando, and Barclay Rey de Castro, Frederica. 2002. *La frontera domesticada: historia económica y social de Loreto 1850-2000* (Adriana Soldi de Recharte, and Ana María Soldi de Soldi, Trans.). Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Sousa, Wayne P., Kennedy, Peter G., and Mitchell, Betsy J. 2003. Propagule size and predispersal damage by insects affect establishment and early growth of mangrove seedlings. *Oecologia* 135(4): 564-575.



STRI's Earl S. Tupper Library in Tropical Biology, located in Panama City, Republic of Panama, has in its holdings 66,000 volumes of scientific literature dating back to the late nineteenth century and is one of the most comprehensive resources in the world for tropical biology. The library was originally founded on BCI in the early 1920's. (Photo: Marcos Guerra)

La Biblioteca Earl S. Tupper en Biología Tropical de STRI, ubicada en la ciudad de Panamá, República de Panamá, contiene 66,000 volúmenes de literatura científica desde finales del siglo XIX y es uno de los recursos más completos en el mundo sobre biología tropical. La biblioteca se fundó originalmente en BCI a principios de 1920. (Foto: Marcos Guerra)

Swearer, Stephen E., Shima, J.S., Hellberg, M.E., Thorrold, S.R., Jones, G.P., Robertson, D. Ross, Morgan, S.G., Selkoe, K.A., Ruiz, G.M., and Warner, R.R. 2002. Evidence of self-recruitment in demersal marine populations. *Bulletin of Marine Science* 70(1): 251-272.

Sweeney, Alison, Jiggins, Chris D., and Johnsen, Sonke. 2003. Polarized light as a butterfly mating signal. *Nature* 423(6935): 31-32.

Volkov, Igor, Banavar, Jayanth R., Hubbell, Stephen P., and Maritan, Amos. 2003. Neutral theory and relative species abundance in ecology. *Nature* 424(6952): 1035-1037.

Wright, S. Joseph. 2002. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia* 130(1): 1-14.

Mangrove forest near STRI's
Galeta Marine Laboratory
(Photo: Christian Ziegler)

Bosque de mangle cerca
del Laboratorio Marino de
Galeta de STRI
(Foto: Christian Ziegler)

Smithsonian Tropical Research Institute
Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales

Apartado 2072
Balboa, Ancón, República de Panamá
Telephone: (507) 212-8000 • Fax (507) 212-8148

(From the United States)
(Desde los Estados Unidos de Norteamérica)
Unit 0948
APO AA 34002-0948

Washington DC Office
Oficina en Washington DC

Smithsonian Tropical Research Institute
P.O. Box 37012
Quad Suite 3123, 705
Washington, DC 20013-7012
U.S.A.

Telephone (202) 633-4012 • Fax (202) 786-2557

