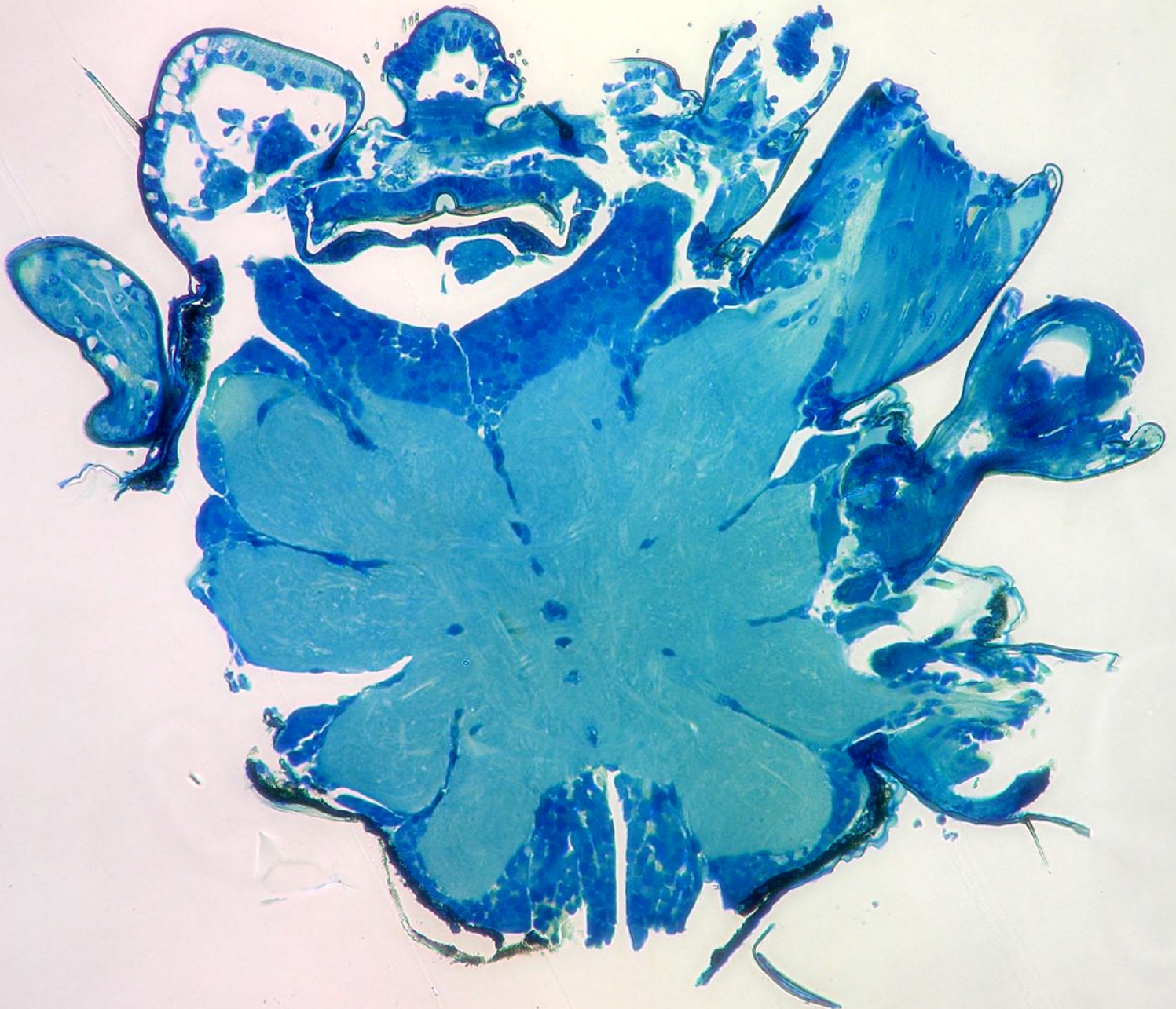


TRÓPICOS

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

NEUROBIOLOGY / NEUROBIOLOGÍA



Smithsonian Tropical Research Institute

July 2015 | stri.si.edu



BEHAVIOR AND THE BRAIN

EL COMPORTAMIENTO Y EL CEREBRO

Humans operate in large social groups, as do ants and bees, responding to social cues from our peers. At the same time, our actions are flexible, sometimes unpredictable. Are our choices coded? To what extent do we share with other life forms the plasticity that drives new behaviors and novel solutions to age-old questions?

Acacia ants in young colonies choose from a variety of tasks, quickly becoming locked in to a single role, trapped by their brains' anatomy. On the other hand, female túngara frogs are easily wooed by calls from a speaker as a researcher generates bouquets of sound that male frog-suitors have yet to dream of.

From hand-spanning tarantulas to jumping spiders the size of mustard seeds, from bullet-sized carpenter bees to sweat bees like beads of dew, the range of sizes of tropical organisms offers opportunities to see how form and function interact—the links between brain size and behavioral complexity. Likewise, the variety of fruit-eating mammals on Barro Colorado Island makes it possible to discover feedback loops between food calories and brain size, perhaps shedding light on the evolution of intelligence in primates.

In this issue, we'll try to imagine what it's like to see through the crystalline skin of a brittle star, its "brain" a net of nerves stretching far out into its limbs. We'll enter a single cell, tap into what a bee sees when she flies through the night, and try to jump even farther, to learn what she thinks about in the dark. Brains take as many shapes as there are animals. When we study these alien mindscapes, we come closer to understanding our own. — *Beth King*

Los humanos operan en grandes grupos sociales y al igual que las hormigas y las abejas, lo hacen también en respuesta a las señales sociales de sus compañeros. Al mismo tiempo, nuestras acciones son flexibles, a veces impredecibles. ¿Se codifican nuestras elecciones? ¿Hasta qué punto compartimos con otras formas de vida la plasticidad que impulsa nuevos comportamientos y nuevas soluciones a las interrogantes milenarias?

Las hormigas de los árboles de Acacia que pertenecen a colonias jóvenes eligen entre una variedad de tareas, dedicándose rápidamente a un único rol, atrapado en la anatomía de sus cerebros. Por otro lado, las ranas túngara hembra son fácilmente cortejadas por los llamados de un altavoz que genera distintos sonidos que los machos pretendientes machos alguna vez soñaron lograr.

Desde tarántulas del tamaño de una mano a arañas saltarinas del tamaño de granos de mostaza, desde abejas carpinteras del tamaño de una bala a abejas del sudor del tamaño de una gota de rocío, la gama de tamaños de organismos tropicales ofrece la oportunidad de ver cómo la forma y función interactúan; los vínculos entre el tamaño del cerebro y la complejidad del comportamiento. Asimismo, la variedad de mamíferos frugívoros en Isla Barro Colorado permite descubrir círculos de retroalimentación entre las calorías de los alimentos y el tamaño del cerebro, tal vez arrojar luz sobre la evolución de la inteligencia en los primates

En esta edición, trataremos de imaginar lo que se siente al ver a través de la piel cristalina de un ofiuro, su "cerebro" es una red de nervios que se extienden hasta sus extremidades. Entraremos en una sola célula, daremos un vistazo a lo que ve una abeja cuando vuela por la noche, y tratamos de ir aún más lejos, para aprender lo que piensa en la oscuridad. Los cerebros toman tantas formas como hay de animales. Cuando estudiamos estos paisajes mentales alienígenos, nos acercamos a la comprensión del nuestro. — *Beth King*

Cover photo: A cross-section of a golden silk orb-weaver, *Nephila clavipes*. (Light micrograph image courtesy of STRI neurobiology lab).
Portada: Una sección transversal de una araña, *Nephila clavipes*. (Imagen en micrografía cortesía del laboratorio de neurobiología STRI).
Below: Golden silk orb-weaver (Photo by Jorge Alemán)
Abajo: Una araña tejedora de oro (Foto por Jorge Alemán)



- 3 **FEATURE / ESPECIAL**
Gray Matters: Inside the animal brain /
Materia gris: Dentro del cerebro animal
- 5 **How does a bee see in the dark?**
¿Cómo ve una abeja en la oscuridad?
- 8 **How does the brain drive sexual selection?**
¿Cómo impulsa el cerebro la selección sexual?
- 11 **The gaze of the brittle star**
La mirada del ofiuero
- 14 **Evolving larger brains**
La evolución y los cerebros
- 19 **Ants that get set in their ways**
Hormigas que fijan una conducta
- 24 **VIDEO**
Night Vision / Visión Nocturna
- 25 **THE FUTURE / EL FUTURO**
Neurobiology at STRI
Neurobiología en el Smithsonian
- 27 **UPWELLING / AFLORAMIENTO**
Recent STRI research highlights
Investigaciones recientes de STRI
- 37 **MOSAIC / MOSAICO**
Brain bites / Dentro del cerebro
- 38 **STRI REWIND / STRI REBOBINA**
The spirit of Stan Rand
El espíritu de Stan Rand



stinews@si.edu

Questions/comments
Preguntas/comentarios



@stri_panama
#smithsonian

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

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

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

Sean Mattson
STRI Reporter
Fotoperiodismo
Writing, Photography / Textos y Fotografía

Sonia Tejada
Media Relations
Medios y comunicación
Translations / Traducción

Ana Endara
STRI Videographer
Videógrafa
Documentary Videos / Documentales

Geetha Iyer
Volunteer
Voluntaria
Writer, Editor / Textos, Edición

A microscopic image of brain tissue, likely stained with hematoxylin and eosin (H&E), showing various cellular structures. A white silhouette of a neuron is overlaid on the image, with its cell body and branching processes extending across the field of view. The text "GRAY MATTERS" is prominently displayed in the center in a large, white, serif font.

GRAY MATTERS

100 μm

A microscopic image of an animal brain section, showing various cellular structures and tissue layers. The image is stained, with a prominent blue/purple color. Overlaid on the image is a decorative white frame containing the title in English and Spanish.

INSIDE THE ANIMAL BRAIN

DENTRO DEL
CEREBRO ANIMAL

Sweat bee *Megalopta genalis*
(Photo by Ajay Narendra)

Abeja del sudor *Megalopta genalis*
(Foto por Ajay Narendra)



BEELINE FLIGHTS THROUGH THE DARK

Animal physiologist Julia Schuckel spends much of her time in a tiny, windowless lab, cocooned by high-tech equipment. She's rigged the room to minimize electrical noise, excess light, even vibrations from footsteps, so it now looks like the cockpit of a plane. But where Schuckel is flying, she can't see a thing. Using a needle-like glass electrode with a tip so fine it's invisible even through her microscope, she enters the head of a sweat bee, *Megalopta genalis*, right into a living cell in the insect's multifaceted eye.

She's completely reliant on the machines around her to navigate and measure electrical activity in the eye cell without damaging it. But the most remarkable aspect of this set-up is the computational feat happening inside the bee's head. The *Megalopta* brain, about the size of a mustard seed, calculates how to see and fly in almost complete darkness.

"Their eyes alone are not good enough for what they do behaviorally," says Schuckel, a postdoctoral fellow at the Smithsonian Tropical Research Institute in Panama. Her work builds on research by Eric

VOLANDO EN LA OSCURIDAD

Julia Schuckel, especialista en fisiología animal, pasa gran parte de su tiempo en un pequeño laboratorio sin ventanas, rodeada por equipo de alta tecnología. Ha arreglado la habitación para minimizar el ruido eléctrico, el exceso de luz, incluso las vibraciones de los pasos y ahora parece la cabina de un avión. Pero, hacia dónde Schuckel vuela, ella no puede ver nada. Utilizando un electrodo de vidrio en forma de aguja con una punta tan fina que es invisible incluso a través de su microscopio, ella entra en la cabeza de una abeja del sudor, *Megalopta genalis*, justo en una célula viva en el multifacético ojo del insecto.

Ella depende completamente de las máquinas a su alrededor para navegar y medir la actividad eléctrica en la célula ocular sin dañarla. Pero el aspecto más notable de esta configuración es la hazaña computacional que sucede dentro de la cabeza de la abeja. El cerebro de la *Megalopta*, aproximadamente del tamaño de un grano de mostaza, calcula la forma de ver y volar en casi completa oscuridad.

"Sus ojos por sí solos no son suficientes para lo



Julia Schuckel uses a sheet and a lamp to attract *Megalopta genalis* bees before dawn along Pipeline Road in Panama's Soberanía National Park. (Photo by Sean Mattson)

Julia Schuckel usa una manta y una lámpara para atraer abejas *Megalopta genalis* antes del amanecer en el Camino del Oleoducto en el Parque Nacional Soberanía de Panamá. (Foto por Sean Mattson)

Warrant, professor at her home institution, the University of Lund in Sweden. Warrant demonstrated that the bees use visual cues to home in on their nests, built inside hollowed sticks in dense forest. Fast fliers, they forage for pollen during two short activity periods in the dark—after sunset and before dawn—to avoid predators and competitors. But since *M. genalis* has eyes much like a day-active bee, it should not, technically, be able to make sufficient use of such feeble light.

“We think the reason that they can do it is because the visual information is pooled in the brain,” says Schuckel, who works with STRI staff scientist William Wcislo. She’s particularly interested in a layer of nerve cells directly underlying the bees’ eyes. These cells are widely branched, much more so than similar ones found in day-flying honeybees, possibly allowing the *Megalopta* bees to collect stimuli from many neighboring eye cells to create a clearer picture of their dim environment.

Schuckel shows her bees controlled visual stimuli

que hacen dentro de su comportamiento”, comenta Schuckel, becaria de post doctorado en el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales en Panamá. Su trabajo se basa en las investigaciones de Eric Warrant, profesor en su institución de origen, la Universidad de Lund en Suecia. Warrant demostró que las abejas utilizan señales visuales para dirigirse a sus nidos, construidos dentro de palos huecos en el denso bosque. Rápidas voladoras, se alimentan de polen durante dos períodos de actividad en la oscuridad, después del atardecer y antes del amanecer, para evitar depredadores y competidores. Pero como la *M. genalis* tiene ojos muy parecidos a una abeja diurna, no debe, técnicamente, ser capaz de hacer un uso suficiente de la débil luz.

“Creemos que la razón de que pueden hacerlo es porque la información visual se agrupa en el cerebro”, comentó Schuckel, que trabaja con el científico del Smithsonian William Wcislo. Ella está particularmente interesada en una capa de células nerviosas que se encuentra directamente bajo los ojos de las abejas.

A night-flying bee's brain makes up for what its eyes can't do

El cerebro de una abeja nocturna compensa lo que sus ojos no pueden ver

on a computer monitor. As light sweeps across the field of vision of an individual eye cell, it triggers a measurable electrical signal that travels to the brain. Schuckel wants to compare this response to what happens in the layer of branching brain cells, to see if the neurons have a wider visual field. Moths and other nocturnal insects have evolved to “sum up” light from a wider surface area within the eye—*M. genalis*, to make up for what its eyes can't do, appears to have evolved a method of summation in the brain.

Since *Megalopta* bees don't survive well outside the tropics, these experiments have to be done locally. With her third field season wrapping up, Schuckel will return to Panama next year armed with harder, quartz electrodes to access the brain cells, which are located under a tough membrane just beneath the eyes.

Solving the mystery behind the *Megalopta* brain might lead to technological applications in photography or videography, but Schuckel is more interested in the common experience of sensing the world. Whether it's through a bee's eyes or her own, she says, “All animals have to convert sensory information into an electrical signal to use it. I find that process fascinating.” – *Geetha Iyer*

Project collaborators and affiliations:

Julia Schuckel^{1,2}, Steven Wiederman³, William Wcislo², David O' Carroll¹, Eric Warrant¹

1. Department of Biology, University of Lund, Sweden
2. Smithsonian Tropical Research Institute, Panama
3. Adelaide Center for Neuroscience Research, University of Adelaide, Australia

Estas células son ampliamente ramificadas, mucho más que otras similares encontradas en las abejas diurnas, posiblemente permitiendo que las abejas *Megalopta* recolecten los estímulos de muchas células oculares cercanas para crear una imagen más clara de su tenue ambiente.

Schuckel muestra a sus abejas estímulos visuales controlados en un monitor de computadora. Una luz pasa a través del campo de visión de una célula ocular individual y dispara una señal eléctrica medible que viaja hasta el cerebro. Schuckel quiere comparar esta respuesta a lo que ocurre en la capa de ramificación de las células del cerebro, para ver si las neuronas tienen un campo visual más amplio. Las polillas y otros insectos nocturnos han evolucionado para “reunir” la luz de una superficie más amplia dentro del ojo—*M. genalis* parece haber evolucionado un método de suma similar en su cerebro para compensar lo que sus ojos no pueden ver.

Como las abejas *Megalopta* no sobreviven fuera de los trópicos, estos experimentos tienen que hacerse a nivel local. Con su tercera temporada de campo a punto de concluir, Schuckel regresará a Panamá el año que viene armada con electrodos de cuarzo más duros para acceder a las células del cerebro, que se encuentran bajo una membrana dura justo debajo de los ojos.

Resolver el misterio detrás del cerebro de las *Megalopta* podría conducir a aplicaciones tecnológicas en la fotografía o videografía, pero Schuckel está más interesada en la experiencia común de sentir el mundo. Ya sea a través de los ojos de una abeja o la suya, ella comentó: “Todos los animales tienen que convertir la información sensorial en una señal eléctrica para utilizarla. Me parece un proceso fascinante”. – *Geetha Iyer*

Colaboradores del proyecto y afiliaciones:

Julia Schuckel^{1,2}, Steven Wiederman³, William Wcislo², David O' Carroll¹, Eric Warrant¹

1. Departamento de Biología, Universidad de Lund, Suecia
2. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Panamá
3. Centro de Investigación de Neurociencia de la Universidad de Adelaide, Australia

Túngara frog *Engystomops pustulosus*
(Photo by Brian Gratwicke)

Rana túngara *Engystomops pustulosus*
(Foto por Brian Gratwicke)



UNDERSTANDING HER BRAIN: What she likes can kill you

From the evolutionary viewpoint of the male túngara frog, life without sex is no better than death. Even risking his little limbs for a romp in the water make his 50-50 odds look good to him. The female certainly doesn't seem to have an issue with his gambling problem. She rigged the mating game in the first place.

At some point in their evolutionary history, a male túngara struck the perfect note while calling for a mate. Males began to add “chuck” sounds at the end of their calls—one, then two, then three, then four and so on—to up the ante as competing males added chucks to their own calls. Complex calls make frogs five times sexier to females than the simple call alone. But they also alert frog-eating bats, blood-sucking midges and other predators to their highly exposed locations in tropical puddles or streams. Little wonder

COMPRIENDIENDO SU CEREBRO: Lo que a ella le gusta te puede matar

Desde el punto de vista de la evolución de la rana túngara macho (*Physalaemus pustulosus*)T, la vida sin sexo no es mejor que la muerte. Incluso, arriesgar sus pequeñas extremidades para darse un revolcón en el agua, hace que probabilidades de 50 a 50 se vean bien para él. Ciertamente a la hembra no parece molestarle el problema en juego. Ella amañó el juego de la seducción desde el primer momento.

En algún momento de su historia evolutiva, un túngara macho cantó la nota perfecta mientras llamaba para atraer pareja. Los machos comenzaron a añadir sonidos “chuck” al final de sus llamados—uno, luego dos, luego tres, luego cuatro y así sucesivamente—para elevar la apuesta a medida que los machos competían añadiendo “chucks” a sus propios llamados. Los llamados complejos hacen a los machos cinco

Mike Ryan records data on túngara frogs in Panama's Soberanía National Park. (Photo by Sean Mattson)

Mike Ryan registra datos sobre las ranas Túngara en el Parque Nacional Soberanía de Panamá. (Foto por Sean Mattson)



túngara males live only a year in the wild but can last up to five years in a lab.

“Beauty is beautiful but beauty also kills,” says Mike Ryan, a leading expert on túngaras who, in his early nights of research in Panama, would watch through night vision goggles as bats made easy pickings of the frogs. “For some reason, the traits the females prefer are quite often the traits that cause their suitors a whole lot of grief.”

How did such dangerously sexy traits evolve? The answer lies in the female túngara’s brain.

Physalaemus pustulosus has two inner-ear organs—one for high pitches, one for low. The basic túngara call, known as the whine, sets off the low end. The chucks hit the other. When the signals meet in the female brain’s processing center, they trigger synapses signaling the motor center, prompting her to approach the lucky male.

And luck it was—the female’s brain was wired to

veces más sexy para las hembras, en comparación a un llamado simple. Pero llamando a las hembras también se alertan a los murciélagos que se alimentan de ranas, a los mosquitos chupadores de sangre y a otros depredadores, quienes descubren así dónde están en charcos y arroyos tropicales. Con razón, los túngara machos viven sólo un año en la naturaleza pero hasta cinco en cautiverio en el laboratorio.

“La belleza es hermosa pero la belleza también mata”, comenta Mike Ryan, un destacado experto en túngaras quien en sus primeras noches de investigación en Panamá, observa a través de gafas de visión nocturna cómo los murciélagos hacen presa fácil de las ranas. “Por alguna razón, los rasgos que las hembras prefieren son muy a menudo los mismos que hacen que sus pretendientes sufran mucho.”

¿Cómo evolucionaron estos rasgos peligrosamente sexy? La respuesta se encuentra en el cerebro de la túngara hembra.

Sometimes the brain is wired to be attracted to stimuli it has never experienced

A veces, el cerebro está conectado para ser atraído a estímulos que nunca ha experimentado

respond favorably to the chuck many millions of years before he figured it out.

“Looking at the brain told us two things,” says Ryan, a professor of evolution and behavior at the University of Texas, Austin and research associate at the Smithsonian Tropical Research Institute. “It showed us exactly where in the brain these preferences reside, and it showed us that female preferences for complex calls can be in the brain for many millions of years until a particular sound is evolved to stimulate them.”

Ryan’s work demonstrates that the evolution of communication is more complex than the evolution of physical traits in response to the environment—growing a fur coat in cold climates, for example. “The dogma, explicit or implicit, is that the signalers and receivers evolved together all the time,” he says.

He and his colleagues challenge this view, and have engineered new sounds that stimulate the female tanager’s brain. Their work suggests that her brain’s wiring is flexible enough that it may find new, even unknown, sounds, sights or scents attractive, regardless of the male’s ability to come up with them himself.

– Sean Mattson

La *Physalaemus pustulosus* tiene dos órganos de oído interno: uno para tonos altos, uno para tonos bajos. La llamada básica de la tanager se conoce como el zumbido e inicia la gama baja. Los “chucks” los tonos altos. Cuando las señales se encuentran en el centro de procesamiento del cerebro de la hembra desencadenan sinapsis de señalización del centro motor, lo que provoca que ella se acerque al afortunado macho.

Y, vaya suerte: el cerebro de la hembra estaba conectado para responder favorablemente a los “chucks” muchos millones de años antes de que él macho lo descubriera.

“Estudiar su cerebro nos enseñó dos cosas”, comenta Ryan, profesor de evolución y comportamiento en la Universidad de Texas en Austin, e investigador asociado del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. “Nos mostró exactamente dónde en el cerebro residen estas preferencias, y que estas preferencias femeninas para las llamadas complejas pueden estar en el cerebro durante muchos millones de años, hasta que aparezca un sonido particular que las estimule.”

El trabajo de Ryan demuestra que la evolución de la comunicación es más compleja que la evolución de rasgos físicos en respuesta al ambiente; como lograr evolucionar un abrigo de piel en climas fríos, por ejemplo. “El dogma, explícito o implícito, es que los comunicadores y los receptores evolucionaron juntos todo el tiempo,” comenta.

Él y sus colegas desafían este punto de vista y han diseñado nuevos sonidos que estimulan el cerebro de la tanager hembra. Su trabajo sugiere que la manera en que su cerebro está conectado es lo suficientemente flexible como para que puedan encontrar nuevos sonidos, imágenes o aromas atractivos, e incluso desconocidos, independientemente de la capacidad del macho para crearlos por sí mismo. – Sean Mattson



Brittle star *Ophiocoma wendtii* (Photo courtesy of NOAA/Sarah Davies)

Ofiuero *Ophiocoma wendtii* (Foto cortesía de NOAA/Sarah Davies)

STAR GAZING FROM THE SEA FLOOR

The kiddie pool Lauren Sumner-Rooney unfolds on the dock at the Bocas Del Toro Research Station isn't for relaxing at sundown after a long day of fieldwork. Under the midday sun, she places brittle stars on the pool's blue plastic bottom and floats a shadow-casting disc on the water's surface. Her experiment tests the nocturnal creatures' poorly understood vision system. Can they "see" the disc and move into its protective shadow?

Sumner-Rooney's trials suggest they can. During a six-week, short-term STRI fellowship, the Ph.D. candidate from Queen's University Belfast ran hundreds of light-response experiments on the brittle star *Ophiocoma wendtii*. With specimens she took back with her to Northern Ireland, she'll now build the first digital, 3D model of the species' unique vi-

MIRANDO LAS ESTRELLAS DESDE EL FONDO DEL MAR

La piscina para niños que Lauren Sumner-Rooney coloca en el muelle de la Estación de Investigación de Bocas Del Toro no es para relajarse al atardecer después de un largo día de trabajo de campo. Bajo el sol del mediodía, ella coloca ofiueros en el fondo azul de la piscina y hace flotar un disco para proyectar su sombra en la superficie del agua. Su experimento pone a prueba el sistema de visión poco comprendido de estas criaturas nocturnas. ¿Pueden "ver" el disco y dirigirse hacia su sombra protectora?

Los ensayos de Sumner-Rooney sugieren que sí pueden hacerlo. Durante una beca a corto plazo del Smithsonian en Panamá, esta candidata a doctorado de la Universidad Queen de Belfast hizo cientos de experimentos para observar la respuesta a la luz del ofiuero *Ophiocoma wendtii*. Con muestras que llevó



Lauren Sumner-Rooney uses a children's pool on the dock at STRI's Bocas station to test brittle star vision. (Photo by Sean Mattson)

Lauren Sumner-Rooney utiliza una piscina para niños en el muelle en la estación del Smithsonian en Bocas para poner a prueba la visión de los ofiuos. (Foto por Sean Mattson)

sion system—thousands of light-focusing, crystalline bumps on its five, spindly arms and body. She'll also map the complex web of the brittle star's photoreceptors and nerve connections.

"They don't have a centralized brain," says Sumner-Rooney, who gathers her test subjects as she snorkels around Bocas. "They can regenerate their arms if they're broken off, and each one is probably self-governing. There is so much information coming in that the integration of it must be really weird."

Brittle stars, along with starfishes and sand dollars, are radially symmetrical, "spiny-skinned" animals known as echinoderms. In 1984, Gordon Hendler, now the echinoderm curator at the Natural History Museum of Los Angeles, discovered *O. wendtii's* eye structures as a visiting researcher at STRI. Brittle stars have the most advanced visual system documented in this group of animals. Although many studies since then have considered the optical prop-

a Irlanda del Norte, construirá el primer modelo 3D digital del sistema de visión, único de esta especie, compuesto por miles de protuberancias cristalinas que enfocan la luz en sus cinco brazos delgados y en su cuerpo. Ella también hará un mapa de la compleja red de fotorreceptores y conexiones nerviosas que poseen los ofiuos.

"No tienen un cerebro centralizado", comenta Sumner-Rooney, que colecta sus muestras haciendo snorkel alrededor de Bocas. "Ellos pueden regenerar sus brazos si se quiebran, y cada uno es probablemente autónomo. Hay tanta información entrando que su integración debe ser realmente extraña".

Los ofiuos, junto con estrellas de mar y los dólares de arena, son animales radialmente simétricos, de "piel espinosa", y conocidos en conjunto como equinodermos. En 1984, Gordon Hendler, hoy curador de equinodermos en el Museo de Historia Natural de Los Angeles, descubrió las estructuras oculares de

A brittle star sees with its limbs

Un ofiuro ve con sus extremidades

erties of *O. wendtii*'s lenses, Sumner-Rooney's Ph.D. project is one of the first to examine its photoreceptors and their connection to the rest of the nervous system.

Her field studies measure *O. wendtii*'s sensitivity to different wavelengths of light, including blue light, to which it reacts, and red and UV light, which do not appear to generate a response. Her pool experiments test whether the brittle stars can distinguish not just night from day, but also distinct objects. She hopes to answer whether *O. wendtii*'s vision is similar to that of compound-eyed insects, or whether it perceives the world in an entirely different way.

How to see is an evolutionary problem that has been solved independently numerous times. To better understand *O. wendtii*'s unique solution, Sumner-Rooney studies the overall evolution of vision in the genus *Ophiocoma*, which includes three other species of brittle star that are less responsive to light.

“It's a lot of weird, pioneering and not always applicable science,” she says. “But because their vision is theoretically so straightforward, it could have biotech implications.” – Sean Mattson

las *O. wendtii* cuando era investigador visitante en el Smithsonian. Los ofiuros tienen el sistema visual más avanzado que se ha documentado en este grupo de animales. Aunque muchos estudios desde entonces se han centrado en las propiedades ópticas de las lentes de las *O. wendtii*, el proyecto de doctorado de Sumner-Rooney es uno de los primeros en examinar sus fotorreceptores y la conexión de estos con el resto del sistema nervioso.

Sus estudios de campo miden la sensibilidad de la *O. wendtii* a diferentes longitudes de ondas de luz, incluyendo la luz azul, a la que reacciona, y la luz roja y la luz UV, que no parecen generar una respuesta. Sus experimentos examinan además si los ofiuros pueden distinguir no solo el día de la noche, sino también entre objetos distintos. Ella espera dar una respuesta a si la visión de *O. wendtii* es similar a la de los insectos de ojos compuestos, o si perciben el mundo de una manera completamente diferente.

Cómo lograr la visión es un asunto evolutivo que se ha resuelto de forma independiente en numerosas ocasiones. Para entender mejor la solución única de la *O. wendtii*, Sumner-Rooney estudia la evolución general de la visión en el género *Ophiocoma*, que cuenta con otras tres especies de ofiuros menos sensibles a la luz.

“Esto incluye mucha ciencia pionera un poco extraña, que no siempre tiene utilidad directa,” comenta. “Pero debido a que su visión es teóricamente muy sencilla, el estudio podría tener implicaciones biotecnológicas.” – Sean Mattson

Capuchin monkey *Cebus capuchinus* (Photo by Sean Mattson)

Mono capuchino *Cebus capuchinus* (Foto por Sean Mattson)

FOOD FOR THOUGHT WHEN MONKEYS MUNCH

It takes brains for animals to find fruit in the complex landscape of a tropical forest, but it also takes a lot of fruit to fuel the thinking process. There may be a positive feedback loop between the ability of smarter animals to find food, and their ability to accumulate the energetic surplus from food to evolve larger brains

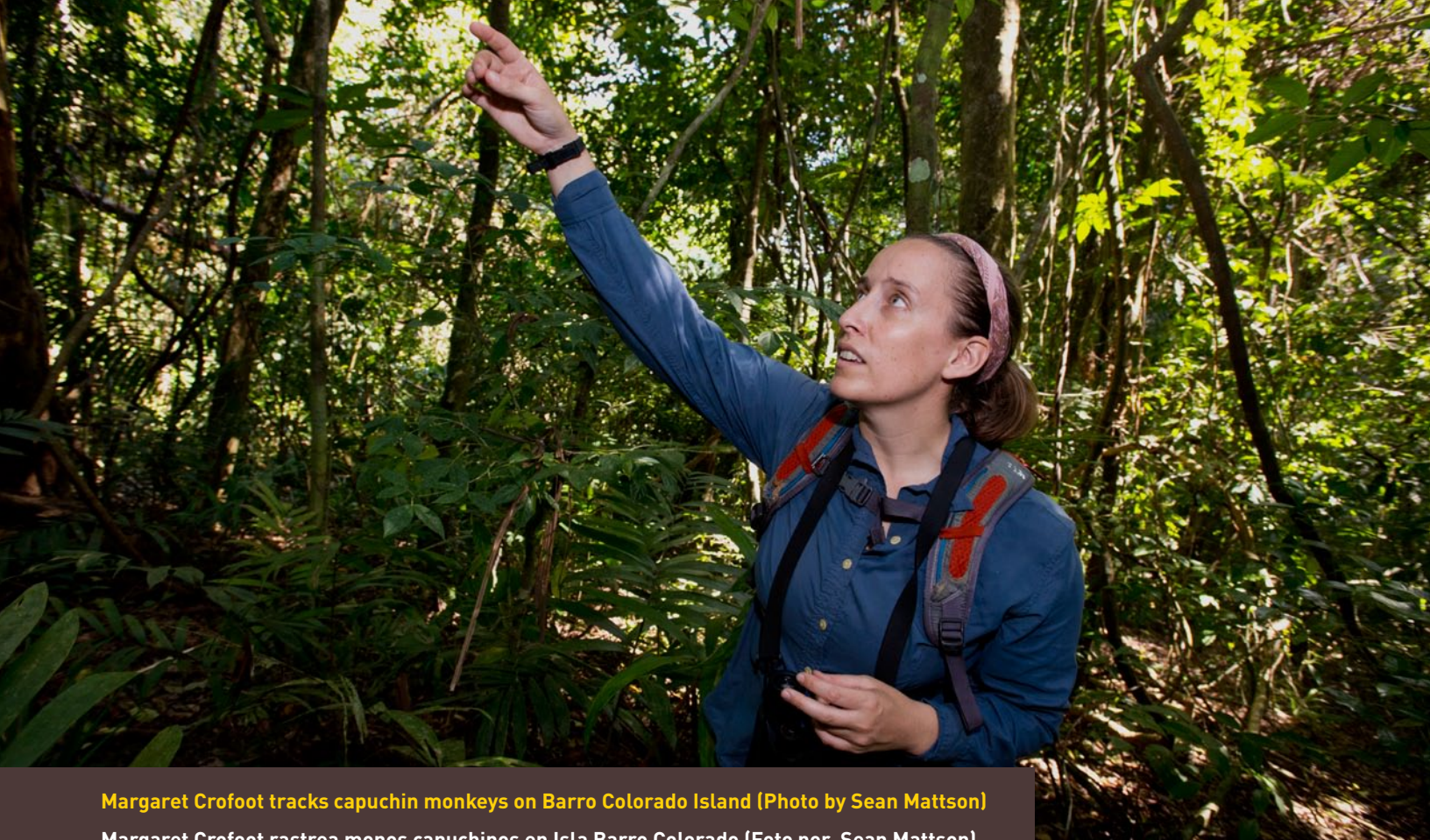
While this “loopy” explanation makes sense, it has never before been tested. Margaret Crofoot, research associate at the Smithsonian Tropical Research Institute and anthropologist at the University of California,

ALIMENTO PARA EL PENSAMIENTO

Se necesita cerebro para que los animales encuentren frutos en el complejo paisaje de un bosque tropical, pero también se necesita un montón de frutos para alimentar el proceso de pensamiento. Puede existir un círculo de retroalimentación positiva entre la capacidad de los animales más inteligentes para encontrar comida, y su capacidad de acumular el excedente energético de los alimentos para evolucionar cerebros más grandes.

Aunque esta explicación tiene sentido, nunca antes había sido probada. Margaret Crofoot, investigadora





Margaret Crofoot tracks capuchin monkeys on Barro Colorado Island (Photo by Sean Mattson)

Margaret Crofoot rastrea monos capuchinos en Isla Barro Colorado (Foto por Sean Mattson)

Davis, received funds from the U.S. National Science Foundation to assemble a team to test the hypothesis.

In early summer, an advance crew from Crofoot's team flew drones over Panama's Barro Colorado Island to map the crowns of *Dipteryx* trees festooned with pink, horn-shaped flowers. At that time of year, fruit-eating mammals scatter around the island, feeding from a variety of other fruit-laden trees. But by January, not much else will be available except *Dipteryx* fruit, and monkeys, kinkajous, bats and toucans will converge on the trees. Canopy animals eat the sweet outer pulp of the date-sized fruits and drop the seeds to the ground, where chisel-toothed agoutis gnaw through the woody seed coats.

The whole of Crofoot's team arrived in August. Most are veterans of the island's Automated Radio Telemetry System, a series of towers with radio antennas that let researchers track the 24/7 movements of up to 200 individual animals at a time. Since that

asociada en el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales y antropóloga de la Universidad de California, Davis, recibió fondos de la Fundación Nacional de la Ciencia de Estados Unidos para montar un equipo y probar la hipótesis.

A principios de la estación seca, un equipo de avance del grupo de Crofoot voló drones sobre la Isla Barro Colorado en Panamá para mapear las copas de los árboles *Dipteryx*, adornadas con flores de color rosa con forma de cuerno. En esa época del año, los mamíferos frugívoros se esparcen alrededor de la isla alimentándose de una variedad de otros árboles cargados de frutos. Pero en enero, no habrá mucho disponible excepto los frutos de *Dipteryx*, y los monos, kinkajús, murciélagos y tucanes se reunirán en esos árboles. Los animales del dosel comen la pulpa dulce externa de los frutos de tamaño de un dátil y dejan caer las semillas en el suelo, donde los agutíes logran roer las cubiertas leñosas de las semillas.

*“The brain is a black box
we’re trying to crack open”*

*“El cerebro es una caja negra
que estamos tratando de abrir”*

project ended several years ago, satellite-based GPS tracking of animals has vastly improved accuracy, but catching the animals to put on collars has not gotten any easier.

The team will collar six different fruit-eating species so that when the *Dipteryx* fruiting season begins, they will be able to follow the animals’ movements on the internet as they forage. They would like to see if there are differences in foraging strategies between big-brained capuchin and spider monkeys and smaller brained kinkajous, agoutis, coatis and peccaries. They’ll also be able to make comparisons—between animals in the canopy versus animals on the ground, or between social and solitary animals.

“The brain is a black box,” says Crofoot. “We know that information about resource distribution is going in, and we see the resulting behavior. We’re making this model to try to crack open that black box a little bit.” – *Beth King*

Animal tracking collaborators / Colaboradores de rastreo:

Capuchins: Maragaret Crofoot, Smithsonian Tropical Research Institute and University of California, Davis.

Spider monkeys: Christina Campbell, California State University, Northridge

Kinkajous and ocelots: Roland Kays, Smithsonian Tropical Research Institute, North Carolina State University

Coatis: Ben Hirsch, University of Florida, Gainesville
Daniel Marsh, Michelle Faehr and Megan O’Keefe, Cincinnati Zoo and Botanical Garden

Cesar Rafael Mares Palacios, University of Cambridge
Damien Farine, Smithsonian Tropical Research Institute, University of Oxford, University of California, Davis

Robert Nelson, Untamed Science

Damien Caillaud, Dian Fossey Gorilla Fund

El equipo completo de Crofoot llegó en agosto. La mayoría son veteranos del proyecto de Sistema Automatizado de Radio Telemetría de la isla, una serie de torres con antenas de radio que permiten a los investigadores rastrear a la vez, las 24 horas los 7 días de la semana los movimientos de hasta 200 animales individuales. Desde que ese proyecto terminó hace varios años, la localización de animales por GPS por satélite ha mejorado enormemente la precisión, pero la captura de animales para ponerles collares no es fácil.

El equipo colocará collares a seis especies frugívoras distintas para que cuando comience la temporada de fructificación del *Dipteryx*, serán capaces de seguir por Internet los movimientos de los animales mientras se alimentan. Les gustaría ver si hay diferencias en las estrategias de forrajeo entre los monos capuchinos y monos arañas con cerebros más grandes, y los kinkajous, agutíes, coatíes y pecaríes con cerebros más pequeños. También serán capaces de hacer comparaciones entre animales en el dosel frente a los animales en el suelo, o entre animales sociales y solitarios.

“El cerebro es una caja negra”, comenta Crofoot. “Sabemos que entra la información sobre la distribución de recursos, y vemos el comportamiento resultante. Estamos haciendo este modelo para tratar de abrir una grieta en esa caja negra”. – *Beth King*

Capuchin monkey snacking on Barro Colorado Island. (Photo by Sean Mattson)

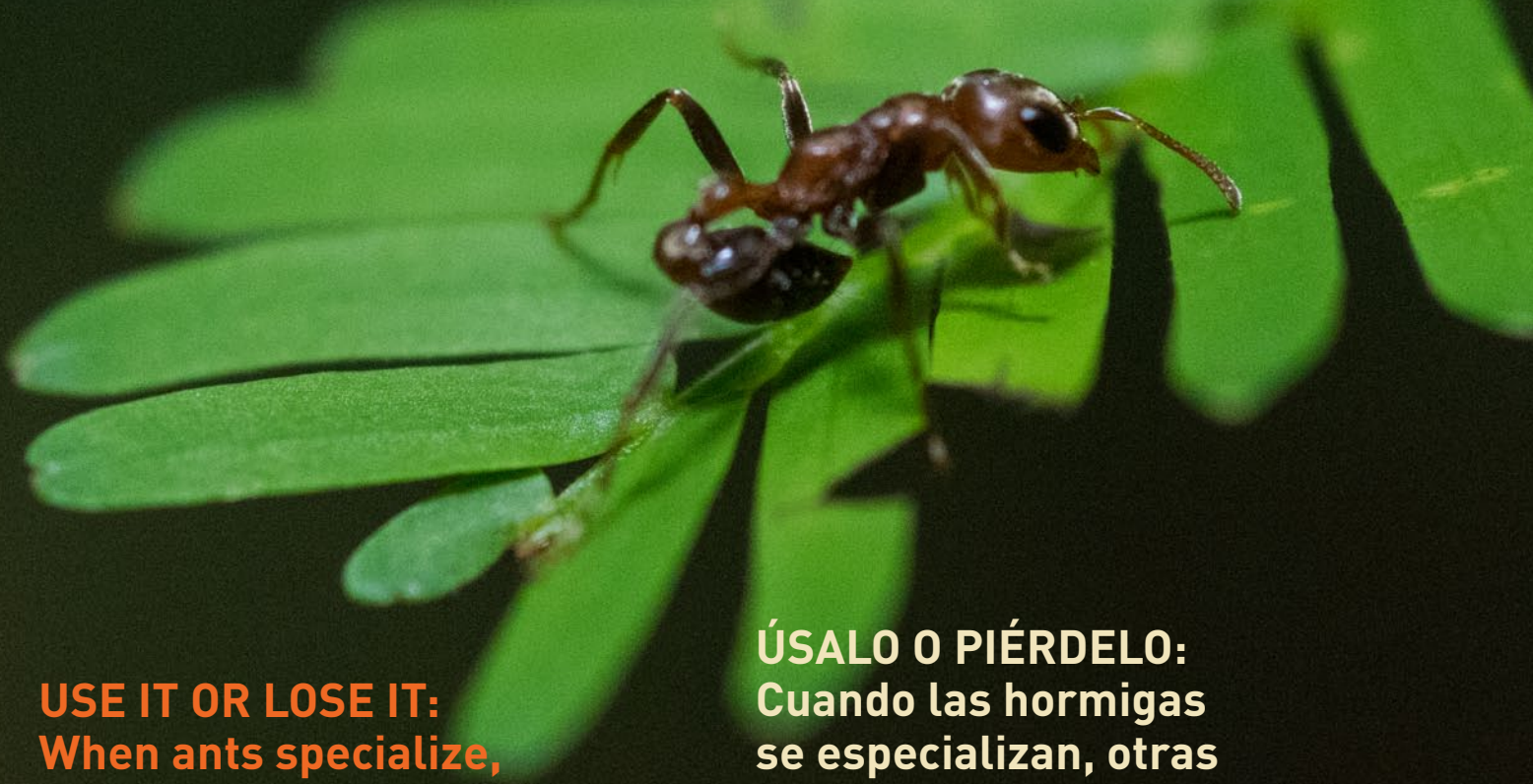
Mono capuchino merendando en Isla Barro Colorado. (Foto por Sean Mattson)





Acacia ant *Pseudomyrmex spinicola*
(Photo by Sean Mattson)

Hormiga de la acacia *Pseudomyrmex spinicola* (Foto por Sean Mattson)



USE IT OR LOSE IT:
When ants specialize,
other abilities suffer

When her colony is young, an acacia ant worker is an expert multitasker. Alongside her nest mates, she defends her home inside an acacia tree seedling, forages for food and tends the brood. But as the tree and the colony grow, she specializes in one of at least three roles: soldier, forager or nurse. Once settled into a single job, she becomes woefully inefficient at doing any of the others.

Her tiny brain undergoes permanent changes making her an expert at one task, according to research by STRI postdoctoral fellow Sabrina Amador. Amador's work on *Pseudomyrmex spinicola* ants in the forests around Panama City demonstrates how living in an organized society alters the brain, with implications for other social species, perhaps including humans.

“Experience shapes their brains, which change as

ÚSALO O PIÉRDELO:
Cuando las hormigas
se especializan, otras
habilidades sufren

Cuando su colonia es joven, una hormiga de acacia obrera es una experta en multitareas. Junto a sus compañeras de nido, ella defiende su hogar dentro de una plántula árbol de acacia, forrajea para buscar alimento y tiende las crías. Pero a medida que el árbol y la colonia crece, ésta se especializa en una de al menos tres funciones: soldado, forrajera o criadora. Una vez instaladas en un solo trabajo, se vuelven terriblemente ineficientes al hacer cualquiera de los otros.

Su diminuto cerebro sufre cambios permanentes que la hacen experta en una tarea, según una investigación de Sabrina Amador, becaria de post doctorado del Smithsonian en Panamá. El trabajo de Amador con las hormigas *Pseudomyrmex spinicola* en los bosques alrededor de la ciudad de Panamá demuestra cómo vivir en una sociedad organizada altera el cerebro, con



Sabrina Amador marks ants on an acacia tree in Panama City's Parque Natural Metropolitano. (Photo by Sean Mattson)

Sabrina Amador marca las hormigas en un árbol de acacia en el Parque Natural Metropolitano en la Ciudad de Panamá. (Foto por Sean Mattson)

they age just as all animal brains do,” says Amador, a two-time STRI fellow who recently completed her Ph.D. at the University of Texas at Austin. “If you’re living as a society, you don’t have to worry about doing all the jobs of a society—you can do just one.”

P. spinicola makes for an especially interesting candidate to study societal brain function because all of the ants are physically the same. Without confounding factors like, for example, the big heads and mandibles that characterize the soldier castes of some other ant species, Amador can directly attribute any differences she finds in the brain to behavior.

Her fieldwork involves countless hours marking ants with paint and observing their behavior to determine their roles in the colony. Amador also tests soldiers—which usually patrol the tree’s lower trunk—in foraging tasks, and foragers—which gather food bodies from the tips of the acacia’s wispy leaves—in defensive tasks, and records their subsequent befuddlement.

implicaciones para otras especies sociales, tal vez incluyendo a los humanos.

“La experiencia da forma a sus cerebros, que cambian a medida que envejecen al igual que lo hacen todos los cerebros de los animales”, comenta Amador, becaria del Smithsonian en dos ocasiones que recientemente completó su doctorado en la Universidad de Texas en Austin. “Si usted está viviendo como sociedad, usted no tiene que preocuparse de hacer todos los trabajos de una sociedad—puede hacer uno solo”.

La *P. spinicola* es una candidata especialmente interesante para estudiar la función del cerebro social porque todas las hormigas son físicamente iguales. Sin factores de confusión como, por ejemplo, las grandes cabezas y mandíbulas que caracterizan a las castas de los soldados de algunas otras especies de hormigas, Amador pueden atribuir directamente las diferencias que encuentra en el cerebro con el comportamiento.

Su trabajo de campo implica un sinnúmero de horas



As an acacia ant colony matures, the brains of individuals become increasingly specialized. (Photo by Sean Mattson)

A medida que una colonia de hormigas de la acacia madura, los cerebros de individuos se tornan cada vez más especializados. (Foto por Sean Mattson)



As it ages, experience shapes the acacia ant's brain

A medida que envejece, la experiencia moldea el cerebro de la hormiga de la acacia

At STRI's neurobiology lab, Amador delicately removes ant brains with a scalpel under a microscope, and creates thousands of images of brain sections. She finds differences in various regions of the brain that correspond to each ant's specialization. The differences become more pronounced the larger the colony, suggesting increased specialization as colonies grow.

“Another interesting result is that the part of the brain dedicated to memory and learning gets relatively smaller as the worker is more specialized in defense,” says Amador. – *Sean Mattson*

marcando las hormigas con pintura y observando su comportamiento para determinar su papel en la colonia. Amador también pone a los soldados—que normalmente patrullan la parte inferior del tronco del árbol—en búsqueda de alimento, y los colectores—que reúnen organismos alimenticios de las puntas de las hojas tenues de la acacia—en tareas defensivas, y registra su posterior desconcierto.

En el laboratorio de neurobiología del Smithsonian en Panamá, con ayuda de un microscopio, Amador saca delicadamente cerebros de hormigas utilizando un bisturí y crea miles de imágenes de secciones de los cerebros. Encuentra diferencias en diversas regiones del cerebro que corresponden a la especialización de cada hormiga. Las diferencias se hacen más pronunciadas cuanto mayor sea la colonia, lo que sugiere una mayor especialización a medida que crecen las colonias.

“Otro resultado interesante es que la parte del cerebro dedicada a la memoria y el aprendizaje se reduce relativamente a medida que la obrera se especializa más en la defensa”, comenta Amador. – *Sean Mattson*



WATCH THE VIDEO
VEA EL VIDEO

NIGHT VISION / VISIÓN NOCTURNA



SCAN TO WATCH VIDEO
ESCANEA PARA VER EL VIDEO





STRI deputy director for research Bill Wcislo (Photo by Jorge Alemán)

Subdirector de STRI para la investigación Bill Wcislo (Foto by Jorge Aleman)

Nearly a decade ago, a few scientists from the Smithsonian Tropical Research Institute studying the behavior of insects and spiders wondered about a few simple questions. Do brain sizes of invertebrate animals largely depend on body size, as is the case for birds, mammals and other vertebrates? What happens to brain size as species evolve miniaturized forms? And what are the behavioral consequences for miniaturized animals?

With generous philanthropic support from the F.H. Levinson Fund and under the leadership of staff scientist William Wcislo, STRI established the Laboratory for Behavior & Evolutionary Neurobiology in 2000. The lab addresses these questions while taking advantage of the spectacular diversity of life in the tropics. Each of the thousands of invertebrate species found in the tropics represents a unique point to understand interactions between brain, behavior and the environment.

Tropical diversity represents an unsurpassed opportunity to explore fundamental research questions that are largely ignored by the neuroscience community. Why and how do brains evolve? And how does a brain allow an animal to sense its world and make sense of perceptions to mediate behavioral and ecological interactions?

“Brain institutes” are sprouting up like mushrooms, and “big science” plans to map the connections in the human brain. Researchers at STRI propose an alter-

THE POWER OF TINY BRAINS

EL PODER DE CEREBROS DIMINUTOS

– William Wcislo

Hace casi una década, unos científicos del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales que estudiaban el comportamiento de los insectos y las arañas se hicieron unas cuantas interrogantes sencillas. Como es el caso para las aves, mamíferos y otros vertebrados ¿Dependen los tamaños en los cerebros de animales invertebrados en gran medida del tamaño del cuerpo? ¿Qué pasa con el tamaño del cerebro a medida que las especies evolucionan en formas miniaturizadas? ¿Y cuáles son las consecuencias del comportamiento de los animales en miniatura?

Con el generoso apoyo filantrópico del Fondo F.H. Levinson y bajo la dirección del científico William Wcislo, el Smithsonian en Panamá estableció el Laboratorio de Comportamiento y Neurobiología Evolutiva en el año 2000. El laboratorio se ocupa de estas interrogantes, y aprovecha la espectacular diversidad de la vida en los trópicos. Cada uno de las miles de especies de invertebrados que se encuentran en los trópicos representa un punto único para comprender las interacciones entre el cerebro, el comportamiento y el medio ambiente.

La diversidad tropical representa una oportunidad sin igual para explorar las interrogantes de investigación fundamental que se ignoran en gran parte por la comunidad de las neurociencias. ¿Por qué y cómo evolucionan los cerebros? ¿Y cómo un cerebro permite a un animal sentir su mundo y dar sentido a las percepciones para mediar interacciones conductuales y ecológicas?

Los “institutos del cerebro” están surgiendo por doquier, y “gran ciencia” planea mapear las conexiones en el cerebro humano. Los investigadores del Smithsonian proponen un camino alternativo a la misma meta, iniciando con animales que tienen cerebros relativamente sencillos pero un comportamiento muy sofisticado. La creencia común de que los insectos y sus parientes se comportan como pequeños robots ha sido demolida por investigaciones en el Smithsonian y en otros lugares, lo que demuestra el valor de un enfoque de abajo hacia ar-

The common belief that insects and their relatives behave like little robots has been demolished by research at STRI

native path to the same goal, by starting with animals that have relatively simple brains yet very sophisticated behavior. The common belief that insects and their relatives behave like little robots has been demolished by research at STRI and elsewhere, demonstrating the value of a bottom-up approach to understanding how brains generate complex behavior.

For example, STRI researchers examined relative brain size in solitary and social bees and ants, seeking to understand how social living shapes brain evolution. In a sweat bee, *Megalopta genalis*, they found the first evidence that brain development is enhanced in socially dominant females relative to subordinate and solitary females. In contrast, among ants, increases in social complexity are not associated with relatively larger brains, mainly because highly specialized workers each perform a limited number of behaviors, requiring less processing power.

Along with colleagues at the University of Illinois, including graduate student Beryl Jones, *M. genalis* researchers now look at patterns of gene expression to better understand links between social behavior and neural development.

In another trailblazing project, doctoral student Meghan Duell at Arizona State University studies the design features used by tiny stingless bees to ramp up the processing power of their brains, without increasing numbers of neurons or degrading behavioral performance. Other researchers look at some orb-web spiders that are so tiny they appear to the naked eye as a speck of dust, yet spin webs virtually identical to larger spiders, except for size. They know when they make a mistake and they correct it, but how do they do it?

Countless more mysteries of the miniature invertebrate brain remain to be resolved, and I am confident STRI will continue to be a leader in this field of research for many years to come.

La creencia común de que los insectos y sus parientes se comportan como pequeños robots ha sido demolida por investigaciones en el Smithsonian

riba para la comprensión de cómo los cerebros generan comportamientos complejos.

Por ejemplo, los investigadores del Smithsonian examinaron el tamaño relativo del cerebro en abejas y hormigas solitarias y sociales, tratando de entender cómo la vida social, da forma a la evolución del cerebro. En una abeja del sudor, la *Megalopta genalis*, encontraron la primera evidencia de que el desarrollo del cerebro es mayor en las hembras socialmente dominantes relativo a las hembras subordinadas y solitarias. Por el contrario, entre las hormigas, los incrementos en la complejidad social no están asociados con cerebros relativamente grandes, principalmente porque las obreras altamente especializadas realizan cada una un número limitado de comportamientos que requieren menos potencia de procesamiento.

Junto con colegas de la Universidad de Illinois, incluyendo a la estudiante de post grado Beryl Jones, los investigadores de la *M. genalis* ahora observan patrones de expresión génica para comprender mejor los vínculos entre el comportamiento social y el desarrollo neuronal.

En otro proyecto pionero, la estudiante de doctorado Meghan Duell de la Universidad Estatal de Arizona estudia las características de diseño utilizadas por pequeñas abejas sin aguijón para aumentar la potencia de procesamiento de sus cerebros, sin aumentar el número de neuronas o degradar el rendimiento conductual. Otros investigadores observan a algunas arañas que son tan pequeñas que parecen a simple vista como polvo, sin embargo tejen sus telas prácticamente idénticas a las arañas más grandes, excepto en el tamaño. Ellas saben cuándo cometen un error y lo corrigen, pero ¿cómo lo hacen?

Quedan por resolver innumerables misterios del cerebro de los invertebrados en miniatura, y estoy seguro que el Smithsonian continuará siendo un líder en este campo de la investigación durante muchos años por venir.



What does El Niño mean for Panama this year? ▲

On the Panama Canal's Barro Colorado Island, where the Smithsonian has measured rainfall since 1925, June 2015 was the third driest on record. This particularly dry rainy season may be due to the El Niño phenomenon, which has returned in force this year. While June's meager rains do not guarantee a critically dry rainy season, the probability of this happening has increased considerably. Steve Paton, the director of STRI's physical monitoring program, explains.

El Niño, also known as El Niño/Southern Oscillation (ENSO), is a phenomenon involving an alteration of the normal air and ocean currents of the world. El Niño events are caused by a weakening or even reversal of the normal east to west equatorial winds

of the Pacific Ocean. The reason for this change is not as yet completely understood. However, what is clear are the consequences. The change in wind patterns results in a movement of the warm waters that normally accumulate in the western Pacific Ocean towards the east. This, in turn, alters wind movements, temperatures and rainfall patterns on a global scale. El Niño events usually begin sometime in May-June and may last until March-April of the following year.

El Niño events occur, on average, every three to seven years. Strong and severe events occur much less frequently: once every 10 years, on average. Events are classified from weak to severe based on the degree of warming observed along the western half of the equatorial

Global El Niño events may produce severe drought conditions in Panama. (Photo from STRI archives)

Eventos globales de El Niño producen condiciones de sequías severas en Panamá. (Foto de archivo STRI)

zone of the Pacific Ocean. While there is some disagreement about which years have been El Niño events, the following list is generally agreed upon.

What does El Niño mean for Panama?

A given El Niño event may or may not affect Panama—mostly depending on its strength. Weak, moderate and even strong events may have little or no noticeable effects on Panama. There have been a number of events during the last 90 years that had little or no significant effect on

June 2015 was the third driest on record for Barro Colorado Island

yearly rainfall. By the same token, there have been many quite dry years (such as the last two) that have had nothing to do with an El Niño event. However, the two greatest events of the last 90 years did have very significant effects here. These two events, 1982-1983 and 1997-1998, were two of the driest years ever recorded in Central Panama. They also correspond to the two longest dry seasons ever documented.

El Niño events can also bring higher than normal air temperatures, water temperatures in the Pacific Ocean near the coast of Panama, as well as wind speeds. All of these phenomena are associated with the accumulation of warm water in the western Pacific Ocean.

What is going on this year?

Usually, El Niño events do not make themselves felt until the last three or four months of the year. The major events 1982-1983 and 1997-1998 began around May. This year's event began in March and was considered weak until June, when it was upgraded to strong

The onset of this year's rainy season was late, and rainfall has been significantly below average. In addition, around June 13 the Intertropical Convergent Zone (ITCZ), the band of

clouds that is responsible for most of Panama's rainfall, migrated south and weakened considerably, taking most of the rain with it. As a result, with the exception of Bocas Del Toro and the Caribbean side of Veraguas, much of Panama has experienced some of the driest rainy season months on record. Wind speeds have been much higher than normal and strongly out of the north. Air temperatures have been 2-3 C above normal.

Fortunately, the ITCZ jumped back up and strengthened to cover Panama this week, as it has done a couple of times previously during the last month. Rains have been intense, but localized. Some parts of Panama City received over 50 mm this week, but many areas of the Panama Canal Zone received very little at all. Winds abated and air temperatures went down.

What's the forecast?

Predicting the weather is always a difficult endeavor. There exist many different computer models and they often disagree, especially on the details. Climate modelers talk about what is likely to occur, never what precisely will happen. They speak in terms of probabilities.

The great majority of computer mod-

els indicate a 90-95 percent chance that the current event will continue until the end of the year. Likewise, there is an 80 percent chance that the event will continue until March or April. The models are less confident about how strong the event will be. The large majority indicate that this year's event will continue at, or above, current levels. By August is should be much clearer as to how this event will evolve.

While this week's rains have been a great relief, they have done little to reduce the large water deficit that most areas of Panama now experience. Rains will almost certainly continue to be less than normal. If the current El Niño event continues to strengthen we can also expect an early beginning to the next dry season. Water levels in lakes such as Gatun, Alajuela and Bayano are quite likely to enter into the next dry season significantly below optimal levels. Water shortages such as those experienced during the first five months of 1998 are a distinct possibility.

– Steve Paton



¿Qué significa El Niño para Panamá este año?

En la Isla Barro Colorado en el Canal de Panamá, donde el Smithsonian ha medido las precipitaciones desde 1925, el pasado mes de junio fue el tercero más seco de la historia de la isla. Esta temporada de lluvias particularmente seca puede ser debido al fenómeno de El Niño, que ha regresado con vigor este año. Aunque las escasas lluvias de junio no garantizan una estación lluviosa críticamente seca, se ha incrementado considerablemente la probabilidad de que esto ocurra. Steve Paton, director del programa de monitoreo físico del Smithsonian en Panamá, nos explica.

El Niño, también conocido como El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), es un fenómeno que implica una alteración de las corrientes de aire normales y de los océanos del mundo. Los eventos de El Niño son causados por un debilitamiento o incluso la reversión de los vientos normales que van del este al oeste ecuatorial del Océano Pacífico. Todavía no

se entiende completamente la razón de este cambio. Sin embargo, lo que están claras son las consecuencias. El cambio en los patrones de viento da lugar a un movimiento de las cálidas aguas, que normalmente se acumulan en el Océano Pacífico occidental hacia el este. Esto, a su vez, altera los movimientos del viento, las temperaturas y los patrones de lluvia en una escala global. Los eventos de El Niño suelen iniciar alrededor de mayo a junio y pueden durar hasta marzo o hasta abril del año siguiente.

En promedio ocurren eventos de El Niño cada tres a siete años. Los eventos fuertes y graves se producen con mucha menor frecuencia: en promedio uno vez cada 10 años. Los eventos se clasifican de débil a severos con base en el grado de calentamiento observado a lo largo de la mitad occidental de la zona ecuatorial del Océano Pacífico. Si bien existe cierto desacuerdo sobre qué años se han dado eventos de El Niño, la siguiente lista es generalmente aceptada.

▲
Tree stumps rise out Lake Bayano during the 2013 dry season. (Photo by Sean Mattson)

Troncos de árboles sobresalen del Lago Bayano durante la estación seca del 2013. (Foto por Sean Mattson)

¿Qué significa El Niño para Panamá?

El Niño puede o no afectar a Panamá—sobre todo dependiendo de su fuerza. Los eventos débiles, los moderadas e incluso los fuertes pueden tener poco o ningún efecto notable en el país. Han habido una serie de eventos durante los últimos 90 años que tuvieron poco o ningún efecto significativo en la precipitación anual. De la misma manera, han habido muchos años muy secos (como los dos últimos) que no han tenido nada que ver con El Niño. Sin embargo, los dos más grandes acontecimientos de los últimos 90 años tuvieron efectos muy

Junio del 2015 fue el tercer junio más seco registrado en Isla Barro Colorado

importantes en Panamá. Estos dos eventos, 1982-1983 y 1997-1998, fueron dos de los años más secos nunca antes registrados en el centro de Panamá. También corresponden a las dos estaciones secas más largas nunca antes documentadas.

El Niño también puede traer temperaturas del aire, temperaturas del agua en el Océano Pacífico cerca de la costa de Panamá, así como velocidad en los vientos más altas de lo normal. Todos estos fenómenos están asociados con la acumulación de aguas cálidas en el Océano Pacífico occidental.

¿Qué está sucediendo este año?

Por lo general, los eventos de El Niño no se hacen sentir hasta los últimos tres o cuatro meses del año. Los principales eventos de 1982-1983 y 1997-1998 iniciaron alrededor de mayo. El evento de este año empezó en marzo y fue considerado como débil hasta junio, cuando se actualizó a fuerte.

El inicio de la temporada de lluvias de este año fue tardío y las precipitaciones han sido significativamente inferiores al promedio. Además, alrededor del 13 de junio, la zona de convergencia intertropical (ZCIT), la banda de nubes que es responsable en la mayor parte de las precipitaciones en Panamá, emigró al sur y se debilitó considerablemente, llevándose con esta la mayor parte de la lluvia. Como resultado, con la excepción de Bocas Del Toro y el Caribe de Veraguas, muchos puntos en Panamá han experimentado sus meses más secos de la tem-

porada de lluvia que se hayan registrado. Las velocidades del viento desde el norte han sido mucho más altas de lo normal y con más fuerza. Las temperaturas del aire han sido de 2 a 3 C por encima de lo normal.

Afortunadamente, esta semana la ZCIT dio un salto hacia atrás y se fortaleció para cubrir a Panamá, como lo ha hecho un par de veces con anterioridad durante el último mes. Las lluvias han sido intensas, pero localizadas. Algunas partes de la ciudad de Panamá recibieron más de 50 mm esta semana, pero muchas áreas de la Zona del Canal de Panamá recibieron muy poca. Los vientos disminuyeron y las temperaturas del aire bajaron.

¿Cuál es el pronóstico?

Predecir el clima siempre ha sido una tarea difícil. Existen muchos modelos informáticos distintos y que a menudo no están de acuerdo, sobre todo en los detalles. Los modeladores climáticos hablan de lo que es probable que ocurra, no lo que precisamente va a suceder; hablan en términos de probabilidades.

La gran mayoría de los modelos de computadora indican una probabilidad del 90-95 por ciento de que el evento actual continúe hasta el final del año. Del mismo modo, existe una probabilidad del 80 por ciento de que el evento continúe hasta marzo o abril del 2016. Los modelos no están seguros acerca de qué tan fuerte será el evento. La gran mayoría indica que el evento de este

año continuará en o por encima de los niveles actuales. En agosto se debe estar mucho más claro de cómo este evento va a evolucionar.

Si bien las lluvias de esta semana han sido un gran alivio, han hecho poco para reducir el gran déficit de agua que la mayoría de las áreas de Panamá experimentan. Las lluvias seguirán siendo menos de lo normal. Si El Niño se sigue fortaleciendo también podemos esperar un comienzo temprano de la próxima estación seca. Los niveles de agua en los lagos como Gatún, Alajuela y Bayano son bastante propensos a entrar en la próxima estación seca muy por debajo de los niveles óptimos. Una clara posibilidad es la escasez de agua como las experimentadas durante los primeros cinco meses de 1998. – *Steve Paton*



Flatworms flout global biodiversity patterns

The odds of being attacked and castrated by a variety of parasitic flatworms increases for marine horn snails the further they're found from the tropics. A Smithsonian-led research team discovered this exception to an otherwise globally-observed pattern—usually biodiversity is greatest in the tropics and decreases toward the poles. The study, published in *Ecology*, makes a case for using host-parasite relationships as a tool to understand why there are typically more species—and more interactions between species—in the tropics than anywhere else in the world.

“Unlike free-living species, parasites must use hosts as their habitats,” says co-author Osamu Miura, associate professor at Kochi University in Japan, and former postdoctoral fellow at the Smithsonian Tropical Research Institute in Panama. “Wide-ranging hosts provide a nearly constant habitat for the parasites, regardless of latitude.”

Such host-parasite systems are thus particularly useful for testing hypotheses about global biodiversity trends. Generations of scientists have tried to explain why biodiversity decreases from the tropics to the poles—a pattern known as the latitudinal diversity gradient. Suggested hypotheses include greater seasonal stability, more complex food webs, faster speciation rates and lower extinction rates in the tropics relative to higher latitudes. Because many of these variables influence each other, it is hard to test the effects of one factor independent of the rest.

“The cool thing about horn snails and their parasites is that we can actually test hypotheses about biodiversity,” says lead researcher Mark Torchin, a staff scientist at STRI. He explains that even across a widely variable geographic range—along the Pacific and Atlantic coasts from Central America to the subtropical United

▲
STRI staff scientist Mark Torchin holds horn snails at Bique Bay Panama in September 2013. (Photo by Sean Mattson)

El científico de STRI Mark Torchin sostiene caracoles cuerno en Bahía Bique, Panamá en septiembre de 2013. (Foto por Sean Mattson)

Though often overlooked, widespread parasites provide clues about biodiversity

States—the horn snails serve as natural, standardized habitats for measuring parasite diversity. “It lets us do a real, apples-to-apples comparison when the habitat—the snails—is the same across this broad geographic region.”

The Pacific horn snail (*Cerithideopsis californica*) and Atlantic horn snail (*Cerithideopsis pliculosa*), are two closely-related species widespread in estuaries along the coasts from the tropics to the temperate zone. At least 20 species of trematode—a kind of flatworm—compete to parasitize and castrate the snails. The trematodes produce offspring that leave the snails and eventually infect migratory sea birds. So, although the snails are restricted to their local habitat, the trematodes themselves are spread across vast distances by the birds.

Co-author Ryan Hechinger, professor at the University of California, San Diego’s Scripps Institution of Oceanography, explains that the parasites’ unusual life history allows the research team to simplify the question of how the latitudinal diversity gradient arose. Because the trematodes spread so quickly up and down the coast, they could rule out speciation rates as a

factor affecting their pattern of distribution.

“So, if greater speciation rates cause the normal diversity gradient—decreasing from the temperate zone to the tropics—and if we preclude that from being a factor, we shouldn’t see the usual pattern for these trematodes,” says Hechinger. “That’s exactly what we see in our study, suggesting that speciation does play a role in creating the normal latitudinal diversity gradient.”

The research team collected snails and parasites from 43 field sites spread across five countries and 27 degrees of latitude in both Pacific and Atlantic oceans, and found that parasite prevalence, diversity and competition rates all increased with higher latitude in a reversed diversity gradient. The reversed pattern suggests that local ecological factors also have a part to play in shaping biodiversity. In the tropics, environmental instability—such as from hurricanes or storm runoff—and greater snail death rates might decrease the available pool of snails for trematodes to parasitize. Conversely, greater stability and larger snail populations in the temperate zone sustains higher trematode species diversity over time.

The co-authors note that there are advantages to paying attention to parasites, which are generally overlooked despite being found everywhere. Apart from some research on humans, for example, there are few comprehensive studies looking at how parasite diversity changes in a single, wide-ranging species across latitude. Since the latitudinal diversity gradient generally holds true across the world, it remains important to understand how and why this pattern exists. “We now have a plan to conduct similar research in Asia,” says Miura, “to test the robustness of our findings on the other side of the world.” – *Geetha Iyer*



Los platelmintos burlan los patrones globales de biodiversidad

Mientras más apartados se encuentren de los trópicos, las probabilidades de ser atacado y castrado por una variedad de platelmintos parásitos aumentan para los caracoles cuerno. Un equipo de investigación dirigido por el Smithsonian descubrió esta excepción a un patrón general observado globalmente: esta es, que la biodiversidad es mayor en los trópicos y disminuye hacia los polos. El estudio, publicado en *Ecology*, utiliza las relaciones hospedero-parásito como herramienta para entender por qué es la norma que haya más especies - y más interacciones entre especies - en los trópicos, que en cualquier otro lugar.

“A diferencia de las especies libres, no dependientes, los parásitos deben utilizar a sus hospederos como hábitats”, comenta Osamu Miura, co-autor del estudio, profesor asociado en la Universidad de Kochi (Japón), y antiguo investigador de post doctorado en el Instituto Smithsonian de Investigaciones

Tropicales en Panamá. “Los hospederos de rangos amplios proporcionan un hábitat casi constante para los parásitos, independientemente de la latitud en la que se encuentren.”

Estos sistemas hospedero-parásito son particularmente útiles para probar hipótesis sobre tendencias mundiales de la biodiversidad. Generaciones de científicos han tratado de explicar por qué la biodiversidad disminuye de los trópicos hacia los polos, un patrón conocido como gradiente latitudinal de diversidad. Las hipótesis sugeridas incluyen mayor estabilidad estacional, redes alimenticias más complejas, tasas de especiación más rápidas y tasas de extinción más bajas en los trópicos que en latitudes mayores. Debido a que muchas de estas variables influyen entre sí, es difícil probar los efectos de un factor independiente.

“Lo bueno de los caracoles cuerno y de sus parásitos, es que con ellos po-

▲
Kochi University researcher Osamu Miura and STRI staff scientist Mark Torchin collect snails near Bique Bay, Panama in September 2013. (Photo by Sean Mattson)

El investigador de la Universidad de Kochi, Osamu Miura y el científico de STRI Mark Torchin recogen caracoles cerca de Bahía Bique, Panamá, en septiembre de 2013. (Foto por Sean Mattson)

Aunque a menudo se pasan por alto, los parásitos diseminados proporcionan pistas sobre la biodiversidad

demos probar las hipótesis acerca de la biodiversidad”, comenta Mark Torchin, investigador principal en el estudio y científico del Smithsonian. Explica Torchin que incluso una gama geográfica muy variable a lo largo del Pacífico y las costas atlánticas de Centroamérica a los Estados Unidos subtropical, el caracol cuerno sirve como hábitat natural estandarizado para medir la diversidad de parásitos. “Nos permite hacer una comparación real pues el hábitat, es decir los caracoles, son los mismos a través de esta amplia región geográfica.”

El caracol cuerno del Pacífico (*Cerithideopsis californica*) y caracol cuerno del Atlántico (*Cerithideopsis pliculosa*), están estrechamente relacionados y ampliamente distribuidos en estuarios, desde los trópicos hasta las zonas templadas. Al menos 20 especies de tremátodos (un tipo de platelminto), compiten para parasitar y castrar a los caracoles. Los tremátodos producen crías que con el tiempo abandonan a los caracoles y eventualmente infectan a aves marinas migratorias. Así, aunque los caracoles están restringidos a su hábitat local, los tremátodos se dispersan a grandes distancias gracias a las aves.

Ryan Hechinger, también co-autor y profesor en el Instituto Scripps de Oceanografía de la Universidad de

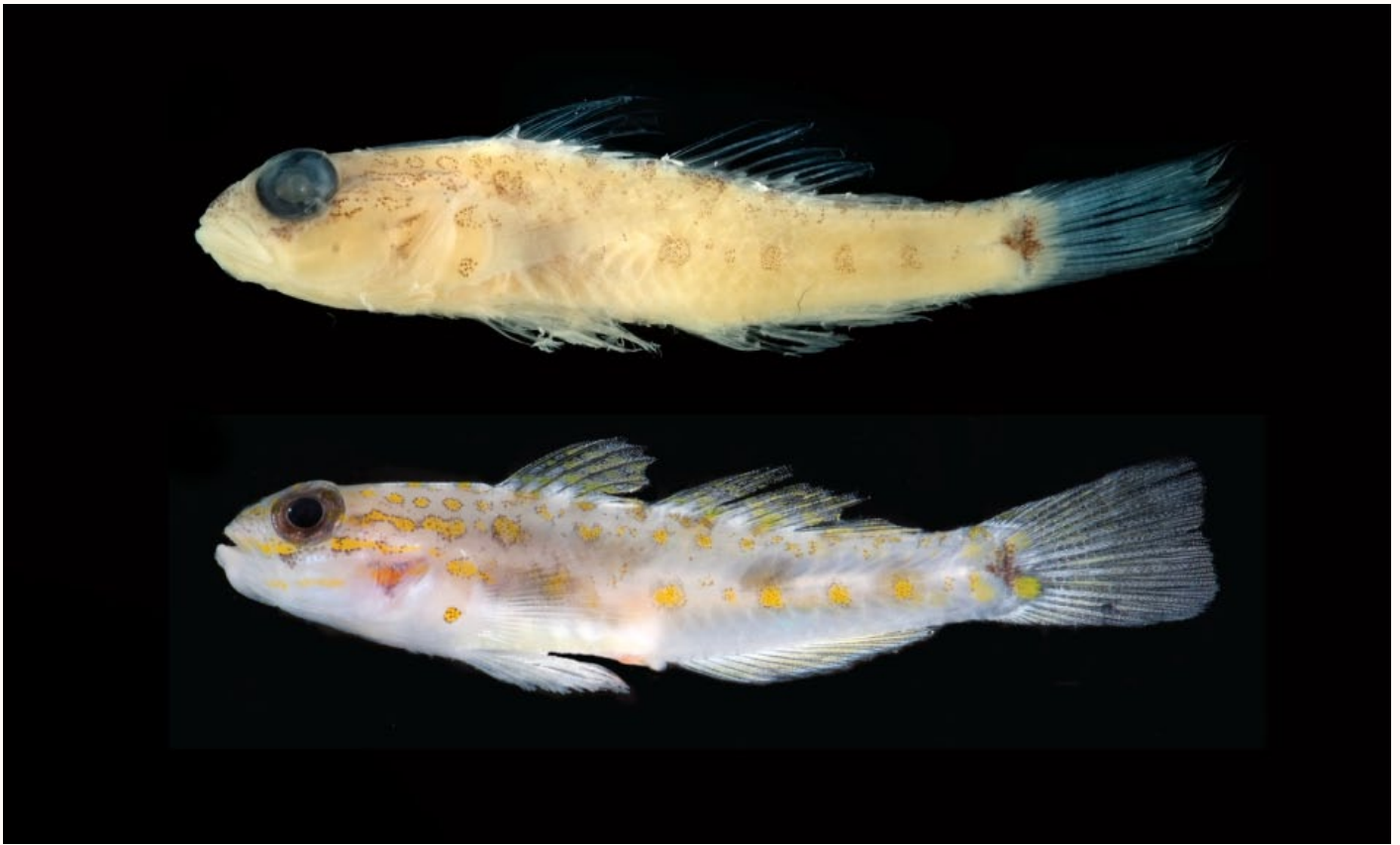
California en San Diego, explica que la inusual historia de vida de estos parásitos permite simplificar la interrogante de cómo surgió la diversidad del gradiente latitudinal. Debido a que los tremátodos se propagan rápidamente arriba y abajo de las costas, podrían descartar las tasas de especiación como factor que afecta el patrón de distribución.

“De manera que, si mayores tasas de especiación causan la diversidad normal que observamos en el gradiente – esto es, una disminución desde la zona templada hacia los trópicos - y si lo excluimos como factor causal, no tendríamos que observar el patrón habitual de estos tremátodos,” comenta Hechinger. “Eso es exactamente lo que encontramos en el estudio, sugiriéndonos que la especiación desempeña un papel en la diversidad del gradiente latitudinal normal.”

El equipo de investigación colectó caracoles y parásitos en 43 sitios de campo, a 27 grados de latitud, en cinco países, tanto en el Pacífico como en el Atlántico. Encontraron que la prevalencia de parásitos, la diversidad y las tasas de competencia, aumentaron a mayor latitud, en un gradiente de diversidad inverso. El patrón invertido sugiere que los factores ecológicos locales también tienen un papel que desempeñar en la

conformación de la biodiversidad. En los trópicos, la inestabilidad ambiental producida por huracanes o por la escorrentía tras las tormentas así como mayores tasas de mortalidad entre los caracoles, podrían disminuir el número de caracoles, a ser parasitados por los tremátodos. Por el contrario, una mayor estabilidad y poblaciones de caracoles más grandes en la zona templada, propician una mayor diversidad de especies de tremátodos sobre el tiempo.

Los autores señalan que bien vale prestar más atención a los parásitos generalmente pasados por alto a pesar de que se les encuentran por todas partes. Aparte de algunas investigaciones en humanos existen pocos estudios integrales que se fijen en cómo la diversidad de parásitos cambia en una especie de amplia distribución altitudinal. Como la diversidad del gradiente latitudinal es generalmente válida en todo el mundo, sigue siendo importante comprender cómo y por qué existe ese patrón. “Ahora tenemos un plan para llevar a cabo una investigación similar en Asia”, comenta Miura, “para probar la solidez de nuestros resultados en el otro lado del mundo.” – *Geetha Iyer*



New reef fish found off Curaçao

Discoveries keep bubbling up from the Caribbean Sea as Carole Baldwin and Ross Robertson of the Smithsonian Institution's Deep Reef Observation Project name a fourth new tropical fish, the yellow-spotted sand goby, *Coryphopterus curasub*.

The fish takes its name, published in the journal *ZooKeys* on July 17, from Substation Curaçao's Curasub, a submersible that caters to tourists, adventurers and researchers. Since their first expedition in 2011, Smithsonian marine scientists have collected more than 100 fishes, about a third of which are new to science. Their findings underscore how little is known about the incredible biological diversity of the Caribbean's deep reefs.

"Every new place we go along the coast of Curaçao we find something we have not seen and collected before," says Robertson, a staff scientist at the Smithsonian Tropical Research Institute.

The new fish, found 70 to 80 meters—around 230 to 260 feet—below the surface, is the deepest-dwelling addition to its genus, which now includes 12 species in the western Atlantic and one in the eastern Pacific. The discovery of a goby at this depth raises questions about how it differs from its shallower brethren. In addition to differences in its mitochondrial DNA, its pattern of spots and some physical features of its fins also distinguish *C. curasub* from other gobies.

Robertson and Baldwin, a scientist at the National Museum of Natural History, have made dozens of trips to Curaçao's reefs, reaching depths of 320 meters—around 1,000 feet. Their pioneering work establishes a baseline for the biodiversity of deep Caribbean reefs, which will help scientists determine how these ecosystems are being affected by human activity and global change.

▲
The latest deep reef fish described by Smithsonian scientists Ross Robertson and Carole Baldwin. (Photos by Ross Robertson and Carol Baldwin)

Peces de arrecife profundo descritos recientemente por los científicos del Smithsonian Ross Robertson y Carole Baldwin. (Fotos cortesía de Ross Robertson y Carol Baldwin)

"New advances in diving technology, including subs that go to much greater depths, provides access we rarely had before," says Robertson, whose body of work includes exhaustive guides to the shallow reef fish of the Caribbean and tropical eastern Pacific. "What we have been finding shows the value of working for years in one place. We expect to see similar things if we go elsewhere in the Caribbean." – Sean Mattson



Nuevo pez de arrecife encontrado en las costas de Curazao

Los descubrimientos continúan burbujeando desde el Mar Caribe a medida que Carole Baldwin y Ross Robertson del proyecto Deep Reef Observation nombran su cuarto nuevo pez tropical, el gobio de arena amarillo con manchas, el *Coryphopterus curasub*.

El pez debe su nombre, publicado en la revista *ZooKeys* el 17 de julio, al Curasub de la Subestación Curazao, un sumergible que sirve a turistas, aventureros e investigadores. Desde su primera expedición en el 2011, los científicos marinos de Smithsonian han colectado más de 100 peces, alrededor de un tercio de los cuales son nuevos para la ciencia. Sus resultados ponen de relieve lo poco que se sabe acerca de la increíble diversidad biológica de los arrecifes profundos del Caribe.

“A cada nuevo lugar al que vamos por la costa de Curazao nos encontramos con algo que no hemos visto y colectado antes”, comenta Robertson, científico del

Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.

El nuevo pez, encontrado entre los 70 y 80 metros (alrededor de 230 a 260 pies debajo de la superficie), es la adición a género que habita en lo más profundo, que ahora incluye 12 especies en el Atlántico Occidental y uno en el Pacífico Oriental. El descubrimiento de un gobio a esta profundidad plantea interrogantes sobre cómo se diferencia de sus hermanos de menor profundidad. Además de las diferencias en su ADN mitocondrial, su patrón de manchas y algunas de las características físicas de sus aletas también distinguen al *C. curasub* de otros gobios.

Robertson y Baldwin, científica en el Museo Nacional de Historia Natural de los EE.UU, han hecho decenas de excursiones a los arrecifes de Curazao, alcanzando profundidades de 320 metros (alrededor de 1,000 pies). Su trabajo pionero establece una línea de base

▲
The submersible Curasub is lowered into the water off the coast of Curaçao. (Photo by Substation Curaçao)

El sumergible Curasub desciende en el agua de la costa de Curazao. (Foto por Substation Curaçao)

para la biodiversidad de los arrecifes profundos del Caribe, lo que ayudará a los científicos a determinar cómo estos ecosistemas están siendo afectados por la actividad humana y el cambio global.

“Los nuevos avances en la tecnología de buceo, incluyendo submarinos que van a profundidades mucho mayores, proporcionan un acceso que rara vez teníamos”, comenta Robertson, cuyo cuerpo de trabajo incluye guías exhaustivas sobre peces de arrecifes de poca profundidad del Caribe y del Pacífico Tropical Oriental. “Lo que hemos estado encontrando muestra el valor de trabajar durante años en un solo lugar. Esperamos ver cosas similares si vamos a otro lugar en el Caribe”. – Sean Mattson



MOSAIC
MOSAICO

**GRAY MATTERS: Cross-sections
of invertebrate brains**

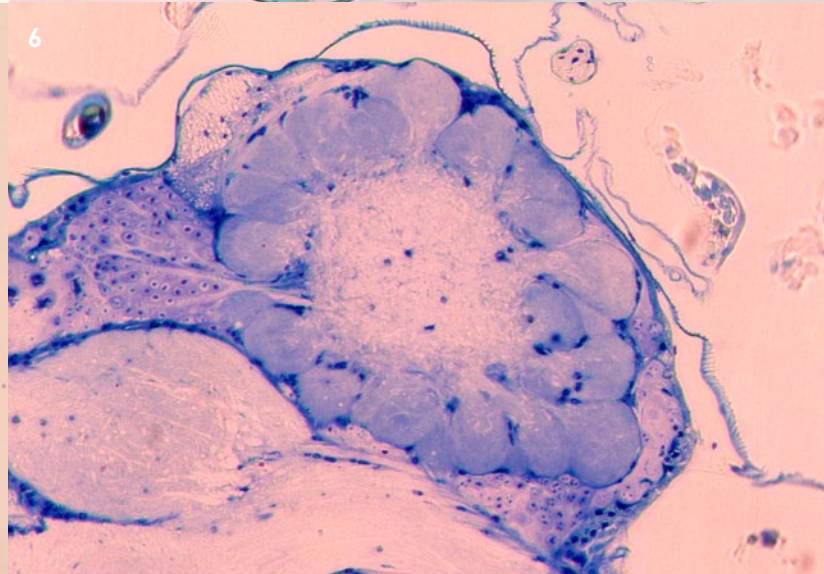
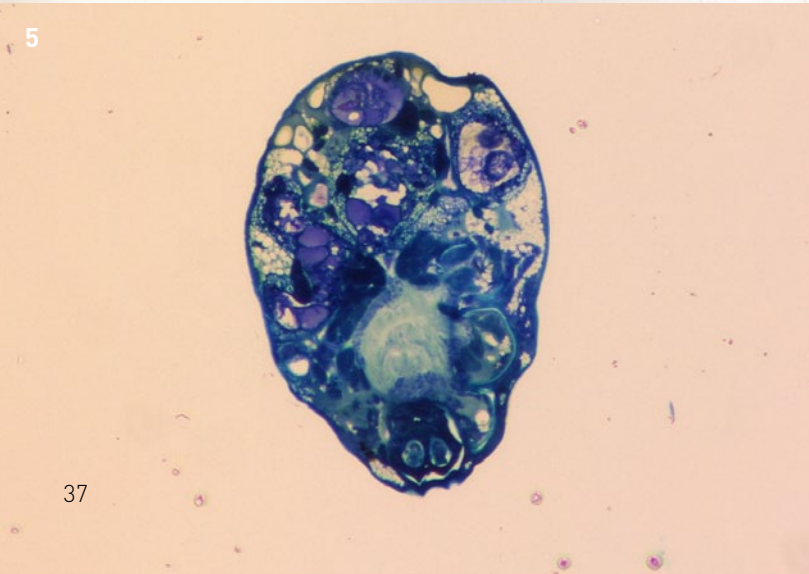
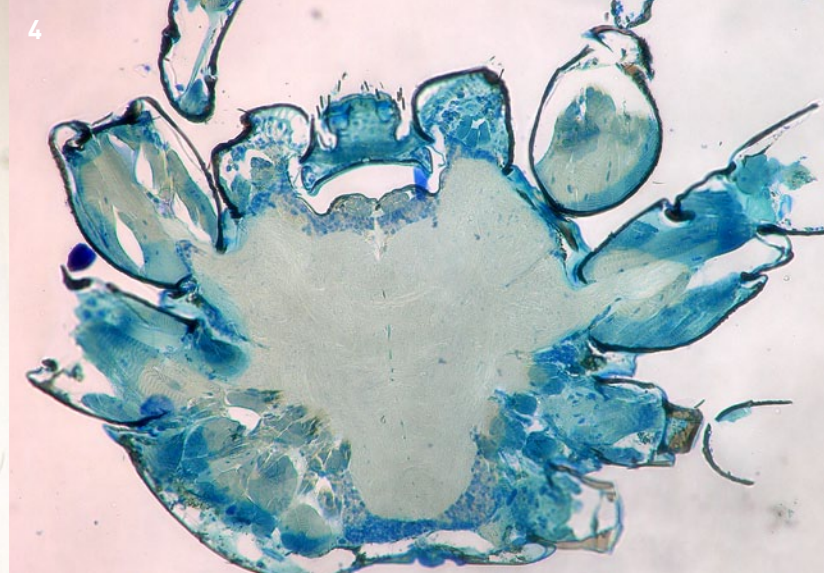
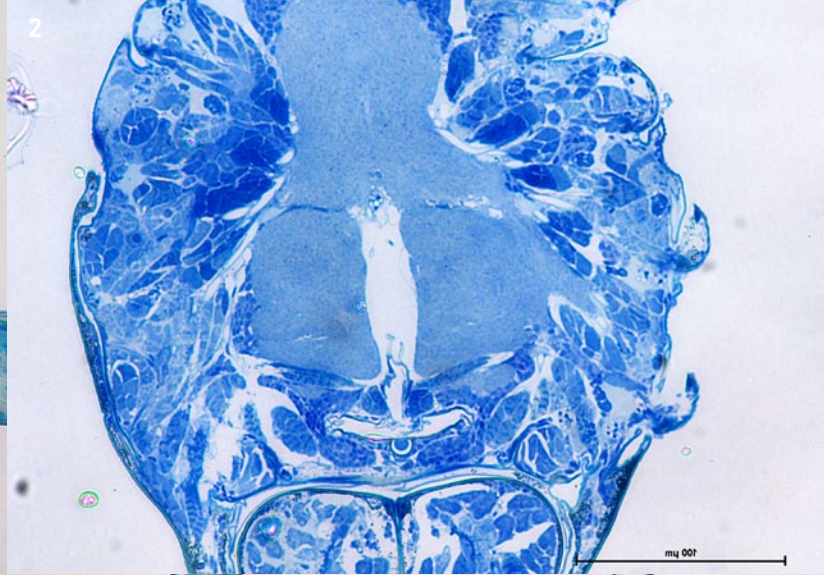
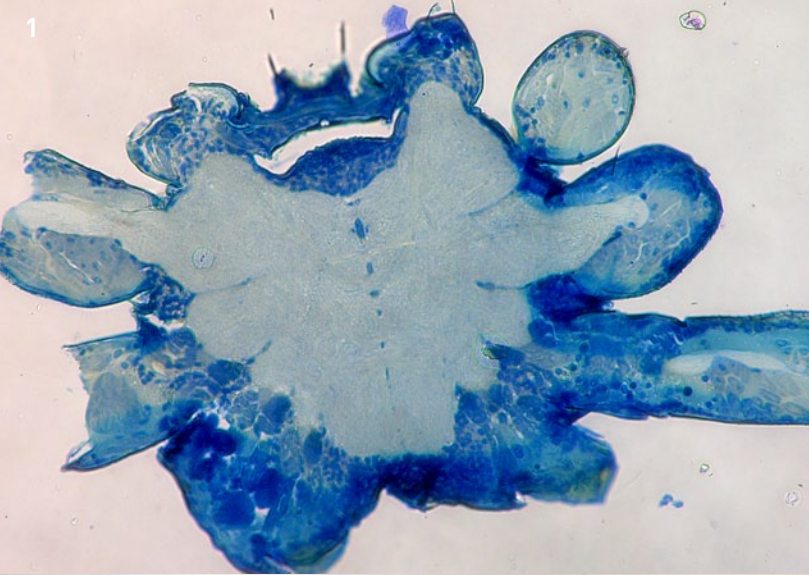
- 1 Female spider, *Anapisona simoni*
- 2 Adult spider, *Mysmena* species
- 3 Unidentified bee species
- 4 Male spider, *Anapisona simoni*
- 5 Unidentified mite species
- 6 Orchid bee, genus *Euglossine*

**MATERIA GRIS: Secciones de
cerberos de invertebrados**

- 1 Araña hembra, *Anapisona simoni*
- 2 Araña adulta, especie *Mysmena*
- 3 Especie no identificada de abeja
- 4 Araña macho, *Anapisona simoni*
- 5 Especie no identificada de ácaro
- 6 Abeja de orquidea, género *Euglossine*

Thanks to Paola Galgani from the STRI neurobiology lab for contributing these images.

Gracias a Paola Galgani del laboratorio de neurobiología STRI por contribuir con estas imágenes.





STRI REWIND REBOBINA

MEMORANDUM

TO: Jim Karr

FROM: A. Stanley Rand

SUBJECT: A STRI Initiative in comparative neuroethology, neurophysiology and sensory physiology

DATE: 7 December 1987

Juxtaposition of lab and field

developed at STRI is the almost un-

natural tropical environments and

available there. With the compl-

building STRI will have laborat-

research institute anywhere in

Nature Monument, and the marit-

Pacific provide easy access to ob-



Stan Rand on the coast of Barro Colorado Island during an extreme dry season event in 1983. (Photo from Rand photo archive)

Stan Rand en la costa de la Isla Barro Colorado durante una temporada seca extrema en 1983. (Foto de archivos fotográficos Rand)

The spirit of Stan Rand

In December 1987, staff scientist A. Stanley Rand (1932-2005) wrote a letter to Jim Karr, then deputy director of STRI in which he proposed a new research initiative in neuroethology. Much of what he said then still holds and, while, as you can see in this issue of TRÓPICOS, the kinds of work he proposed continues full force at STRI, Rand's dream of an endowed chair and permanently funded graduate students in this field still remains to be fully realized.

TO: Jim Karr

FROM: A. Stanley Rand

SUBJECT: A STRI initiative in comparative neuroethology, neurophysiology and sensory physiology

DATE: 7 December, 1987

Juxtaposition of Lab and Field:– A major strength being developed at STRI is the almost unequalled juxtaposition of natural tropical environments and sophisticated laboratories available there. [...] Within 2 hours from an air-conditioned

El espíritu de Stan Rand

En diciembre de 1987, el científico A. Stanley Rand (1932-2005) escribió una carta a Jim Karr, entonces subdirector del Smithsonian en Panamá, en el que proponía una nueva iniciativa de investigación en neuroetología. Gran parte de lo que dijo en ese entonces todavía mantiene y, como se puede ver en este número de Trópicos, los tipos de trabajo que propuso continúan con toda su fuerza en el Smithsonian, el sueño de Rand de una cátedra y de estudiantes de posgrado financiados de forma permanente en este campo aún falta por realizarse.

PARA: Jim Karr

DE: A. Stanley Rand

ASUNTO: Una iniciativa de STRI en neuroetología comparativa, en la neurofisiología y la fisiología sensorial

FECHA: 07 de diciembre, 1987

La juxtaposición del laboratorio y del campo:– Una de las principales fortalezas que se están desarrollando en STRI es la juxtaposición casi inigualable de ambientes tropicales naturales

“While most neurobiologists concern themselves with the inner workings of the nerves themselves, neuroethologists are more interested in whole animals and how nervous systems and sense organs constrain and facilitate the ways in which animals interact with their natural environment.”

laboratory one can be at work in either of the two most complex natural environments in the world: the lowland tropical forest and the coral reef. STRI has already begun initiatives to take advantage of its situation, one in plant physiology, another in molecular evolution. I propose a third: comparative neuroethology.

Behavior, a continuing strength at STRI:– The study of animal behavior has long been a research emphasis at STRI. Present STRI staff working in this field include Christie, Eberhard, Knowlton, Moynihan, Smith, Rand, Robertson, West-Eberhard and Windsor. The staff and a long series of visiting scientists and students have described behavior observed under natural conditions and to a greater or lesser extent used experimental techniques to investigate behavior in tropical animals. The new Tupper Laboratory provides an opportunity to bring new and more sophisticated techniques of neuroethology and sensory physiology to bear on the behavior of tropical animals. [...]

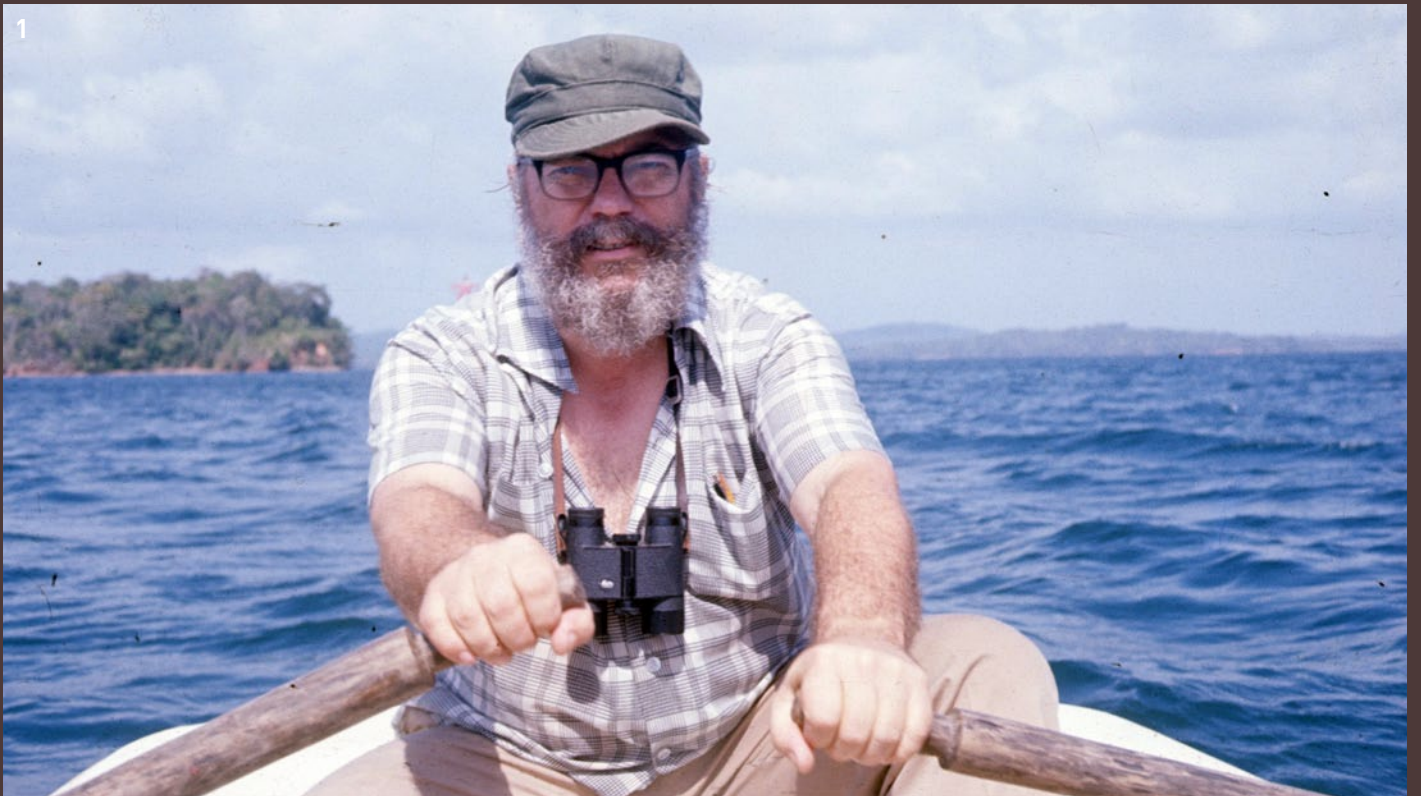
Neuroethology already done at STRI:– Perhaps the best way to explain the kind of research that is envisioned here is to cite some of the neuroethology already done at STRI: David Blest on spider eyes and vision, Rob Olberg on vision in dragon flies, Leo Fleishman on motion detection and display patterns in lizards, Walter Heilingenberg and his students, particularly Mary Hagadorn on electric fish, Walt Wilczinski on auditory thresholds and calling male spacing in frogs, Eliot Brenowitz on sexual differences in song centers in tungara wrens, Gary Rose and Randy Zelick on FM detection in tungara frogs. Though there are exceptions, most of these studies have recorded behavior in the field and collected animals to take back to the US for further, more sophisticated study. This is certainly far better than working on animals ordered from a supply house but not nearly so good as being able to do the neurophysiology here in Panama. The difficulties of transporting animals to the US alive, and maintaining them there in normal conditions are very great. Most neurophysiologists don't bother but continue to work with standard laboratory animals and so miss the opportunities for comparative studies using the great range and diversity of tropical marine and terrestrial organisms available at STRI.

“Si bien la mayoría de los neurobiólogos se preocupan por el funcionamiento interno de los nervios en sí, los neuroetólogos están más interesados en animales enteros y cómo los sistemas nervioso y órganos de los sentidos limitan y facilitar las formas en que los animales interactúan con su entorno natural.”

y de laboratorios sofisticados disponibles allá. [...] A menos de 2 horas de un laboratorio de aire acondicionado se puede ir a trabajar en cualquiera de los dos entornos naturales más complejos del mundo: el bosque tropical de tierras bajas y el arrecife de coral. STRI ya ha comenzado iniciativas para aprovechar su situación, una en la fisiología vegetal, otra en la evolución molecular. Propongo una tercera: la neuroetología comparativa.

El comportamiento, una continua fortaleza en STRI:– El estudio del comportamiento animal ha sido durante mucho tiempo un énfasis de la investigación en STRI. Entre los científicos del Instituto que trabajan en este campo están Christie, Eberhard, Knowlton, Moynihan, Smith, Rand, Robertson, West-Eberhard y Windsor. Estos investigadores y una larga serie de científicos visitantes y estudiantes, han descrito el comportamiento observado en condiciones naturales y en mayor o menor medida, utilizando técnicas experimentales para investigar el comportamiento de los animales tropicales. El nuevo Laboratorio Tupper ofrece una oportunidad de traer nuevas y más sofisticadas técnicas de neuroetología y fisiología sensorial para influir en el comportamiento de los animales tropicales. [...]

Estudios en neuroetología que se han hecho en STRI:– Tal vez la mejor manera de explicar el tipo de investigación que se prevé aquí es para citar algunos de los estudios en neuroetología que ya se ha hecho en STRI: David Blest en los ojos de la visión de las arañas, Rob Olberg en la visión de las libélulas, Leo Fleishman sobre la detección de movimiento y patrones de exhibición en las lagartijas, Walter Heilingenberg y sus estudiantes, especialmente Mary Hagadorn en los peces eléctricos, Walt Wilczinski en los umbrales auditivos y la separación en los llamados en las ranas macho, Eliot Brenowitz en cómo las diferencias sexuales se centran en los cantos en dueto de los troglodytae, Gary Rose y Randy Zelick en la detección en FM en las ranas Tungara. Aunque hay excepciones, la mayoría de estos estudios han registrado un comportamiento en el campo y la colecta de animales para llevar a los EE.UU. para su posterior estudio más sofisticado. Esto es sin duda mucho mejor que trabajar con animales comprados de un suplidor, pero no tan bueno como ser capaz de hacer los estudios en neurofisiología aquí en Panamá. Las dificultades del transporte de animales vivos a los Estados Unidos, y el mantenimiento de ellos en condiciones normales no son muy grandes. La mayoría de los neurofisiólogos no se molestan, continúan trabajando con animales estándar de laboratorio y así pierden oportunidades para estudios comparativos utilizando la gran variedad y diversidad de organismos tropicales marinos y terrestres disponibles en STRI.



**STRI THROWBACK ON LAKE GATUN
AND BARRO COLORADO ISLAND**

**EL PASADO DE STRI EN LAGO GATÚN
Y EN LA ISLA DE BARRO COLORADO**

Find more photos at the STRI Virtual Reunion, curated by George Angher.

Encuentra más fotos en la Reunion Virtual de STRI, curadas por George Angher.

<https://www.flickr.com/groups/2894847@N22/>

- 1 Stanley Rand
- 2 Rob Olberg
- 3 Leo Fleischberg



Smithsonian Tropical Research Institute

www.stri.si.edu