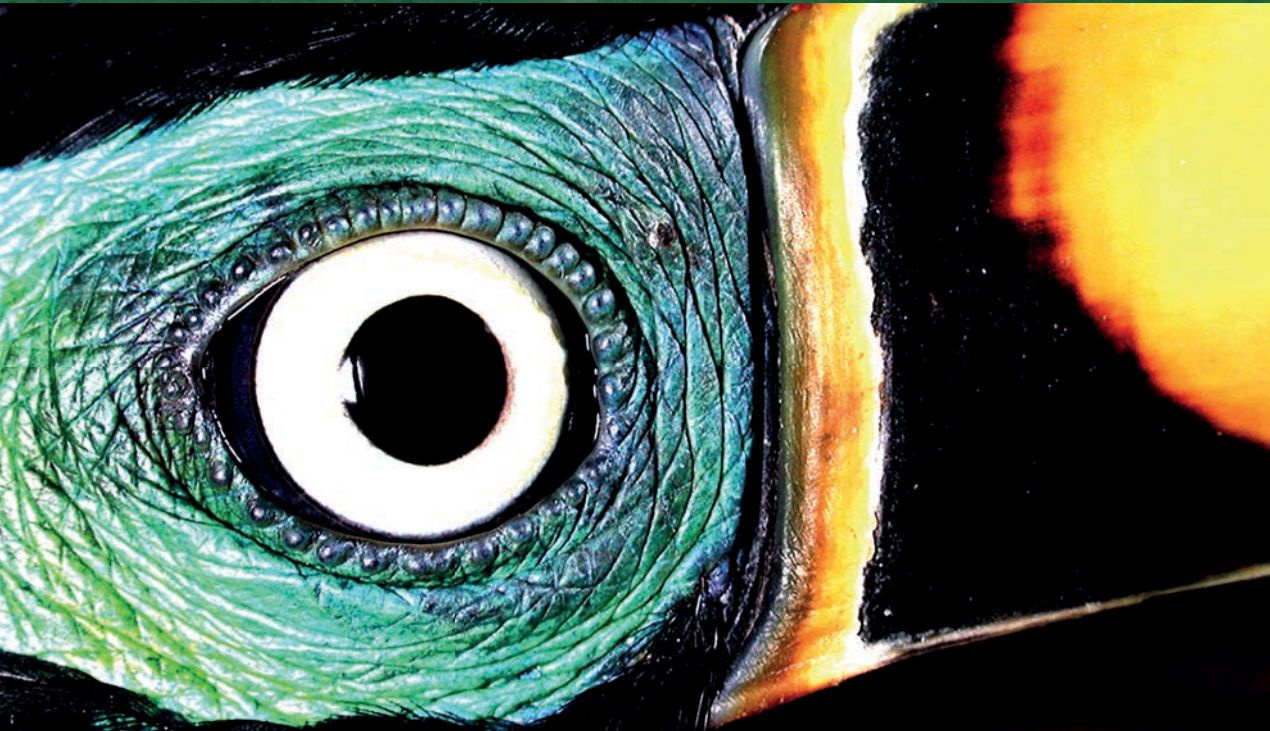


Los secretos del Yasuní

AVANCES EN INVESTIGACIÓN EN LA
ESTACIÓN DE BIODIVERSIDAD TIPUTINI,
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ.



D. Romo, D. Mosquera, K. Swing, A. Di Fiore, J. G. Blake, B. Loiselle, T. B. Ryder, S. de la Torre, T. Erwin, N. Pitman, D. F. Cisneros-Heredia, C. C. Voigt, R. J. Burnham, H. Alvarez, G. Vinueza, L. Abondano, S. Alvarez, E. M. Bruna, R. Durães, K. Ellis, E. Fernández, S. J. Ghanem, J. Guerra, J. Hidalgo, C. Jenkins, A. Link, E. Maehr, F. Paniagua, A. Porter, M. Rodríguez, C. Schmitt, L. Seales, C. Snowdon, G. Stocks, W. P. Tori, J. Widmer, P. Yépez, L. Zamorano.



Ministerio
del Ambiente



Parque Nacional
Yasuní



cooperación
alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Implementada por

giz
Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Estación de
Biodiversidad Tiputini



UNIVERSIDAD
SAN FRANCISCO
DE QUITO



Los secretos del Yasuní

AVANCES EN INVESTIGACIÓN EN LA
ESTACIÓN DE BIODIVERSIDAD TIPUTINI,
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ.

Editorial USFQ

Universidad San Francisco de Quito
Campus Cumbayá USFQ, Quito 170901, Ecuador. <http://editorial.usfq.edu.ec>

La Editorial USFQ es un departamento de la Universidad San Francisco de Quito USFQ que fomenta la misión de la Universidad al diseminar el conocimiento para formar, educar, investigar y servir a la comunidad dentro de la filosofía de las Artes Liberales. Este documento fue elaborado y financiado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por encargo del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) del Gobierno Federal de Alemania a través del Programa Conservación de la Biodiversidad, Bosques, Mitigación y Adaptación al cambio Climático Amazonía Norte.

El componente de Comunicación y Gestión del Conocimiento es ejecutado por el consorcio Eco Consult/Mentefactura por encargo de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente la opinión de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Los Secretos del Yasuní:

Avances en investigación en la Estación de Biodiversidad Tiputini, Universidad San Francisco de Quito USFQ.

Laura Abondano, Hernán Alvarez, Sara Alvarez, John G. Blake, Emilio M. Bruna, Robyn J. Burnham, Diego F. Cisneros-Heredia, Terry Erwin, Stella de la Torre, Anthony Di Fiore, Renata Durães, Kelsey Ellis, Eduardo Fernández-Duque, Simon J. Ghanem, T. Brandt Ryder, Jaime Guerra, José Hidalgo, Clintion N. Jenkins, Andrés Link, Bette A. Loiselle, Erin Maehr, Diego Mosquera, Franklin Paniagua, Nigel C. A. Pitman, Amy Porter, Mayer Rodríguez, David F. Romo, Christopher Schmitt, Lisa Seales, Charles T. Snowdon, Gabriela Stocks, Wendy Tori, Kelly Swing, Gabriela Vinueza-Hidalgo, Christian C. Voigt, Jocelyn Widmer, Pablo Yépez. Laura Zamorano.

Editores Generales: David Romo y Diego Mosquera

Producción Editorial: María José Valencia, Diego Cisneros Heredia

Diseño y diagramación: Edwin Fuentes

Diseño de Portada: Edwin Fuentes

Fotografía: Robyn Burnham, R. Burton, Terry Erwin, Mayer Rodríguez, David Romo, Dylan Schwindt, Kelly Swing, Pablo Yépez, Gabriela Vinueza, Diego Mosquera.

Fotografía de portada: Bejat McCracken.

Revisión de estilo: Editorial La Caracola

Esta obra se publica bajo los términos de una Licencia Creative Commons Atribución - No Comercial – Sin Derivar 4.0 Internacional (más información: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). Para atribución, los autores originales, título, fuente (Editorial USFQ) y el DOI o URL de la obra deben ser citados.

Las fotografías de la presente obra, pertenecen a distintos autores e instituciones, se prohíbe su reproducción sin autorización expresa de sus propietarios

ISBN: 978-9978-68-105-3
1era Edición, mayo 2017
Tiraje: 4000

Número de Registro de Autor de Tiputini: 051032
Depósito Legal: 005871

Impreso en Ecuador por Medios Públicos – Printed in Ecuador
Más información disponible en: <http://libros.usfq.edu.ec/>



Catalogación en la fuente. Biblioteca Universidad San Francisco de Quito

Los secretos del Yasuní : avances en la investigación del bosque tropical : Estación de Biodiversidad Tiputini, Universidad San Francisco de Quito / [editores, David Romo y Diego Mosquera ; autores, Laura Abondano ... [y otros]]. – Quito : Editorial USFQ, 2017
p. : il.

ISBN:

1. Parque Nacional Yasuní (Ecuador) – Investigaciones. – 2. Bosques tropicales – Yasuní (Ecuador). – 3. Biodiversidad – Yasuní (Ecuador). – 4. Estación de Biodiversidad Tiputini (Ecuador) – Investigaciones. – I. Romo, David, ed. – II. Mosquera, Diego, ed. – III. Abondano, Laura

LC: QH 77 .E2 S43 2017

CDD: 333.951 609 866

El uso de nombres descriptivos generales, nombres comerciales, marcas registradas, etc. en esta publicación no implica, incluso en ausencia de una declaración específica, que estos nombres están exentos de las leyes y reglamentos de protección pertinentes y, por lo tanto, libres para su uso general.

La información presentada en este libro es de entera responsabilidad de su autor. La Editorial USFQ presume que la información es verdadera y exacta a la fecha de publicación. Ni la Editorial, ni el autor dan una garantía, expresa o implícita, con respecto a los materiales contenidos en este documento ni de los errores u omisiones que se hayan podido realizar.

INDICE

Prólogo	
David Romo.....	7
Capítulo 1 ¿Qué es y hace la Estación de Biodiversidad Tiputini?	
Kelly Swing.....	17
Capítulo 2 El sorprendente liderazgo de Ecuador en la producción científica de la región andino-amazónica	
Pitman <i>et al.</i>	27
Capítulo 3 Una breve historia de Yasuní desde el desarrollo de la ciencia.	
David Romo.....	31
Capítulo 4 La comunidad de lianas en Tiputini: Una alternativa de vida.	
Robyn J. Burnham	39
Capítulo 5 Nuevos descubrimientos, un simple ejemplo	
Kelly Swing	55
Capítulo 6 la utilización de cámaras trampa para documentar la ocurrencia Y distribución de grandes mamíferos y aves en la Estación de Biodiversidad Tiputini.	
Blake <i>et al.</i>	57
Capítulo 7 Estudio de primates en la Estación de Biodiversidad Tiputini	
Di Fiore <i>et al.</i>	73
Capítulo 8 ¿Qué nos puede contar Tiputini sobre los monos más pequeños del mundo? de la Torre <i>et al.</i>	85
Sección Fotos I	
Prologo	91
Capítulo 4	97
Capítulo 5	101
Capítulo 6	103
Capítulo 7	109
Capítulo 8	113
Capítulo 9 Los felinos de Yasuní	
Diego Mosquera.....	115
Capítulo 10 La diversidad y biología de los murciélagos en la Estación de Biodiversidad Tiputini.	
Voigt y Ghanem.....	137
Capítulo 11 Estudios ecológicos, evolutivos y de comportamiento de los saltarines en la Estación de Biodiversidad Tiputini	
Loiselle <i>et al.</i>	145
Capítulo 12 Anfibios y reptiles de Tiputini: una mirada al lugar con mayor riqueza de especies del mundo.	
Diego F. Cisneros-Heredia.....	159

Capítulo 13 Observaciones preliminares sobre la Ictiofauna Amazónica del Ecuador. Kelly Swing.....	169
Capítulo 14 Monitoreando cambios a nivel del dosel y el suelo en as poblaciones de Carábidos a lo largo del tiempo en la llanura amazónica occidental, área de Yasuní, Ecuador. Erwin y Zamorano.....	181
Capítulo 15 Comentario sobre los artrópodos del Yasuní y nuestro estado de conocimiento Kelly Swing.....	197
Capítulo 16 Los chinches saltarines, miembros de la familia Membracidae, como ejemplo de los retos para entender la Biodiversidad de la Amazonía Kelly Swing.....	207
Sección Fotos II	
Capítulo 9	211
Capítulo 10	213
Capítulo 11	217
Capítulo 12	219
Capítulo 13	223
Capítulo 14	231
Capítulo 15	235
Capítulo 16	253
Capítulo 17 Programa de conservación de tortugas charapas (<i>Podocnemis</i>) en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Vinueza y Romo.....	257
Capítulo 18 Importancia del involucramiento de la gente local en procesos de monitoreo biológico como estrategias para conservar la Reserva de Biosfera Yasuní. Hernán G. Alvarez	265
Capítulo 19 Reflexiones de un guía naturalista Rodríguez y Swing.....	271
Capítulo 20 Retos para la conservación en Yasuní David Romo.....	275
Glosario	283
Bibliografía	297
Biografías de los autores principales.....	329
Sección Fotos III	
Capítulo 17	331
Capítulo 18	333
Capítulo 19	335
Personal EBT	341
Mapas	343



Prólogo

David Romo^a

*^aEstación de Biodiversidad Tiputini,
Universidad San Francisco de Quito.*

Dirección de contacto: dromo@usfq.edu.ec

Los científicos, al estar inspirados por una intensa curiosidad de descifrar el funcionamiento del mundo, no tienen mayor premio que el descubrir la verdad sobre dicha incógnita y, compartirla con todos. Desafortunadamente, para ser exitosos en el ámbito de la ciencia, debemos compartir la información obtenida con las personas que pueden evaluar si lo que hemos descubierto tiene o no mérito. Para ello, cada disciplina del saber humano tiene lo que llamamos cuerpos colegiados, que no es otra cosa que personas que están investigando dentro del mismo campo y que pueden refutar lo que decimos, siempre con más investigación e información. Es por esta razón que la mayor parte de la ciencia no llega al público en general sino hasta después de que se convierte en algo que “todos” debemos saber. Recién allí ingresará a los textos escolares, la prensa y el internet. Este último medio es muy peligroso porque, al existir tanta información, discernir lo bueno de lo malo no es tarea fácil.

Este pequeño preámbulo sirve para poner en contexto este libro. La Amazonía es uno de aquellos lugares del planeta que aún está casi sin explorar. La parte que pertenece al Ecuador sin lugar a dudas no es la excepción. Lugares como Yasuní son impresionantes para los biólogos, pues casi todo es nuevo. En la mayoría de localidades estudiadas o visitadas por biólogos, lo primero que hacemos es tratar de investigar qué vive allí. Y ahí viene el primer problema: la mayoría de habitantes del bosque húmedo tropical no han sido descritos para la ciencia. Los inventarios están llenos de especímenes que, a simple vista, son similares a los de otros lugares, pero que tienen algo que los

diferencia, dando como resultado el descubrimiento de nuevas especies para la ciencia o el registro de especies que no se sabía que vivían allí. En este contexto, el capítulo sobre el descubrimiento de Tiputinea es un excelente relato de cómo se llega a la publicación de una especie, y en este caso un género nuevo para la ciencia. El siguiente nivel es tratar de aprender cuál es la función de esos organismos, cómo interactúan con otros y qué rol tienen en el funcionamiento de todo el ecosistema.

Hoy sabemos que la vida no es estática y que todos los seres vivos estamos en un constante proceso de cambio. A esto le llamamos evolución. ¿Pero cuáles son las fuerzas que permiten estos cambios? ¿Hay alguna que sea más importante que otra? ¿Cómo los cambios que ocurren a nivel de una especie afectan a todo el sistema (ecosistema)? Por cada pregunta que resolvemos, surgen cientos más y esta tarea no parece tener fin. Las preguntas son tantas como las curiosidades individuales de cada científico que llega al bosque. Muchas de estas preguntas ya se las hicieron los habitantes ancestrales de estos parajes, pues debían resolverlas para ser eficientes a la hora de cazar, comer, construir o simplemente adornar sus ropas o cuerpos. Por esta simple razón, el conocimiento ancestral de los pueblos amazónicos es clave si queremos llegar a develar los secretos que guarda el Yasuní.

Sin embargo, la tarea de aprender sobre el bosque se vuelve crítica porque es transformado continuamente por diferentes actividades humanas. No importa cuáles, pues hay unas que son más graves que otras. Sin embargo, el resultado final es que este gran laboratorio de la vida está en peligro de desaparecer y junto con él, todos sus secretos. De ahí que lugares como la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) se vuelven críticos cuando hablamos de la conservación y manejo de los recursos naturales. Los científicos, como verán a continuación, pueden avanzar con pasos lentos pero seguros, mientras que las amenazas avanzan con pasos rápidos y sin detenerse a ver la fuerza del cambio que imponen.

Estructura de la obra

Este libro presenta algunas de las investigaciones más importantes que se han llevado a cabo en la EBT de la Universidad San Francisco Quito (USFQ). En el primer capítulo, Kelly Swing describe qué es y qué hace la EBT. Luego, Pitman y colaboradores destacan la importancia de la producción científica tropical del Ecuador frente a los demás países tropicales de América. Pero, al finalizar el libro, el lector podrá darse cuenta que nuestro conocimiento es aún insipiente y que hay más preguntas que respuestas. Para poner dentro de un contexto histórico, el siguiente capítulo aborda el ámbito histórico de Yasuní desde la perspectiva de la ciencia.

Los capítulos que siguen abordan los diferentes grupos de estudio. Se presenta primero las investigaciones plantas con las lianas a cargo de Burnham y el descubrimiento de un nuevo género para la ciencia, como es el caso de *Tiputinia* por parte de Swing. De allí nos vamos a los animales grandes, con el aporte del Proyecto Cámaras de la EBT que abarca tanto aves como mamíferos bajo el liderazgo de Blake. El siguiente grupo lo representan los primates con dos capítulos, uno que abarca varias especies que han sido estudiadas por Di Fiore y colaboradores bajo el paraguas del Proyecto Primates: y, otro dedicado exclusivamente a los más pequeños, los leoncillos a cargo de Stella de la Torre. Otro grupo que ha merecido atención en Tiputini han sido los felinos y, siendo tan carismáticos, no podían estar ausentes. Este capítulo es presentado por Diego Mosquera. Para finalizar con los mamíferos, se ha dedicado un capítulo a los murciélagos, grupo poco estudiado y, sin embargo, de vital importancia para el funcionamiento ecológico del bosque como lo describen Voigt y Ghanem. Varios investigadores han puesto su interés en las aves, pero aquí estamos dando énfasis al trabajo enfocado en los saltarines como un ejemplo de la importancia de los estudios a largo plazo como lo expresan Loiselle y colaboradores. Llega el turno de los anfibios y reptiles, a cargo de Diego Cisneros-Heredia, que, en conjunto son los que más especies nuevas descritas para la ciencia han aportado en los últimos 20 años en Ecuador. Antes de alejarnos de los vertebrados, Kelly Swing nos presenta el increíble mundo de los peces amazónicos. Bajando la escala en tamaño, nos adentramos en el mundo de los invertebrados con tres capítulos, uno a cargo de Erwin y Zamorano; y dos por parte de Swing respectivamente.

Una estación científica no puede solo enfocarse en la ciencia, sino que debe aportar para la conservación. En esta sección, Vinueza y Romo nos hablan del programa de conservación de tortugas, Rodríguez y Swing nos dan consejos de cómo interpretan la información para la guianza, Álvarez nos presenta un capítulo sobre la incidencia de la EBT en programas de monitoreo biológico y finalmente Romo cierra haciendo un llamado a la conservación dentro del contexto de la Reserva de Biosfera Yasuní. De todos modos, mucha de la información presentada aquí servirá para comprender el alcance del impacto de algunas de las actividades humanas y de la necesidad de tomar acciones firmes y prontas si queremos llegar a un manejo adecuado del recurso más valioso del Yasuni: su biodiversidad.

Nuestra audiencia

Queremos, con esta obra, llegar a los jóvenes de los colegios locales, pues estamos seguros de que, entre ellos, existen muchos científicos en potencia. Esperamos despertar en ti la curiosidad que ha inspirado a los autores de este libro, cuyas vidas se han dedicado a descifrar los secretos del bosque.

Por otra parte, es muy difícil cuidar lo que no conocemos, por esta razón esperamos que las nuevas generaciones conozcan la importancia del Yasuní para que así puedan amarlo, respetarlo y protegerlo.

Otro sector que sufre por la falta de información son los docentes. Este libro espera proveerles de información interesante que sirva para cumplir con varias partes del currículo tanto a nivel de educación básica como de secundaria. La USFQ y la EBT quieren contribuir a mejorar la calidad de educación y estas páginas sin duda serán un recurso muy valioso.

¿Cómo leer este libro?

Este libro está basado en investigaciones y trabajos realizados por biólogos. Al leer información científica, la mayoría de nosotros nos asustamos porque esperamos encontrar palabras raras o ideas que no están claras. Esto es justamente lo que hemos tratado de evitar en este libro. Cuando la idea descrita por los autores, no estaba muy clara, hemos puesto pies de página para expandir la información. Existe una sección al final del libro con un **Glosario**. Toda palabra técnica que requiere aclaración está listada allí incluyendo ejemplos cuando se requiere. Para que la información científica tenga validez, tiene que estar respaldada por citas y fuentes bibliográficas, es decir, los artículos que fueron publicados en revistas científicas especializadas, por los autores del capítulo o por otros autores que sirven para reforzar los descubrimientos o información encontrada en Tiputini. En la sección de bibliografía están listadas todas las fuentes mencionadas por los autores. Además, hemos listado en esta sección todas las publicaciones generadas hasta la fecha sobre la base de investigación hecha en la EBT. Estas fuentes están marcadas con un asterisco al inicio. La forma convencional para citar es poner el apellido del autor y el año de publicación. Cuando un artículo tiene varios autores, se pone el apellido del primer autor y la abreviatura *et al.*, que en latín quiere decir "y otros". En la bibliografía se puede encontrar a todos los autores. La mayoría de estas fuentes están en inglés y se puede acceder a ellas por medio de bibliotecas como las de la USFQ. Si un lector desea una copia digital de cualquiera de los artículos producidos en la EBT, pueden comunicarse con nosotros a las direcciones de correo electrónico de los editores. Finalmente, en cada capítulo, los autores han puesto sus direcciones electrónicas en caso de que se requiera contactarlos con preguntas. Recuerden que estas personas suelen estar trabajando en el campo y muchas veces sin acceso a internet. Si no les responden enseguida, no duden en insistir.

Breve introducción al bosque tropical

Para la mayoría de las personas, la selva amazónica representa un lugar lleno de peligros. Si alguna vez miraste un documental sobre el bosque

tropical, es posible que la imagen de peligro sea visualizada con los animales grandes y peligrosos esperando al visitante. Es decir, si vamos al bosque, creemos que a cada paso saldrá un jaguar, una anaconda o cientos de bichos peligrosos. Nada puede estar más alejado de la realidad. En todos mis años de visitar la EBT y otros bosques amazónicos, he tenido la maravillosa experiencia de ver un animal o planta por primera vez.

Para empezar, el bosque no es homogéneo. Los brasileños acuñaron términos que sirven para explicar al menos tres diferencias básicas del bosque. **Terra firme** sirve para indicar un bosque que ocurre en zonas sin inundaciones. Por lo general tiene colinas pequeñas y quebradas cuyos cauces llegan a riachuelos que solo se llenan de agua cuando llueve. Ya que no se inundan, estos bosques se caracterizan por árboles de varios tamaños. La gran mayoría de dichos árboles son juveniles y están esperando a que se abra un claro (por lo general cuando cae un árbol viejo y enfermo) para, con la luz, empezar a crecer. También se observan árboles con troncos gigantes que han crecido lentamente y su madera es dura, lo que los vuelven apetecidos para la construcción no solo de casas, sino de muebles, puertas, pisos, etc. Sin embargo, dada la gran diversidad, estos árboles son raros porque ocurren con poquísimas frecuencia.

Los otros tipos de bosque corresponden a **várzea** e **igapó**. Los dos se refieren a lugares que se inundan con frecuencia y con periodicidad o estacionalidad. En la EBT hay apenas un par de meses en el año que la cantidad de lluvia es baja o nula. Sin tomar en cuenta los cambios que están ocurriendo en el clima, por lo general los meses de febrero a mayo y septiembre a diciembre son lluviosos, seguidos por un par de meses secos. Cuando llueve en los Andes, crecen los ríos que se conocen como de aguas blancas, a pesar de que sus aguas sean de color café claro como el Napo. Los bosques que se inundan con estos ríos se llaman **várzea**. Debido a la topografía del Yasuní, el agua de estos ríos no entra más de 1 km hacia los lados de las orillas y la inundación dura pocos días. En las zonas más bajas de la Amazonía, en Perú y Brasil, estas inundaciones pueden llegar a varios kilómetros y durar meses. Cuando llueve mucho, las lagunas de aguas negras y los ríos que las drenan también crecen, y toman el nombre de bosques de **igapó**. En los últimos años, estas clasificaciones se han ido subdividiendo para expresar variaciones dentro de estos grupos generales.

Las inundaciones crean condiciones que alteran no solo el comportamiento de los árboles, sino de los animales que allí habitan. Si tomamos en cuenta que los insectos (ver los capítulos sobre Artrópodos) son un componente clave del bosque, muchas poblaciones mueren con las inundaciones o tienen que migrar a zonas secas. Al mismo tiempo, el movimiento de las

aguas permite que los peces puedan ingresar a consumir alimento que no estaba a su alcance. Esto también los transforma en fuente de alimento para otros animales que los encuentran atrapados en charcos temporales. El cambio constante y periódico de las condiciones hace que la vegetación, en estos bosques, no sea representada por árboles grandes, sino por lianas o especies características como los moretes (un tipo de palma).

La luz es un recurso vital para las plantas y es la fuerza que determina qué crece, cómo y dónde. En las orillas de los ríos o en los lugares deforestados por los humanos, se encuentra generalmente guarumos o balsas. Estos árboles se denominan pioneros porque son los primeros en desarrollarse. Se caracterizan por tener una madera liviana y muy porosa. Cuando estos árboles producen suficiente sombra, entonces dan paso a los árboles que serán más longevos cuyas semillas solo pueden germinar cuando no hay mucha luz. Estos árboles crecen lentamente y se los observa como ramas delgadas hasta que existan las condiciones adecuadas de luz.

Toda planta en el bosque trata de acercarse a la luz. Las enredaderas o lianas, se apoyan en los árboles para llegar justo por debajo de la copa y así hacer fotosíntesis. Las epífitas, es decir las plantas que crecen en los troncos de los árboles, aprovechan la luz que llegan a los troncos pero al mismo tiempo tienen el problema de no contar con el recurso "suelo". Las orquídeas, bromelias, anturios, helechos y otros, llegan a crear su propio suelo usando diferentes estrategias. El caso de las bromelias es muy interesante porque, entre sus hojas, pueden llegar a retenerse varios litros de agua. Allí, ponen sus huevos mosquitos y otros insectos. Las larvas servirán de alimento para otros insectos, ranas, lagartijas, etc., y estos a su vez serán presa de otras especies más grandes. Estos ecosistemas en miniatura están comenzando a ser estudiados.

Debido a la exuberancia de los bosques tropicales, muchas personas piensan que es posible desarrollar la agricultura y la ganadería. Sin embargo, este ecosistema crece sobre suelos muy pobres. ¿Cómo entonces un suelo pobre puede soportar a tanta diversidad? El secreto radica en un conjunto de organismos conocidos como descomponedores o detrívoros. Los árboles están constantemente eliminando hojas y ramas que al caer son fuente de alimento para miles de organismos. Los más grandes como cucarachas, milpiés, escarabajos y termitas se encargan de las etapas iniciales de la descomposición. La materia más fina es descompuesta por una comunidad de hongos y bacterias, tarea facilitada por la humedad y temperatura. Algo similar sucede con los cuerpos muertos de los animales. La velocidad de la conversión de la materia muerta es tan alta en los trópicos, que no tiene comparación con ningún otro ecosistema del planeta. Una vez liberados estos nutrientes, los

árboles, lianas y demás plantas del bosque los absorben rápidamente de tal modo que la pérdida de nutrientes es casi nula. Todas las plantas del bosque que crecen sobre el suelo crean una red de raíces que no permiten que los nutrientes liberados sean lavados por la lluvia, a pesar de ser estos bosques los que mayor precipitación reciben de todos los ecosistemas terrestres. Este mismo hecho es responsable de que los árboles no tengan la necesidad de penetrar sus raíces a grandes profundidades, pues el agua y los nutrientes están en la superficie. Los árboles grandes han tenido que producir estructuras especiales llamadas raíces tablares o tubulares (en las palmeras) que les permite mantenerse en pie. Recordemos aquí que la función de la raíz es absorber nutrientes y fijar la planta al suelo. La fijación en otros ecosistemas se da por la penetración en el suelo. En los árboles de las zonas templadas (Estados Unidos, Argentina o Chile por ejemplo), la masa o volumen de las raíces es tan grande como la copa del árbol. En la Amazonía, las raíces son superficiales.

En Ecología, aprendemos que los organismos de un ecosistema cumplen roles. Las plantas (en los bosques) son los fijadores de energía, pues toman la luz del sol para producir su propio alimento y así crecer. Los demás organismos dependerán de la energía fijada por las plantas. Los organismos que consumen plantas se llaman herbívoros; y, los que consumen a los herbívoros se llaman carnívoros. Si algún animal consume plantas y animales se le denomina omnívoro. Mientras mayor es la diversidad de un ecosistema, mayor es la diversidad de los organismos que cumplen cada uno de estos roles. A mayor diversidad, mayor es la estabilidad del ecosistema. Es decir, su funcionamiento no es afectado aún con la ausencia de ciertos organismos. Este hecho en particular ha servido para que pensemos que, cuando cortamos el bosque y este se regenera, el sistema está ya funcionando como era antes. El problema aquí es que, para que exista esta gran diversidad, han pasado miles de años. Cuando cortamos el bosque en grandes extensiones (al menos un par de hectáreas), pasarán cientos de años antes de que la comunidad vuelva a recobrar la diversidad y calidad que tenía originalmente. Algo similar ocurre cuando el bosque es talado selectivamente o existe cacería en exceso. A simple vista, el bosque no ha sido afectado; sin embargo, muchos procesos se paralizan y el bosque va muriendo lentamente.

La trama de la vida en el bosque tropical esta llena de conexiones. En cierto modo es como una gran telaraña. Si cortamos unos pocos hilos, todavía servirá para atrapar insectos y alimentar a la araña. Si el daño es mayor, a la araña le tomará un buen tiempo reconstruir toda la estructura. Las plantas no solo son alimento y la base de los siguientes niveles. Su supervivencia depende de las interacciones con los animales. Cuando un mono o un tucán se alimenta de los frutos, puede tragarse las semillas y depositarlas en otro lugar con lo que servirá de dispersor y es así como las plantas pueden colonizar

espacios libres y expandir su "territorio". Pero antes de producir frutos, tiene que fertilizar sus flores y aquí juegan un papel importante muchos insectos, aves e incluso mamíferos como los murciélagos y roedores. Los procesos de polinización han evolucionado tanto en los trópicos que una especie de árbol puede depender de la polinización de una especie u orden de insecto. Para ilustrar esto vale la pena citar el ejemplo de los higuerones. La diversidad de estos árboles es muy grande con varios cientos de especies, todos ellos polinizados por avispas. Las avispas son, en muchos casos, polinizadoras específicas, es decir, para cada especie de higuerón puede existir una especie de avispa. Cuando el árbol florece y aún no abre su flor, la avispa hace un hueco y pone sus huevos en la flor. La larva se alimenta de partes de la flor y cuando nace la avispa, esta lleva el polen a otras flores y lo deposita cuando pone los huevos. Si el higuerón desaparece, la avispa no tiene donde reproducirse y también desaparecerá. Las distintas especies de higuerones no florecen al mismo tiempo y por lo tanto no producen frutos regularmente. Como consecuencia, y debido a la alta diversidad, siempre habrá algún higuerón en fruto y así, los animales que se alimentan de estos higos tienen una fuente constante de alimento durante todo el año.

¿Qué ocurre con las otras especies de árboles? ¿Quién los poliniza o dispersa sus semillas? Cada especie tiene una historia natural diferente. Al caminar por el bosque pronto notaremos que ver flores o frutos es algo raro. Hay plantas que florecen todo el año mientras otras lo hacen solo en ciertos meses. ¡Incluso hay árboles que florecen una sola vez en toda su vida y, cuando lo hacen, mueren! Hay árboles que dependen de peces para esparcir sus semillas. Después de muertos, ciertos árboles que se quedan en pie, servirán de casa para monos nocturnos, murciélagos o para la anidación de aves tan hermosas como los guacamayos.

Algo muy especial de la EBT es que es una de las pocas o quizá la única estación biológica que está, y se encuentra rodeada de un bosque primario o maduro. La mayoría de estaciones biológicas, por temas logísticos, han sido construidas en lugares cercanos o rodeados de zonas intervenidas por los humanos. Por esta razón, muchas de las investigaciones que presentamos aquí son únicas, ya que hemos abierto la oportunidad de poder estudiar un bosque que no ha sido perturbado y que está rodeado de casi ningún tipo de impacto humano. Varios investigadores que han estudiado en Costa Rica o Panamá, que son países que han generado la mayoría de información que tenemos sobre los trópicos, al llegar a Tiputini se encuentran con procesos que no habían visto antes. Un ejemplo de esto podría ser el caso de los monos aulladores. En Centroamérica, los bosques tropicales están muy fragmentados, al igual que en la Costa de Ecuador. Allí, los monos aulladores, que no requieren de mucho espacio para vivir, están restringidos a territorios muy pequeños. El nombre

proviene del hecho que los machos aúllan para avisar a las tropas vecinas su presencia y posesión de territorio. Como están tan cerca una tropa de otra, los monos aúllan constantemente a lo largo del día. Por años, los biólogos estudiaron y dieron por hecho que esta es la conducta normal. En Yasuní debido a la gran diversidad de primates y a que existe suficiente territorio para muchos de ellos, la mayoría de aulladores no hacen sus vocalizaciones con tanta frecuencia. ¿Cuál es el comportamiento normal? Aullar gasta energía y además es tiempo que no es utilizado para alimentarse o reproducirse. Historias similares se han escuchado de investigadores de hormigas y otros animales.

La mayoría de teorías sobre el funcionamiento de los ecosistemas se han desarrollado sobre la base de información sobre los ecosistemas templados. Con el estudio de los trópicos, estamos empezando a entender que estos sistemas son diferentes. No todos los bosques funcionan igual e incluso los animales se comportan diferente, pues las condiciones donde están viviendo son diferentes.

Un fenómeno muy interesante es la evapotranspiración. Las plantas requieren de agua y dióxido de carbono (CO_2) para realizar fotosíntesis. Con la luz y la clorofila que está dentro de los cloroplastos en cada célula (por lo general en las hojas), las plantas transforman el agua y CO_2 en azúcar (glucosa) y liberan oxígeno (O_2). El CO_2 y el oxígeno son gases. El intercambio de estos gases, es decir la absorción de CO_2 y la liberación del O_2 ocurre en las mismas hojas por medio de unas estructuras llamadas estomas. Cuando los estomas están abiertos para el intercambio, y debido a que la concentración de agua es mayor dentro de la hoja que en el aire afuera, también se libera agua en estado gaseoso. Ya que la cantidad de agua es abundante en el bosque, esto no representa ningún problema para las plantas y, por lo tanto, la liberación de agua es constante. El agua, al estar en estado gaseoso, sube a la atmósfera generando nubes. Solo en los bosques tropicales este proceso es muy fuerte, pues aquí el agua no es un problema. En los desiertos o lugares más secos, las plantas no dejan escapar el agua y su velocidad de fotosíntesis se ve restringida. Hemos aprendido que cerca del 75% de las nubes de la Amazonía provienen de este fenómeno: la evapotranspiración. De allí que la conservación y mantenimiento de la cobertura boscosa es no solo importante para la vida de los animales del bosque, sino que tiene un impacto en el clima o la cantidad de precipitación que regresa a estos mismos bosques. Aunque no lo incluimos en este libro, varios investigadores empezaron a tratar de entender la importancia de la evapotranspiración estudiando palmeras en Tiputini.

Otro aspecto que despierta la curiosidad de la ciencia es el comportamiento animal y vegetal. En Tiputini, hemos tenido la suerte de que muchas personas se han dedicado a tratar de entender estos comportamientos. ¿Por

qué unos monos comen hojas y frutos, mientras otros comen de todo? ¿Por qué unas aves usan sitios específicos para buscar pareja mientras otras no? ¿Por qué si dos especies de monos comen los mismos alimentos, no usan los mismos territorios o, si los usan, no comparten las mismas rutas para buscar la comida? La lista de preguntas podría llenar las páginas de este libro y más. ¿Y para qué queremos saber todo esto? La primera respuesta podría ser por simple curiosidad, pero más allá de esto, si entendemos todas las variaciones del comportamiento, podremos saber qué se requiere para que el bosque pueda regenerarse, cuál sería el área mínima requerida para que especies como los jaguares puedan tener suficiente alimento y reproducirse. Una pregunta muy importante es por qué existe tanta diversidad aquí y no en otras partes del planeta.

Este pequeño preámbulo sobre la Ecología Tropical servirá para entender con más facilidad los capítulos a continuación. ¡Esperamos que disfrutes mientras aprendes, así como los autores disfrutaron aprendiendo sobre el lugar más biodiverso del Planeta!



¿Qué es y qué hace la Estación de Biodiversidad Tiputini?

Kelly Swing^a

^aUniversidad San Francisco de Quito

Dirección de contacto: kswing@usfq.edu.ec

Descripción general

La Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) es una estación biológica establecida en el año 1994-1995 por un acuerdo de comodato entre el entonces INEFAN y la Universidad San Francisco de Quito. Su ubicación en la selva intacta del Oriente ecuatoriano es compatible con los objetivos de la investigación (Swing *et al.*, 2014), educación y conservación. Siendo un proyecto de colaboración con la Universidad de Boston de los Estados Unidos de América, se busca promover el mejor conocimiento de este ecosistema y luego compartir la información generada, con el propósito de manejarlo y protegerlo para el futuro.

Nuestras instalaciones están situadas sobre la orilla izquierda del río Tiputini en el área donde este cuerpo de agua sirve como límite norte del Parque Nacional Yasuní, aunque la Reserva de la Biósfera Yasuní se extiende hasta la ribera del río Napo. Situado en la Provincia de Orellana, el campamento se encuentra a 76°08'59.47" Oeste y 00°38'13.63" Sur a una distancia de 265 km al este de la ciudad capital de Quito en una zona clasificada como la

ecorregión terrestre Bosques Húmedos del Napo, según Olson y Dinerstein (2002) (ver mapa descriptivo 1).

Geología y topografía

Se extiende desde unos 215 m a 240 m sobre el nivel del mar. Nuestros terrenos son representativos del piso bajo amazónico. Más allá de la planicie inundable, una serie de colinas bajas dan carácter al paisaje, producto de la misma actividad telúrica que resultó en el crecimiento de los Andes hacia el occidente. El sustrato es principalmente de ultisols, arcillas rojizas ácidas (Korning *et al.*, 1994; Sombroek, 1984; Woodward, 1996), mezcladas con capas irregulares de arenas, típicamente sin gravas o rocas más grandes, pero rico en hierro y aluminio, en su mayoría, material joven transportado desde los Andes (Pitman *et al.*, 2002; Valencia *et al.*, 2004), cubierto por una capa de suelo viviente y humus de menos de 50 cm de grosor. Sedimentos fluviales (conocidos como las formaciones Pebas o Curaray), considerados de edades terciarias¹, medio a alto Miocena (12-18 millones de años) (Hoorn, 1993) alcanzan una profundidad de más de 4000 m en la región. La estación está ubicada dentro del Refugio Pleistoceno del Napo² y, por lo tanto, ha tenido muy probablemente un clima relativamente estable durante los últimos cientos de miles de años (Haffer, 1969; Prance, 1982; Whitmore y Prance, 1987).

Escenario hidrológico

El río Tiputini (de 50 m a 70 m de ancho en nuestra región) es un tributario de la orilla derecha del Napo, que luego se une con el Amazonas a unos cientos de kilómetros río abajo. Como es la situación típica de los cursos de agua en la Amazonía occidental, la que se encuentran en la Ecorregión Dulciacuícola Piedemonte (Olson *et al.*, 2002) con sus cabeceras en los Andes o sus estribaciones, todos estos ríos tienen altos niveles de turbidez, temperaturas bajas, buenas concentraciones de oxígeno y son clasificados como aguas blancas. El Tiputini es algo atípico en su fisiografía, pasando por una zona colinada con depósitos resistentes a la erosión, que resultan

1 Las edades de los suelos hacen referencia a la historia evolutiva del planeta Tierra.

2 En la actualidad, estamos bastante seguros de que durante la última glaciación, es decir, cuando el clima de la Tierra se enfrió y los hielos de los polos y volcanes, como en el caso de los Andes, extendieron sus niveles drásticamente. Esto hizo que la precipitación en todo el planeta baje. Zonas de bosques tropicales como la Amazonía se secaron y algunos parches de bosque lograron mantener el clima intacto. La zona de Napo a la que hace referencia el autor fue probablemente uno de los bosques más grandes que quedaron sin afectación. Alrededor de estos bosques, la selva se convirtió en sabanas con grandes pastizales y pocos árboles. Cuando el clima regresó a su normalidad, los bosques fueron creciendo paulatinamente y las sabanas desaparecieron.

en orillas altas y encañonadas a lo largo de su curso. El río experimenta unas fluctuaciones extensas en su nivel, un promedio de 10 m, durante la mayoría de años y hasta 12 m en algunas ocasiones. La corriente al nivel de la Estación es moderada; esta es similar hasta unos 100 km río arriba, al oeste donde el gradiente es más inclinado por la topografía del pie de los Andes, y el fondo es rocoso. El Tiputini también sirve como lindero entre los territorios de las etnias Kichwa al norte y Waorani al sur.

Contexto ecológico

La vegetación dominante se categoriza como bosque húmedo tropical, de acuerdo a una pluviosidad anual de aproximadamente 3000 mm y temperaturas promedio de entre 24°C y 27°C para todos los meses (Pitman, 2000). La gran mayoría del bosque local es de terra firme; el de várzea (bosque estacionalmente inundable) raramente se extiende más allá de 100 m desde la ribera alta y bien definida del Tiputini. Poca intervención humana ha dejado impactos a la zona; con la pequeña excepción de nuestro campamento (que ocupa un par de hectáreas) y dos helipuertos (de 0,8 ha cada uno, establecidos en el año 1988 para la exploración petrolera y en seguida abandonados para la sucesión ecológica), el bosque que ocupa las 700 ha que mantenemos es intacto y contiguo con disturbios naturales en la forma de árboles caídos. La época de sequía coincide con los meses de diciembre y enero mientras la época más húmeda coincide con el mes de junio en la mayoría de los años.

La ubicación de los bosques de la EBT, en la Amazonía occidental, cerca a la línea equinoccial, ha provisto a este ecosistema de condiciones compatibles con la evolución y mantenimiento de niveles extremos de biodiversidad. La región del Yasuní ha sido identificada como una de las más biodiversas del planeta (Bass *et al.*, 2010). Su integridad es amenazada por las presiones típicas de desarrollo humano (Swing, 2016c), empezando por la extracción de petróleo (Swing *et al.*, 2012) e incluyendo actividades madereras, la construcción de vías de acceso, la expansión de la frontera agrícola, y la falta de fondos adecuados para el manejo y protección del parque. Aunque el acceso al área es limitado y nuestro sitio sigue esencialmente prístino, la posible invasión por estas fuerzas es cada vez más preocupante (Swing, 2014).

Construcciones

Nuestras instalaciones incluyen un laboratorio de dos pisos de un total de 600 m² de espacio, con acceso inalámbrico al internet, tres aulas para conferencias, una biblioteca, espacios para investigaciones y varias oficinas. Se

ofrece alojamiento y servicio de comedor para 60 visitantes e investigadores. Una red de senderos se extiende por 40 km (ver mapa 2) y da acceso a los varios hábitats de la zona. Algunos senderos restringidos y unas parcelas de investigaciones de largo plazo (dos áreas de 1 km² cada uno, completamente georreferenciadas) están disponibles para los científicos y sus colaboradores. Una torre de observación (39 m) y un sistema de puentes suspendidos (a 25-30 m de altura y de 100 m de largo) dan acceso al dosel.

Función de la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT)

La Estación de Biodiversidad Tiputini, como dijimos antes, cumple con tres objetivos que llevan conjuntamente a la conservación del ecosistema amazónico. La investigación nos produce información (Raafat y Swing, 2016) y, por lo tanto, mayor entendimiento de la naturaleza. En su turno, esta nos permite aplicar unas estrategias más razonadas al manejo del Oriente tomando en cuenta la naturaleza, su funcionamiento y sus capacidades de absorber impactos y de recuperarse. La educación sobre la naturaleza (Janes *et al.*, 2011) es otro pilar de nuestra operación y esta sirve para compartir nuestros conocimientos con otras personas de varias generaciones y niveles socioeconómico y culturales. Esta educación puede tomar la forma de la capacitación y formación de nuevos profesionales: guías, guardaparques, biólogos, ecólogos, administradores que manejan los recursos naturales, etc. Algunas personas aseguran que los indígenas poseen más conocimiento sobre la selva que los mismos investigadores podrían generar en décadas. A este conocimiento se le denomina ancestral, pero desafortunadamente, esa información normalmente no está disponible para la gente no indígena y menos aún para la ciencia y nunca en una forma integral sin años de contacto. Algunos grupos amazónicos han estado acumulando información sobre sus alrededores, la flora y la fauna, durante miles de años. Por lo tanto, existe un conocimiento práctico del ecosistema por parte de ellos que la ciencia difícilmente puede alcanzar y/o catalogar en su totalidad (Dunn, 2010). Debido al rápido proceso de extinción de culturas (Swing *et al.*, 2012), este conocimiento se pierde o puede perderse en un par de generaciones. Esto sucede porque su sabiduría nunca fue escrita, sino que pasa de boca en boca, y por lo tanto, si el proceso se interrumpe, se la pierde para siempre, a pesar de su valor inherente. Sin embargo, las estaciones científicas tampoco tienen que empezar desde cero al momento de nacer. Compilamos activamente información de varias fuentes: experiencias personales y profesionales, la literatura ya publicada desde el mundo entero, desde colegas dentro y fuera del país, y ciertamente de la gente local. Los biólogos también tienen la obligación de discernir, a través de sus investigaciones, entre verdades,

opiniones, mitos y supersticiones. Después de todo, producimos información (Swing *et al.*, 2014) para poder proveer más datos confiables al mundo cuando sea necesario tomar decisiones sobre los recursos naturales (Swing, 2016c). En resumen, esta parte de lo que hacemos es simplemente aprender lo máximo posible para después usarlo para el bien del ecosistema y el futuro de la región.

Una estación hace inventarios de especies. Sin saber lo que existe en el entorno, no se puede hacer mucho; sería como tener un almacén sin saber lo que se dispone para vender. Una lista de las especies presentes en un lugar representa un punto de partida para el desarrollo de las investigaciones (Swing *et al.*, 2014). Por lo común, las preguntas tienen que venir en el orden de: ¿qué?, ¿dónde?, ¿cuánto?, ¿cuándo?, ¿cómo? y ¿por qué? La verdad es que las listas de especies para cualquier parte del planeta son más completas cerca de las estaciones científicas; estos sitios son prácticamente las únicas islas bien estudiadas en un mundo compuesto por mares de desconocimiento o extrapolación. En un lugar como es el Oriente ecuatoriano, la región más biodiversa del planeta (Bass *et al.*, 2010), este proceso es muy lento. Antes del establecimiento de las estaciones Yasuní de la PUCE y EBT de la USFQ en la zona del Yasuní, solamente teníamos ideas muy vagas sobre la diversidad local y regional. Por su proximidad a la línea equinoccial en la Amazonía occidental, la comunidad científica ya suponía que Yasuní tendría un nivel alto de biodiversidad (Oxford *et al.*, 2014), pero apenas estamos documentándola actualmente. Los números de especies catalogadas en estas dos estaciones ya están batiendo los récords mundiales (Bass *et al.*, 2010) y todavía tenemos mucho por hacer. Para dar algo de contexto, se presenta a continuación un cuadro con datos numéricos para los vertebrados terrestres. Usamos estos números en particular porque son más confiables que aquellos relacionados a los invertebrados, pero vale señalar que estas cifras suelen crecer con más investigación.

	Número de especies			
	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Estados Unidos	194	261	768	428
Ecuador	427	396	1616	380
EBT/Yasuní	147	121	600	200

La EBT cuenta con menos de 7 km² y tiene más especies de ranas que todo el continente norteamericano³ (McCracken y Forstner, 2013). Los Estados Unidos tienen un gran número de salamandras entre sus anfibios, pero el total de ranas es menos de 100, mientras casi todos los anfibios en Tiputini y el Yasuní son ranas. En este espacio tan limitado, también se encuentran tres

³ El tamaño aproximado del territorio de los Estados Unidos de América es de 9,8 millones de km² y el de Ecuador es de 283 560 km²

cuartos del número de aves que tiene ese país, que representa más de la mitad con Norteamérica. Entre los mamíferos, más de la mitad de las especies son murciélagos, y algunos especialistas están sugiriendo que el número de quirópteros documentados en la EBT puede sobrepasar 100 eventualmente (Rex *et al.*, 2008). El número de especies de primates encontrados localmente es 10. Hay cinco especies de felinos: el jaguar, el puma, el ocelote, el margay y el yaguarundi. Hay dos especies de perros salvajes, dos puercos, dos venados, 45 roedores, etc. La región del Oriente tiene más de 2000 especies de árboles. En cada hectárea, se encuentra un promedio de casi 300 especies de árboles con un diámetro del tronco mayor a 10 cm; el total sube a 600 si se incluyen todas las plantas leñosas hasta 1 cm de diámetro del tronco. Si se incluyen todas las plantas enraizadas en cada hectárea (hasta las herbáceas), el número alcanza 700 o más. Desde ese punto, si añadimos las plantas que viven arriba como epífitas sobre estas 700 especies terrestres, llegaríamos fácilmente a un gran total de 1000 (mínimo) especies de plantas representadas en cada hectárea de la zona intacta alrededor de la EBT. Por lo tanto, confirmamos la necesidad de producir más profesionales en el área de la sistemática y la taxonomía (Swing *et al.*, 2014), especialmente en la botánica, la micología, la entomología, la ictiología y la herpetología (Swing, 2016b).

Por las condiciones excepcionalmente prístinas en los alrededores de la EBT (más allá del campamento), prácticamente sin impactos antropogénicos, el sitio todavía sirve como un extremo de la gama de las posibilidades en Amazonía, lo que en realidad es el estado natural del ecosistema. Para completar los estudios de impactos ambientales (EIA), en teoría, debe haber un punto de control que representa este extremo (Raafat y Swing, 2016; Swing, 2016c), pero hay poquísimos lugares que realmente funcionan como un control (sin impactos). Varios estudios sobre los impactos humanos incluyen la EBT como este extremo, con el mayor siendo dirigido por el Dr. Mark Mulligan de King's College de Londres que compara la vegetación y su distribución en el Oriente ecuatoriano (González-Orozco *et al.*, 2010) entre los alrededores del Puerto Francisco de Orellana (el punto extremo de mayores impactos), la Vía Auca (con impactos de las petroleras, madereras, colonos e indígenas aculturizados), la Vía Maxus (con impactos intermedios por una petrolera exigiendo control y unas poblaciones pequeñas indígenas), y la EBT (esencialmente sin impactos por estas fuentes). La EBT representa posiblemente el único sitio con acceso e infraestructura donde no hay presencia humana (fuera del campamento), y no se cosecha productos como la madera ni se cazan los animales. Esta situación nos da la oportunidad de comparar las condiciones en otros sitios para determinar los impactos por cualquier actividad (Raafat y Swing, 2016). Sin duda, una gran parte del Oriente era así hace unas cinco décadas. Un tramo, empezando en el noroeste desde el lago de Añangu hacia el sur por el

territorio de la comunidad Kichwa del mismo nombre y después hacia el este a lo largo del río Tiputini hasta la entrada al Bloque 31 y extendiendo a unos 10 o 15 kilómetros al norte y al sur del río es posiblemente la parte más prístina del Ecuador, que queda hoy en día, pero las presiones acechan. La razón es que esta zona en particular había quedado aislada y sin acceso fácil hasta hace poco. Aunque una Zona Intangible fue designada hacia el sur para los Tarmenane, los Tagaere y otros grupos en aislamiento voluntario, esta área del norte de Yasuní era muy probablemente aún más intacta por la ausencia de los indígenas que cazan y cosechan. Esta situación ha cambiado en los últimos años debido a que sus habitantes nativos han recibido regalos en la forma de canoas con motores fuera de borda, lo que les ha dado un nivel de acceso sin precedente. Ciertamente, en este punto, los indígenas se consideran una parte natural del bosque húmedo tropical, pero sería interesante tener un trozo del ecosistema sin ningún impacto humano donde se pueda estudiarlo en el mismo estado de hace 10 000 o 20 000 años. La EBT con sus 7 km² es limitada en tamaño, pero cumple bastante bien con esta caracterización. Por lo tanto, un gran esfuerzo para mantener este último bastión de la naturaleza en el país es bien merecido y sería aun mejor si se incrementa la extensión protegida de sus alrededores.

Entre todas las especies del Yasuní, flora (árboles, herbáceas y epífitas) y fauna (vertebrados e invertebrados), puede haber un millón de especies. Considerando que el estimado de especies para el planeta entero es de al menos 9 millones (Mora *et al.*, 2011), hay que reconocer que más del 10% la biota del globo habita la tercera parte del país del Ecuador. En Tiputini, vemos esto como el gran reto. Primero, para anotar todo lo que existe; después, para aprender algo de los papeles de todas las especies, luego, absorber la significancia de este fenómeno de la naturaleza, repartir el concepto del valor de la información genética como un bien real y no solamente potencial, para terminar con convencer a los demás que vale la pena dejar intacta una extensión apreciable y funcional del ecosistema amazónico. La trayectoria histórica de medio siglo ha sido muy distinta y ya vemos que el esfuerzo necesario para frenar esta inercia va a ser hercúleo ante algunas presiones y circunstancias en particular.

Más allá del Ministerio del Ambiente, hay dos guardianes en esta zona específica. La comunidad Kichwa de Añangu es vigilante sobre su territorio por sus intereses en el ecoturismo, mientras la EBT sirve como un sitio de monitoreo para el Parque Nacional Yasuní por sus intereses en estudiar y mantener el ecosistema. Esta comunidad indígena decidió, hace 25 años, no cazar para mantener la fauna y este atractivo para poder entrar en el mercado del ecoturismo. Ahora ellos han logrado una operación premiada internacionalmente y unos ingresos constantes para la comunidad sin perjudicar

su bosque y su fauna. Este es un ejemplo de desarrollo sostenible que merece los aplausos del país y del mundo. La EBT, originalmente designada un puesto de control por un convenio de comodato con el INEFAN, sigue proveyendo el servicio de vigilancia al gobierno recibiendo a los guardaparques del Parque Nacional Yasuní (PNY) regularmente. El personal de la estación vigila la presencia humana y las actividades realizadas como agente del PNY a lo largo de unos 50 km de la frontera norte del parque con patrullajes en el río Tiputini dos veces a la semana. Antes de la llegada de los equipos de la sísmica (exploración petrolera), se estimaba que entre una y dos canoas pasaban por este tramo del Tiputini cada año. Durante las fases de exploración química y sísmica, puede haber hasta una docena cada día. También antes de la llegada de las operaciones petroleras en la zona, el tráfico aéreo era más o menos una nave militar sobrevolando la zona cada seis semanas. Pero, con la presencia de las operaciones vecinas de PetroBras, EnCana (anteriormente), Andes Petroleum, y la Occidental (anteriormente), el número de helicópteros en el cielo sobre la zona aumentó hasta más de diez cada semana durante los picos de actividad. Con la construcción de la vía de la OXY desde el río Napo hacia el sur, pasando por la comunidad Kichwa El Edén, desde el año 2000, las condiciones van cambiando en el corazón del Yasuní aceleradamente.

La Estación de Biodiversidad Tiputini sirve como facilitador de investigaciones en la selva ecuatoriana, pero no tenemos el poder económico para financiar directamente más de unos pocos estudios. Varios miembros de nuestro equipo están involucrados personalmente en la colección de datos y la búsqueda de información sobre este valioso ecosistema tanto como algunos científicos nacionales e internacionales. Obviamente las personas que estudian el ecosistema en un ambiente tan desafiante, deben ver a su trabajo como algo gratificante (Swing, 2016a) pero esto no significa que están en la selva para divertirse. Los científicos internacionales buscan fondos en sus propios países para poder venir al Ecuador y Yasuní porque es uno de los sitios más intrigantes del planeta. Ellos suelen trabajar jornadas largas para aprovechar al máximo sus fondos y producen resultados y publicaciones regularmente. Además, varios profesores y estudiantes de la Universidad San Francisco de Quito realizan programas de investigación en la EBT. Ofrecemos becas tanto para profesores como para los estudiantes de la USFQ para que ellos puedan realizar sus investigaciones en la EBT casi sin costo. Con la cooperación de la USFQ, la estación estableció una serie de becas para que cualquier estudiante indígena de la zona pueda estudiar al nivel universitario en esta institución, a una fracción del costo normal de esta educación. A lo largo de los años, el Programa de Diversidad Étnica, dirigido por el Dr. David Romo, creció de esta semilla y actualmente abraza a cientos de becarios de todo el país.

Una verdad sobre las estaciones biológicas del mundo es que ellas, casi sin excepción, representan los sitios de mayor conservación en cualquier región. Se puede confirmar esta situación con ejemplos de prácticamente todos los países del planeta. Tales refugios pueden servir como centros de reproducción para la flora y fauna nativa y como fuentes de reemplazo para las zonas impactadas en su alrededor. La presencia de una estación científica provee un valor aumentado para mantener cualquier trozo de ecosistema intacto; hay trabajo para gente local e internacional mientras haya algo para observar o estudiar y fondos para realizar los estudios. De todas maneras, estas reservas (pequeñas en general) son lugares que sirven para el aprendizaje de lecciones que valen para todos (Janes *et al.*, 2011). Al dar un valor económico a la naturaleza intacta, se aumenta el valor del país entero en el sentido de atractivos para el ecoturista mientras el conocimiento indígena añade otras dimensiones para cualquier visitante o habitante.

Reconociendo retos logísticos y demográficos

Por las perspectivas conflictivas en relación a la naturaleza *versus* el dinero en todos los países del mundo, la meta de su conservación es frecuentemente difícil de alcanzar. Los retos suelen aumentarse cada día por la llegada de más humanos que buscan espacio y recursos aún en los sitios más remotos. El humano oportunista considera los lugares sin gente como una posibilidad de mejorar su vida a pesar de que la Amazonía no tiene una buena historia en proveer ejemplos positivos (Swing *et al.*, 2012). De todas maneras, esta atracción pone el hombre en conflicto con las áreas remanentes de alta diversidad en particular (Swing, 2016c). En muchos países, los colonos no tienen acceso a información confiable en relación a sus posibilidades de ser exitoso o fracasar al ocupar un terreno al final de una nueva vía de acceso. Algo realmente triste es que, en muchos casos, se pierde vastas extensiones de bosque con sus cientos de miles de especies por unas ganancias financieras limitadas y muy pasajeras. Una perspectiva equilibrada entre las presiones del hoy *versus* las oportunidades del mañana nos podría obsequiar un porvenir mucho más prometedor (Swing, 2014).



El sorprendente liderazgo del Ecuador en la producción científica de la región andino-amazónica

*Nigel C. A. Pitman^a, Jocelyn Widmer^b, Emilio M. Bruna^c,
Clinton N. Jenkins^d, Gabriela Stocks^e, Lisa Seales^e,
Franklin Paniagua^e y Erin Maehr^f*

^aScience and Education, The Field Museum, Chicago, Illinois, USA

*^bUniversity of Florida, College of Design, Construction,
and Planning, Gainesville, Florida, USA*

*^cUniversity of Florida, Department of Wildlife Ecology
and Conservation, Gainesville, Florida, USA*

*^dIPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas, Nazaré Paulista,
São Paulo, Brasil*

*^eUniversity of Florida, The School of Natural Resources
and Environment, Gainesville, Florida, USA*

*^fSan Francisco Bureau of Urban Forestry, San Francisco,
California, USA*

Dirección de contacto: npitman@fieldmuseum.org

Algunos de los que leen este libro sin duda se preguntarán en algún momento sobre la verdadera importancia de la investigación en la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT). Al final, ¿para qué tanto esfuerzo a favor de una estación científica tan pequeña? ¿Cómo podría un país del tamaño del Ecuador competir en el campo científico frente a países amazónicos mucho mayores como Brasil, Perú y Bolivia?

El propósito de este artículo es responder a esas preguntas a través de una comparación cuantitativa de las contribuciones científicas del EBT, del Parque Nacional Yasuní (PNY) y del Ecuador con las de los otros países amazónicos. Como veremos, los resultados del ejercicio eliminan cualquier duda que podría restar de las preguntas arriba expuestas. Incluso desde el punto de vista continental, la EBT, el PNY y el Ecuador hacen una contribución extremadamente importante para la ciencia amazónica. De hecho, los datos aquí presentados demuestran que el Ecuador es hoy el país sudamericano más productivo en términos de ciencia amazónica y andina, y que la EBT juega un papel importantísimo en ese liderazgo.

Para cuantificar la contribución de diferentes países y regiones a la literatura científica biológica sobre la región andino-amazónica (es decir, la cuenca amazónica incluyendo las estribaciones orientales de los Andes), revisamos todos los artículos publicados durante los años 1995 a 2008 en las dos revistas de biología tropical más leídas a nivel internacional: *Journal of Tropical Ecology*, publicada por Cambridge University Press, y *Biotropica*, publicada por la Asociación para la Biología y Conservación Tropical (Pitman *et al.*, 2011). Para cada artículo que reporta resultados de una investigación científica realizada en la región andino-amazónica, registramos cuatro datos: 1) el país donde se llevó a cabo el trabajo de campo; 2) las coordenadas geográficas de cada lugar de trabajo visitado durante el trabajo; 3) el nombre de cualquier estación científica que apoyó el trabajo; y 4) el año de publicación del artículo.

Los resultados indican que el Ecuador viene haciendo una contribución a la ciencia amazónica muy superior a lo que se esperaría basándose en su tamaño. A pesar de poseer el territorio amazónico más pequeño de los seis países amazónicos (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela), Ecuador ocupa el tercer lugar en número de publicaciones; atrás de Brasil y Perú, pero en frente de Bolivia, Colombia y Venezuela. Y a pesar de representar ~1% de toda la cuenca amazónica, Ecuador contribuyó con el 12,5% de las publicaciones científicas de la región entre 1995 y 2008.

Cuando el número de publicaciones de cada país es estandarizado en relación al tamaño de su territorio amazónico, uno aprecia la verdadera contribución del Ecuador. Ecuador ocupa el primer lugar en la producción

de artículos por kilómetro cuadrado de territorio amazónico. Y no solamente eso, Ecuador resulta cinco veces más productivo que el país en segundo lugar: Perú. Cuando los datos son estandarizados por el tamaño de población de cada país, Ecuador muestra una productividad aún mayor que Costa Rica, uno de los países latinoamericanos más celebrados por su productividad en la ciencia tropical (Stocks *et al.*, 2008).

El liderazgo ecuatoriano es aún más pronunciado con respecto a los ecosistemas andinos. Entre los países andinos tropicales (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia), Ecuador figura primero en el número absoluto de artículos científicos publicados sobre los Andes y cuenta con el 40,3% del total. Colombia y Venezuela ocupan los segundo y tercer lugares, respectivamente, con 27,3% y 18,2% del total. Ya que el Ecuador tiene el territorio más pequeño de todos los países andinos, el liderazgo ecuatoriano queda aún más pronunciado cuando la producción científica es estandarizada por área.

Vale enfatizar que la mayor parte de la impresionante producción científica en la región andino-amazónica del Ecuador es fruto de un número pequeño de instituciones (especialmente la Universidad San Francisco de Quito y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador), áreas protegidas (especialmente los Parques Nacionales Yasuní y Podocarpus) y estaciones científicas (especialmente la EBT, la Estación Científica Yasuní (ECY) y la Estación Científica San Francisco (ECSF)). Cuando sus respectivas contribuciones son combinadas, las dos estaciones científicas establecidas dentro o cerca del PNY —la EBT y la ECY— representan el tercer sitio más estudiado de toda la cuenca amazónica. (El primero es el Proyecto de Dinámica de Fragmentos de Bosque en Manaus, Brasil, y el segundo es la Estación Científica Cocha Cashu, en Madre de Dios, Perú.) De la misma forma, la estación biológica más productiva en todos los Andes tropicales es ecuatoriana. Investigadores en la ECSF, cerca del Parque Nacional Podocarpus (Loja), publicaron el 14,3% de todos los artículos sobre los Andes tropicales entre 1995 y 2008.

Estos hechos confirman que Ecuador no solamente es líder en la ciencia andino-amazónica, sino que también lidera el difícil reto de ofrecer y administrar la infraestructura científica tan necesitada por los científicos y estudiantes interesados en los ecosistemas amazónicos. Hasta ahora, ese servicio ha sido prestado principalmente por instituciones privadas, lo cual hace que los avances científicos del Ecuador en la región andino-amazónica todavía no sean muy bien cimentados. Con un apoyo financiero de largo plazo de las agencias científicas del Gobierno ecuatoriano (p. ej., SENESCYT), estas estaciones podrían contribuir aún más a la creación de conocimientos y la formación de estudiantes en la Amazonía ecuatoriana.

Tabla 1. Número de artículos basados en trabajo de campo en la región andino-amazónica publicados en las revistas *Biotropica* y *Journal of Tropical Ecology* durante el período 1995-2008, clasificado por país.

País	No. estudios en la Amazonía	% de todos los estudios amazónicos	No. estudios en los Andes	% de todos los estudios andinos	No. total de estudios andino-amazónicos
Bolivia	30	10,1%	7	9,0%	37
Brasil	145	48,6%	0	0,0%	145
Colombia	23	7,8%	21	29,5%	44
Ecuador	37	12,5%	31	38,5%	68
Perú	56	18,9%	4	5,1%	60
Venezuela	5	2,0%	14	17,9%	19
Total	296		77		373



Una breve historia de Yasuní desde el desarrollo de la ciencia

David Romo^a

^aUniversidad San Francisco de Quito

Dirección de contacto: dromo@usfq.edu.ec

Una frágil avioneta de Alas de Socorro aterriza en una pista de arcilla en la mitad de la nada. Desde el aire y estirando mi cuello al máximo podía ver un mar verde entrecortado por el agua turbia del río Napo. Habíamos llegado al campamento del Instituto Lingüístico de Verano (ILV) en Limoncocha. Yo tenía menos de 10 años de edad y estábamos al final de la década de los sesenta. Esta no era la primera vez que visitaba la Amazonía, pero sí la más aislada. Desde la casa de los directores del ILV se podía ver la laguna como un espectáculo mágico. A pocos metros de la orilla había una plataforma desde donde nos lanzábamos para chapotear en el agua negra. Más tarde vería a unos indígenas pescar pirañas desde la misma plataforma. Varias casas estaban desparramadas entre la espesura del bosque y se comunicaban por senderos apenas visibles entre la hojarasca. Mientras almorzaba, podía ver una tropa de chichicos que pasaban comiendo insectos a escasos metros de la casa principal. Una noche salimos a buscar caimanes en la laguna y me parecía increíble que horas antes habíamos estado nadando y esquiando sin temor alguno. Finalmente recuerdo que mi padre fue de cacería con unos indígenas Cofán y trajeron como premio un par de monos y un caimán. Había algo como una plaza central y, en un extremo, había casas en donde habitaban

temporalmente indígenas de varias etnias con las que trabajaba el ILV. Aún no había Waorani, pero, en la casa de los Johnson, pude ver las lanzas con las que habían matado a los misioneros apenas hace unos pocos meses.

Fue justamente por medio del ILV que conocí en mi juventud a David Pearson. Este biólogo puso en el mapa mundial a Limoncocha (Pearson, 1977) como un lugar increíblemente diverso al preparar una lista de las aves observadas en Limoncocha. Casi por la misma época, William Duellman llegaría a Santa Cecilia para coleccionar anfibios y reptiles por varios años. Su publicación aseguraba que este lugar era el más diverso que se había registrado y sería el referente principal para todo herpetólogo interesado en la Amazonía (Duellman, 1978). Duellman se hospedó en una finca cuyo propietario estaba apenas iniciando la fase de desbroce y por ello accedió a sectores de bosque virgen mientras era testigo de la destrucción de este paraíso. Pearson pensó que el ILV estaría allí por siempre y su área de estudio no cambiaría.

Hoy no queda nada del bosque de Santa Cecilia y casi nada de lo que era Limoncocha. La selva que bordeaba la laguna ya no está, no se pueden ver monos o caimanes grandes y los niños atrapan peces de un par de centímetros a lo mucho. Santa Cecilia es un control militar al ingreso de Lago Agrio y, en Limoncocha, habitan varios centenares de personas, pasa un oleoducto y una carretera pavimentada.

Un biólogo de campo es una suerte de niño explorador con un agudo sentido de observación. Muchos de ellos se adentran en la selva con la esperanza de descubrir nuevas especies para la ciencia y poder inmortalizar sus nombres. Sin duda alguna los que han llegado al Yasuní lo han logrado. Y la clave en esta historia es: los que han llegado. La colección de información está ligada a las posibilidades de acceso y de alguna manera poder transportar los tesoros encontrados. Por lo tanto, de manera extraña y nada convencional, fue la industria petrolera la que permitió dicho acceso.

A mediados de la década de los ochenta se inició la exploración del bloque 16. Botánicos de la Universidad de Aarhus de Dinamarca establecieron un convenio con la Universidad Católica del Ecuador y fueron los primeros en coleccionar información botánica del Yasuní. Los datos preliminares fueron la base para destacar su importancia biológica y, junto con otros atributos, justificar la declaratoria de Reserva de Biosfera. Los daneses no salían de su asombro pues por cada veintena de plantas coleccionadas había algo nuevo para los registros del país e incluso la ciencia. Una vez que se confirmó la existencia de petróleo en el bloque 16, el Estado ecuatoriano, por primera vez, solicitó un estudio de impacto ambiental para el desarrollo de un proyecto de explotación. La recientemente creada Dirección General de Medio Ambiente y par-

te del Ministerio de Energía, Minas y Petróleos era la encargada de aprobar dicho estudio y la posterior emisión de la licencia ambiental. Con el objetivo de prepararnos técnicamente para este trabajo, varios funcionarios de esta dependencia gubernamental, fuimos a participar dentro del equipo técnico que elaboró el segundo estudio de impacto ambiental para el proyecto de control de inundaciones de la cuenca baja del río Guayas. Allí aprendimos que un estudio de impacto ambiental requiere de un profundo conocimiento de la zona del proyecto. Se debía saber qué especies eran las más frágiles o susceptibles de ser afectadas por el tamaño de sus poblaciones o sus requerimientos especiales de hábitat. También se debía entender muy bien el ecosistema, sus flujos, redes, estacionalidades, etc. Nada de esto sabíamos del Yasuní. Ningún biólogo había estado allí antes. No teníamos listas de especies o datos del clima. Y si los había, era de la periferia. Al igual que los petroleros, los científicos no habían puesto sus pies allí por temor o respeto a los Waorani.

La licencia, que finalmente se emitió, requeriría que se estableciera una estación científica y además que se realizara un monitoreo ambiental por al menos cinco años. La consultora Ecuambiente fue contratada para implementar dicho plan de monitoreo e invitaron a científicos tanto nacionales como extranjeros para darle peso a la información generada. Sin lugar a dudas, los ojos del mundo de la conservación estaban pendientes de cada paso que se daba en este lugar que, hasta esa fecha, había permanecido inexplorado. Científicos de la talla de Terry Erwin, del Smithsonian; Robert Ridgely, de National Academy of Sciences; y, Fiona Reed y Mark Engstrom, del Royal Ontario Museum, encabezaban la lista de expertos. Con ellos trabajaron David Neill, Luis Albuja, Kelly Swing, Mark Thurber, Vlastimil Zak, Renato Valencia, Hugo Navarrete, Morley Reed, Christopher Canaday, Franciso Sornoza, Jaime Jaramillo, Tjitte De Vries y todo un ejército de jóvenes biólogos estudiantes de universidades ecuatorianas y extranjeras. El propósito de este estudio era poder evidenciar qué cambios ocurrían en el sistema por acción directa o indirecta de la industria petrolera. Los investigadores diseñaron metodologías de colección de datos lo suficientemente robustas que posteriormente sirviesen para evaluar los efectos de la presencia humana en esta zona hasta ese entonces virgen. Desde el punto de vista de la ciencia, se abrió una ventana o mejor aún, una puerta para acceder a datos únicos. Cada grupo encontró información nueva y el descubrimiento de especies nuevas estaba a la orden del día.

En 1994, se establecieron las Estación Científica Yasuní (ECY) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) y la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) de la Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Mientras la primera recibía la infraestructura para funcionar por parte de la operadora petrolera, la segunda se inició completamente financiada por la USFQ. Desde entonces, se ha generado información científica que demuestra sin lugar a

duda que Yasuní es el lugar más diverso por metro cuadrado del planeta para varios grupos de organismos (Bass *et al.*, 2010). El área investigada desde estas dos estaciones no llega siquiera al 1% de la superficie del parque y menos aún de la reserva. La lista de los anfibios y reptiles de Tiputini fue elaborada sobre la base de colecciones efectuadas en no más de 10 hectáreas de bosque. El inventario de la flora en Yasuní se basa en colecciones efectuadas en una parcela de 50 hectáreas, de las cuales apenas la mitad se pueden decir han sido exploradas exhaustivamente en cuanto a plantas con un diámetro superior a 1 cm. Esto quiere decir que el potencial para incrementar la lista de especies del Yasuní es muy alto. Terry Erwin estima que las colecciones de insectos y otros artrópodos tardarán 400 años en ser clasificadas y más del 80% de estos bichos no han sido aún descritos para la ciencia.

Hasta aquí hemos hablado exclusivamente de los inventarios que han servido y sirven para poder demostrar con datos irrefutables que este lugar es único en el planeta. Muchas de las especies que habitan en Yasuní viven y son comunes para toda la Amazonía. Sin embargo, hay muchas que son únicas de este lugar. El Yasuní es como una galería de arte que agrupa tantas muestras que se vuelve imposible listarlas todas. Y lo que hemos logrado es acceder a varios puntos de esta galería y catalogar lo encontrado. Pero nos falta lo más interesante aún: ¿para qué sirven estas piezas maravillosas y cuáles son sus roles en el conjunto? ¿Por qué este despliegue de diversidad ocurrió aquí y qué puede suceder si lo perdemos? ¿Qué tan frágil puede ser? ¿Qué tan resistente puede ser? ¿Se cumplen aquí las hipótesis sobre el funcionamiento de los ecosistemas o existen variantes que no habíamos contemplado? ¿Encierran estos seres secretos que podrían salvar o mejorar nuestras vidas a futuro? Y la lista de preguntas puede continuar sin parar. Esto es lo que hacemos los científicos. Observamos la naturaleza y, por cada unidad observada, empezamos a generar preguntas desde varios ángulos y con diferentes propósitos. Y como esto es producto de la curiosidad de cada persona, las preguntas son variadas como son los intereses.

Stella de la Torre, al estudiar los leoncillos, descubrió que estos tenían formas de comunicación que se parecían a los sonidos de los bebés humanos con sus madres. Chelsea Kostrub descubrió que en los chichicos de manto dorado, la hembra dominante controlaba la ovulación de las otras hembras, para que estas ayuden en la crianza de sus hijos. Para hacerlo secretan hormonas que depositan en la corteza de los árboles. Las otras hembras lamen este producto y quedan estériles. Anthony Di Fiore luego de casi un par de décadas estudiando los maquisapas pudo descubrir que los machos recorrían varios kilómetros cada día patrullando sus territorios. Esto fue posible gracias al avance de la tecnología satelital y al hecho de que los sujetos de estudio viven en un lugar sin la presión de la cacería.

Pero la información no está allí de manera obvia. A la hora de la cena en Tiputini, es común ver a los investigadores compartiendo sus hallazgos del día. El comentario de uno es recogido por el otro con gran interés. El equipo de primatólogos han hecho descubrimientos muy importantes al lograr marcar con collares radiorastreados a individuos de varias especies y varios grupos dentro de la misma especie. Por cámaras automáticas pudimos evidenciar que los monos araña y los aulladores pueden compartir el recurso de un saladero al mismo tiempo. Estas mismas cámaras nos han permitido ver animales no tan comunes como los perros de orejas cortas y una rata que fue descrita sobre la base de unos pocos ejemplares de una localidad en Perú.

Cazadores y guías nativos insistirán en que los venados son animales poco frecuentes en el bosque. Es posible encontrar huellas, pero verlos es otra historia. Sin embargo, las cámaras en el bosque nos demuestran que son el segundo grupo más abundante de mamíferos. Los primeros son los pecaríes de labio blanco. De las dos especies de ciervos, el rojo es el más común y está presente a todas horas y lugares. Si no los vemos, es simplemente porque son grandes artífices al momento de esconderse.

Algo similar sucede con las ranas. Diego Cisneros realizó un inventario de los anfibios y reptiles como parte de su tesis de pregrado. Puso a prueba varios métodos sugeridos por la literatura. De acuerdo a todos los demás lugares equivalentes a Tiputini, el *Rhinella margaritifera* era el más abundante en la hojarasca. De igual modo, guías y todo herpetólogo que ha caminado la Amazonía concluiría lo mismo, pues es imposible no verlos con relativa frecuencia. Sin embargo, al variar la metodología de muestreo, resultó que *Chiasmocleis bassleri* era el más frecuente. Su modo de vida lo hace casi imperceptible y probablemente, a eso debe su éxito reproductivo y abundancia.

Para la mayoría de las personas esto suena como descubrimientos que no tienen trascendencia en el engranaje de las grandes decisiones políticas. Pero este comportamiento ha sido la raíz del avance científico de la humanidad. Ningún científico inicia sus investigaciones con el firme propósito de resolver un problema de la humanidad. La fuerza más grande es resolver aquel enigma que perturba su sueño. Es la suma de varios descubrimientos pequeños la que logra finalmente poner un todo congruente que sorpresivamente resuelve algún problema humano grave. Esta misma curiosidad la podemos ver en un cazador Waorani que investiga cada detalle relacionado con la presa de su elección. Mientras camina por la selva, huele, observa, escucha, toca. El pequeño niño que lo acompaña aprenderá repitiendo lo que hace su padre. La madre hará algo parecido con sus hijas al momento de ir y venir de la huerta (en Kichwa, *chacra*). Por su madre aprenderá qué plantas sirven para curar o construir una canasta, cuando fructifican los árboles que los alimentan y la

forma segura de comerlos, como quitar la toxicidad a un alimento tan común como la yuca, etc.

Las investigaciones que hasta la fecha se han efectuado generaron al menos un par de cientos de publicaciones en revistas indexadas. Estos trabajos están en inglés, aunque algunos pueden encontrarse en otros idiomas, incluyendo el español. Estas publicaciones están disponibles por medio de bibliotecas que estén suscritas a dichas bases de datos, aunque copias de dichos artículos están disponibles en las páginas web de la PUCE y la USFQ. Desgraciadamente, la mayoría de personas no saben cómo acceder a esta información y, por su carácter técnico, suele ser un poco compleja de comprender. Por lo tanto, el Yasuní adolece del mismo problema que otros sitios en cuanto a la difusión de la información científica y muy poco es lo que se ha hecho para cambiar esta situación por varios motivos como veremos más adelante.

Sin lugar a dudas el artículo de mayor relevancia actual fue publicado en la revista *PLoSOne* en octubre de 2010 bajo el título "Global Conservation Significance of Ecuador's Yasuní National Park" ("El significado global de la conservación del Parque Nacional Yasuní del Ecuador") (Bass et al., 2010). A inicios de 2002 se empezó a hablar del desarrollo del bloque 31 a cargo de la empresa Petrobras. Esto desencadenó una serie de eventos de los movimientos conservacionistas, la sociedad civil y el mismo Ministerio del Ambiente. Finding Species, una ONG internacional que promueve la difusión del conocimiento de la biodiversidad, financió una reunión de varios científicos que habían trabajado en Yasuní. El punto de coincidencia era buscar cómo podía la ciencia aportar para que se tomen decisiones de conservación adecuadas. Todos ellos estaban listos a escribir cartas al presidente de la República y el Congreso exhortando que se detenga el desarrollo del bloque 31, pero esto implicaba intervenir en las políticas internas del país que les había abierto las puertas para realizar sus investigaciones. Este grupo se autodenominó Científicos Preocupados por Yasuní y 13 de ellos fueron los que publicaron el artículo de *PLoSOne*. Coincidentalmente, el artículo salió en uno de los puntos críticos de la propuesta del ITT y a pocas semanas de la película *Avatar*. La virtud más grande de esta producción científica es que ha puesto en la palestra científica de manera firme y contundente que Yasuní es un lugar excepcional.

Para muchos, esto suena solo bonito, pero científicamente es algo bastante extraño puesto que Yasuní es apenas un punto pequeñísimo en la inmensidad de la Amazonía. ¿Qué procesos climatológicos, geológicos, antropocéntricos y evolutivos han ocurrido aquí que marcaron esta diferencia? Si Yasuní es tan diverso, más diverso que lugares "equivalentes" dentro de la Amazonía, por qué no unimos los esfuerzos de TODO el mundo para su con-

servación ¿Será justo que se delegue esta responsabilidad solo a los ecuatorianos? Si no tomamos medidas claras para conservar el Yasuní y lo perdemos, seremos testigos de la pérdida de algo único en el mundo ¿Qué ha sucedido en esta parte de la naturaleza que nos puede servir como ejemplo para enfrentar la debacle ambiental que hemos causado? ¿Acaso aquí se encierran los secretos que nos ayudarán de salvar una vez más a la humanidad de terribles enfermedades o para mejorar nuestra calidad de vida?

Comparando la producción científica en cuanto a biología se refiere, sin lugar a dudas Galápagos es el sitio que mayor atención ha recibido. Sorprendentemente, en un período muy corto de tiempo, Yasuní se ubica en segundo lugar. Paralelo al desarrollo de la ciencia, debería estar la difusión de estos conocimientos, pero no es así aquí ni en la mayoría de lugares en el mundo. Para gran parte de los ecuatorianos, es un misterio por qué recibimos tantos turistas que quieren visitar Galápagos. Muchos creen que se debe a que es un lugar único, que de hecho lo es. Otros creen que es porque TODO en Galápagos es único, lo cual no lo es. Muchos piensan que es por su diversidad biológica y allí sí estamos equivocados, puesto que hay más diversidad en cualquier punto del Ecuador continental. Luego de un corto análisis la respuesta obvia será que Galápagos ha sido y sigue siendo motivo de muchos documentales. Hoy tenemos un par de canales internacionales de televisión dedicados casi de manera exclusiva a los programas de la naturaleza. Y es casi lógico esperar ver algo de nuestras islas encantadas en algún momento del año. Cuando se inició la tecnología Imax, una de las primeras películas que recorrió el mundo fue generada en Galápagos. Por lo tanto, podríamos asegurar que la gente viene porque es un destino famoso que todo amante o al menos interesado en la naturaleza, quieren ver.

¿Será que podemos hacer lo mismo con Yasuní? Pues es factible siempre y cuando guardemos las perspectivas y sobre todo, que contribuyamos para que se genere la información que estos programas buscan. Debemos recordar siempre que hay un solo Galápagos, mientras que bosques húmedos tropicales hay muchos. Algunas estrategias para este tipo de mercadeo deberían ser que: 1) nosotros seamos los primeros en generar la información que atrae a la televisión, 2) tener lugares que sean de fácil acceso y que permitan un trabajo eficiente en un tiempo mínimo, 3) invitar y facilitar los procesos de producción fílmica. A pesar de que se ha simplificado la tramitología para filmar en lugares como Yasuní, existe siempre el potencial de que un documental ponga en evidencia no solo lo bueno, sino todos los conflictos de conservación en la zona. Además de este problema, debería ser una política de Estado el promover la visita y filmación de productoras como National Geographic, Discovery Channel y otras, y deberíamos estar halagados de que estas productoras quieran filmar en Yasuní o cualquier otra parte de Ecuador.

Deberíamos facilitar su ingreso y apoyar dichos esfuerzos para que la competencia no nos gane. En nuestro caso, la competencia sería Costa Rica, Belice, Brasil, Perú, Colombia y hasta Venezuela.

Durante el año 2011, la Secretaría de Ciencia y Tecnología realizó un congreso internacional al que fueron invitados los exponentes máximos de la investigación sobre biodiversidad. El evento tuvo una audiencia inmensa pero la prensa poca o ninguna cobertura hizo de lo discutido. Desafortunadamente, el Director de la SENESCYT salió de su cargo a los pocos meses del evento y sus ideas, al parecer, no han dejado el ruterio marcado. Los investigadores que hablaron en el congreso hicieron un llamado a la sociedad ecuatoriana para que despertemos, valoremos y sobre todo tomemos todas las medidas necesarias para garantizar la conservación de este recurso tan valioso y único. Es evidente que no tenemos la capacidad técnica, económica y menos aún política para hacerlo solos. Necesitamos hacer alianzas estratégicas, buscar socios y colaboradores. Esto ocurrirá en la medida que dejemos los temores, participemos con la mente abierta y aceptemos las manos que nos quieren ayudar. Yasuní es nuestro ícono de la biodiversidad y estoy seguro que será la fuente de descubrimientos científicos igual o más importantes que los de Galápagos. El potencial de desarrollo económico sobre la base de nuestra biodiversidad no tiene paralelo cuando vemos a Yasuní. Espero que este mensaje llegue a todos quienes tienen que ver con esto y que juntos luchemos no solo por salvar al Yasuní sino por cambiar la historia. Debemos pasar de la retórica romántica a la práctica científica convencidos de que somos valiosos, capaces, creativos pero, sobre todo, una sociedad que creen en la conservación de su tesoro más grande: la biodiversidad.



La comunidad de lianas en Tiputini: una alternativa de vida

Robyn J. Burnham^a

*^aDepartment of Ecology and Evolutionary Biology,
University of Michigan.*

Dirección de contacto: rburnham@umich.edu

Los humanos tenemos una relación ambivalente con las plantas trepadoras que de seguro aplica a todas las culturas donde estas existen. Por un lado, los niños no se cansarán nunca de gritar como Tarzán mientras se cuelgan con una mano de una liana, o de colgarse y soltarse de una liana que está colgando de un árbol al filo de un río o lago. Por otro, cualquier biólogo tropical experimentado que se tropiece en una liana mientras camina en el bosque o se pinche con un espino de estas plantas, maldecirá a la estúpida liana a la que acusará de hacerle daño. Esta relación se refuerza en las excursiones por un río tropical: las lianas cubren como una cortina los árboles bañados por el sol, ofreciendo hojas con contrastantes de diversas formas y texturas, flores fragantes, frutos llamativos que impresionan al viajero mientras el motor los lleva río arriba. Sin embargo, cuando la naturaleza llama y salimos luchando del bote para buscar un lugar apartado y cubierto, encontramos que la orilla lodosa está cubierta de lianas que han bloqueado todos los caminos posibles hacia la sombra y la privacidad. La cubierta de esta torta de lianas enredadas implica que los troncos inclinados estén cubiertos con espinos en toda la superficie.

La investigación de las lianas herbáceas y leñosas (juntas conocidas como plantas trepadoras) en la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) no es la excepción de este escenario de una relación odio-amor. Los primatólogos

que buscan identificar ese fruto delicioso que cayó de las manos de un chichico que escapó velozmente, estarán maravillados cuando el fruto parcialmente comido, una vez en el laboratorio, resulte pertenecer a una planta trepadora, pero cuando traten de encontrar el tallo de dicha planta, la tarea no será tan fácil. Las flores y los frutos de las plantas trepadoras son presentados en la copa de sus árboles hospedadores, fuera del alcance y de la vista. Desde la perspectiva de un humano en el suelo, las lianas presentan solo un manojo de troncos leñosos retorcidos, que se enredan, suben y muy rara vez se ramifican antes de desaparecer entre las hojas de un árbol al que ni si quiera están adheridas.

Aunque las trepadoras pueden hacernos la vida difícil a ratos, también son fuente de una variedad de comidas, condimentos, medicinas, textiles y fundamentalmente diversidad (Phillips, 1991). La diversidad de trepadoras cubre todo es espectro del reino de las plantas, desde los helechos hasta las angiospermas. Conjuntamente, el ámbito de formas, mecanismos para trepar, defensas químicas y espinas y las relaciones mutualistas son el resultado de esta diversidad. Las lianas se encuentran en más de 95 familias y más de 60 órdenes de plantas con flores. Su presencia en los bosques crea uniones entre los árboles, creando un dosel más denso y abren grandes claros cuando cae un árbol. Estos claros son colonizados muy rápido por lianas que se regeneran, lo que puede hacer más lento el proceso de regeneración por parte de los árboles del bosque (Schnitzer *et al.*, 2000; Schnitzer y Carson, 2010).

Mi interés por las lianas proviene de su contribución a la ya impresionante diversidad que posee el bosque. Las lianas representan el 25% de la diversidad de las plantas leñosas en los bosques tropicales (Gentry, 1991b; Schnitzer y Bongers, 2002), y lo hacen sin ocupar un espacio extra en su piso. Su característica única y aglutinante es el uso de otras plantas como medio de soporte mecánico, lo que les permite levantar tallos relativamente delgados de 30 a 40 metros para llegar al dosel. Estas contribuyen con una gran proporción del área fotosintética (hojas) en comparación con el soporte estructural que generan y, por lo tanto, fijan una gran cantidad de carbono de la atmósfera en relación a su peso total. También producen frutos y semillas de todas las formas, sabores y aromas atractivos; y, añaden diversidad a los vertebrados e insectos que las dispersan. Sin embargo, muchos investigadores pueden pasar toda su vida en un bosque tropical y, con toda razón, nunca llegarán a conocer las lianas más comunes, simplemente porque escapan de su vista o es difícil acceder a ellas.

Tiputini es el punto más extremo de la línea de la diversidad de plantas. El comenzar una investigación allí es como comenzar a nadar en un agua muy profunda. Sin embargo, mi entusiasmo por la investigación de las lianas en

Tiputini está alimentado justamente por esta analogía. El amontonamiento de especies en este ecosistema es extremo. Muy pocas especies son comunes, muchas especies están representadas por unos pocos individuos, y al mismo tiempo la mayoría se encuentran en otros lugares, en bajo número¹. Apenas si estamos empezando a apreciar la importante diversidad que tienen las plantas trepadoras y apenas si estamos empezando a entender las interacciones con sus polinizadores, dispersadores de semillas y los hongos.

Yo emprendí mi estudio de la comunidad de plantas trepadoras en Tiputini con cuatro preguntas muy amplias:

- 1) ¿El uso del hábitat por parte de las plantas trepadoras es especializado entre los dos tipos principales de ecosistemas (zonas inundables *versus* terra firme) o son generalistas?
- 2) ¿Difiere la diversidad de trepadoras entre los hábitats en zonas inundables en relación con los hábitats en terra firme?
- 3) ¿Cuántas de las más o menos 500 especies de trepadoras registradas para el área del Yasuní pueden encontrarse en parcelas de una hectárea en la EBT y en sus hábitats locales?
- 4) ¿Siguen las plantas trepadoras de Tiputini el mismo modelo predictivo de otros bosques tropicales con relación al rango de los dispersores de semillas y polinizadores? En otras palabras, ¿las lianas más comunes siguen el mismo patrón de ser dispersadas por el viento en lugar de animales, lo que sugiere que esta sería la ventaja o razón por la que tienen como meta el dosel del bosque?

Mi investigación buscó describir los tipos de lianas presentes, su densidad dentro de los dos tipos de hábitat en la Estación y analizar dichos patrones en función de los valores de diversidad dentro de cada uno de estos hábitats y los ambientes existente en la EBT. Debido a toda la diversidad de lianas, las preguntas de fondo que aún tengo incluyen: ¿se pueden intercambiar las especies de trepadoras?² ¿Tiene importancia la forma como trepan las especies o capturan la luz, si ellas, al final, llegan a cubrir el área de luz disponible en el dosel? ¿Tiene importancia el hecho de que sean comunes o raras en Tiputini si los valores de abundancia en otros lados son opuestos? Para alcanzar este fin, los censos de lianas que están resumidos en este capítulo son parte de un trabajo en curso a lo largo de la llanura amazónica para poder evaluar la presencia y abundancia de las especies comunes en otros lugares.

1 En este caso se refiere a otras localidades de toda la Amazonía y el bajo número hace referencia a que, en esos lugares, tampoco son abundantes.

2 La palabra intercambiar aquí se refiere a si una especie puede reemplazar a otra sin que esto afecte al funcionamiento del ecosistema o a la diversidad general del mismo.

Además he determinado si las especies de trepadoras son dispersadas mientras están como frutos o ya como semillas y si son dispersadas principalmente por el viento, animales, agua, o autodispersadas (usando la gravedad o balísticamente³). La dispersión agregada (muchas semillas en un mismo fruto) dará como resultado poblaciones densas, posiblemente dando como resultado que las semillas se den apoyo físico mientras crecen, pero al final competirán por los limitados recursos del suelo. Las semillas que se dispersan como un solo individuo, que suele ser el caso de la dispersión por viento o de frutos carnosos con una sola semilla, podrían tener la ventaja de encontrar un lugar seguro lejos de la planta parental. Muy pocos investigadores han propuesto generalizaciones para los modos de dispersión de las plantas trepadoras, pero en la mayoría de los casos las pocas especies de trepadoras se las ha contado junto con un alto número de especies de árboles, por lo tanto dichas generalizaciones no han sido hechas de forma correcta debido a la variación con el clima, el tamaño de la muestra, o la combinación de los árboles con las enredaderas. En el África occidental, un censo muy amplio de trepadoras reportó que el 27,2% de las especies eran dispersadas por el viento, que los vertebrados dispersaban el 59,4% de los frutos, principalmente por comerlos y por la subsecuente defecación (Jongkind y Hawthorne, 2005). El conteo metódico de las trepadoras dentro del Parque Nacional Yasuní permite la comparación con un gran número de especies de trepadoras neotropicales. Al final del día, los frutos y las semillas son los recursos principales con los que las plantas logran ampliar el área geográfica de la distribución de sus genes. La regeneración de las tierras degradadas dependerá de las poblaciones fuente que puedan llegar a dicha área primero y en grandes cantidades. Dichas poblaciones fuente se derivarán de especies que pueden dispersarse fácilmente, son atractivas a los dispersores comunes o reproducen en grandes cantidades.

Mis métodos censaron cada trepadora con un diámetro igual o mayor a 1 cm tomado a 20 cm de la zona de la raíz en cuatro parcelas de una hectárea (ha) de bosque. Cada parcela incluyó cinco transectos de 4 x 100 metros para dar un total de 0,2 ha de área muestreada. Además de las parcelas, hice colectas a lo largo del río Tiputini, de los senderos de la EBT, de claros de bosque y de una zona permanentemente inundada río arriba de la estación. Estas colecciones adicionales me permitieron tener muestras de especies en floración o fructificación que solo se las conocía de especímenes estériles de las parcelas. En estos casos, los ejemplares reproductivos permitieron la identificación de las especies.⁴ Además existen ciertas especies de lianas que se encuentran

3 Algunas especies de plantas pueden hacer que sus frutos exploten y lanzar las semillas al aire para que estas caigan al suelo. Cuando las semillas son dispersadas por el viento, estas suelen tener estructuras en forma de alas que les permite elevarse.

4 La identificación de las plantas requiere, en la gran mayoría de los casos, la obtención de una muestra de los frutos y/o flores. Estos son los únicos órganos de la planta que son únicos para cada especie. En el caso

con mayor frecuencia en zonas abiertas como las orillas de los ríos, los claros producidos por árboles caídos (también conocidos como gaps por su palabra en inglés) y que no eran parte de las parcelas muestreadas. La lista completa de las especies encontradas está disponible bajo pedido a la autora, pero las especies más comunes están inidentificadas en la figura 1. Dos de las parcelas fueron ubicadas en las zonas de inundación en las márgenes del río Tiputini, a menos de 200 metros de la orilla, y donde el río inunda hasta dos metros por encima del nivel del suelo. Estas inundaciones son de corto tiempo de duración; por lo general, entre dos y tres semanas después de la crecida del río, las aguas regresan al cauce principal del río. Dos parcelas adicionales se ubicaron en las partes altas de la EBT (terra firme), en zonas donde el drenaje es bueno y se sabe que no hay inundaciones.

Pregunta 1. ¿El uso del hábitat por parte de las plantas trepadoras es especializado entre los dos tipos principales de ecosistemas (zonas inundables versus terra firme) o son generalistas?

Las cuatro parcelas muestreadas en la zona de la EBT (dos en terra firme y dos en várzea) no sirvieron para comprobar si existe una restricción de las plantas trepadoras con relación a un tipo específico de hábitat. Sin embargo, los censos demostraron que, entre las 24 especies de trepadoras más comunes (en conjunto contribuyeron con más del 60% de los tallos censados), solo tres especies están restringidas al hábitat de terra firme: *Tanaecium affinis*, *Fridericia nicotianiflora*, y *Leretia cordata*. Solo una especie se encuentra exclusivamente en el hábitat inundable: *Clitoria flexuosa*. Tres de las cuatro especies se encuentran exclusivamente en los parcelas de Tiputini, mientras que *Leretia cordata* fue encontrada en otras parcelas dentro del Parque Nacional Yasuní, pero en densidades muy bajas. La habilidad para tolerar los dos tipos de hábitat es un patrón visto entre el 83% de estas trepadoras comunes. La abundancia, en la escala utilizada en este estudio, refleja la propensión de las lianas a regenerarse y que un solo individuo envía múltiples tallos hacia el dosel y, por lo tanto, es contado varias veces. Las especies encontradas con bajas densidades (< 10 individuos en total) en las cuatro parcelas de la EBT son muy poco comunes para evaluar su preferencia de hábitat.

La presencia es una cosa; la preferencia clara por un tipo de hábitat es otra. Las 12 parcelas del Parque Yasuní son más confiables para demostrar que ciertas especies de lianas tienen una preferencia por cierto tipo de hábitat. Entre las especies que presentaron una alta abundancia (>10 individuos a lo

de plantas que no tienen frutos, se requiere de muestras de las partes reproductivas y de las esporas. Vale aclarar aquí que el polen también sirve como un tipo de huella digital, pues es único para cada especie de planta.

largo de todas las muestras) y restringidas a zonas inundables son *Doliocarpus major*, *Uncaria guianensis*, *Byttneria catalpaefolia*, y *Byttneria ancistrodonta*.

Las lianas de la familia Bignonaceae *Tanaecium affinis*, *Fridericia florida* y *Fridericia nicotianaiflora* se encuentran solamente en hábitats de terra firme a lo largo de Yasuní, y, además, las lianas abundantes *Petrea blanchetiana*, *Mezia includens*, *Stizophyllum inaequilaterum*, *S. riparium*, *Mikania hookeriana* y *Wulffia baccata* se encuentran también en hábitats de terra firme a lo largo de Yasuní.

Yo sugiero que hay muy pocas especies de lianas especialistas estrictas en Yasuní. La mayoría de especies pueden vivir en hábitats ligeramente secos de terra firme o ligeramente húmedos de las zonas inundables, aunque hay algunas excepciones. Varias especies muestran una preferencia marcada por uno u otro hábitat.

Pregunta 2. ¿Difiere la diversidad de trepadoras entre los hábitats en zonas inundables en relación con los hábitats en terra firme?

A lo largo de Yasuní, yo censé lianas en seis parcelas en zonas inundables y seis en terra firme. Los censos evaluaron solamente lianas que crecían en bosques con dosel cerrado, ninguno de los cuáles estaba cruzado por un sendero o por ríos que podrían ser fuentes de un disturbio. Consistentemente, encontré una menor diversidad de trepadoras en los bosques inundados: un promedio de 76 especies en zonas inundables y 97 especies en terra firme. Se encontraron menos individuos en las parcelas de terra firme (media = 342) que en las zonas inundables (media = 383); por lo tanto, la diferencia entre la diversidad de especies no depende del número de individuos registrados por especie. En los cuatro muestreados en Tiputini, hubo 68 y 70 en las dos parcelas inundables y 83 y 104 especies en las localidades en terra firme (tabla 1). Aun tomando en cuenta la densidad de cada parcela y la suma de las dos parcelas por tipo de hábitat, se registraron más especies en los hábitats de terra firme que en las zonas inundables, lo que sugiere que la inundación periódica limita la diversidad de trepadoras en las zonas inundables. Entre las especies más abundantes (aquellas con ≥ 5 individuos en las cuatro parcelas en la EBT), más de un tercio (26 de 67) se encontraron en un solo tipo de hábitat, lo que sugiere que las preferencias entre las lianas por hábitats más secos o más húmedos es algo común. A lo largo de Yasuní, yo he observado que las especies de Bignoniaceae son más abundantes y diversas en los hábitats de terra firme, mientras que las especies de Dedleniaceae son más abundantes y diversas en los hábitats inundables. A nivel de familias, este patrón se mantiene tanto para las parcelas en Tiputini como en todas las parcelas en Yasuní, pero el significa-

do y la causa que explique este patrón de dominancia de especies aún no ha sido investigado.

Pregunta 3. ¿Cuántas de las más o menos 500 especies de trepadoras registradas para el área del Yasuní pueden encontrarse en parcelas de una hectárea en la EBT y en sus hábitats locales?

Las cuatro parcelas en Tiputini incluyen 181 especies de trepadoras, que representan más de un tercio de la diversidad de especies del área de Yasuní (estimada en alrededor de 500 especies). Las 181 especies representan más de la mitad de todas las especies que he encontrado en las 12 parcelas del Yasuní, tomando en cuenta que son del muestreo directo de un total de 0,8 ha. Cada una de las parcelas de lianas en Tiputini incluyó 68 de 104 especies, o un promedio del 15% del estimado de la riqueza de especies de Yasuní. Dado lo pequeña del área censada, esto parecería ser una abrumadora proporción de la representación de la diversidad de especies de lianas.

Se vuelve necesario entonces comparar con otro estudio de lianas dentro del Yasuní. Hugo Romero Saltos (datos sin publicar) completó un muestreo de trepadoras en la parcela para el estudio titulado "Dinámica del Bosque Yasuní" en el km 7 de la vía Maxus dentro del Bloque 16, apenas a 25 km río arriba de la EBT. Su diseño experimental cubrió un área total de 25 ha, toda dentro de terra firme (tanto colinas como valles). El muestreó directamente un total de 2 ha, con la mitad del área cubriendo una transecto continuo de 20 x 500 metros y la otra mitad cubierta por 25 subparcelas de 20 x 20 metros repartidas a lo largo de la parcela de 25 ha. Él encontró un total de 195 especies, que es un valor comparable al de 181 especies encontradas en las cuatro parcelas de la EBT. Su estimado de la diversidad de especies para la parcela de 25 ha en donde realizó su trabajo es de 242-280 especies de lianas. Sus tres familias dominantes (determinado por número de tallos) fueron Fabaceae, Celastraceae y Combretaceae, con Bignoniaceae y Verbenaceae en cuarto y quinto lugar en importancia. En comparación con las muestras de Tiputini, solo dos de las cinco familias que Romero Saltos encontró que eran dominantes fueron coincidentes con las cinco primeras familias en Tiputini (Fabaceae y Bignoniaceae, figura 2). Dentro de Fabaceae, los dos estudios encontraron que *Machaerium cuspidatum* era dominante, pero, dentro de Bignoniaceae, los estudios encontraron dos especies diferentes como las dominantes. (Romero Saltos: *Callichlamys latifolia*; este estudio: *Tanaecium pyramidatum*). Dos explicaciones podrían aclarar estas diferencias: 1) la tendencia de las lianas a mostrar una distribución aglomerada y su reproducción clonal. Esto daría como resultado una distribución heterogénea de especies dominantes, a lo largo de áreas muy bien muestreadas que están apenas a 20 km de distancia. 2) Romero Saltos muestreó solo en hábitats de terra firme, mientras que nues-

tro estudio muestreó tanto terra firme como áreas inundables. En comparación con todas las 12 parcelas, distribuidas en una zona más amplia de Yasuní, existe algo de congruencia con la lista de las principales familias presentadas por Romero Saltos (por ejemplo, Celastraceae aparece entre las primeras cinco), pero también es verdad que la dominancia absoluta varía entre estas familias de lugar en lugar.

Con tanta diversidad entre las trepadoras de Yasuní, es importante enfocarse en las especies que podrían caracterizarse con confianza, que se las puede encontrar frecuentemente y que dominan la comunidad de lianas en la actualidad. Al mismo tiempo, necesitamos comprender por qué algunas especies son tan raras. ¿Son las especies raras también raras en donde quiera que se encuentren? Estas son preguntas que nos ayudarán a entender la distribución de la diversidad en la zona alta de la Amazonía, lo que constituye un primer paso para la protección de áreas con diversidad más alta.

Pregunta 4. ¿Siguen las plantas trepadoras de Tiputini el mismo modelo predictivo de otros bosques tropicales con relación al rango de los dispersores de semillas y polinizadores?

Para cada una de las parcelas de Tiputini, yo determiné el posible mecanismo de dispersión de las semillas (colectivo, diáspora)⁵ para cada una de las lianas encontradas. Para determinar los mecanismos de dispersión, revisé la literatura especializada, especímenes de herbarios y consulté con expertos taxonómicos. La morfología de una diáspora por sí sola no determina como serán distribuidas las semillas por un mecanismo dispersor en particular (por ejemplo, un fruto carnoso no necesariamente será comido y dispersado por un animal, convirtiéndolo en un fruto dispersado por la gravedad); sin embargo, yo asumí que usar la morfología del fruto para determinar su dispersión es una buena opción cuando no se está seguro del mecanismo por falta de evidencia directa. Además, muchas diásporas tienen un segundo agente dispersor (agentes que actúan solamente luego de que un agente primario completó el mecanismo original de dispersión). Para este análisis, preparé una lista referenciada para cada especie con relación a la fuente de información para lo que se presume es su mecanismo de dispersión. Se determinaron seis mecanismos de dispersión: viento, animales vertebrados, hormigas, balístico, gravedad (sin agente) y desconocido.

En Tiputini, el 38,6% de todas las lianas censadas son probablemente dispersadas por el viento, mientras el 49,7% están dispersadas presumi-

⁵ Diáspora se refiere al conjunto de las semillas con la parte carnosa del fruto o la estructura que lo acompaña. Algunos frutos lanzan las semillas al viento o el agua, otras las empaquetan con una parte carnosa que es lo que normalmente nos comemos.

blemente por animales vertebrados (figura 3). Una pequeña proporción son principalmente dispersadas por mecanismos balísticos o de gravedad (4,1% y 1,9% respectivamente). La dispersión secundaria por agua o vertebrados pequeños puede ser muy común entre las especies analizadas (Kilgore et al., 2010), pero solo el 1,1% de las especies está adaptada para usar el agua como mecanismo de dispersión, y; 4,4% se clasificó como con agente desconocido. ¿Cómo se comparan estos resultados con predicciones basadas en otros bosques de los neotrópicos? Gentry (1991b) reportó los mecanismos de dispersión de las lianas basado en 10 parcelas de bosque húmedo de 0,1 ha de Sudamérica. Estas parcelas incluían trepadoras con un promedio del 32,9 especies dispersadas por el viento (des. est. 14,0), lo que concuerda con lo encontrado para el total combinado de las parcelas de Tiputini. La parcela de Gentry en Jatun Sacha, Ecuador, es geográficamente la más cercana (más o menos 180 km) y él reportó allí que el 46% de las diásporas eran dispersadas por el viento. Ya que el valor reportado por Gentry para Jatun Sacha está aproximadamente a una desviación estándar del valor promedio, yo actualicé la taxonomía de los especímenes sin identificar por Gentry de las colecciones de Jatun Sacha (examinando los especímenes y la base de datos TRÓOPICOS) y encontré que la proporción de las diásporas dispersadas por el viento en Jatun Sacha es alrededor de 38%, en lugar de lo reportado por él de 46%. El mecanismo de dispersión para el 24% (12 especies) de las trepadoras de Jatun Sacha sigue aún como desconocidas; sin embargo, ninguno tiene diásporas con alas. Estos resultados corregidos concuerdan bien con los valores encontrados por mí en Tiputini.

Pregunta 5. ¿Son las lianas más abundantes dispersadas por el viento en lugar de animales, lo que podría sugerir un mecanismo potencial para su dominancia?

Las especies más abundantes (n=24, cada una con ≥ 14 individuos, cada una representando por lo menos el 1% de los tallos censados) de las cuatro parcelas de Tiputini representan el 60% de los tallos censados en estas parcelas (figura 1). Este grupo, en su conjunto, lleva diásporas que principalmente dispersadas por el viento, en comparación con el total de la muestra de Tiputini (41,7% versus 38,7%). Este grupo de especies dominantes incluye una proporción igual de frutos dispersados por animales (también el 41,7%), pero este porcentaje es menor que el porcentaje de plantas dispersadas por los animales para el total de muestra de Tiputini (50%). Una proporción alta de las especies balísticas está dentro de las especies dominantes, 16,7% en relación al 4,1% de la muestra total. Más de la mitad de todas las especies con dispersión balística están presentes en este grupo de 24 dominantes. Esto podría sugerir que la dispersión balística, posiblemente ayudada por un mecanismo secundario de dispersión, puede ser el mecanismo más consistente

de dispersión de las plantas trepadoras. O que la dispersión balística está correlacionada con otra característica que promueva la alta abundancia, como la alta producción de semillas. Ya que el bosque en Tiputini no muestra signos de reducción de las poblaciones de vertebrados, ni tampoco un descenso en la dispersión por vertebrados, la ligera diferencia de una mayoría de lianas dispersadas por el viento no puede ser atribuida a un escenario de sobrecacería como lo propusieron Wright et al. (2007).

Lianas y la conservación del hábitat en Yasuní

Dos objetivos importantes de la conservación se puede alcanzar en Yasuní al proteger su biodiversidad de lianas: 1) un área que se ha demostrado que posee una megadiversidad sería conservada, dando como resultado la conservación de un alto número de especies por unidad de área de territorio, y; 2) las especies conservadas serían tomadas de un grupo con una variación en tamaño de territorio y distribución porque la diversidad de especies en Yasuní es alta. El alto número de especies aún sin identificar sugiere que algunas podrían ser endémicas para el área. La diversidad morfológica, ejemplarizada por el tipo de trepado, estrategia de fructificación, estrategia de floración y la anatomía de la madera sería conservada, además de la diversidad filogenética (especies que pertenecen a todo el rango del árbol de la vida de las angiospermas).⁶ En esta gran intersección entre los Andes y la Amazonía, este trabajo de manera excepcional identifica qué lianas podrían ser preservadas y en qué densidades en Yasuní.

En los censos de Yasuní, muy pronto me di cuenta de que la liana de las gimnospermas, *Gnetum nodiflorum*, estaba presente en las muestras, pero nunca fue abundante. Esta es una especie inusual porque se reproduce con semillas desnudas (sin fruto) y por lo tanto carece de una unidad desgastable que atraiga a los animales. Podría ser dispersada por peces, que ya han sido documentados como tragadores y regurgitadores de semillas en otras especies de *Gnetum* (Won y Renner, 2006). Esta especie es, sin embargo, bastante común a lo largo de todo Yasuní, pero no había sido reconocida rápidamente porque lo forma impresionante de sus hojas se asemeja mucho a las hojas de plantas con flores. Subsecuentemente, estudios realizados en Perú y Brasil han revelado que los miembros de este género son relativamente comunes también allí (Burnham, sin publicar). Este ejemplo destaca la importancia de estudios de campo en donde la identificación de las especies es la prioridad y que la abundancia de especies se evalúa de forma cuantitativa.

Un contraste interesante es aquel de la especie *Corynostylis arbórea*,

⁶ La diversidad filogenética se refiere a la diversidad de especies y el árbol de la vida de las angiospermas se refiere a toda la clasificación de las plantas dentro de la división de las angiospermas o plantas con flores.

una trepadora leñosa grande y representante de la familia de las violetas. Esta especie es característica de hábitats húmedos y se la encuentra a lo largo del río Tiputini con alguna regularidad, aunque no es abundante. Mis únicas colecciones provienen de hábitats en las márgenes de los ríos. Crece abundantemente en áreas inundadas por aguas negras del Río Negro en Brasil (observación personal). No se la encontró entre las especies censadas en las cuatro parcelas de Tiputini, y tampoco se la encontró en ninguna de mis 12 parcelas a lo largo del Yasuní y tampoco está en el inventario de la parcela de 25 ha del CTFS realizado por Romero Saltos o el censo de Nabe-Nilsen (2001). Estas especies tienen un rango de distribución muy amplio que va desde México a Bolivia y, hacia el Este, dentro de Brasil. Es una planta muy atractiva, con grandes flores blancas y frutos perfectamente globosos (imagen 6), por lo tanto es muy probable que los botánicos la colecten cuando la localizan. La distribución de las colecciones de herbarios es probablemente una buena indicación de su gran distribución. Muchos de los miembros de esta familia tienen frutos con arilos ricos en aceite que son dispersados por hormigas luego de una dispersión balística de las semillas debido a un fruto explosivo, mientras que otros miembros poseen semillas pequeñas con alas. La presencia de esta especie en Yasuní, pero su ausencia de todas las parcelas censadas hasta la fecha, pone de manifiesto la gran diversidad de la comunidad de lianas, la marcada preferencia de hábitats para algunas especies, y la necesidad de realizar esfuerzos concertados para documentar los nexos entre las especies de Yasuní, sus hábitats y los insectos, mamíferos y hongos que interactúan con ellas.

Lianas y el manejo del hábitat en Yasuní

Algunas especies de trepadoras pueden responder muy rápido a las aperturas en el dosel, ya sea que dicha apertura sea producida por la caída de una rama o un árbol, o migraciones en el curso de un río (causas naturales no humanas). También la apertura puede ser el resultado de minería, deforestación, exploración, ganadería, represamiento de ríos, desarrollo urbano, incendios, carreteras, agricultura, extracción de crudo, recolección de leña o suburbanización (Rozza *et al.*, 2007). Aunque las lianas abarcan es espectro de tolerancia al sol y la sombra,⁷ al igual que los árboles (Gilbert *et al.*, 2006), muchas especies de lianas crecen más rápido en ambientes con mucha luminosidad. Ya que la degradación del bosque no puede ser parada en su totalidad, necesitamos entender cómo los bosques se recuperan de cuando son expuestos a incrementos de luz solar en sus márgenes (Babweteera *et al.*, 2000; Laurence *et al.*, 2001; Foster *et al.*, 2008). ¿Qué especies responden a las aperturas en el dosel, pero al mismo tiempo no impiden la sucesión de

7 Diferentes especies de plantas tienen diferentes sensibilidades a la luz solar. Algunas requieren grandes cantidades mientras que otras solo pueden crecer si están en ambientes sombríos y reciben casi de manera indirecta.

árboles, y qué especies actúan como supresores de la sucesión?⁸ Grandes extensiones dentro de la Amazonía Sur se han caracterizado como “bosques de lianas” (Pires y Prance, 1985), pero el origen y mantenimiento de este tipo de vegetación no ha sido explicado aún en términos de procesos naturales. Podría incluso ser que estos son el resultado de impactos humanos previos a la colonización europea (Balee y Campbell, 1990; Perez-Salicrup *et al.*, 2001). Si es así, los efectos de largo plazo de las alteraciones en el bosque son mayores de lo que hemos reconocido en la actualidad, especialmente en relación a las lianas y su impacto en los bosques tropicales sujetos al cambio climático y el uso intensivo.

Nuestro conocimiento de los bosques densos de lianas es pobre, pero donde se han identificado lianas, en el sur y suroccidente de la Amazonía, las especies por lo general son de amplia distribución yendo desde México a la Argentina, incluyendo los bosques amazónicos de las estribaciones de los Andes, como el caso de Tiputini (tabla 2). Estas especies deberían ser monitoreadas por su habilidad para crear capas o retoñar luego de incendios, tala total o selectiva. Dichas especies, además de aquellas que producen grandes cantidades de semillas, serían las que con más probabilidad podrían impedir la regeneración de los bosques luego de ser perturbados (Alvira *et al.*, 2004; Putz *et al.*, 2004; Vieira y Proctor, 2007; Keefe *et al.*, 2009).

Conclusión

Las lianas han atraído a un gran número de investigadores en los últimos 20 años, en gran parte por haber reconocido que su diversidad representa de manera regular el 25% de la diversidad de especies en los bosques tropicales e incluso en muchos bosques temperados (Gentry, 1991a). Tiputini es un reservorio excelente de esta diversidad. Mis muestras de lianas coincidieron con las parcelas de Nigel Pitman (Pitman *et al.*, 2002), quien registró 114 especies de árboles en la misma parcela en zona inundable donde yo registré las 82 especies de lianas, con una proporción de lianas del 42%. Nuestras parcelas en terra firme cercanas al puente de dosel, registraron 248 especies de árboles y 115 de lianas, con una proporción de lianas del 32%. Las muestras de Pitman incluyeron solo árboles con un diámetro superior a los 10 cm mientras que las lianas se contaron con un diámetro ≥ 1 cm. Por lo tanto, los valores registrados no son directamente comparables a las parcelas de Gentry donde todos los especímenes mayores a 2,5 cm fueron registrados.

8 La palabra sucesión sirve para describir los procesos o cambios que ocurren en los ecosistemas luego de un disturbio. La sucesión es el proceso natural que hace que luego de una deforestación masiva crezca un bosque de Cecropias (Guarumos) o balsa. Estos árboles generarán sombra y solo bajo esas condiciones podrán luego ingresar semillas de plantas que son intolerantes a la luz y que corresponde a una gran mayoría de las especies de un bosque maduro o virgen.

Sin embargo, está claro que las lianas son importantes, sin que esto afecte a la presencia de los árboles, en este bosque relativamente intacto dentro de la Estación de Biodiversidad Tiputini.

Alrededor de la mitad de especies de lianas pueden dar frutos o semillas que son consumidas por especies de vertebrados. Las lianas alcanzan en diversidad desde las gimnospermas a las angiospermas basales y otras ramas derivadas de estos clados. Yo fui muy afortunada de haber tenido la oportunidad de pasar un tiempo en Yasuní, enfocándome intencionalmente en las lianas con lo que he ganado un entendimiento de esta alternativa de vida vegetal: ganando apoyo de mis colegas como las lianas ganan apoyo de los árboles.

Tabla 1. Datos de la diversidad de lianas: cuatro parcelas de la Estación de Biodiversidad Tiputini, cada una de 1 hectárea de superficie, dentro de las cual 0,2 ha fueron muestreadas directamente registrando tallos con diámetro ≥ 1 cm.

Nombre de la parcela (hábitat)	# especies, excluyendo las no identificadas	# especies, incluyendo las no identificadas	3 especies más abundantes	3 familias más abundantes
Maquisapa-Guacamayo (terra firme)	83	94	<i>Machaerium cuspidatum</i> <i>Fridericia nicotianiflora</i> <i>Clitoria javitensis</i>	FABACEAE BIGNONIACEAE SAPINDACEAE
Puente torre (terra firme)	104	115	<i>Machaerium cuspidatum</i> <i>Tanaecium affinis</i> <i>Bauhinia guianensis</i>	FABACEAE SAPINDACEAE BIGNONIACEAE
Tiputini 3 (zona inundable)	68	82	<i>Tetracera volubilis</i> <i>Tanaecium pyramidata</i> <i>Machaerium cuspidatum</i>	DILLENIACEAE FABACEAE SAPINDACEAE
Caimán Durmiente (zona inundable)	70	84	<i>Machaerium cuspidatum</i> <i>Tanaecium pyramidata</i> <i>Clitoria flexuosa</i>	FABACEAE BIGNONIACEAE MENISPERMACEAE

4 parcelas en la EBT (combinadas)	183	209	<i>Machaerium cuspidatum</i> <i>Tanaecium pyramidata</i> <i>Tetracera volubilis</i>	FABACEAE BIGNONIACEAE SAPINDACEAE
12 parcelas de Yasuní (combinadas)	311	342	<i>Machaerium cuspidatum</i> <i>Tanaecium pyramidata</i> <i>Tetracera volubilis</i>	FABACEAE SAPINDACEAE BIGNONIACEAE
Censo de H.G. Romero 2 ha (<i>terra firme</i>)	195	---	<i>Combretum laxum</i> <i>Machaerium cuspidatum</i> <i>Petrea maynensis</i>	FABACEAE HIPPOCRATEACEAE SAPINDACEAE

Tabla 2. Especies dominantes de lianas en “bosques de lianas” del Oriente de Bolivia, Sur de la Amazonía y Mata Atlántica en Brasil. Cuando las mismas especies están presentes en Yasuní, están marcadas con *. Todos los géneros listados están presentes en Yasuní, aunque donde la identidad de las especies no fue determinada para los bosques de lianas, la presencia de dichas especies en Yasuní no pudo ser confirmada. Estas especies y sus géneros deben ser monitoreados por su potencial de expansión dentro de Yasuní.

Especies de lianas	Área donde son hiperabundantes	Rango geográfico	Fuente citada
* <i>Bauhinia guianensis</i> Aubl.	Paragominas, Brazil	Bolivia a México, incluyendo el Caribe	Gerwing y Farias (2000)
* <i>Serjania caracasana</i> (Jacq.) Willd.	Paragominas, Brasil	Argentina a México	Gerwing (2004)
* <i>Tynanthus schumannianus</i> (Kuntze.) A.H. Gentry	Oquiriquia, Bolivia	Bolivia, Perú, Ecuador, Brasil	Perez-Salicrup <i>et al.</i> (2001)
<i>Tanaecium</i> sp.	Oquiriquia, Bolivia	Género en Yasuní; rango de las especies desconocido.	Perez-Salicrup <i>et al.</i> (2001)
<i>Mascagnia</i> sp.	Oquiriquia, Bolivia	Género en Yasuní; rango de las especies desconocido.	Barker y Perez-Salicrup (2000); Perez-Salicrup <i>et al.</i> (2001)
* <i>Celtis iguanea</i>	Mata Atlántica, Brasil	Argentina a México, incluyendo el Caribe	Viana y Tábanes (1996)
<i>Fridericia fagoides</i> (Cham.) L. Lohmann	Las Trancas, Bolivia	Bolivia, Brasil, Paraguay	Killeen <i>et al.</i> (1998)

<i>Bignonia decora</i> (S. Moore) L. Lohmann	Las Trancas, Bolivia	Bolivia, Paraguay, Brasil, occidente de Ecuador	Killeen <i>et al.</i> (1998)
<i>Clytostoma uleanum</i> Kraenzl.	La Chonta, Bolivia	Perú, Brasil, Bolivia (una especie de mayor rango de distribución en Yasuní)	Merry (2001); Alvira <i>et al.</i> (2004)
<i>Pleonotoma melioides</i> (S. Moore) A. Gentry	La Chonta, Bolivia	Colombia, Perú, Brasil, Bolivia (una especie de mayor rango de distri- bución en Yasuní)	Merry (2001); Alvira <i>et al.</i> (2004)
<i>Adenocalymma flavidum</i> Miers.	Fazenda Sete, Par- agominas, Pará, Brasil	Colombia, Perú, Bra- sil, Guyana Francesa, Guyana, Surinam (una especie de mayor ran- go de distribución en Yasuní).	Vidal <i>et al.</i> (1997)
* <i>Adenocalymma schombur- gkii</i> (DC.) L. Lohmann	Fazenda Sete, Par- agominas, Pará, Brasil	Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Guyana Francesa, Guyana, Venezuela, Surinam,	Vidal <i>et al.</i> (1997)
<i>Connarus</i> sp.	Fazenda Sete, Par- agominas, Pará, Brasil	Género en Yasuní, pero el rango de la especie es desconocido.	Vidal <i>et al.</i> (1997)
* <i>Senegalia multipinnata</i> (Ducke) Siegler y Ebinger	Belo Monte, Río Xingú, Brasil	Costa Rica a Bolivia y Brasil	Salomão <i>et al.</i> (2007)



Nuevos descubrimientos, un simple ejemplo

Kelly Swing^a

^aUniversidad San Francisco de Quito

Dirección de contacto: kswing@usfq.edu.ec

Mi descubrimiento de una pequeña planta, *Tiputinia foetida*, aparentemente tan insignificante, nos dice algo sobre la situación general en el Yasuní y en los trópicos. Siendo ictiólogo/ecólogo por profesión, mi área de especialización se encuentra bastante lejos del mundo de la botánica. Como un naturalista interesado en toda la biota, a lo largo de los años, he podido absorber cierto conocimiento básico del reino vegetal y, por lo tanto, pude reconocer que esta planta "extraña" encontrada al lado de un sendero de la Estación de Biodiversidad Tiputini, con nada más que su flor encima de la tierra, era algo muy inusual y no debía ser pasada por alto. Inmediatamente la puse bajo la atención de la Dra. Catherine Woodward, una botánica estadounidense quien coincidía conmigo en el campo. Ciertamente, ella tampoco había visto nada semejante en sus años de estudios tropicales. El siguiente paso fue enviar algunas fotos digitales por internet a otros botánicos peritos. Por ser tan diferente en su anatomía, un número de ellos sugirieron que este ejemplar podía representar una nueva familia de plantas. Después de todo, los expertos crearon un nuevo género para esta planta y se la incluyó dentro de una nueva familia recientemente separada de las orquídeas.

El significado de un evento como este es lo que nos dice en general sobre nuestro conocimiento de la vida sobre el planeta y especialmente en los trópicos. En Ecuador, los botánicos han estado descubriendo, en promedio, una nueva especie de planta cada día durante los últimos años. Algunas son enormes; un par de árboles del dosel en el Yasuní fueron descritos en la década de los noventa. Todos podemos entender cómo organismos pequeños, como

los insectos o *Tiputinia*, podrían no detectarse, pero es impensable que un árbol de 40 metros de alto pudo escapar del ojo de la ciencia hasta hace poco. Si todavía desconocemos especies como estas en el siglo XXI, es más que obvio que tenemos una tarea enorme por delante; y, hay que reconocer que algunas de esas especies que quedan por descubrir deben tener un valor económico para los humanos, más allá de su valor para el funcionamiento del ecosistema mismo.

Al final de su vida, en 1778, Linnaeus y sus apóstoles habían logrado recolectar y dar nombres a unas 10.000 especies de plantas y animales. Después de haber rastreado el norte de Europa y unos pocos lugares remotos, ellos llegaron a creer que el trabajo de catalogar la biota estaba casi completo. Luego, en el siglo XIX, llegaron Alfred Russel Wallace, Henry Walter Bates, Charles Darwin, y otros científicos con sus recolecciones de miles de especies desconocidas, oriundas de los trópicos. Todos ellos, con sus colegas en Europa, estuvieron totalmente asombrados. Mirando hacia atrás en el tiempo, debemos reconocer que éramos muy ingenuos. Con mucha investigación, las listas de especies en el mundo han crecido inmensamente. Aunque muchas veces en la historia, hemos llegado a creer que la ciencia ha realizado un buen trabajo al producir un inventario completo y confiable de todo el planeta, nada puede estar más lejos de la verdad. Actualmente, las mejores estimaciones dicen que hemos terminado entre un 15% y 30% del trabajo.

Los economistas y los administradores de recursos alrededor del mundo quieren maximizar los ingresos e insisten en un crecimiento continuo. Sabemos que la confección de cada producto tangible está relacionada con un recurso natural; deberíamos entender que dependemos fuertemente del conocimiento de lo que está disponible en la naturaleza. Todos debemos reconocer que absolutamente todo lo que tocamos o consumimos vino originalmente de una fuente primaria fuera de nosotros mismos. La tecnología puede haber colocado docenas de pasos entre ese origen y el consumidor final, pero este hecho sigue siendo real para cada uno y todos los productos de los que dependemos como necesidades básicas y para todas las cosas que nos proveen de comodidades modernas. Si fuera solamente por el egoísmo, deberíamos estar conscientes de que la naturaleza suele tener riquezas inimaginables y que sería muy ignorante descontar esta posibilidad entre el millón de especies en el Yasuní.



La utilización de cámaras trampa para documentar la ocurrencia y distribución de grandes mamíferos y aves en la Estación de Biodiversidad de Tiputini

*John G. Blake^a, Diego Mosquera^b, Bette A. Loiselle^a,
Jaime Guerra^b, David Romo^b y Kelly Swing^b*

*^aDepartment of Wildlife Ecology and Conservation,
University of Florida, Gainesville, Florida, 32611*

*^bEstación de Biodiversidad Tiputini,
Universidad San Francisco de Quito,*

Dirección de contacto:

john.blake@ufl.edu y/o dimosb@rocketmail.com

"If there be any sport in which the joys of anticipation are more prolonged, the pleasures of realization more enduring than that of camera-trapping in the tropics, I have yet to find it!"¹

Frank M. Chapman, 1929

¹ Los autores han incluido una cita que hace referencia al trabajo de un biólogo con cámaras trampa. Este biólogo dice que todavía no ha encontrado un deporte que brinde tanta alegría en la anticipación como con la obtención de datos que la alegría que producen las cámaras trampa en los trópicos.

Si queremos entender y mitigar los impactos humanos en los bosques tropicales, primero necesitamos conocer los patrones de distribución y abundancia de las especies y saber cómo estos varían en el espacio y el tiempo. Esta información debe obtenerse antes de que se produzcan impactos o, alternativamente, deben existir áreas comparables sin impactos que puedan servir como control para compararlas con áreas que ya hayan sufrido alteraciones.

La conservación de áreas de bosques intactas y no alteradas puede ser difícil de lograr sin el apoyo y la comprensión del público; la clave para tal comprensión es que exista información científica que se ponga a disposición del público (incluyendo organizaciones gubernamentales, grupos indígenas y otros interesados) (Kremen *et al.*, 2001). Aunque existen ciertos datos disponibles para algunas especies en bosques húmedos de tierras bajas² de la Amazonía, en general existe poca información básica sobre patrones de abundancia, actividad, uso de diferentes hábitats y microhábitats y variaciones estacionales y anuales en tales patrones para la mayoría de las especies.

Localizada en el centro de la Reserva de Biósfera Yasuní (RBY), una de las áreas con mayor concentración de especies en el planeta (Bass *et al.*, 2010), la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) es hogar de una amplia variedad de especies, incluyendo todos los grandes predadores y otras especies de mamíferos grandes (por ejemplo el armadillo gigante (*Priodontes maximus*) y aves como paujiles, pavas o tinamúes, que suelen ser los primeros afectados negativamente por la cacería y otras actividades de origen humano. Por esto, la EBT es un lugar apropiado de "control" para estudios comparativos que evalúen los impactos de las alteraciones (por ejemplo, al hacer comparaciones con otras áreas de RBY donde existe cacería y actividades petroleras) (Mena *et al.*, 2000). A pesar de la diversidad y abundancia de muchos de estos organismos, determinar sus patrones de ocurrencia es a menudo difícil debido a que muchos son raros, principalmente nocturnos y difíciles de observar - por ejemplo, el perro de orejas cortas (*Atelocynus microtis*), o el jaguar (*Panthera onca*). Algunas excepciones obvias a este patrón son los primates y aves que, siendo diurnos, son generalmente más fáciles de observar. Sin embargo, incluso con estos grupos, determinar los patrones de comportamiento a menudo requiere de un extenso trabajo de campo.

Existe una gran variedad de métodos que pueden ser utilizados para documentar la ocurrencia de especies en los bosques tropicales, incluyendo observaciones directas, huellas y otras señales, censos auditivos y otros medios. Un método que ha ganado popularidad en los últimos años es el uso de

² En la clasificación mundial de los bosques, el bosque húmedo tropical se lo conoce también como un bosque húmedo de tierras bajas. Esto hace referencia al hecho de que los bosques nublados y alto andinos, también son tropicales.

cámaras trampa, esto es, cámaras que se activan automáticamente cuando los animales pasan frente a ellas. Aunque su uso se ha popularizado en la última década, las cámaras trampa tienen un largo historial de uso en los bosques tropicales. Frank Chapman, por ejemplo, fue uno de los primeros en utilizar cámaras trampa durante su estancia en la isla de Barro Colorado en Panamá, en la década de 1920 (Chapman, 1929). Allí, Chapman obtuvo fotografías de puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), pecaríes de labios blancos y collar (*Tayassu pecari*, *Pecari tajacu*), tapir de Baird (*Tapirus bairdii*) y otros.

Las cámaras trampa han sido ampliamente utilizadas en estudios de vida silvestre para documentar la ocurrencia de especies (Silveira *et al.*, 2003, Trolle, 2003; Srbek Araujo y Chiarello, 2005), estimar la abundancia relativa o densidad (Karanth, 1995; Carrol *et al.*, 2001; Trolle y Kéry, 2003), siendo esta última posible para especies individualmente reconocibles tales como ocelotes y jaguares y para determinar patrones de actividad (por ejemplo, diurna, estacional) (Griffiths y Van Schaik, 1993a; Clayton y MacDonald, 1999; Maffei *et al.*, 2004). También se han utilizado cámaras trampa para evaluar los patrones de uso de hábitat (Robero *et al.*, 2005; Jácomo *et al.*, 2004), los efectos de la cacería (Rao *et al.*, 2005) y las respuestas los efectos de borde creados por la deforestación (Kinnaird *et al.*, 2003). Las cámaras trampa han demostrado ser especialmente útiles en el estudio de grandes carnívoros como tigres (*Panthera tigris*), jaguares y ocelotes, que a menudo son difíciles de observar, pero cuyos patrones de pelaje se pueden utilizar para identificar individuos.

Las cámaras trampa también pueden ser útiles para evaluar la importancia de hábitats que son utilizados por una variedad de especies. Por ejemplo, los saladeros, que son sitios a los que los mamíferos y las aves, entre otros organismos, van a obtener minerales u otros compuestos para consumir pedazos de suelo (geofagia) (Davies y Baillie, 1988; Izawa, 1993; Abrahams y Parsons, 1996; Diamond *et al.*, 1999).

El uso de saladeros a orillas de los ríos por guacamayos y otros loros ha recibido mucha atención (por ejemplo, Gilardi *et al.*, 1999; Burger y Gochfeld, 2003; Brightsmith 2004). En los neotrópicos, los saladeros ocurren dentro de los bosques, alejados de las orillas de los ríos (por ejemplo, Clayton y MacDonald, 1999; Lizcano y Cavelier, 2004, Blake *et al.*, 2010a). Los saladeros típicamente ocurren en sitios con capas de suelo erosionadas, a menudo a lo largo de pequeños drenajes o cursos intermitentes de corrientes de agua; y, son utilizados por una variedad de mamíferos y aves que acuden a los sitios para comer tierra y beber agua. Los visitantes de estos sitios incluyen aves (por ejemplo, pavas, palomas) y mamíferos (por ejemplo, tapires, venados, pecaríes, roedores y primates) (Izawa, 1993; Krishnamani y Mahaney, 2000; Brightsmith, 2004; Blake *et al.*, 2010a).

Dos de nuestros investigadores llevaron a cabo un muestreo preliminar en 2001 mediante el uso de cámaras trampa para documentar la ocurrencia y localización de mamíferos terrestres en la EBT. Cuatro cámaras arrojaron 66 fotografías (más de 120 trampas/noche) de jaguar, puma, ocelote, tapir (*Tapirus terrestris*), venados (*Mazama americana*), pecaríes, el pavón de Salvin o paujil (*Mitu salvinii*), trompetero aligrís (*Psophia crepitans*) y otros. Una cámara ubicada en un saladero arrojó fotografías de tapires, venados, pecaríes, capibaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y monos araña (*Ateles belzebuth*). Estos datos proporcionaron la base para establecer propuestas que nos permitieron iniciar un monitoreo mucho más amplio en diciembre de 2004.

Nuestro principal objetivo fue iniciar un programa de monitoreo a largo plazo con cámaras trampa para obtener información sobre la ocurrencia, distribución y abundancia relativa de grandes mamíferos terrestres y aves, y ver cómo estos patrones varían a través del tiempo. El objetivo era obtener una línea base antes de que las actividades humanas aumentaran en la región. Hasta la fecha, la EBT no se ha visto afectada por actividades humanas, pero esto puede cambiar si las presiones de cacería o las actividades de exploración petrolera siguen en aumento. Un segundo objetivo fue documentar la importancia de los saladeros como recurso para diferentes especies y ver cómo el uso de estos varía no solo entre especies, sino también entre estaciones. Los saladeros pueden ser recursos clave para algunas especies, pero son espacial y temporalmente variables en su ocurrencia. Además, dado que los cazadores siempre buscan estas áreas, documentar su importancia puede facilitar los esfuerzos para preservar estos sitios siempre que sea posible. Este y otros estudios proporcionan información para documentar la importancia de preservar áreas de Yasuní en estado prístino y, en la medida posible, libres de interferencia humana, particularmente de cacería.

A continuación, ofrecemos una visión general del proyecto y algunos resultados básicos sobre las especies registradas. Los análisis más detallados de especies, grupos o tipos de hábitats individuales han sido publicados por separado (véase la lista completa en la bibliografía citada).

Métodos

Durante los primeros años del proyecto utilizamos cámaras trampa tanto digitales como de rollo, activadas por sensores infrarrojos de calor y movimiento³. Desde entonces, hemos utilizado una combinación de diferentes cámaras trampa digitales. Las cámaras se dejaron en el bosque por diferentes

³ Estos son sensores que emiten un impulso eléctrico y mandan una señal eléctrica que hace que la cámara tome una fotografía. Esta combinación hace que solo se tomen fotos de animales de sangre caliente (mamíferos y aves) mientras estos se mueven.

periodos de tiempo, dependiendo del año del proyecto. Durante los primeros años, las cámaras estuvieron activas durante la mayoría de meses, pero, a partir de 2009, los esfuerzos se han enfocado entre los meses de enero hasta marzo. La fecha y la hora de la fotografía se estampan automáticamente en cada imagen, lo que nos permite documentar los patrones diarios y mensuales de ocurrencia. Las cámaras se ubicaron aproximadamente a 1 km de distancia a lo largo de senderos y en lugares específicos seleccionados en consulta con personas familiarizadas con el sitio y con los animales. Las cámaras se colocaron entre 1 m y 1,5 m a ambos lados del sendero a una altura aproximada de 40 cm a 45 cm. Las cámaras se colocaron ligeramente desviadas una de la otra para así reducir la interferencia del *flash*. Al tener dos cámaras se obtienen fotografías de ambos lados de los animales para facilitar la identificación individual cuando esto es posible. En la práctica, tener dos cámaras proporciona al mismo tiempo una copia de seguridad, ya que a menudo una de las cámaras puede no funcionar.

A continuación ofrecemos un breve resumen de las especies que han sido registradas en cámaras trampa a lo largo de senderos y también en saladeros. Más detalles sobre el número de individuos registrados en estos sitios se encuentran en publicaciones científicas.

Resultados y discusión

Resultados generales

Hasta la fecha, hemos obtenido miles de fotografías que registran 37 especies de mamíferos y 32 especies de aves. De estas, 33 mamíferos y 25 especies de aves se han registrado a lo largo de senderos, mientras que 25 mamíferos y 15 aves se han registrado en saladeros. Muchas de las especies de aves no suelen ser terrestres y su registro en cámaras trampa puede ser simplemente casual. Otros registros incluyen varios reptiles, por ejemplo el caimán enano (*Paleosuchus trigonatus*), una serpiente de la familia Colubridae (*Chironius sp.*) y anfibios, cecilias (*Caecilia tentaculata*) y la rana terrestre gigante, (*Leptodactylus pentadactylus*) que estuvieron en el fondo de imágenes de otras especies. Los reptiles y los anfibios normalmente no activan las cámaras por sí mismos. Entre las especies más frecuentemente fotografiadas se encuentran venado rojo (*M. americana*), tapir de tierras bajas (*T. terrestris*), dos especies de pecaríes (*P. tajacu*, *T. pecari*), paca (*Cuniculus paca*), trompetero aligrís (*P. crepitans*), pava silbosa común (*Pipile cumanensis*). Entre los registros más interesantes se destacan la rata arborícola oscura (*Echimys saturnus*), el perro de orejas cortas (*A. microtis*), el perro vinagre (*Speothos venaticus*) y el cuco hormiguero ventrirufo (*Neomorphus geoffroyi*).

A continuación proporcionamos un breve resumen de los resultados para los diferentes grupos de organismos. Las aves son analizadas todas juntas, mientras que los mamíferos son tratados por orden.

Aves

Un total combinado de 32 especies de aves han sido documentadas por cámaras trampa en saladeros y a lo largo de senderos (tabla 1). Sin lugar a dudas, la especie fotografiada con mayor frecuencia fue el trompetero aligrís (*P. crepitans*). La gran mayoría de las fotografías fueron obtenidas en senderos, donde grupos de estas aves, que son terrestres excepto cuando descansan por la noche, a menudo permanecían frente a las cámaras durante largos períodos de tiempo, produciendo muchas imágenes. Se registraron relativamente pocos individuos en saladeros, lo que sugiere que la dieta de esta especie no requiere suplementos minerales adicionales que se pueden obtener en saladeros. La pava de Spix (*Penelope jaquacu*) también fue mucho más común a lo largo de los senderos que en los saladeros, en contraste con la pava silbosa común, que fue la especie fotografiada con mayor frecuencia en saladeros, pero que rara vez se encontraba a lo largo de los senderos. Las pavas se encuentran normalmente sobre el dosel y rara vez bajan a la tierra, excepto en saladeros donde van para obtener un suplemento extra de agua o de minerales. Las palomas plomizas (*Columba plumbea*) también fueron comúnmente fotografiadas en saladeros, pero nunca a lo largo de senderos. Esta especie también pasa la mayor parte de su tiempo en lo alto del dosel. El pavón de Salvin o paujil (*M. salvini*) fue otra especie común registrada a lo largo de senderos, pero fue menos común en saladeros. Algunos de los registros más inusuales son el pavón nocturno (*Nothocrax urumutum*), el cuco hormiguero ventrirufo (*N. geoffroyi*), un gavián carinegro (*Leucopternis melanops*) con un gusano grande en sus garras, un gavián blanco (*Leucopternis albicollis*) con un saltamontes (Tettigoniidae) y un águila azor adornada (*Spizaetus ornatus*). Aunque los guacamayos, loros y periquitos son visitantes frecuentes de saladeros a lo largo del río Tiputini, solo un guacamayo escarlata (*Ara macao*) fue fotografiado en uno de los saladeros. Otras especies que son típicamente terrestres y que se puede esperar registrar con cámaras trampa incluyen varias especies de tinamúes, la paloma perdiz roja (*Geotrygon montana*), y algunas otras. Muchas otras especies no están bien representadas por las cámaras trampa ya que típicamente viven muy por encima del nivel del suelo (por ejemplo, tucanes o colibríes).

Mamíferos (tabla 2)

Marsupiales

Los marsupiales estuvieron representados por tres especies en la familia Didelphidae: la raposa lanuda de orejas marrones (*Caluromys lanatus*),

la zarigüeya común (*Didelphis marsupialis*) y la raposa marrón de cuatro ojos (*Metachirus nudicaudatus*). Las dos primeras especies son típicamente arbóreas y rara vez han sido capturadas con cámaras trampa. La zarigüeya común, por otra parte, es principalmente terrestre y fue registrada en senderos y en saladeros. Las relativamente pocas fotografías obtenidas, en comparación con otras especies, sugieren que esta no es particularmente común en Tiputini. Las tres especies fueron fotografiadas solo durante la noche, lo que concuerda con registros previos que indican los hábitos nocturnos de estas especies (Emmons y Feer, 1997).

Orden Xenarthra

Los xenarthros estuvieron representados por tres familias: Myrmecophagidae, con dos especies: el oso hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla*) y el oso hormiguero de Oriente (*Tamandua tetradactyla*); Megalonychidae, con una especie, el perezoso de dos dedos de Hoffmann (*Choloepus hoffmanni*); y Dasypodidae, con dos especies: el armadillo gigante (*Priodontes maximus*) y armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*). Una tercera especie, el mayor armadillo de nariz larga (*Dasypus kappleri*) es difícil de distinguir del común armadillo de nueve bandas entre las imágenes de las cámaras trampa, pero puede estar presente. Todas las fotos del oso hormiguero gigante fueron tomadas durante el día y a lo largo de senderos, mientras que el oso hormiguero de Oriente fue fotografiado tanto en el día como en la noche en senderos y en saladeros. Los perezosos rara vez descienden al suelo excepto para defecar (Emmons y Feer, 1997), por lo que no es probable que hayan sido bien detectados por las cámaras trampa. La única fotografía fue de un individuo en el borde de un saladero, aparentemente bebiendo agua. Ambos armadillos son nocturnos y se registraron con más frecuencia a lo largo de los senderos que en saladeros. La presencia del armadillo gigante es un signo alentador, ya que frecuentemente es el blanco favorito de los cazadores en áreas afectadas por las actividades humanas (Emmons y Feer, 1997).

Primates

De las 10 especies de primates conocidas en Tiputini, solo cinco se registraron en imágenes: el chichico de manto dorado (*Saguinus tripartitus*), el capuchino frentiblanco (*Cebus albifrons*), el mono aullador rojo (*Alouatta seniculus*), el mono araña ventriblanco (*A. belzebuth*) y el mono ardilla común (*Saimiri sciureus*). El chichico, el capuchino y el mono ardilla fueron registrados en pocas fotografías. El chichico y el mono ardilla son relativamente comunes en EBT, pero no bajan al suelo de forma regular, aunque es más probable que el chichico lo haga más que el mono ardilla. Los capuchinos son menos comunes, pero también son mayormente arbóreos. Del mismo modo, dado que las

tres especies consumen una amplia gama de alimentos, hay menos necesidad de que estas especies busquen suplementos minerales en saladeros. En contraste, tanto el aullador como los monos araña fueron fotografiados muchas veces cada uno, pero con una excepción, solo en saladeros. Ambas especies son principalmente folívoras⁴ (monos aulladores) y frugívoras⁵ (monos araña) y se sabe que hacen un extenso uso de saladeros, probablemente para obtener un suplemento mineral extra o para obtener compuestos para ayudar a descomponer otros compuestos secundarios de las plantas. El uso frecuente de saladeros ilustra la importancia de estos sitios como un recurso para muchas especies, especialmente frugívoros y otros herbívoros.

Carnívoros

Un total de 10 especies de cuatro familias (Canidae, Mustelidae, Procyonidae, y Felidae) de carnívoros fueron registradas con cámaras trampa. Los cánidos o perros fueron representados por dos especies: perro de orejas cortas (*A. microtis*) y perro vinagre (*S. venaticus*); la familia Procyonidae por dos especies, el oso lavador cangrejero (*Procyon cancrivorus*) y el coatí amazónico (*Nasua nasua*); Mustelidae por la taira o cabeza de mate (*Eira barbara*); y Felidae por cinco especies: ocelote (*L. pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*), yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), puma (*P. concolor*) y jaguar (*P. onca*)

Familia Canidae: solo dos especies de perros habitan la selva tropical, siendo ambas raras y poco conocidas. El perro de orejas cortas es principalmente diurno y solitario y fue fotografiado con más frecuencia que el perro vinagre, que fue registrado solo en dos ocasiones. Las fotografías de los perros de orejas cortas fueron siempre en senderos e incluyeron tanto hembras como machos. Una fotografía mostraba a un individuo con una cecilia (*C. tentaculata*) en su boca. El perro vinagre es un cánido pequeño, sobre todo diurno. Solo se obtuvieron dos imágenes del mismo individuo. La escasez de perros, su estado de conservación y la ausencia casi total de estudios de campo hacen que cualquier intento de estudiarlos sea bastante relevante y prometedor (De Mello y Ades, 2002).

Familia Procyonidae: el oso lavador cangrejero es nocturno y terrestre, y parece estar más asociado con hábitats acuáticos como pantanos y pequeños ríos. La mayoría de las imágenes fueron de saladeros, donde el animal probablemente estaba buscando presas pequeñas como cangrejos, peces o algunos moluscos. Solo una imagen provenía de una cámara a lo largo de los senderos. Los coatís o cuchuchos son diurnos, terrestres y arbóreos. Los machos suelen ser solitarios, pero los individuos juveniles y hembras suelen an-

4 Que comen hojas.

5 Que comen frutos.

dar en grupos conspicuos de hasta 20 miembros. Individuos solitarios fueron fotografiados en saladeros mientras que varias imágenes de coatís en grupos fueron obtenidas en senderos.

Familia Mustelidae: los cabeza de mate son diurnos, terrestres y arbóreos. Se alimentan de pequeños vertebrados y pueden viajar largas distancias todos los días, solos o en parejas. Todas excepto una de las imágenes fueron en senderos. Solo una foto fue obtenida en un saladero, donde un árbol recientemente caído había cubierto todo el acceso al agua y la arcilla.

Familia Felidae: los felinos son los principales depredadores de la selva. La mayoría de las especies son cazadores solitarios que se aprovechan de casi cualquier cosa que encuentren. Hay cinco especies de felinos en Tiputini, siendo el margay el más pequeño y el jaguar el más grande. Tanto margayes como yaguarundis fueron registrados en relativamente pocas fotografías. La primera especie es mayormente arbórea, lo que puede explicar parcialmente las pocas fotografías. Los yaguarundis son generalmente poco comunes en todo su rango. Su coloración es probablemente la más variable de todos los gatos, y va desde el rojo y el gris a marrón oscuro o negruzco. Ambos son diurnos y nocturnos, viajan largas distancias y tienen rangos de vida muy grandes. Una fotografía mostraba a un individuo con un acuchí verde o guatín (*Myoprocta pratti*) en su boca. Los ocelotes, similares en apariencia a los margayes pero más grandes y con una cola más corta, fueron el felino más fotografiado. Se han registrado al menos 50 individuos diferentes (Blake et al., 2016). Los ocelotes son principalmente nocturnos, pero también son activos durante el día. A menudo pasan muchas horas caminando en senderos hechos por el hombre (Emmons y Feer, 1997), un comportamiento típico de muchos gatos. Se registraron algunas fotografías de ocelotes en saladeros, a donde acudieron probablemente atraídos por la presencia de presas. Los pumas no tienen marcas individuales evidentes, a diferencia de ocelotes y jaguares, por lo que es difícil estimar el número de individuos representados por una gran cantidad de fotografías, todas menos una obtenidas en senderos. La mayoría de las imágenes de pumas fueron tomadas durante la noche, con solo unos pocos durante el día y por lo general muy temprano en la mañana. Los jaguares son los gatos más grandes de la selva, alcanzando hasta 300 libras. Se alimentan principalmente de grandes presas, como pecaríes y venados. Son activos durante el día y la noche y se pueden ver a lo largo de ríos en días soleados en áreas libres de caza. Los jaguares suelen ser amarillentos, pero también pueden ser negros. Su pelaje se caracteriza por manchas negras llamadas rosetas, que son anillos con puntos dentro. Las rosetas son como huellas dactilares que pueden ayudar a determinar la identidad de cada animal, incluso en jaguares negros. Hasta la fecha, hemos identificado al menos 20 individuos

(Blake *et al.*, 2014), incluyendo un individuo melánico⁶, lo que indica que el área Tiputini es importante para esta especie.

Orden Perissodactyla

El tapir sudamericano (*T. terrestris*) fue una de las especies fotografiadas con mayor frecuencia. La mayor parte de las fotografías provienen de saladeros que los tapires visitan regularmente (Tobler *et al.*, 2009, ver Lizcano y Cavelier, 2000 para comentarios sobre el tapir de las tierras altas, *Tapirus pinchaque*). Aunque los tapires fueron fotografiados en saladeros durante el día y la noche, la mayoría de los registros fueron nocturnos. En otros lugares, los tapires visitan sitios donde el contenido de sodio es alto (Lizcano y Cavelier, 2004) sugiriendo que su dieta requiere suplementos minerales, algo que ocurre con muchos mamíferos frugívoros (Abrahams y Parsons, 1996).

Orden Artiodactyla

Varios miembros de este orden están entre los mamíferos grandes más comunes en Tiputini y ocupan una proporción grande de todas las fotografías. La familia Tayassuidae está representada por dos especies comunes, el pecarí de collar o sahino (*P. tajacu*) y el pecarí de labio blanco o guangana (*T. pecari*). La familia Cervidae, por el contrario, estuvo representada por una especie muy común, el venado rojo (*Mazama americana*) y una especie poco común, el venado marrón (*M. nemorivaga*).

Familia Tayassuidae: ambas especies de pecaríes fueron frecuentemente fotografiadas tanto en saladeros como a lo largo de senderos. El pecarí de labio blanco, que es más grande, anda en manadas de 100 o más individuos (Emmons y Feer, 1997; observaciones personales) y se sabe que viajan por áreas mucho más grandes que los pecaríes de collar. A menudo, grandes manadas de guanganas permanecían delante de las cámaras durante largos períodos de tiempo, dando lugar a un gran número de fotografías. Los grandes tamaños de la manada también podrían explicar la ausencia relativa de los pecaríes más grandes en los dos saladeros más pequeños. De manera similar, los movimientos estacionales de los grupos de pecaríes de labio blanco probablemente explican el reducido número de fotografías durante los períodos más húmedos del año. Los pecaríes de collar, por el contrario, se presentan en grupos mucho más pequeños (generalmente 6-9 individuos, Emmons y Feer, 1997) y se extienden sobre áreas más pequeñas; fueron registrados por nuestras cámaras durante todo el año.

⁶ La melanina es un pigmento de las células que determina el color de la piel y el pelo. Cuando decimos melánico, en este caso, se refiere a que son negros y comúnmente se los conoce como panteras.

Familia Cervidae: el venado rojo representa una gran proporción de todas las imágenes de mamíferos, muchas de ellas en saladeros. Por el contrario, el venado gris fue mucho menos común en general (aunque la identificación de especies en fotografías en blanco y negro puede ser difícil, el venado gris puede ser un poco más común de lo que pensamos) y nunca se registró en saladeros. La ausencia del venado gris de los saladeros también fue observada por Tobler *et al.* (2009) en su estudio de Perú. El uso de saladeros por pecaríes y por el venado rojo refleja probablemente sus dietas frugívoras y herbívoras, así que la ausencia de venado gris en saladeros es algo que sorprende.

Orden Rodentia

Los roedores fueron representados por el mayor número de familias (cinco) e incluyeron ardillas (*Sciuridae*), puercoespines (*Erethizontidae*), pacas (*Cuniculidae*), agoutíes (*Dasyproctidae*) y ratas espinosas⁷ (*Echimyidae*).

Familia Sciuridae: las ardillas estuvieron representadas por dos especies, la ardilla roja amazónica del norte (*Sciurus igniventris*) y la ardilla enana del oriente (*Microsciurus flaviventer*). La ardilla roja, que es más grande, fue relativamente común a lo largo de los senderos y fue fotografiada tanto en el suelo como en los troncos de los árboles. Se registraron solo unas pocas veces en saladeros y nunca en las partes más húmedas de estos sitios. En cambio, la ardilla enana, aunque bastante común en el bosque (observaciones personales), estuvo representada por muy pocas fotografías a lo largo de un sendero y una vez en un tronco caído que cubría parte de un saladero. Su pequeño tamaño y sus hábitos arbóreos hacen que sea menos probable que sea registrada por las cámaras.

Familia Erethizontidae: los puercoespines fueron representados por una fotografía del puercoespín de cola prensil (*Coendou prehensilis*) en uno de los saladeros. Esta especie es arbórea y de movimientos relativamente lentos, por lo que no es probable que esté bien registrada en los estudios de cámaras trampa.

Familia Cuniculidae: las pacas o guantas (*C. paca*) son sobretodo frugívoras y visitantes frecuente de los saladeros durante la noche. Además fueron fotografiadas con bastante frecuencia a lo largo de los senderos. Con excepción de la capibara (*H. hydrochaeris*), las pacas son el mayor roedor presente en Tiputini. Las capibaras son más comúnmente vistas a lo largo del río, lejos de las cámaras usadas en el presente estudio.

Familia Dasyproctidae: dos especies de agoutíes o guatusas, agoutí

⁷ Las ratas espinosas tienen ese nombre porque la piel del lomo contiene cerdas duras que parecen espinas. Estas cerdas no son tan rígidas como las de los puercoespines.

negro (*Dasyprocta fuliginosa*) y el acuchí verde (*M. pratti*) fueron fotografiados, pero mostraron patrones distintos de ocurrencia. Ambas especies son diurnas y frugívoras, pero solo la primera especie se registró comúnmente en saladeros. En contraste, el acuchí verde era mucho más común a lo largo de senderos que en saladeros.

Familia Echimyidae: Las ratas espinosas suelen estar entre los mamíferos terrestres más comunes en los bosques neotropicales, pero su pequeño tamaño puede significar que están subrepresentadas en las cámaras trampa. La identificación de especies de ratas espinosas puede ser difícil, particularmente sin un espécimen en la mano (Emmons y Feer, 1997), así que aquí nos referimos simplemente a todos los registros por el género *Proechimys*. Los individuos fueron encontrados a lo largo de senderos y en saladeros, en números aproximadamente iguales. La segunda especie de la familia, la rata arborícola oscura (*E. saturnus*), es una especie rara que se conocía de solo 10 especímenes, 8 de Ecuador y 2 de Perú (Emmons y Feer, 1997) antes de nuestro estudio. Hemos obtenido las primeras fotografías de individuos vivos y los registros que están más hacia el Este y de una elevación más baja que los registros anteriores. Todas las fotografías fueron de un único saladero y todas fueron del año 2005. La mayoría de las fotografías fueron de un solo individuo cerca del borde del agua, pero había una fotografía de tres individuos, posiblemente una familia. Posteriormente se han obtenido videos de la rata arborícola oscura a partir de registros en un saladero a lo largo de la orilla del río Tiputini (Mosquera et al., 2016).

Orden Lagomorpha

Los conejos, familia Leporidae, estuvieron representados por una sola especie, el conejo brasileño (*Silvilagus brasiliensis*). Obtuvimos pocas fotografías de relativamente pocas ubicaciones de cámaras trampa, lo que sugiere que la especie no es muy común o de distribución amplia en Tiputini.

Otros organismos

Por pura casualidad, algunos reptiles aparecen en las imágenes de las cámaras trampa. El registro de estos animales es incidental junto a un animal de sangre caliente capaz de activar la cámara, típicamente el venado rojo. Ningún reptil fue bien representado entre las imágenes resultantes, pero el más comúnmente documentado en este estudio fue el caimán enano (*P. trigonatus*). Cada una de la media docena de imágenes obtenidas incluye un individuo de tamaño moderado, estimado en 90 cm a 120 cm de longitud total. Se ha reportado que el caimán enano prefiere pequeñas corrientes sombreadas dentro del bosque maduro en áreas de várzea o terra firme. Esta preferencia se confirma por el hecho de que todas las imágenes captadas están asociadas

con paredes de barro que se forman en áreas mal drenadas en las cabece-
ras de dichos arroyos. Indudablemente, estos caimanes explotan de manera
oportunistamente estos pequeños humedales aislados para atrapar principalmente a
pequeños peces, anfibios o camarones que ocupan tales sitios.

Resumen

Las cámaras trampa en Tiputini han demostrado ser un método exitoso
para documentar la ocurrencia y abundancia de muchas especies diferentes
de mamíferos y algunas aves. Particularmente destacables son las fotografías
de al menos 20 individuos de jaguares, las fotos de carnívoros raros como el
perro de orejas cortas y el perro vinagre, y las fotografías frecuentes de espe-
cies como el pavón de Salvin o paujil, armadillo gigante, tapir, pecaríes y otros
que a menudo son blanco de los cazadores.

Todas estas fotografías apuntan al estado de alta calidad del bosque
en Tiputini y enfatizan su valor de conservación. Además, las cámaras trampa
proporcionaron las primeras fotografías de la rata arborícola oscura, una espe-
cie muy rara sobre la cual poco se sabe, tomadas en su hábitat natural.

Es obvio que las cámaras ubicadas a nivel del suelo no proporciona-
rán información sobre los habitantes del dosel - como la mayoría de los pri-
mates, el cusumbo (*Potus flavus*), olingo (*Bassaricyon alleni*) y otros, especies
acuáticas como la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) y el delfín rosado (*Inia
geoffrensis*) y la mayoría de las aves y murciélagos más pequeños. Por lo tanto,
cualquier estudio con cámaras trampa a menudo debe ser complementado
con otras técnicas de muestreo, tales como observaciones directas, si se quie-
re tener un mejor entendimiento de la fauna que va a ser documentada. De
cualquier manera, las cámaras son un medio eficaz para registrar la actividad
de muchas especies. Por otro lado, las fotografías proporcionan una imagen
visualmente convincente para comunicar el gran beneficio de conservación de
lugares como la Estación de Biodiversidad Tiputini.

Agradecimientos

Agradecemos a los numerosos colaboradores y voluntarios que ayu-
daron a revisar las cámaras, en especial René Torres, Franklin Narváez, Ramiro
Sanmiguel y José Macanilla. También apreciamos la ayuda de Consuelo de
Romo en la facilitación de nuestro trabajo en Tiputini y de todo el personal
que hace del trabajar allí un placer. El apoyo a este estudio ha sido propor-
cionado por la National Geographic Society, la Universidad San Francisco de
Quito, la Estación de Biodiversidad Tiputini, la Universidad de Missouri-Saint
Louis, Carol Walton Expeditions y la Universidad de Florida.

Tabla 1. Aves capturadas en cámaras trampa a lo largo de senderos o en saladeros en la Estación de Biodiversidad de Tiputini, 2005-2016.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Sendero	Saladero
Tinamidae	Tinamú grande	<i>Tinamus major</i>	X	X
	Tinamú goliblanco	<i>Tinamus guttatus</i>	X	
	Tinamú abigarrado	<i>Crypturellus variegatus</i>	X	
Ardeidae	Garza Tigre Castaña	<i>Tigrisoma lineatus</i>		X
	Garzón Cocoli	<i>Ardea cocoi</i>		X
Accipitridae	Gavilán carinegro	<i>Leucopternis melanops</i>		X
	Gavilán blanco	<i>Leucopternis albicollis</i>	X	
	Águila azor adornado	<i>Spizaetus ornatus</i>	X	
Falconidae	Halcón montés lineado	<i>Micrastur ruficollis</i>	X	
	Halcón montés cabecigris	<i>Micrastur gilvicolis</i>	X	
Cracidae	Pava de Spix	<i>Penelope jacquacu</i>	X	X
	Pava silbosa común	<i>Pipile cumanensis</i>	X	X
	Pavón nocturno	<i>Nothocrax urumutum</i>	X	
	Pavón de Salvin (paujil)	<i>Mitu salvini</i>	X	X
Odontophoridae	Corcovado carirrojo	<i>Odontophorus gujanensis</i>	X	
Eurypyidae	Garceta sol	<i>Eurypyga helias</i>		X
Psophiidae	Trompetero aligrís	<i>Psophia crepitans</i>	X	X
Columbidae	Paloma plomiza	<i>Columba plumbea</i>		X
	Paloma frentigrís	<i>Leptotila rufaxilla</i>	X	X
	Paloma perdiza rojiza	<i>Geotrygon montana</i>	X	X
Psittacidae	Guacamayo escarlata	<i>Ara macao</i>		X
Cuculidae	Cuco hormiguero ventrífugo	<i>Neomorphus geoffroyi</i>	X	X
Caprimulgidae	Chotacabras ocelado	<i>Nyctiphrynus ocellatus</i>	X	
Trochilidae	Ermitaño piquigrande	<i>Phaethornis malaris</i>	X	
	Ninfa tijereta	<i>Thalurania furcata</i>	X	
Momotidae	Momoto coroniazul	<i>Momotus momota</i>	X	
Galbulidae	Jacamar piquiamarillo	<i>Galbula albirostris</i>	X	
Ramphastidae	Tucán goliblanco	<i>Ramphastos tucanus</i>	X	
Formicariidae	Chamaeza noble	<i>Chamaeza nobilis</i>	X	
	Gralaria ocrelistada	<i>Grallaria dignissima</i>	X	
Turdidae	Zorzal carigrís	<i>Catharus ustulatus</i>	X	
Parulidae	Reinita lomianteadada	<i>Basileuterus fulvicauda</i>		X

Tabla 2. Mamíferos capturados en cámaras trampa a lo largo de senderos o en saladeros en la Estación de Biodiversidad de Tiputini, 2005-2016.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Sendero	Saladero
Didelphidae	Raposa de orejas marrones	<i>Caluromys lanatus</i>	X	
	Zarigüeya común	<i>Didelphis marsupialis</i>	X	X
	Raposa de cuatro ojos	<i>Metachirus nudicaudatus</i>	X	
Myrmecophagidae	Oso hormiguero gigante	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	X	
	Oso hormiguero de oriente	<i>Tamandua tetradactyla</i>	X	X
Megalonychidae	Perezoso de Hoffman	<i>Choloepus hoffmanni</i>		X
Dasypodidae	Armadillo gigante	<i>Priodontes maximus</i>	X	X
	Armadillo de nueve bandas*	<i>Dasyus novemcinctus</i>	X	X
Callitrichidae	Tamarin de manto dorado	<i>Saguinus tripartitus</i>	X	
Cebidae	Capuchino frentiblanco	<i>Cebus albifrons</i>	X	
	Mono aullador rojo	<i>Alouatta seniculus</i>		X
	Mono araña ventriblanco	<i>Ateles belzebuth</i>	X	X
	Mono ardilla común	<i>Saimiri sciureus</i>	X	
Canidae	Perro de orejas cortas	<i>Atelocynus microtis</i>	X	
	Perro vinagre	<i>Speothos venaticus</i>	X	
Procyonidae	Oso lavador cangrejero	<i>Procyon cancrivorus</i>	X	X
	Coati	<i>Nasua nasua</i>	X	X
Mustelidae	Taira	<i>Eira barbara</i>	X	X
Felidae	Ocelote	<i>Leopardus pardalis</i>	X	X
	Margay	<i>Leopardus wiedii</i>	X	X
	Yaguarundi	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	X	
	Puma	<i>Puma concolor</i>	X	X
	Jaguar	<i>Panthera onca</i>	X	
Tapiridae	Tapir de tierras bajas	<i>Tapirus terrestris</i>	X	X
Tayassuidae	Pecarí de collar	<i>Pecari tajacu</i>	X	X

	Pecarí de labio blanco	<i>Tayassu pecari</i>	X	X
Cervidae	Venado rojo	<i>Mazama americana</i>	X	X
	Venado marrón	<i>Mazama nemorivaga</i>	X	
Sciuridae	Ardilla roja norteaña	<i>Sciurus igniventris</i>	X	X
	Ardilla enana de oriente	<i>Microsciurus flaviventer</i>	X	X
Erethizontidae	Puercoespín	<i>Coendou prehensilis</i>		X
Agoutidae	Paca	<i>Cuniculus paca</i>	X	X
Dasyproctidae	Agouti negro	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	X	X
	Acuchí verde	<i>Myoprocta pratti</i>	X	X
Echimyidae	Ratas espinosas	<i>Proechimys spp.</i>	X	X
	Rata arborícola oscura	<i>Echimys saturnus</i>		X
Leporidae	Conejo	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	X	

* Puede haber algunos individuos de armadillo narizón grande, *Dasyus kapplerivera*



Estudios de primates en la Estación de Biodiversidad Tiputini

*Anthony Di Fiore^a, Eduardo Fernández-Duque^b,
Andrés Link^c, Christopher Schmitt^a, Amy Porter^d,
Sara Álvarez^e, Laura Abondano^a, Kelsey Ellis^a.*

*^aDepartment of Anthropology,
University of Texas at Austin*

^bDepartment of Anthropology, Yale University

*^cDepartamento de Ciencias Biológicas,
Universidad de Los Andes*

^dUniversity of California at Davis

^eIKIAM Universidad Regional Amazónica,

Dirección de contacto: anthony.difiore@austin.utexas.edu

Introducción

La Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) está situada dentro de la Reserva de Biosfera Yasuní, y alberga una de las comunidades de primates no humanas más diversas en la Amazonía. Dentro de la estación hay 10 géneros de primates que pertenecen a tres familias (figura 1, imagen 1). Desde el año 2003, miembros del equipo de investigación del Proyecto Primates, un grupo de biólogos y conservacionistas enfocados en el estudio y conservación de los bosques tropicales, han realizado un gran número de estudios sobre la mayoría de estas especies.

Gracias a los resultados de nuestras investigaciones, hoy tenemos un mejor entendimiento sobre el tipo de dieta, estrategias ecológicas, requisitos

de hábitat y el comportamiento social de los primates de la Amazonía occidental. De forma complementaria, y a través del uso de técnicas moleculares, hemos estudiado sus patrones de dispersión, su parentesco genético y la estructura genética y demográfica de algunas de estas poblaciones. Como parte de este proyecto de investigación, también hemos identificado miles de árboles pertenecientes a cientos de especies de plantas que forman parte de la dieta de estos primates. Como resultado de todas estas investigaciones, la comunidad de primates del Oriente ecuatoriano es actualmente una de las más estudiadas en el neotrópico. Todos estos estudios se han llevado a cabo en cooperación con decenas de estudiantes, voluntarios e investigadores ecuatorianos y de otros países latinoamericanos gracias a los permisos otorgados por el Ministerio de Ambiente del Ecuador y gracias al apoyo del Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad San Francisco de Quito.

Nuestro proyecto está enfocado principalmente en dos grupos de primates que incluyen seis de las diez especies que se encuentran en el área de estudio. Nuestras primeras investigaciones se enfocaron en las tres especies de monos “monógamos”, o aquellas especies que usualmente viven en grupos con solo un macho y una hembra en edad reproductiva. Dentro de este grupo se encuentran los monos saki o “parahuaco” (*Pithecia aequatorialis*) y los monos tití o “songo songo” (*Callicebus discolor*) (los cuales pertenecen a la familia Pitheciidae), y los monos nocturnos (*Aotus vociferans*), miembros de la familia Cebidae. En 2005, ampliamos el enfoque de nuestras investigaciones para incluir dos especies de primates de la familia Atelidae, los únicos primates del Nuevo Mundo con cola prensil (o sea que la pueden usar para tomarse de ramas), que además son los primates más grandes que habitan en la zona. Estos incluyen los monos araña de barriga blanca o “maquisapas” (*Ateles belzebuth*), los monos lanudos o “chorongos” (*Lagothrix poeppigii*), y los aulladores o “cotos rojos” (*Alouatta seniculus*).

¿Cómo se estudian los primates en medio de la selva?

Todos los primates de la región de Yasuní son arbóreos y pasan prácticamente todo su tiempo en el dosel del bosque, lo que los hace difíciles de ver y seguir. Debido a esto, uno de los principales métodos que utilizamos para poder encontrar y ubicar nuestros objetos de estudio es capturando uno o dos individuos de cada grupo social para ponerles un “radiocollar”, el cual nos permite utilizar un equipo de radiotelemedría para encontrarlos. Los collares funcionan mediante el envío de una señal en una frecuencia que se puede detectar hasta a 1 km de distancia por medio de un receptor de radio especial y utilizando una antena direccional. La intensidad de la señal es mayor cuando la antena está apuntando directamente al transmisor, lo que nos permite orientarnos y avanzar hacia la fuente de la señal. Cuando logramos acercarnos lo suficiente al mono que tiene el collar, podemos detectarlo por

otras señales (vocalizaciones, movimiento auditivo) y usarlas para seguir al animal y/o su grupo.

Luego de encontrar el grupo, registramos datos sobre el comportamiento de los animales seleccionando a un individuo en particular, un animal focal, y lo observamos continuamente durante un período específico de tiempo, a menudo a través de binoculares y tomando notas sistemáticas sobre su comportamiento, que luego se ingresan en una base de datos para análisis. Para no sesgar¹ nuestra información a uno o a pocos individuos, cada día seguimos a un individuo diferente. La mayoría de las especies de primates que viven en la EBT tienen individuos que se pueden reconocer fácilmente gracias a la variación en sus patrones de pelaje y la presencia de cicatrices y otras marcas diagnósticas. Durante la toma de datos del comportamiento, documentamos la actividad de nuestro animal focal en intervalos regulares, con el fin de conocer la proporción del tiempo que el individuo invierte en los diferentes comportamientos, incluyendo su movimiento, descanso, forrajeo e interacción social con otros animales. Siempre que observamos al animal focal alimentándose, también tomamos datos sobre lo que come (por ejemplo, frutas, hojas o insectos) y recolectamos muestras botánicas, o de fauna, para su posterior identificación. Además, cada vez que observamos a los animales participar en ciertos comportamientos sociales (como agresión o apareamiento), registramos también la identidad de los demás individuos involucrados para entender las relaciones sociales entre diferentes conjuntos de individuos.

Finalmente, para algunos de nuestros estudios y preguntas científicas, es importante caracterizar a los individuos genéticamente, para poder entender cómo están relacionados con otros animales de su grupo social o de su población. Para ello, recolectamos muestras de materia fecal de cada individuo, de las cuales podemos extraer ADN para construir una “huella dactilar genética” que es única para cada animal. Los individuos con huellas similares suelen ser individuos que comparten parientes cercanos, mientras que aquellos que son más disímiles probablemente sean individuos que no están relacionados entre sí, como por ejemplo inmigrantes de otros grupos sociales.

Investigaciones a largo plazo

Socioecología comparativa de la “monogamia”

La “monogamia” es un sistema social donde los grupos de una especie se caracterizan por tener solo un macho y una hembra en estado reproduc-

¹ El sesgo en una investigación se refiere a cualquier actividad que no nos deja obtener información de manera independiente o que se enfoca, en este caso, en un o pocos individuos. Si lo que se busca es el comportamiento del grupo o la especie, se debe tratar de muestrear la mayor cantidad de individuos.

tivo dentro de cada grupo. Este sistema social es bastante raro en primates (y en mamíferos en general), y todavía no hay consenso sobre por qué ciertas especies viven en este tipo de asociaciones monógamas. Las tres especies de primates monógamos en el área de la Reserva de Biósfera Yasuní en la Amazonía ecuatoriana, los monos titís (*Callicebus*), los monos sakis (*Pithecia*) y los monos nocturnos (*Aotus*), son de las especies de primates menos conocidas en la vida silvestre, y son pocos los estudios a largo plazo que existen sobre estos monos. Desde el año 2003, nuestro equipo de investigación ha hecho seguimientos y han tomado datos demográficos (composición de los grupos, fechas de nacimientos y desapariciones de individuos en cada uno de los grupos de estudio), información sobre el recorrido diario y uso de espacio, y datos comportamentales sobre las interacciones entre los individuos de cada grupo.

Los registros demográficos que hemos tomado durante todo este tiempo han revelado algunos patrones interesantes e inesperados. Por ejemplo, durante 12 años de observación, el grupo de estudio principal de los monos sakis solo estuvo conformado por un grupo "monógamo" (solo un macho y una hembra) un poco más de la mitad del tiempo, y tuvo una composición de grupo multimacho y/o multihembra en diferentes ocasiones y por diferentes motivos: (1) cuando un macho juvenil, nacido en el grupo, retardó su dispersión del grupo hasta que tuvo la edad de adulto, (2) cuando, en dos ocasiones diferentes, las hembras juveniles permanecieron y empezaron a reproducirse con éxito en su grupo natal, y (3) cuando un macho adulto desconocido inmigró temporalmente en el grupo para sumarse a un macho adulto residente y dos hembras adultas que ya estaban presentes. También encontramos tres grupos de saki diferentes que tenían una composición de grupo multimacho durante al menos parte de nuestro estudio. Todas estas observaciones sugieren que los monos saki no son siempre "socialmente" monógamos y pueden presentar un patrón de agrupación más flexible de lo que se suponía anteriormente. Por el contrario, los grupos de monos tití que hemos estudiado han incluido casi siempre solamente un macho adulto y una hembra adulta. Aun así, una vez vimos que un varón joven nacido dentro del grupo permaneció en su grupo por casi 2 años después de haber alcanzado la edad adulta antes de desaparecer y presumiblemente dispersarse.

Si bien tanto los sakis como los titís parecen vivir generalmente en pequeños grupos, hay interesantes diferencias en los patrones de cuidado de las crías en las dos especies. En los monos tití, los machos son los principales cuidadores de las crías. Los infantes recién nacidos son transportados casi exclusivamente por el macho adulto residente y regresan a sus madres solamente para amamantarse. En los sakis, por el contrario, nunca se vio a los machos adultos cargando a las crías, aunque compartieron el alimento con ellos.

Uso de saladeros por primates en la Amazonía occidental

Los saladeros son lugares muy particulares en los bosques amazónicos, que son frecuentemente visitados por una gran diversidad de mamíferos y aves que buscan alimentarse del barro o tierra que se encuentra en estos lugares. En la Amazonía, los saladeros tienden a encontrarse en tres formas diferentes: 1) en el medio del bosque y generalmente cerca de alguna quebrada que forma un área pantanosa; 2) en cuevas dentro del bosque asociadas a pequeñas quebradas o riachuelos; y 3) en la zonas expuestas en forma de paredes verticales ubicadas en barrancos a los lados de los ríos. Aunque se han postulado varias hipótesis para explicar por qué tantas especies usan frecuentemente los saladeros, dos de ellas, que no son excluyentes entre sí, han recibido el mayor apoyo. Primero, se ha sugerido que los animales pueden complementar su dieta (especialmente los herbívoros y frugívoros) ingiriendo los minerales que se encuentran en el suelo de los saladeros, y que, de otro modo, no podrían obtener ya que estos minerales no están disponibles en los alimentos que consumen habitualmente. Segundo, se ha sugerido que los componentes químicos del suelo de los saladeros pueden reducir el efecto de metabolitos secundarios y toxinas que se encuentran en las plantas consumidas por estos animales. Independientemente de los motivos que llevan a muchos animales a consumir la tierra de los saladeros, es evidente que este comportamiento está asociado a un beneficio en su nutrición y estado de salud.

Aunque se ha descrito que un gran número de especies de primates (y otros animales) consumen tierra, solo algunas pocas especies lo hacen habitualmente en los saladeros. En los bosques amazónicos, únicamente los monos araña y los monos aulladores bajan frecuentemente a comer tierra de los saladeros. En la EBT, hemos usado cámaras trampa para monitorear la actividad de varios saladeros que los primates han visitado frecuentemente a lo largo de varios años. Estas imágenes nos han permitido estimar con mayor precisión la frecuencia con la que monos araña y aulladores visitan estos saladeros (figura 2).

Basados en un estudio de aproximadamente tres años en el cual monitoreamos cuatro saladeros visitados por tres grupos de monos araña y varios grupos de monos aulladores, pudimos estimar que ambas especies visitan estos lugares muy frecuentemente. De hecho, obtuvimos registros fotográficos que muestran que, en promedio, ambas especies visitan el saladero una vez por semana. Sin embargo, los resultados de aproximadamente 12 años de estudio en monos araña, sugieren que la zona del saladero es la más visitada en todo su territorio, indicando la gran importancia de este lugar para estos primates.

Nuestros estudios sobre el comportamiento de los monos araña y el monitoreo con cámaras trampa de los saladeros, nos han permitido entender que estos lugares son percibidos como áreas de alto riesgo de depredación. En primer lugar, las visitas a los saladeros están fuertemente asociadas a condiciones climáticas en donde los días son principalmente soleados y secos. Probablemente en días lluviosos es más difícil detectar la presencia de un depredador y, por lo tanto, los monos araña, como los monos aulladores, tienden a no visitar los saladeros en estos días. En varias ocasiones pudimos observar cómo después de esperar por largos períodos, antes de bajar al suelo en la zona del saladero, los primates se retiraban de esta cuando las condiciones climáticas cambiaban de soleadas a lluviosas. Otra evidencia que sugiere que estos primates perciben los saladeros como zonas riesgosas está asociada al hecho de que grupos sociales de las dos especies, que andan independientemente en el bosque, tienden a encontrarse en los saladeros y bajar simultáneamente con una frecuencia mucho mayor de lo que uno esperaría simplemente por azar. Es decir, pareciera que el hecho de encontrarse en grupos más grandes aumenta las posibilidades de bajar al suelo del bosque y consumir tierra ya que les permite revisar con mayor intensidad la zona y mejorar la oportunidad de detectar la presencia de depredadores.

En los monos araña, las visitas a los saladeros incluyen una extensa variedad de comportamientos previos a tomar la decisión de bajar al piso a comer tierra. En promedio, los grupos de monos araña pasan alrededor de tres horas en los árboles justo encima de los saladeros, y frecuentemente vigilan la zona hasta que algunos individuos se aventuran a bajar al suelo, por turnos, mientras los otros siguen vigilando desde las ramas de los árboles. Asimismo hemos encontrado que los monos araña tienden a visitar exitosamente los saladeros cuando están en subgrupos con un mayor número de individuos y, de hecho, en los días que visitan los saladeros, los tamaños de los subgrupos son más grandes durante las visitas. Esta evidencia sugiere que los saladeros son lugares supremamente importantes para estos primates, y que influyen fuertemente sobre su comportamiento y sus patrones de movimiento.

Estrategias ecológicas y sistemas sociales de los primates atelinos

Desde 2005, hemos procurado entender cada vez más la vida secreta de los primates más grandes del neotrópico: los monos atelinos. Este grupo de primates está conformado por los monos araña (género *Ateles*) y los monos chorongos (género *Lagothrix*) que viven en los bosques amazónicos, y los muriquis (género *Brachyteles*) que solo habitan en la costa atlántica del Brasil. Los atelinos se caracterizan por tener una cola prensil. En pocos lugares se pueden encontrar a los monos araña y a los monos chorongos compartiendo el mismo hábitat y algunos investigadores han sugerido que esto tan solo ocurre en bosques con alta productividad (es decir, en la cantidad y calidad

de recursos disponibles) que permite albergar simultáneamente a estas dos especies. Aunque los monos araña y los monos chorongos están cercanamente emparentados, tienen evidentes diferencias en su comportamiento y en la estructura de sus grupos sociales. Sin embargo, estos dos géneros hacen parte de los primates más grandes de la Amazonía, y esto hace que requieran grandes áreas de bosque, que se reproduzcan lentamente, y que sean una de las presas preferidas por cazadores locales.

Los monos araña de barriga blanca (*Ateles belzebuth*), o maquisapas, son los primates de mayor tamaño de la comunidad de primates del Yasuní. Los maquisapas viven en grupos de múltiples machos y múltiples hembras, que oscilan entre unos 15 y 45 individuos por grupo. Sin embargo, tienen un sistema de agrupación muy flexible y generalmente se encuentran en subgrupos pequeños de entre 3 y 7 individuos. Estos subgrupos no son necesariamente estables y cambian tanto en tamaño como en la composición de sus individuos. El tamaño de los subgrupos parece variar con relación a la disponibilidad de frutos en el bosque, así como con el riesgo de depredación y el estado reproductivo de las hembras. Su dieta se basa principalmente en el consumo de frutos, y la complementan comiendo algunas hojas tiernas.

Los monos lanudos, o “chorongos”, son los segundos más grandes de la comunidad de primates del Yasuní y son los que representan la mayor biomasa de primates de esta región amazónica. Al igual que los monos araña, los chorongos viven en grupos que oscilan entre 20 y 40 individuos incluyendo varios machos y varias hembras en edad reproductiva. Aunque también consumen una gran cantidad de frutos, los chorongos complementan su dieta con hojas tiernas y también con una importante cantidad de insectos y otros artrópodos². Ocasionalmente depredan algunos vertebrados como ranas y pequeñas culebras. Así como los monos araña, los chorongos tienen agrupaciones flexibles, la cohesión depende en parte en la cantidad y tipos de comida disponible en el bosque. Pero en vez de dividirse en pequeños subgrupos para evitar la competencia dentro del grupo, los individuos de los chorongos se separan dejando una distancia larga entre sí. Por eso, puede ser común que el bosque pareciera que está lleno de chorongos, vocalizando y moviéndose por todas partes, aunque solo fuese un grupo de 20 individuos.

A nivel ecológico, el estudio a largo plazo sobre los monos araña y monos chorongos ha evidenciado que no solo se alimentan de cientos de especies de árboles y lianas del dosel del bosque, sino que dispersan sus semillas, permitiendo que algunas de ellas lleguen a lugares propicios para germinar y desarrollarse. Cada uno de estos primates puede dispersar cientos de miles de semillas por año y cumplen un rol importante en alejar las semillas

² Se sugiere ver el capítulo de los artrópodos para entender quienes integran este filo o grupo taxonómico.

de sus árboles parentales (donde, al caer en grandes cantidades, atraen depredadores y patógenos), alcanzando a dispersar las semillas hasta a 1200 m de los árboles donde las consumieron. En los bosques amazónicos en donde estas dos especies de primates coexisten, se ha estimado que, en conjunto, remueven y dispersan alrededor de la mitad de las semillas con frutos carnosos de los árboles y lianas del dosel del bosque cumpliendo un rol esencial en las dinámicas de estos complejos ecosistemas.

En cuanto al comportamiento y estructura social, el estudio a largo plazo de su comportamiento nos ha permitido entender más detalladamente la naturaleza de sus relaciones sociales. Por ejemplo, en los monos araña, hemos encontrado que las hembras tienden a ser más solitarias, y frecuentemente andan solas con sus crías. Por el contrario, los machos son más gregarios y frecuentemente visitan a las diferentes hembras del grupo (que están dispersas en el territorio). Incluso, en algunas ocasiones, los machos se agrupan y coordinadamente visitan los territorios de grupos vecinos en patrullajes territoriales e incursiones a territorios vecinos.

Las relaciones sociales en los monos araña son bastante particulares, ya que, a diferencia de la mayor parte de especies de primates que viven en grupos con múltiples machos, en estas sociedades, la competencia entre machos por el acceso a las hembras es bastante sutil o inexistente. En los monos araña, la agresión entre machos es extremadamente rara y, por lo general, algunos machos tienden a tener unos lazos sociales o "amistades" consistentes y duraderas. Aunque hemos encontrado que tanto machos como hembras tienen relaciones con múltiples individuos del sexo opuesto, los monos araña se aparean de una manera más sigilosa y en secreto, donde generalmente un macho y una hembra se separan de los demás miembros del grupo por unas horas o días y copulan repetidamente. Las cópulas son muy extensas y duran aproximadamente 15 minutos, probablemente una de las más largas entre todos los primates.

Los resultados que se han obtenido a través de estudios comportamentales de monos araña se han complementado con análisis genéticos que hemos realizado en uno de nuestros grupos de estudio. Por ejemplo, hemos encontrado que no existe una competencia tan intensa entre machos, ya que la mayor parte de los machos adultos han tenido crías dentro del grupo. Asimismo, los datos genéticos nos han demostrado que los machos tienden a quedarse en los grupos donde nacieron, durante toda su vida (y por ende están emparentados con los otros machos), mientras que las hembras se dispersan de sus grupos natales para establecerse en otros grupos donde están rodeadas por individuos con los cuales no comparten relaciones genéticas. Esta situación está reflejada en el nivel de parentesco genético que hay entre los machos en comparación al parentesco entre las hembras (figura 3).

En promedio, las relaciones de parentesco entre los machos son mucho más cercanas que entre las hembras. Estos resultados concuerdan con las observaciones de la demografía de nuestros grupos de estudio en que al menos cinco hembras han llegado y se han incorporado en el grupo, y más de 12 hembras subadultas, que han nacido y crecido en nuestro grupo, han desaparecido³ justo al llegar a su edad adulta.

Los monos chorongos y los monos arañas son muy similares en varios aspectos de su ecología y comportamiento. Por ejemplo, ambas especies se alimentan principalmente de frutos, viven en grupos con múltiples machos y hembras, y los machos son los que tienen a quedarse en sus grupos natales. Sin embargo, los monos chorongos se diferencian de los monos araña en sus patrones de movimiento y relaciones sociales. Primero, a diferencia de los monos araña, que se caracterizan por su comportamiento territorial entre grupos sociales, los territorios de los chorongos tienen un alto grado de solapamiento y, por lo tanto, es común que grupos vecinos tengan enfrentamientos (figura 4). El comportamiento territorial de los monos araña hace que los enfrentamientos entre grupos sean muy agresivos. Por lo contrario, los chorongos tienen enfrentamientos en que individuos de distintos grupos suelen ser más tolerantes entre ellos, y en algunos casos no se observa ningún tipo de agresión entre los dos grupos. Incluso, en los meses con gran abundancia de frutos, hemos observado miembros de distintos grupos alimentándose del mismo árbol simultáneamente. Segundo, mientras los monos araña tienden a tener apareamientos más sigilosos y fuera de vista de otros miembros del grupo, los chorongos se aparean visible y abiertamente en frente de otros miembros del grupo. Durante los apareamientos, los otros machos presentes en el grupo suelen ser tolerantes y no tratan de interrumpir las cópulas. A diferencia de los machos, las hembras sí intentan interrumpir las parejas cuando están copulando. Este comportamiento, en conjunto con el hecho que son las hembras las que usualmente invitan a los machos a aparearse con ellas, sugieren que las hembras son las que principalmente eligen a sus parejas de apareamiento y por lo tanto es posible que estén eligiendo a los machos con los cuales quieren reproducirse.

Conclusiones

En los ecosistemas tropicales, y específicamente en los bosques amazónicos, los primates son uno de los grupos de animales más vulnerables frente a la transformación de los ecosistemas naturales en zonas productivas. Debido a que sus ciclos de vida son relativamente lentos, los animales viven

³ Los autores no están sugiriendo que su desaparición se deba a muerte, sino más bien a que abandonan el grupo para unirse a otros grupos.

por muchos años, maduran lentamente, y solamente tienen crías a intervalos largos, los primates son unos de los primeros organismos en desaparecer localmente cuando se enfrentan a presiones como la pérdida y degradación de sus hábitats naturales, y la extracción directa para la cacería comercial y tráfico de especies. A medida que grandes proyectos de infraestructura o de explotación minera e hidrocarburos avanzan hasta las regiones más remotas de la Amazonía, los principales santuarios, en donde aún viven poblaciones viables de estos primates, tienden a desaparecer rápidamente. Esta extirpación de los primates de los ecosistemas trae consigo unas consecuencias negativas para el funcionamiento de estos ecosistemas y para los procesos que ayudan a mantener la alta diversidad de los mismos. Por ejemplo, a medida que los principales dispersores de semillas desaparecen de estos bosques tropicales, también desaparecen las posibilidades para que las semillas de muchas especies de árboles alcancen a ser depositadas en zonas donde puede reclutarse y convertirse en los bosques del futuro. Asimismo, los primates más pequeños, como los songo songos (*Callicebus discolor*), los chichicos (*Saguinus tripartitus*) o los varizos (*Saimiri macrodon*), pueden tener un rol importante en el consumo de una gran cantidad de invertebrados o como presas de grandes depredadores. Desafortunadamente, muchos de estos efectos negativos sobre la dinámica de los bosques tropicales, derivados de la desaparición de los primates no podrán ser percibidos sino en un mediano plazo, aunque actualmente ya tengamos “bosques vacíos” que mantienen su estructura, pero han perdido las importantes dinámicas que los caracterizaban.

Los estudios a largo plazo sobre la ecología, el comportamiento y las dinámicas poblacionales de los primates son de gran importancia para entender como responden a las presiones ecológicas y como se han adaptado a lo largo del tiempo a su ambiente. Sin embargo, en la Amazonía occidental, y particularmente en Ecuador, hay muy pocos estudios de este tipo. Debido a que los primates son una de las presas preferidas por comunidades locales, en estas zonas los primates han aprendido a evitar la presencia de humanos y generalmente huyen de ellos. Además el estudio de los primates silvestres requiere en gran medida de la observación directa de su comportamiento, se hace necesario trabajar con grupos que se puedan habituar a la presencia de los observadores, sin que esto comprometa su supervivencia por ser presas más fáciles de detectar y cazar. La Estación de Biodiversidad Tiputini se ha convertido, a los largo de estos últimos 15 años, en uno de los principales lugares de investigación en primates, y en gran medida esto ha sido posible porque la comunidad de primates está expuesta a una presión de cacería muy baja o inexistente. Esto ha permitido el estudio de las 10 especies de primates que viven en estos bosques, lo que ha contribuido en gran medida a entender cómo es el comportamiento de estos primates en condiciones silvestres y asimismo conocer mejor su ecología, su organización social y su estructura

poblacional y genética. Esta información es de un gran valor, sobre todo cuando la mayor parte de los estudios en primates, que se realizan en la actualidad, están en zonas con un alto grado de transformación y por ende nos enseñen un poco más sobre cómo los primates responden a las perturbaciones de su hábitat, que sobre cómo han evolucionado para adaptarse a los complejos bosques tropicales.

Finalmente es importante resaltar el enorme valor que tienen los primates en las dinámicas de los bosques y lo vulnerables que son a la cacería y pérdida de su hábitat. En la medida en que vayan surgiendo más y más rutas de acceso a través de carreteras y proyectos de infraestructura en el Yasuní, y a medida que una población humana cada vez más grande y con mejores artes de cacería dependa de estos recursos directamente, mayor será la presión sobre sus poblaciones y más difícil será mantener la incomparable diversidad y majestuosidad de los bosques de la Amazonía en Ecuador.



¿Qué nos puede contar Tiputini sobre los monos más pequeños del mundo?

Stella de la Torre^a, Charles T. Snowdon^b y Pablo Yépez^c

*^aUniversidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias Biológicas y
Ambientales*

^bUniversity of Wisconsin, Madison, Dept. of Psychology

^cFundación Raíz Ecuador

Dirección de contacto: sdelatorre@usfq.edu.ec

La diversa comunidad de primates de Yasuní, con 10 especies simpátricas, ha atraído a primatólogos de varios países a la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT), haciendo de este lugar el centro donde se lleva a cabo la mayoría de las investigaciones primatológicas del Ecuador. En este capítulo nos enfocaremos en una de estas especies, el leoncillo o mono de bolsillo (*Cebuella pygmaea*) (figura 1), el mono más pequeño del mundo. Probablemente el leoncillo es el primate ecuatoriano sobre el que tenemos más información sobre su estado de conservación, pues lo hemos estudiado por más de 20 años en el nororiente ecuatoriano (De la Torre et al., 2009). Nuestra investigación de la población de leoncillos en el área de la EBT nos ha permitido entender mejor las variables ecológicas y de comportamiento que afectan la dinámica de sus poblaciones y su viabilidad.

Desde 1994, hemos realizado investigaciones ecológicas y de comportamiento en los leoncillos. Estas investigaciones han incluido censos en

bosques de galería en nueve localidades amazónicas, siendo una de estas, la EBT (figura 2). Los resultados de estos censos sugieren que las densidades de leoncillos son más altas en los bosques de várzea, a orillas de ríos grandes, que en los bosques de igapó. También hemos encontrado evidencia de que el grado del impacto humano tiene una relación inversa con la densidad de los leoncillos; es decir que mientras más gente hay, las poblaciones de leoncillos son más pequeñas (De la Torre *et al.*, 2009). Sin embargo, la población de leoncillos de la EBT, a pesar de que tiene un bajo impacto humano, tiene una de las densidades más bajas de todas las poblaciones estudiadas (tabla 1).

Para entender este resultado inesperado, en 2007, comenzamos a estudiar a uno de los pocos grupos de leoncillos que viven a lo largo del río Tiputini. Este grupo era particularmente interesante porque estaba formado solo por una pareja, un macho y una hembra adultos, que ocupaban un área de bosque de várzea cerca del campamento de la EBT. Este grupo fue observado por un total de 350 horas entre julio y agosto de 2007, enero a marzo de 2008 y diciembre de 2008. En este estudio, usamos la misma metodología que en las otras poblaciones de esta especie para hacer posibles las comparaciones (De la Torre *et al.*, 2000, Yépez *et al.*, 2005).

Distribuimos las observaciones equitativamente a lo largo de todo el día para cubrir todo el período de actividad de los leoncillos. Para establecer un presupuesto diario del tiempo dedicado a cada actividad, hicimos muestreos de barrido instantáneos de todo el grupo, cada hora, para estimar el tiempo que dedicaba la pareja a distintas actividades. Las actividades incluían: alimentación de exudados, búsqueda y alimentación de presas animales, desplazamientos y descanso. Adicionalmente hicimos muestreos focales, observando a cada animal por cinco minutos seguidos. Este tipo de muestreo nos permitió estimar la frecuencia y duración de actividades sociales como el acicalamiento, la agresión, el juego y la cópula. También se estimó el tamaño del territorio de la pareja. Para ello se unieron todos los puntos extremos donde se observó a los individuos. El contorno generado por la unión de estos puntos se consideró como el perímetro y se procedió a calcular el área dentro de dicho perímetro.

En nuestro estudio, encontramos que la pareja mostró un presupuesto de actividad diaria similar a la de otros grupos estudiados en áreas con bajos niveles de disturbio humano; por ejemplo Zancudococha y Sacha (Yépez *et al.*, 2005). La pareja presentó dos picos de actividad para alimentación; uno en la mañana entre 06:00 y 9:00 horas y otro en la tarde entre 15:00 y 18:00 horas. A lo largo del día, la pareja pasó cerca del 40% del tiempo descansando. Las actividades sociales, como el acicalamiento, que por lo general ocurre durante el descanso, fueron muy raras ($0,01 \pm 0,009$ eventos de acicalamiento/hora de

observación). Esta actividad tuvo un pequeño incremento a lo largo del tiempo siendo más frecuente en diciembre de 2008 que en julio de 2007. Por otro lado, la tasa de actividades agonísticas, como la persecución, declinó con el tiempo de 0,003 eventos/hora de observación en julio-agosto 2007 a 0,002 eventos/hora de observación en diciembre de 2008. El incremento a través del tiempo en la frecuencia de los comportamientos afiliativos y el descenso en la frecuencia de los comportamientos agonísticos podrían reflejar el tiempo que se requiere para formar lazos sociales entre machos y hembras en los primates (Schaffner y French, 2004). Sin embargo, el hecho de que estas tasas se ubican en los extremos del espectro de las otras poblaciones estudiadas (De la Torre et al., 2000, datos sin publicar) y que, hasta 2008, esta pareja no tuvo crías, sugiere que el establecimiento de nuevos grupos familiares en los leoncillos es un proceso largo y complejo que aún no comprendemos bien. Desde entonces hemos seguido estudiando a esta pareja y sabemos que su primera cría nació recién a fines de 2011. Evidentemente, para los leoncillos, el proceso de formar una familia toma mucho tiempo.

El territorio de la pareja se calculó en 1000 m² de bosque de várzea en las márgenes del río Tiputini. El tamaño de este territorio es pequeño comparado con los territorios de grupos en otras poblaciones (De la Torre et al., 2009; Yépez et al., 2005), pero hay que considerar que este grupo tuvo el menor número de individuos. El territorio incluyó tres árboles de exudados usados por los leoncillos, dos corresponden a árboles de guarango *Parkia balslevii* (Mimosaceae) y el tercero a un árbol de ovo, *Spondias mombin* (Anacardiaceae). Estas especies han sido reportadas como fuentes de exudados en otras poblaciones ecuatorianas (Yépez et al., 2005).

La concentración de azúcar de estos exudados se midió con un refractómetro en tres muestras de cada árbol, con 1 a 2 gotas de exudado por muestra, para obtener la moda del porcentaje de concentración de azúcar de cada fuente de exudado. Este procedimiento también se llevó a cabo en exudados comidos por grupos de otras poblaciones de leoncillos en San Pablo, Sehuaya y Amazónico. El promedio del porcentaje de concentración de azúcar de los tres exudados usados por los leoncillos de Tiputini fue de 8% ± y no fue significativamente diferente de los valores obtenidos de las fuentes de exudados en otras poblaciones (San Pablo 6,3% ± 1,5, n = 7; Sehuaya 10,7 ± 5,2, n = 3; Amazónico 5,2% ± 0,9, n = 5). En todas las poblaciones, la concentración de azúcar de los exudados varió considerablemente entre los diferentes árboles, incluso dentro de la misma especie, y al parecer no está relacionada con las características del suelo alrededor de la fuente de exudado (por ejemplo, pH o porcentaje de materia orgánica), ya que la correlación entre estas varia-

bles fue muy baja y no significativa¹. Estos resultados sugieren que la calidad de los exudados, estimada por su concentración de azúcar, no explica la baja población de leoncillos encontrada en Tiputini.

En nuestra investigación también monitoreamos transectos de 90 x 25 metros en los territorios de dos grupos de leoncillos (incluyendo la pareja) a lo largo del río Tiputini y un área más de control (donde no había leoncillos), para estimar la abundancia de las especies de árboles que producen exudados. Este monitoreo usó la misma técnica empleada en otras localidades (Yépez et al., 2005). Cerca del 40% de las especies usadas por otros grupos fueron encontradas en estos transectos y su abundancia relativa, aunque variable, fue similar a la de las otras poblaciones de leoncillos. Estos resultados sugieren que la abundancia y diversidad de las fuentes de exudados no están limitadas a la población de leoncillos en Tiputini. Sin embargo, podría ser posible que alguna variable relacionada con el alimento sí influya sobre la abundancia de estos primates. El pH del suelo es considerado como un factor importante en la regulación de la productividad en varios ecosistemas (Kemmit et al., 2006). En nuestro estudio, encontramos una diferencia significativa en la acidez del suelo entre las poblaciones, siendo los suelos de Tiputini los más ácidos ($F_{3,18} = 33,3$, $p < 0,0001$, promedio del pH del suelo en Tiputini = $4,7 \pm 0,2$). Aunque no hemos podido medir de una manera confiable la tasa de producción de exudados en cada árbol, es posible que la producción de exudados sea diferente entre las poblaciones. Esto podría explicar la diferencia entre las densidades de leoncillos. La diversidad y disponibilidad de insectos, importantes en la dieta de los leoncillos, podría también ser un factor de influencia que necesita de un mayor análisis.

Existe también la posibilidad de que las interacciones con las otras especies de primates de la comunidad influyan en abundancia de los leoncillos. La comunidad de primates en Tiputini es una de las más diversas de Ecuador y, por lo tanto, podría existir una mayor competencia, o incluso depredación, por parte de las otras especies de primates, lo cual afectaría la densidad de los leoncillos. Sin embargo, en nuestro estudio, tenemos otras poblaciones que están en zonas con la misma alta diversidad de primates que Tiputini, como es el caso de Agua Blanca en el sistema ribereño de Lagartococha. En este lugar, la densidad de la población de leoncillos es considerablemente más alta. Aunque en nuestras observaciones de todas las poblaciones no hemos registrado ninguna diferencia marcada entre las interacciones de los leoncillos

1 La correlación es una medida estadística que busca si dos variables están relacionadas; es decir, qué incrementos o decrementos en una afectan a la otra. Cuando la correlación es baja, se puede inferir que no hay influencia de la una variable sobre la otra. La significancia es una medida estadística que permite estimar qué tan fuerte es la relación entre dos variables. Un ejemplo de correlación es usar en el eje de las X el tamaño y en el eje de las Y el peso.

con las otras especies de primates, que nos sugieran que dichas interacciones sean más fuertes en Tiputini, la posibilidad existe y debería ser estudiada con más profundidad.

En la EBT, podemos descartar al menos tres factores que sabemos que afectan a las densidades de leoncillos: la deforestación, la cacería y la captura de animales vivos (De la Torre *et al.*, 2009). Esto es justamente lo que hace que el estudio en este lugar sea tan importante y especial. Lo que hemos encontrado hasta ahora evidencia la complejidad y variedad de comportamientos de uno de nuestros parientes cercanos, una especie en la que hemos reportado dialectos en dos de sus vocalizaciones (De la Torre y Snowdon, 2009), y una variabilidad notable entre poblaciones en relación a los exudados que prefieren comer (Yépez *et al.*, 2005). Estos descubrimientos sugieren que la pérdida de una población podría significar la pérdida de comportamientos únicos. Esto es algo que debemos considerar al planificar acciones de conservación para esta especie.

La variabilidad en el comportamiento no es única de los leoncillos. Podemos esperar encontrar una variabilidad similar en todas las especies de primates conforme se realicen más estudios detallados sobre otras especies para entender qué factores ambientales afectan a la evolución del comportamiento. Estas son algunas de las razones, entre otras de igual importancia ética, por las que debemos proteger y preservar los bosques del Yasuní, donde aún existen poblaciones silvestres con poca influencia humana.

Agradecimientos:

Agradecemos a los directores y todo el personal de la Estación de Biodiversidad Tiputini por su apoyo durante el curso de nuestra investigación en el área y por la invitación a contribuir en este libro. Las siguientes instituciones han apoyado nuestro estudio de largo plazo: Ministerio del Ambiente del Ecuador, Wisconsin Regional Primate Center (NIH Grant RR00167), Estación de Biodiversidad Tiputini, Universidad San Francisco de Quito (Prepa y Chancellor Grants), Transturi, Neotropic Turis, Selva Viva, Tropic, y Sacha Lodge. Nuestro agradecimiento especial a nuestros asistentes de campo: Delfín Payaguaje, Alfredo Payaguaje, José Payaguaje, Hernán Payaguaje, Daniel Payaguaje, Lucía de la Torre, Monserrat Bejarano, Fernanda Tomaselli, Marisella Rivera, Natalie Herdoíza, Hernán Castañeda, Santiago Molina, Beatriz Romero, Ana Troya, Margarita Baquero, Margarita Brandt, André Izurieta, Carolina Proaño, Robert Burton, Gary Judas, Amalia de la Torre, Erika Troya, Patrick Clay, Sara Francis, Alanna Marron, Catherine Schwartz, Carmen Atwater, Kauleen Proctor, Pie-rick Martin y Olivia Crowe. Nuestra investigación ha sido financiada por NIH Grant MH 29775, National Geographic Society Grant 5806-96, Primate Action

Funds/Conservation International, Milwaukee Zoological Society, Tinker-Nave Fund, University of Wisconsin Davis Fund, Latin American Studies Program in American Universities, LASPAU, USFQ-Small Grants, Prepa Grants y Chancellor Grants y Fundación VIHOMA.

Tabla 1. Densidad ecológica promedio de leoncillos (individuos / km de ribera) obtenida de censos anuales (1996 – 2008 , los años de los censos varían entre áreas) en 9 áreas de estudio (de la Torre et al. 2009).

AREA DE ESTUDIO	TIPO DE BOSQUE	IMPACTO HUMANO	IND / KM DE RÍO ± S.E.
Hormiga	Hábitat borde entre Tierra Firme e Igapó	Alta presión de turismo y de tráfico humano	4.38 ± 0.2
Zancudo	Hábitat borde entre Tierra Firme e Igapó	Baja presión de turismo y de tráfico humano	6.39 ± 0
San Pablo	Varzea	Agricultura intensiva, deforestación y tráfico humano moderado	3.3 ± 0.2
Sehuaya	Varzea	Presión de agricultura moderada, alta tasa deforestación y tráfico humano	4.3 ± 0
Sacha	Varzea	Alta presión de turismo y de tráfico humano	7.28 ± 0.1
Amazoonico	Varzea	Moderada presión de turismo, alto tráfico humano	3.13 ± 0.3
Aguas Blancas	Varzea	Baja presión de tráfico humano	5.6 ± 0.3
Tiputini	Varzea	Moderada presión de turismo y de tráfico humano	1.9 ± 0.4
Shushufindi	Hábitat borde entre Tierra Firme e Igapó	Baja presión de agricultura, tasa de deforestación y tráfico humano moderados	5.36 ± 0

Prólogo



1. Esta imagen aérea del río Tiputini muestra la grandeza del Parque Nacional Yasuní. Se puede observar que existen pequeñas colinas por el cambio de la altura de los árboles, especialmente en la zona superior derecha de la imagen. Foto: Kelly Swing



2. Esta imagen muestra uno de los árboles emergentes, estos gigantes cuyas copas salen por encima de los demás árboles. Foto: David Romo



3. El dosel del bosque está compuesto por las copas de árboles de varios tamaños. En el centro podemos apreciar nuevamente un árbol emergente. La neblina es producto de la evapotranspiración, un fenómeno que gracias a la acción de los árboles es responsable por la formación del 75% de las nubes en la Amazonía. Sin los árboles el ciclo del agua se vería interrumpido y tendría afectación no sólo al clima amazónico, sino del Planeta. Foto: Kelly Swing.



4. Una rama de una ceiba, un árbol emergente, puede estar cargada de cientos de epífitas. En esta imagen resaltan las bromelias cuya capacidad para retener agua entre sus hojas las hace convertirse en un microecosistema. El peso de muchas epífitas puede romper las ramas. Foto: David Romo.



5. Esta foto panorámica muestra como se ve el interior de un bosque maduro. Esta zona en particular está cerca del río y podría inundarse por varios días al menos una vez al año. La gente que no conoce el bosque piensa que para ingresar hay que tener un machete y cortar a diestra y siniestra para poder caminar. La imagen muestra una parte del subdosel y el sotobosque. Foto: David Romo.



6. Una enorme liana alcanza el tamaño de un árbol. Nuevamente el interior de un bosque de *terra firme* no es un lugar imposible de caminar. Foto: Kelly Swing.



7. Así se ve el bosque desde la orilla del río Tiputini. La gran aglomeración de lianas se debe a la abundancia de luz. Cuando un árbol cae dentro del bosque ingresa mucha luz y las lianas conquistan esos espacios temporalmente. Sólo hace falta pasar esta ligera pared verde para toparse con un bosque abierto. Foto: Kelly Swing.



8. En lugares sin mayor relieve y con acumulación de agua, se originan pantanos de aguas negras. Muchos de estos lugares son dominados por palmas de morete del género *Mauritia*. Esto representa un tipo de bosque *Igapó*. Foto: Kelly Swing.



9. La laguna que consta en el mapa de los senderos de la EBT. tiene un variación de lo que sería un bosque de *Varzea*. Los ríos amazónicos dan muchas vueltas (lo que se conoce como meandros). Con las crecidas de los ríos, estos meandros se cortan y dejan una porción de agua encerrada que sigue conectada al río. Los niveles de agua en la laguna estarán siempre en relación a los niveles de agua del río. Foto: Kelly Swing.



10 y 11. Al interior del bosque, en el suelo, podemos ver que no hay una gran acumulación de hojas y esto se debe al gran trabajo de descomposición de los detritívoros. En la imagen podemos ver una gran cantidad de hongos, las estructuras de color café claro, que están descomponiendo el material orgánico. Los hongos probablemente son los organismos más grandes en área y con una diversidad muy grande. Es una verdadera pena que casi nadie estudie a estos organismos. Fotos de David Romo



12. No sólo los hongos son importantes como detritívoros. El trabajo inicial lo pueden hacer otros agentes como este hermoso escarabajo especializado en poner sus huevos en árboles de ceibo recién caídos. El insecto tiene estructuras especializadas para hacer huecos en el tronco y depositar los huevos. Cuando las larvas nacen, éstas se alimentarán del árbol y ayudarán en el proceso de descomposición. Foto: David Romo.



13. Las raíces tablares típicas de muchos árboles tropicales. El suelo amazónico es pobre en nutrientes porque los árboles y demás plantas absorben con mucha velocidad los nutrientes que liberan los detritívoros. Por lo tanto no hay mucho tiempo para que acumule la materia orgánica. Los suelos más ricos no pasan de más de 5-10 cm de humus. Al no haber un incentivo para poner raíces profundas, los árboles tienen que producir este tipo de raíces tablares para poder sostener el tronco en pie. Foto: Kelly Swing.



14. Las palmeras tienen el mismo problema para sujetar el tronco y la solución son estas raíces tubulares o zancudas. Foto: David Romo.



15. Aunque esto parece un tronco caído, esta imagen panorámica muestra como las raíces tablares luego continúan su camino por el bosque. Hemos seguido estas raíces sólo par comprobar que pueden extenderse por un par de cientos de metros. En árboles grandes que están dentro del bosque, muchas de estas raíces llegan hasta los riachuelos y ríos con lo que aseguran un flujo constante de agua. Foto: David Romo.



16. La caulifloría, es decir, las flores o inflorescencias (conjunto de flores) que crecen en los troncos, es un fenómeno relativamente común en los bosques tropicales. No estamos seguros de porqué sucede esto y una especulación es que podría servir para atraer a cierto tipo de polinizadores que no llegan al dosel, o que sirve para proteger a la flor de la lluvia. Este árbol corresponde al género *Brownea*. El nombre común es flor de mayo y en Kichwa lo conocen como Cruzcaspi, debido a que al cortar las ramas se puede ver algo similar a una cruz en la madera. Esta planta es muy importante en la cosmovisión indígena pues se la utiliza como un anticonceptivo. Foto: David Romo.

Cap. 4: La comunidad de lianas en Tiputini: una alternativa de vida

Los siguientes gráficos e imágenes corresponden al Capítulo 4 que habla sobre la comunidad de lianas de Tiputini

Figura 1. Especies de lianas dominantes en Tiputini ordenadas de acuerdo a la abundancia. Las especies están codificadas por color de acuerdo al agente dispersor : azul = viento, rojo = animal, verde = balístico (es decir que la cápsula que contiene la semilla explota y expulsa la semillas como balas).

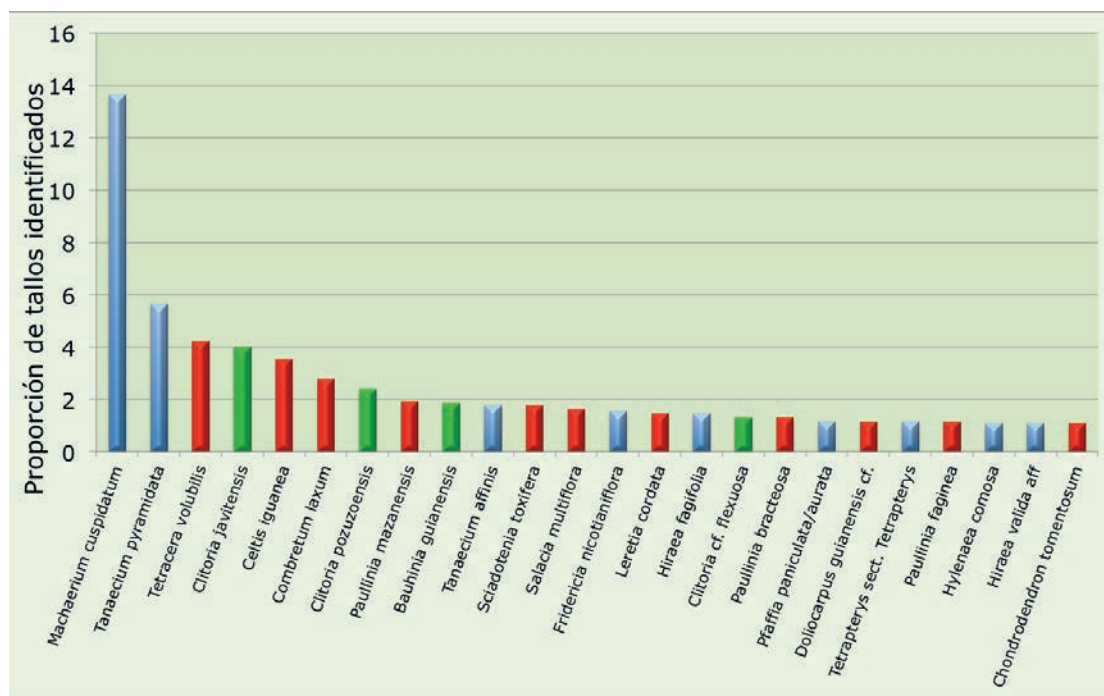


Figura 2. Representación proporcional del número de individuos dentro de las 10 familias de lianas más abundantes en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Cada familia comprende más del 2% de todos los tallos.

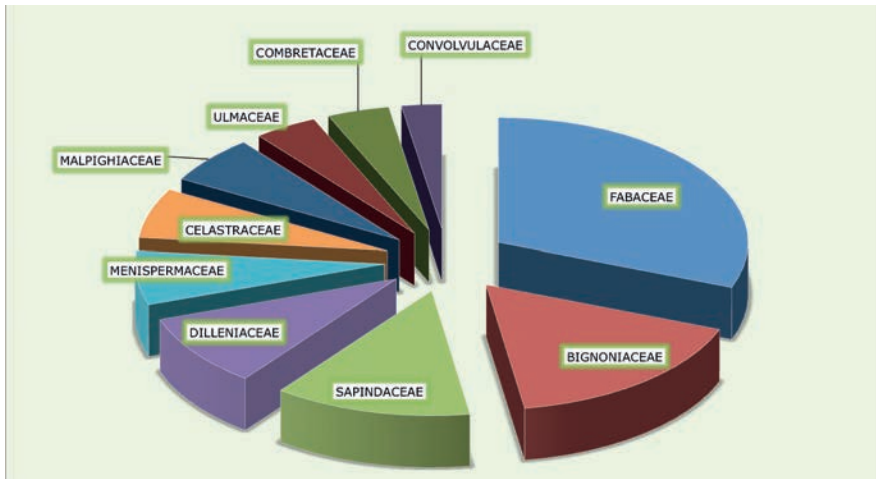


Figura 3. Mecanismos de dispersión de las semillas de 181 taxones de lianas de las cuatro parcelas cerca de la Estación de Biodiversidad Tiputini.





4. Las lianas colonizan agresivamente un claro que fue creado por la apertura de un helipuerto temporal. Foto: Robyn Burnham.



5. La flor de una liana de la familia Passifloraceae, correspondiente a la especie *Passiflora skiantha* Huber (RJB#3054 "es el código de colección de la autora"). Esta especie fue encontrada en Yasuní durante el trabajo de investigación que presentamos en este capítulo, pero también fue encontrada una sola vez en la parcela de las 50 hectáreas de la Estación Yasuní de la PUCE (G.Villa#481 "es el código de colección de Gorky Villa"). Foto: Robyn Burnham.



6 y 7. *Cyidista aequinocialis* de la familia Bignoniaceae, que es muy común ver a lo largo del río Tiputini. Tiene un fruto angosto y alargado con semillas que son dispersadas por el viento. Fotos de la autora Robyn Burnham.



8. Las flores de *Corynostylis arbórea* de la familia Violaceae, una entusiasta de hábitats con mucha agua. Foto: Robyn Burnham.



9. *Maripa* sp., una trepadora de la familia Convolvaceae. Foto: Kelly Swing.



12. *Heteropterys aureosericea*, una liana de la familia Malpighiaceae. Foto de Kelly Swing.



10. *Bauhinia tarapotensis*, una liana de la familia Fabaceae. Foto: Kelly Swing.



13. Lianas del género *Bauhinia* conocida también como escalera de los monos. Lo que vemos en la imagen probablemente es un solo individuo con varios tallos. Foto: Kelly Swing.



11. *Odontadenia macrantha*, una liana de la familia Apocynaceae. Foto: Kelly Swing.

Cap. 5: Nuevos descubrimientos, un simple ejemplo

Tiputinia foetida es una planta que depende de una relación simbiótica con un hongo vi-
viendo dentro de los tejidos de la raíz. La única parte expuesta de la planta es la flor. Esta
especie pertenece a la familia Thismiaceae, pariente cercana de las orquídeas.

Fotos: Kelly Swing



Cap. 6: La utilización de cámaras trampa para documentar la ocurrencia y distribución de grandes mamíferos y aves en la Estación de Biodiversidad Tiputini

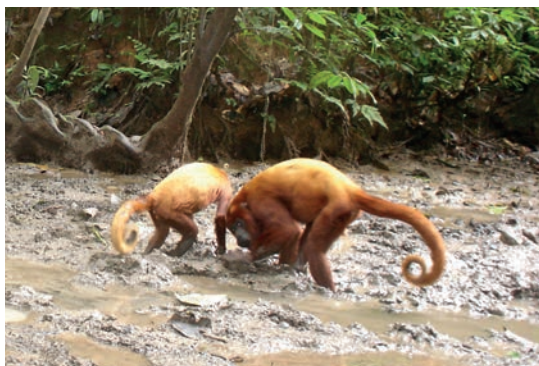
Las fotografías de este capítulo son producto del sistema de "Cámaras Trampa", su uso es exclusivamente científico y por ello su calidad de impresión no es óptima.



1. *Caluromys lanatus* es el nombre científico de esta raposa de tamaño medio.



2. *Didelphis marsupialis*, raposa común grande.



3. *Alouatta seniculus*, monos aulladores alimentándose de lodo en un saladero.



4. *Ateles belzebuth*, mono araña o maquisapa. Nótese el color del pelo de la frente. Esta es una característica que suele usarse para identificar individuos. Este mono están en el mismo saladero de los aulladores.



5. *Cebus albifrons*, mono capuchino o machín. Este mono es el más inteligente de todos los primates del Nuevo Mundo. Estos monos no bajan al suelo, por lo que esta imagen es bastante rara.



6. *Saimiri sciureus*, mono varizo o ardilla. Este monito por lo general viaja en grupo de cerca de 100 individuos y se alimentan de frutos y animales pequeños, principalmente insectos. No suelen llegar al suelo por lo que esta foto es bastante rara.



7. *Myrmecophaga tridactyla*, oso hormiguero banderón. Este nombre hace referencia a la cola que es grande como una bandera. Estos hormigueros superan los 2m de altura parados en sus patas traseras. Sus garras delanteras alcanzan los 7cm de largo y son muy filudas. Sirven para romper la arcilla en los nidos de termitas y hormigas que son su alimento. También las pueden usar para defenderse de sus enemigos como el jaguar o el puma.



8. *Tamandua tetradactyla*, oso hormiguero común. Este es de menor tamaño que el anterior. Se han registrado fotos de esta especie con diferente coloración.



9. *Choleopus hoffmanni*, perezoso de dos dedos. Esta foto fue tomada en la noche. Cuando la cámara dispara en la noche emana una luz ultravioleta y esto es lo que da la coloración blanco/negro a la imagen. Los perezosos bajan al suelo para alimentarse de lodo en los saladeros, pero también para defecar, lo que hacen una vez a la semana para reducir el riesgo de ser depredados.



10. *Dasypus novemcinctus*, el armadillo de nueve bandas o común, son insectívoros y usan sus garras para cavar en la arcilla en busca de larvas de escarabajos.



11. *Priodontes maximus*, armadillo gigante. Su gran tamaño y la armadura de su piel le hace muy resistente a la predación. Esto lo combina con la capacidad de usar sus garras grandes para cavar huecos en la arcilla en muy poco tiempo. Las madrigueras abandonadas suelen ser usadas por otras especies.



12. *Sylvilagus brasiliensis*, conejo. Esta especie fue considerada históricamente la misma para todo el territorio ecuatoriano, por lo que llevaba el mismo nombre ya sea en la Costa, Sierra o Amazonía.



13. *Sciurus igniventris*, ardilla roja. Las ardillas construyen nidos con hojas en los árboles para tener allí a sus crías.



14. *Coendou prehensilis*, puercoespín, suele pasar la mayor parte del tiempo en los árboles y su cola es similar a la de los monos y de ahí el nombre científico.



15. *Cuniculus paca*, guanta o paca, el segundo roedor más grande, solo superado por las capibaras. Las guantas son importantes como dispersores de semillas, especialmente de palmas.



16. *Dasyprocta fuliginosa*, guatusa negra.



17. *Myoprocta pratti*, guatín. Tanto la guatusa como el guatín son importantísimos como dispersores de semillas. Las dos especies tienen la costumbre de enterrar las semillas que encuentran para guardarlas para comérselas más tarde. Luego se olvidan y muchas semillas logran así germinar.



18. *Echimys saturnus* es el nombre científico para esta rata espinosa rojiza. No hay un nombre común en la zona. Esta imagen junto con otras similares nos sirvieron para poder reportar la existencia de esta especie para Ecuador. Esta animalito había sido descrito científicamente en base a una población del Perú y no había sido reportada en ningún otro lugar.



19. *Atelocynus microtis*, perro de orejas cortas. Muy poco conocido pues no hay estudios sobre él en su hábitat natural. La información que poseemos sale de animales que han sido mantenidos en cautiverio. Hasta la fecha hemos registrados una foto de este perro comiéndose una *Cecilia* (anfibio) y una hembra que estaba en lactancia con lo que tenemos información sobre hábitos alimenticios y posible época de reproducción.



20. *Speothos venaticus*, perro de bosque o vinaigre. Poco más común en otros bosques, nosotros no tenemos tantas fotos en comparación con el otro cánido. Son muy rápidos y además tienen membranas en las patas que les ayuda a nadar con facilidad.



21. *Nasua nasua*, cuchucho o coati. Este carnívoro suele ser capturado y mantenido como mascota hasta que termina mordiendo a alguien. No son animales domesticables y son buenos cazadores, aunque su dieta principalmente es de insectos y animales pequeños.



22. *Procyon cancrivorus*, osito lavador cangrejero. Su nombre científico hace justamente referencia a que su principal fuente de alimento son los cangrejos, y; a pesar de que suena dudoso, en los riachuelos amazónicos hay cangrejos y camarones que sus presas favoritas.



23. *Eira barbara*, cabeza de mate. Este es un carnívoro social que vive en grupos pequeños. Es muy ágil subiendo a los árboles y se alimenta de todo lo que pueda encontrar a su paso, incluyendo abejas y su miel.



24. *Leopardus pardalis*, tigrillo u ocelote. Este es un gato pequeño. Nótese la foto que sigue y miren las diferencias. El tigrillo es mucho más común y abundante en nuestros bosques que el margay.



27. *Puma concolor* o puma o león americano. Este felino vive en todo el territorio nacional así como en todo el continente americano desde Alaska a la Patagónica. En la Amazonía toma una ligera tonalidad rojiza en el lomo.



25. *Leopardus wiedii* o margay. No tenemos un nombre común local pues la mayoría de veces lo confunden con el tigrillo. El margay tiene la cola más larga y también se diferencia por la forma de las manchas.



28. *Panthera onca* es el mayor depredador y gato del bosque. Sus mandíbulas fuertes pueden romper hasta el caparazón de una tortuga. Al parecer Yasuní tendría la mayor densidad de estos felinos de ningún otro lugar.



26. *Puma yagouaroundi*, jaguarundi o yaguarundi. Este es un gato esbelto y no tan grande como un puma. Hemos registrado dos coloraciones, una casi negra y la otra medio rojiza, pero sabemos que es la misma especie.



29. *Tapirus terrestris*, danta o sacha-huagra. Este es el animal mamífero de mayor tamaño en la Amazonía. Es un herbívoro de hábitos principalmente nocturnos.



30. *Pecari tajacu*, pecarí de collar o saíno. Estos puercos pueden llegar a formar grupos de hasta unos 30 individuos. Su nombre viene de la franja amarilla que tienen alrededor del cuello.



31. *Tayassu pecari*, pecarí de labio blanco o huanagana. Estos puercos grandes forman grupos inmensos de hasta 400 individuos. Son muy curiosos y su sentido del olfato es muy desarrollado. El macho principal tiene una glándula en la rabadilla que sirve para emanar una sustancia que orienta a todo el grupo.



32. *Mazama americana* o venado rojo. Este venado es el que más fotografías registra en nuestro estudio, lo que evidencia que es el mamífero más común. Sin embargo, muy pocas personas lo ven porque es muy hábil escondiéndose y es muy silencioso.



33. *Mazama nemorivaga* o venado gris. Este es muy raro y tenemos menos de 20 fotografías en más de 10 años de estudio.

Cap. 7: Estudios de primates en la Estación de Biodiversidad Tiputini

Figura 1. Arbol filogenético de las 10 especies de primates no-humanos que se encuentran en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Las líneas indican que tan cerca o lejos están emparentados las diferentes especies.

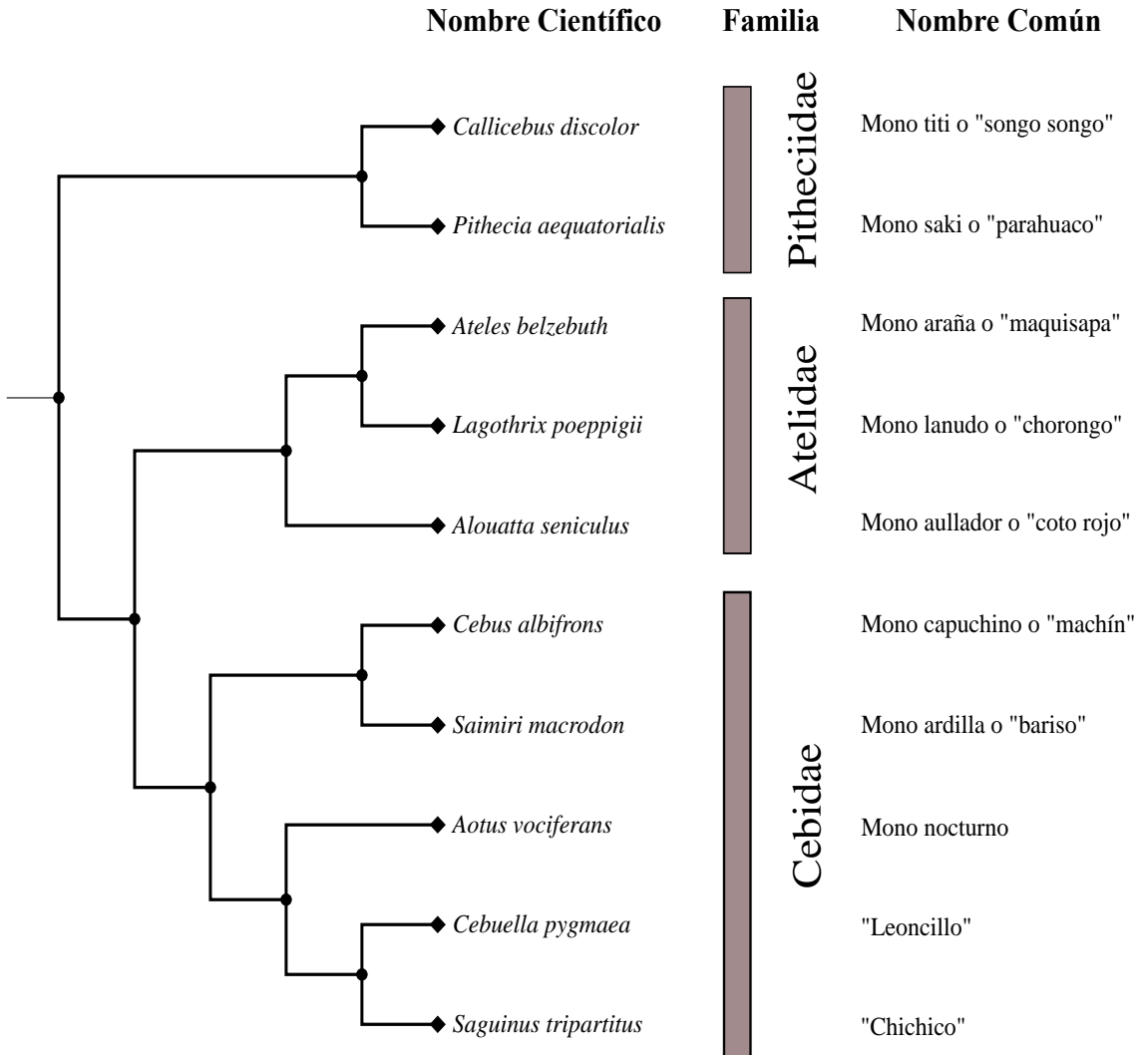


Figura 2. Monos arañas y monos aulladores visitando un saladero simultáneamente. Gracias al proyecto "Cámaras" hemos podido registrar por primera vez para la ciencia el uso de los saladeros por dos especies de primates al mismo tiempo



Figura 3. Áreas de recorrido de [a] un grupo (color morado) de monos arañas y [b] ocho grupos de monos chorongos (varios colores). Entre los monos araña, hay poca superposición en las áreas usadas por grupos vecinos. En cambio entre los chorongos, las áreas de recorrido de grupos vecinos pueden superponerse muchísimo. Esta información es importante porque nos sirve para entender la importancia de la conservación en función del área que necesitan las especies para subsistir sin conflicto.

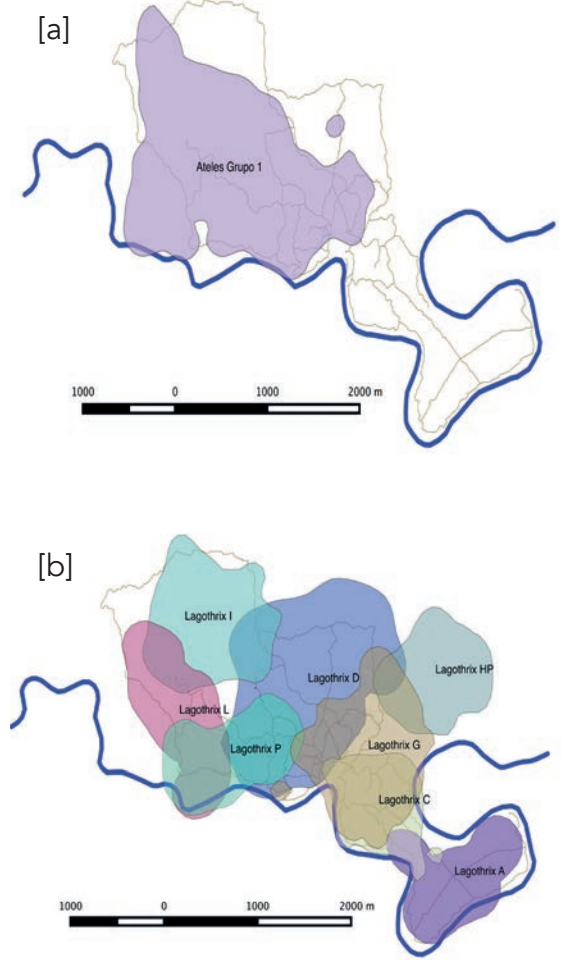
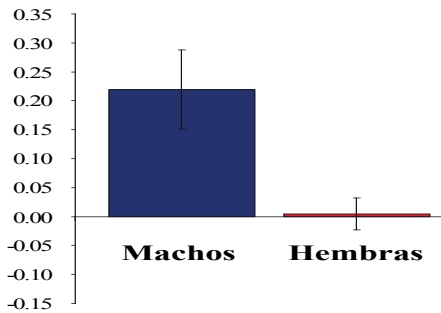


Figura 4. Comparación del nivel de parentesco genético entre machos adultos y hembras adultas en un grupo de monos araña. En promedio, los machos están más cercanamente emparentados entre sí que las hembras. Los grupos de monos arañas están organizadas en función de los padres.



3. Mono aullador rojo. Familia Atelidae. Especie: *Alouatta seniculus*. Estos monos comen principalmente hojas y por esa razón pasan muchas horas descansando para poder digerir la comida. Sus vocalizaciones sirven para marcar territorio entre grupos. Foto: Mayer Rodríguez



1. Mono chorongo o lanudo. Familia Atelidae. Especie: *Lagothrix poeppigii*. Este es el mono más grande en peso. Foto: Mayer Rodríguez



4. Grupo de monos parahuacos o saki. Familia Pitheciidae. Especie: *Pithecia aequitorialis*. Estos monos se ven más grandes de lo que son por su abundante pelo. Son bien silenciosos y por esa razón es muy difícil encontrarlos en el bosque. Foto: Mayer Rodríguez



2. Mono araña o maquisapa. Familia Atelidae. Especie: *Ateles belzebuth*. Este es el mono más alto en tamaño. Sus grupos no son tan grandes como los chorongos. Foto: Mayer Rodríguez



5 Mono Songo-Songo. Familia Pitheciidae. Especie: *Callicebus discolor*. Estos monitos prefieren los bosques densos, por lo general en zonas con disturbios naturales. También marcan sus territorios con cantos fuertes que los emiten varios miembros del grupo, especialmente muy temprano en la mañana. Foto: Mayer Rodríguez.



6. Monos nocturnos. Familia Cebidae. Especie: *Aotus vociferans*. Estos monitos pasan escondidos en sus madrigueras (troncos huecos de árboles muertos) durante el día y están activos solamente por la noche. Esto dificulta muchísimo su estudio. Foto: Gabriela Vinuesa.



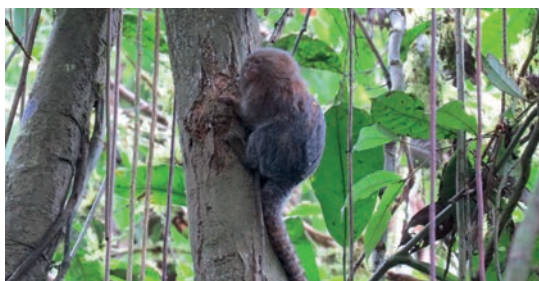
7. Mono capuchino o machín. Familia Cebidae. Especie: *Cebus albifrons*. Suelen juntarse a grupos de barisos en búsqueda de comida. Foto: Mayer Rodríguez



8. Mono ardilla o Bariso. Familia Cebidae. Especie: *Saimiri sciureus*; por una revisión taxonómica, ahora es *S. macrodon*. Los barisos probablemente forman los grupos más grandes de monos. Las tropas se desplazan con velocidad buscando alimento y siempre hay un macho que alerta de los peligros a todos. Foto: Mayer Rodríguez



9. Mono Chichico de Manto dorado. Familia Callitrichidae. Especie: *Saguinus tripartitus*. Este monito ha sido escogido para el logotipo de la Estación de Biodiversidad Tiputini. Foto: Mayer Rodríguez.



10. Leoncillo. Familia Callitrichidae. Especie: *Cebuella pygmaea*. Este es el monito más chiquito de la Amazonía y del mundo. Se alimentan de la sabia de ciertos árboles y dependen de éstos para su supervivencia. Foto: Mayer Rodríguez

Cap. 8: ¿Qué nos puede contar Tiputini sobre los monos más pequeños del mundo?

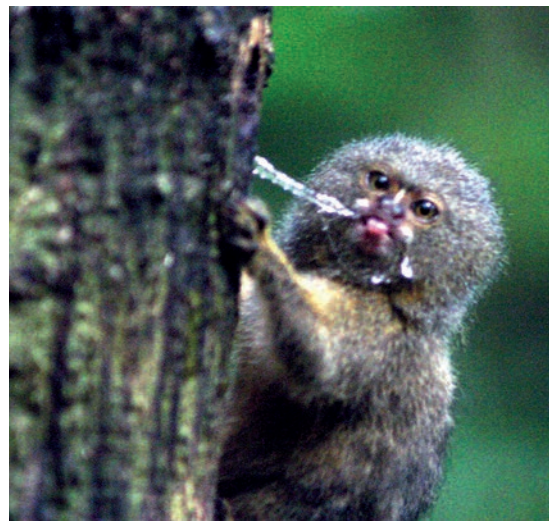
Las siguientes imágenes acompañan al capítulo 8 que trata sobre los leoncillos. Las primeras tres imágenes están ligadas al texto, las demás hemos incluido para dar algunos ejemplos más del material tratado en dicho texto.



1. Leoncillo, *Cebuella pygmaea*, el monito más pequeño de la Amazonía y el mundo. Foto: Pablo Yépez.



2. Bosques de galería a orillas del río Tiputini. En estos lugares es donde se encuentran las poblaciones de leoncillos. Foto: Pablo Yépez.



3. Un leoncillo alimentándose de los exudados de un árbol. Los leoncillos muerden la corteza de los árboles y hacen unos pequeños huecos. Por estos lugares emana los líquidos nutritivos del árbol y es justamente esta sabia la que alimenta a los monitos. Foto: Pablo Yépez.



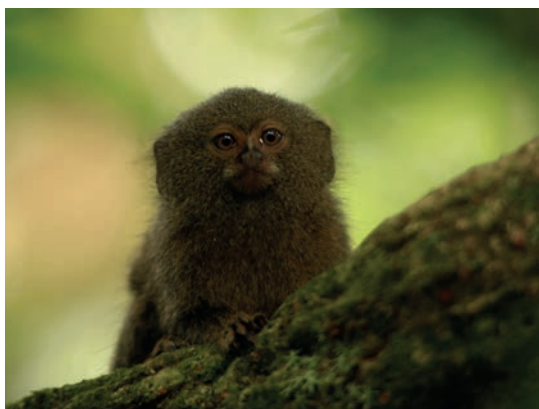
4. Un leoncillo adulto cuidando a sus hijos mellizos. Foto: R. Burton.



6. Ejemplar juvenil de leoncillo, perchando en una liana. Foto: Pablo Yépez.



5. Un leoncillo juvenil o subadulto. Foto: Pablo Yépez.



7. Esta imagen muy cerca de un leoncillo, muestra lo delicados y hermosos que son estos animales. Muchas personas creen que es buena idea capturarlos para tratar de domesticarlos, pero es muy triste, porque en primer lugar no existe ningún alimento que pueda sustituir los exudados y por lo tanto, los monitos mueren luego de un par de meses víctimas de inanición. Los autores han trabajado en campañas muy intensas para tratar de detener esta pésima práctica que lo único que ha logrado es poner en grave peligro de extinción local a los leoncillos. Foto: Pablo Yépez.



Los felinos de Yasuní

Diego Mosquera B.^a

^aEstación de Biodiversidad Tiputini,
Universidad San Francisco de Quito,

Dirección de contacto:

dmosquera@usfq.edu.ec/dimosb@rocketmail.com

“Aunque terrible, viste de flores porque es fuente de vida. Es la fuerza de la que surge todo lo existente. El jaguar conoce los secretos y los misterios de las regiones que no toca la ley de los hombres, ahí ellos siguen estando a su merced”

Ana Ojeda

Jaguar, Corazón de la Montaña

Dentro de los carnívoros, los felinos son uno de los grupos que más fascinación provoca entre los estudiosos de la vida silvestre. En el mundo existen 36 especies de felinos que habitan en todos los continentes, con la excepción de Australia, Antártica y Madagascar y que también se encuentran en grandes y pequeñas islas, como Borneo y Trinidad (Nowell y Jackson, 1996).

Los felinos tienen cuerpos alargados y esbeltos y presentan grandes variaciones en su tamaño, desde el imponente tigre siberiano (*Panthera tigris altaica*) que puede llegar a pesar entre 200 kg y 325 kg, hasta el gato herrumbroso (*Prionailurus rubiginosus*) principalmente de la India, considerada la especie más pequeña de felino existente y que apenas pesa entre 0,8 kg y 1,6 kg. Los felinos habitan en ecosistemas tan diversos como bosques boreales y tropicales, sabanas, desiertos y estepas, pero muchos, en particular las

pequeñas especies tropicales, son especialistas del bosque (Macdonald et al., 2010). Se alimentan de una gran variedad de presas que incluyen mayormente mamíferos y aves y, en menor medida, reptiles y peces.

Dentro del orden Carnívora, los felinos pertenecen a la subfamilia Felinae y a la familia Felidae. Los miembros de la subfamilia Felinae se caracterizan por tener colmillos cónicos y colmillos inferiores grandes, lo que los separa claramente de otros clados evolutivos como los tigres dientes de sable (Slater y Van Valkenburgh, 2008; Payán y Soto, 2012). La mayoría de especies de felinos son de hábitos solitarios, con ciertas excepciones como los leones (*Panthera leo*) y en menor medida los guepardos (*Acinonyx jubatus*) (Macdonald et al., 2010).

Como buenos predadores, los felinos son expertos acosadores y asesinos. La mayoría, excepto el guepardo, tienen garras retráctiles especializadas para la manipulación de las presas que luchan antes de ser sometidas y recibir un zarpazo final (Macdonald et al., 2010). Muchas especies son nocturnas y crepusculares, pero pueden ser activas también durante el día. Debido a esto, sus ojos deben ser lo suficientemente sensitivos a la oscuridad, pero también a la luz del día (Kitchener et al., 2010). Su vista es seis veces mejor que la humana en situaciones de poca luz y sus ojos se ubican al frente de la cara, lo que los provee de una visión binocular que les es útil para discernir las distancias y localizar a sus presas. Ayudados por su camuflaje natural, son capaces de acechar, perseguir y emboscar a sus presas, a las que someten con la fuerza de sus garras (Ceballos et al., 2010; Payán y Soto, 2012).

El sentido del olfato en los felinos es menos desarrollado que en otros carnívoros y está basado en la química, que regula gran parte de su comportamiento social, reproductivo y territorial (Kitchener et al., 2010). Frecuentemente marcan el límite de las áreas más usadas de su territorio con excremento, rociando orina o frotando glándulas odoríferas en rocas y arbustos, y arañando los troncos con sus garras (Ceballos et al., 2010). Con sus bigotes, conectados a terminales nerviosas, pueden sentir detalles de la dirección del viento y detectar cuán amplio es el espacio entre las ramas del camino, lo que les ayuda a "navegar" en silencio en la oscuridad del bosque (Kitchener et al., 2010; Ceballos et al., 2010).

Los felinos han cautivado la imaginación del ser humano desde tiempos inmemoriales, integrando parte de la cultura y mitología de los seres humanos. En las civilizaciones precolombinas en México y Centroamérica, el jaguar ocupaba un espacio de significado ritual. Los olmecas, quienes habitaron las selvas de la vertiente del golfo de México alrededor de 1400 a.C., le otorgaron un papel protagónico en mitos y leyendas, ya que sentían un

profundo temor y veneración por él. Para los mayas, el jaguar era un dios del inframundo, llamado Balam y para los aztecas era el dios Tezcatlipoca, considerado el señor de las sombras, debido a su capacidad mítica de penetrar en las tinieblas (Ceballos et al., 2010). En el Ecuador, el jaguar también ha tenido un importante papel en las culturas precolombinas, en donde fue símbolo de poder y de conexión entre hombres y dioses. Aún hoy algunos habitantes de grupos indígenas mantienen mitos y creencias relacionadas con el jaguar. Los Waorani, por ejemplo, creen que los viejos guerreros, al morir, pueden transformarse en estos animales y que los chamanes tienen la capacidad de alternar entre estados de hombre y jaguar (Espinosa et al., 2016).

Siete de las 36 especies de felinos que existen en el mundo habitan en Ecuador (Tirira, 2016) y, con la excepción del gato de las pampas (*Leopardus colocolo*) y la oncilla (*Leopardus tigrinus*), todas han sido registradas en Yasuní: ocelote (*Leopardus pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*), yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), puma (*Puma concolor*) y jaguar (*Panthera onca*). Todas estas especies son vulnerables en nuestro país debido a la gran cantidad de problemas ambientales y socioculturales existentes. A pesar de que los felinos son particularmente difíciles de estudiar por sus hábitos nocturnos y elusivos y porque viven en bajas densidades (Maffei et al., 2002) es muy importante generar información básica sobre su distribución espacial y dinámica poblacional tanto a escalas nacionales como locales; de lo contrario, resultará muy difícil evaluar su estatus y establecer medidas de protección y conservación necesarias. Desgraciadamente, muchas especies de felinos se encuentran seriamente amenazadas y no se han realizado estudios simples o detallados, sobre su historia natural¹ (Nowell y Jackson, 1996).

A continuación, detallaremos algunos aspectos relevantes de cada una de las especies de felinos del Yasuní, con énfasis en las observaciones a través de cámaras trampa por más de una década.

El jaguar (*Panthera onca*)

El jaguar es el felino más grande de América y el tercero más grande del mundo después de los tigres asiáticos y los leones. Como casi la mayoría de felinos, el jaguar enfrenta graves amenazas a lo largo de su distribución geográfica. Los jaguares habitan en 18 países, desde el norte de Argentina hasta el norte de México. Sin embargo, ya han sido extirpados de El Salvador y Uruguay y están virtualmente extintos en Estados Unidos (De la Torre et al., 2017). Se estima que la pérdida continua de hábitat ha reducido el rango de

¹ La historia natural de una especie se refiere a todos los hábitos de vida de la misma. Este concepto abarca la expectativa de vida, épocas de reproducción, número promedio de crías, tipo de comida, tamaño del territorio y el rango de distribución. Se podría decir que la historia natural es como la biografía de una especie.

ocupación histórico del jaguar en más del 50% desde 1900 (Sanderson et al., 1999). Adicionalmente, el deterioro de las poblaciones de sus presas, la cacería por conflictos asociados a la depredación de animales domésticos y el tráfico ilegal han disminuido peligrosamente sus poblaciones, por lo que actualmente está considerado como una especie amenazada en gran parte de su rango de vida. Las principales poblaciones de jaguares se encuentran actualmente en la cuenca del Amazonas, la cual abarca la mitad de las selvas tropicales restantes del mundo y alberga casi el 10% de las especies de fauna y flora del planeta (WCS, 2016).

En Ecuador, los jaguares habitan bosques tropicales y subtropicales, entre 0 y 1600 msnm de la Costa, Oriente y estribaciones de los Andes (Tirira, 2007). Sin embargo, actualmente el estado de sus poblaciones varía significativamente entre las regiones occidental y oriental. En la Amazonía, la Reserva de Biósfera Yasuní (RBY) representa el principal refugio para las poblaciones de jaguar gracias a su gran extensión de hábitat continuo (Espinosa et al., 2016). Debido a los diferentes grados de amenaza que presentan los jaguares en el Ecuador, se reconocen dos subespecies para diferenciar las poblaciones del Oriente y Occidente. Los jaguares de la región occidental (*Panthera onca centralis*) se encuentran en peligro crítico de extinción (Espinosa, 2011a), mientras que los jaguares de la región oriental (*Panthera onca onca*) están catalogados como especie en peligro (Espinosa et al., 2011b).

Los jaguares viven en una amplia variedad de hábitats como bosques tropicales, manglares, bosques montanos y sabanas, generalmente áreas con amplia disponibilidad de agua. Pueden llegar a pesar 150 kg y aunque prefieren animales grandes, pueden alimentarse de presas tan variadas como pecaríes, venados, otros mamíferos pequeños, peces e incluso anfibios y reptiles. Son típicamente amarillos, con manchas negras sólidas en la cabeza, cuello y cola, mientras que en los flancos tienen manchas redondas y huecas llamadas rosetas (Marchini et al., 2010). Pueden también ser completamente negros (ahí la gente los llama "panteras") y son activos de día y de noche.

Los jaguares, como la mayoría de felinos tropicales, son muy difíciles de estudiar. Dado que viven en densidades bajas, tienen rangos de vida muy amplios y son de naturaleza nocturna y elusiva, el reto es especialmente difícil en lugares como Yasuní, donde la cobertura boscosa es particularmente densa. Afortunadamente, en los últimos 25 años, la técnica de fototrampeo (cámaras trampa) ha probado ser muy útil para el estudio de los felinos, incluyendo ocelotes, margayes, pumas y, por supuesto, jaguares (Trolle y Kéry, 2003; Silver et al. 2004; Maffei et al. 2004; Blake et al., 2012). A través del fototrampeo, las poblaciones de jaguares han sido estudiadas ampliamente en diferentes hábitats a lo largo de su rango de vida (Scognamillo et al., 2003; Silveira et al.,

2003; Maffei *et al.*, 2004; Silver *et al.* 2004; Soisalo y Cavalcanti, 2006), pero relativamente pocos estudios se han llevado a cabo en los bosques de tierras bajas de la Amazonía (Blake *et al.*, 2011; Wallace; Silver *et al.*, 2004; Tobler y Powell, 2013; Carrillo-Percastegui, Zúñiga Hartley y Powell, 2013).

Los grandes predadores como el jaguar juegan parte importante en la salud de los ecosistemas. Las variaciones en las poblaciones de carnívoros tienen significativos efectos en la cadena trófica, ya que su ausencia o disminución tiene efectos en las poblaciones presa, las cuales pueden crecer y a su vez aumentar la presión sobre la vegetación consumida alterando la regeneración natural del bosque. Estimar la densidad de grandes predadores es vital para la conservación de las especies, ya que es un importante indicador de cómo las actividades humanas afectan diferentes hábitats a través del tiempo. De igual manera, es una herramienta clave para la planificación de áreas protegidas (localización y tamaño) y zonas de amortiguamiento y de conectividad (Payán, 2013). Sin embargo, dado su amplio rango de vida y baja concentración de poblaciones, los estudios de densidad de felinos como el jaguar deben cubrir extensas áreas (Rabinowitz y Nottingham, 1986; Crawshaw y Quigley, 1991; Maffei *et al.*, 2004). En una reciente revisión, Maffei *et al.* (2011) mencionan 83 estudios para estimar densidades de jaguar que se basan en grandes áreas de estudio (de entre 54 km² y 938 km²). En general, es difícil muestrear grandes áreas debido a limitaciones logísticas y a la variación geográfica y de hábitat y al tamaño de los territorios de jaguares en diferentes lugares.

Yasuní, ¿un hot spot² para jaguares? (Blake *et al.*, 2014)

En el año 2005, iniciamos, en la Estación de Biodiversidad Tiptuni (EBT), un monitoreo a través de cámaras trampa, al que denominamos “Proyecto Cámaras”, con el principal objetivo de obtener información sobre la ocurrencia y patrones de distribución y abundancia relativa de grandes mamíferos terrestres y aves y ver cómo estos patrones varían a través del tiempo (Blake *et al.* capítulo 6 en este libro).

En el contexto del “Proyecto Cámaras”, también utilizamos estos aparatos para documentar la ocurrencia y actividad de jaguares en el área de la EBT. Debido a que el área cubierta en nuestro estudio es relativamente pequeña, no intentamos estimar densidades de jaguares, sino que, basándonos en siete años de datos, intentamos evaluar su actividad diaria y mensual y ver en qué grado los individuos de jaguar se solapaban en el uso de una pequeña área de bosque. Los felinos son animales territoriales y utilizan grandes áreas

² El término Hot Spot no se traduce porque suena raro en español decir zona roja o caliente. En conservación se utiliza este término en inglés sin traducción para referirse a zonas que son particularmente importantes por registrar altas concentraciones de algo, en este caso jaguares. También se lo usa para designar sitios vulnerables de mega diversidad y Yasuní ha recibido también la designación de hot spot.

que pueden sobreponerse con las áreas de actividad de otros individuos de la misma especie (Ceballos *et al.*, 2010). Es conocido que los territorios de machos y hembras se sobreponen, por lo que es posible que múltiples individuos ocurran en un área determinada del bosque. Sin embargo, queríamos entender mejor el grado de solape temporal y espacial de jaguares en escalas más locales, particularmente en los bosques de tierras bajas de la Amazonía, donde aún existen vacíos en información (Emmons, 1988). Conocer la variación en la abundancia local es importante porque puede reflejar diferencias en hábitat, poblaciones de presas, presiones de cacería y otras actividades humanas (Blake *et al.*, 2014)

Metodología

Para nuestro estudio, utilizamos cámaras trampa activadas por sensores de calor y movimiento. Las cámaras se dejaron en el bosque por diferentes períodos de tiempo y la fecha y la hora se estampaban automáticamente en cada fotografía. Las cámaras se ubicaron aproximadamente a 1 km de distancia a lo largo de senderos y se colocaron aproximadamente de 1 m a 1,5 m a ambos lados del mismo a una altura de aproximadamente 40 cm a 45 cm (Blake *et al.*, 2012, 2014). A través del patrón en el pelaje de jaguares, se pueden identificar individuos y para ello se elaboró un historial de captura de cada individuo para saber dónde, cuándo y en qué tipo de bosque estaban presentes.

Resultados

Dividimos nuestro estudio en dos períodos de muestreo. El primero entre los años 2005 y 2008 (con un esfuerzo de trampeo de 7222 trampas/noche) y el segundo entre 2010 y 2012 (6199 trampas/noche). En total, obtuvimos 189 fotografías de jaguares, en 150 eventos independientes. Consideramos un evento independiente cuando pasaron al menos 30 minutos entre una serie de fotografías del mismo individuo en una determinada locación.

Entre todos los eventos, registramos 21 jaguares diferentes, que incluyeron 11 machos (114 fotografías), siete hembras (32 fotografías) y tres individuos a los cuales no les pudimos asignar sexo, entre ellos un jaguar melánico o negro. Este número pudo haber sido incluso mayor, ya que, en el año 2009, por problemas logísticos, no tuvimos cámaras funcionando. Cada jaguar varió en el número de meses en que se registró en la zona. Por ejemplo, 10 jaguares fueron fotografiados en solo un mes, cinco fueron fotografiados en un período de entre 8 y 22 meses y cinco en un período de entre 45 a 81 meses. Registramos un promedio de 10,6 jaguares por cada 1000 trampas/noche de esfuerzo de trampeo, y estas tasas de captura no variaron entre los dos períodos de muestreo.

Actividad

En general, los jaguares tienden a ser tanto diurnos como nocturnos, aunque sus patrones de actividad pueden variar geográficamente. Por ejemplo, en el bosque tropical húmedo de Belize (Weckel *et al.*, 2006), en los llanos venezolanos (Scognamillo *et al.*, 2003), y en los bosques secos de Bolivia (Maffei *et al.*, 2011) tienden a ser principalmente nocturnos. En cuatro lugares de Brasil donde también se estudiaron jaguares, estos eran nocturnos y crepusculares (Foster *et al.*, 2013). En pocos estudios previos sobre los patrones de actividad se ha separado a machos y hembras, como en este estudio. Al analizar estos patrones, vimos que los jaguares machos fueron notoriamente más activos durante el día (el 71% de las fotografías fueron obtenidas entre las 06h00 y las 18h00), pero con picos de actividad entre las 06h00 y las 07h00 y entre las 17h00 y 18h00. Mientras tanto, las hembras estuvieron igualmente activas tanto en el día (52% de las fotografías) como en la noche, con picos de actividad entre las 08h00 y las 09h00 y entre las 19h00 y las 20h00, justamente en horas en que la actividad de los machos empezaba a declinar. Las diferencias en los patrones de actividad podrían ser una forma de reducir las posibilidades de competencia entre sexos y/o reducir el peligro para los cachorros, mermando las posibilidades de encontrar machos que podrían matarlos (Soares *et al.*, 2006). A pesar de que en el período de muestreo de este estudio no se registraron cachorros, como en casi la mayoría de estudios, tenemos registros posteriores en video de una hembra con dos cachorros de alrededor de un año de edad en las inmediaciones de la Estación.

Cuando analizamos la actividad de los jaguares por meses, notamos que esta fue variable, aunque sin ningún patrón consistente. Se capturaron más jaguares en cámaras en agosto, mientras que las hembras mostraron un patrón bimodal, con más capturas en junio y diciembre. Estas variaciones pueden deberse a cambios estacionales en la disponibilidad de presa. Se ha establecido que la variación estacional en la distribución de pecaríes de labio blanco (*Tayassu pecari*) y pecaríes de collar (*Pecari tajacu*) puede aparentemente influir en los patrones de distribución espacial de jaguares y pumas respectivamente (Blake *et al.*, 2014 ; Mendes-Pontes y Chivers, 2007).

Solapamiento temporal y espacial

En todas las estaciones de fototrampeo se capturaron jaguares en alguno de los dos períodos de muestreo, aunque el número de fotografías varió sustancialmente entre diferentes locaciones. Existieron locaciones en las que se capturaron hasta 11 individuos diferentes, mientras que en otras solamente un individuo. Esto puede explicarse por las variaciones individuales en el comportamiento o porque los jaguares, por determinadas razones, prefieren evitar ciertas zonas.

Es importante anotar que el área muestreada en nuestro estudio es notoriamente más pequeña que el territorio “normal” de un jaguar. Tobler *et al.* (2013) estimaron el rango de vida de jaguares en la Amazonía peruana en 130 km² y 283 km² para hembras y machos respectivamente, un área considerablemente mayor al área de nuestro estudio. Sin embargo, la zona de nuestro muestreo fue visitada por un gran número de individuos diferentes, muchos de ellos registrados repetidamente. Incluso hubo un par de ocasiones donde dos individuos fueron registrados en el mismo lugar en el mismo día (dos machos; una hembra y un macho) y hubo al menos 10 ocasiones en que de dos a cuatro individuos estuvieron presentes en períodos de entre dos a cinco días. Es notoria también la presencia de una hembra que fue fotografiada 22 veces en 10 lugares distintos en un período de 81 meses y de cuatro machos que fueron registrados múltiples veces en períodos de entre 45 y 80 meses, lo que claramente sugiere que son habitantes permanentes de la zona. Los individuos fotografiados en menor medida eran probablemente individuos en tránsito hacia otras áreas o individuos cuyo territorio se encuentra en la periferia y por eso rara vez fueron fotografiados.

Aunque nuestro estudio no provee datos sobre densidad de jaguares, sobre la base del número de individuos registrados en el área, está claro que los jaguares son abundantes en la zona de EBT, que esta forma parte de varios territorios de diferentes individuos que hacen uso regular de la zona y que Yasuní puede ser potencial *hot spot* para esta especie. Los registros constantes de diferentes individuos sugieren que sus territorios se solapan tanto espacial como temporalmente, lo que a su vez indica que las poblaciones de presas son altas. Si estas poblaciones llegaran a reducirse a consecuencia de la cacería, podríamos esperar también un descenso en las poblaciones de los predadores. Por esto, cualquier estrategia para la conservación del jaguar podría contribuir además a la protección de muchas otras especies y esto se traduciría en una mayor protección de las selvas amazónicas. Sin duda se requieren estudios más detallados que, por ejemplo, analicen los niveles de poblaciones de presas del jaguar. Ya que los territorios de jaguares no se limitan estrictamente a las áreas protegidas, estos estudios deben realizarse en áreas con y sin intervención humana (Blake *et al.*, 2014).

Muchas poblaciones de jaguares coexisten con humanos y sus actividades. Sin embargo, la conversión continua de tierras para la agricultura, ganadería y asentamientos humanos ha llevado a jaguares y humanos a entrar en conflicto directo. Los jaguares son víctimas de intolerancia y generalmente son asesinados por atacar ganado y animales domésticos, aunque en realidad se ven forzados a ello ya que su hábitat ha sido degradado y sus presas naturales han sido sobre explotadas. A causa de la gran presión que este animal sufrió desde inicios del siglo XX por parte de cazadores que buscaban su piel, en

1970, Ecuador reguló su cacería, prohibiéndose totalmente en 1975 al ratificar Ecuador el Convenio CITES (Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre) (Espinosa et al., 2016). A pesar de que están protegidos legalmente, las principales amenazas continúan siendo la pérdida y fragmentación de hábitat y la cacería directa. Lamentablemente, Yasuní no es la excepción a estas amenazas. Una gran parte del Parque está sujeta a actividades humanas cuyos efectos directos e indirectos han provocado drásticos cambios tanto ecológicos como sociales. La construcción de carreteras ha dado paso a actividades humanas extensivas que han provocado altas tasas de deforestación, cacería y tráfico de vida silvestre, entre otros. El Parque es el hogar de grupos indígenas como los Waorani y Kichwa, que dependen de sus bosques para gran parte de su subsistencia y, aunque directamente no consumen jaguares en su alimentación, si compiten con ellos por sus presas. Aunque ancestralmente el jaguar era considerado un animal sagrado, hoy es percibido como un animal peligroso que debe ser eliminado, lo cual sucede mucho más a menudo de lo que quisiéramos. Si bien la coexistencia con jaguares no es fácil, es imperante trabajar en la educación y capacitación de los diferentes actores. El trabajo conjunto y coordinado entre comunidades indígenas, colonos, guardaparques, estaciones científicas, gobiernos locales y organizaciones no gubernamentales permitirá idealmente identificar, describir y concretar la implementación de acciones dirigidas a prevenir, mitigar y monitorear las amenazas presentes para preservar poblaciones viables de jaguar a lo largo de todo su rango de vida (WCS, 2016).

El ocelote (*Leopardus pardalis*)

Los ocelotes son de las criaturas más fascinantes que habitan el nuevo mundo. Son felinos de tamaño mediano que presentan un extenso rango geográfico; viven en toda América desde el sur hasta la frontera entre EE. UU. y México, excepto en Chile. (Caso et al., 2010). Desarrollan su vida en gran variedad de ecosistemas, desde los bosques tropicales de México hasta los bosques secos espinosos de Venezuela, así como también áreas montañosas de Colombia, Ecuador y el norte de Perú. También pueden encontrarse en manglares, pastizales, sabanas y sabanas pantanosas (Jackson, 2002). En el Ecuador, los ocelotes se encuentran en la Costa, la Amazonía y las estribaciones de los Andes. Habitan en bosques tropicales y subtropicales, entre 0 y 1500 msnm (Tirira, 2007). La dieta de los ocelotes puede variar de acuerdo a su hábitat y disponibilidad de presas, pero se sabe que se alimentan de una gran variedad de animales y que alrededor del 90% de su dieta consiste en presas de menos de 1 kg como roedores, ranas, cangrejos o incluso escarabajos. Sin embargo, pueden también consumir animales más grandes como venados, pecaríes de collar, armadillos, perezosos, iguanas, serpientes, tortugas y algunas aves.

Dentro de los considerados felinos pequeños, los ocelotes son los de mayor tamaño, con un peso que varía entre 10 kg y 15 kg, siendo los machos generalmente más pesados que las hembras (Sunquist y Sunquist, 2002). La longitud del cuerpo varía entre 70 cm y 100 cm y la de la cola entre 25 cm y 45 cm, teniendo en total una longitud de entre 95 cm y 140 cm (Tirira, 2007). Exceptuando el jaguar, los ocelotes son los felinos manchados más grandes de Sudamérica (Trolle y Kéry, 2003). Su pelaje es corto y suave y su color varía ampliamente entre individuos, siendo entre amarillo pardo y amarillo oscuro, cubierto de manchas negras bien definidas a lo largo de todo el cuerpo (Tirira, 2007). Estas manchas presentan un patrón único en cada individuo y, en general, se presentan como líneas negras, espirales y rayas en la espalda y flancos (Dillon, 2005).

No se sabe mucho sobre cuánto viven los ocelotes en condiciones naturales, pero se estima que pueden alcanzar cerca de 10 años (Jackson, 2002). Llegan a la vida adulta a partir de los dos años; las hembras logran alcanzar su tamaño completo antes que los machos (Emmons y Feer, 1997). Las hembras pueden reproducirse desde los 18 meses, aunque usualmente lo hacen a partir de los 24 meses. Los machos alcanzan la madurez sexual a los 30 meses, aunque algunos estudios sugieren que esta se alcanza dependiendo de su nutrición y de la densidad poblacional de otras hembras adultas (Dillon, 2005).

Los ocelotes son predominantemente solitarios y nocturnos, pero pueden ser activos a cualquier hora del día (Dillon, 2005). Son animales terrestres y muy buenos trepadores (Tirira, 2007). Tanto los machos como las hembras tienen rangos de vida definidos, aunque los rangos de ocelotes machos adultos generalmente abarcan más superficie y se solapan con rangos de dos o tres hembras. Los ocelotes generalmente recorren los límites de su territorio más que su interior y, a menudo, evitan áreas abiertas. Tanto machos como hembras permanecen activos durante 12 o 14 horas diarias y rara vez permanecen en un mismo lugar por más de dos días (Dillon, 2005). Patrullan su territorio constantemente y cubren la totalidad del área en entre dos y cuatro días. Pueden moverse más de 6 km en un período de 24 horas, dejando a menudo señales en árboles caídos y marcando su territorio esparciendo orina o defecando, lo que reduce las oportunidades de interacción y competencia con otros predadores (Emmons, 1988; Dillon, 2005).

Históricamente, desde la época de la civilización Azteca, los ocelotes han sido cazados en grandes cantidades principalmente por su piel (Dillon, 2005). Se estima que, desde principios de los años sesenta hasta mediados de los setenta, alrededor de 200 000 ocelotes se sacrificaban cada año, más que cualquier otra especie de felino manchado en el mundo (Caso *et al.*, 2010), lo que causó preocupantes declinaciones en sus poblaciones naturales a través

de su rango de vida (Dillon, 2005). En el Ecuador, se tienen datos de que la cacería de este felino ya era popular desde los años treinta (Rodríguez y De Vries, 1994). Desde principios de los ochenta, determinadas medidas de protección han provocado una reducción en la demanda de pieles de ocelotes (Trolle y Kéry, 2003) aunque todavía se los caza por ignorancia. Desde 1982, los ocelotes se incluyeron en la CITES como especie Vulnerable en la lista roja internacional de la UICN, pero a partir de 1996, gracias a la reducción en la cacería, están en la categoría de Preocupación Menor (Caso *et al.*, 2010). Esto no permite a los países signatarios del Convenio ningún tipo de comercio de la especie o partes de ella. Sin embargo, los ocelotes aún enfrentan serias amenazas para sus poblaciones naturales, principalmente por la cacería ilegal. La caza está regulada en Perú, mientras que, en países como Ecuador, El Salvador o Guyana, en la práctica, no existen medidas efectivas para protegerlos. En América Latina, la venta en el mercado negro de ocelotes vivos para tenerlos como mascotas es también preocupante, lo que junto a la destrucción de hábitat hace que los impactos sobre esta especie se incrementen.

Estimación de la densidad de ocelotes basada en análisis de captura-recaptura con cámaras trampa (Mosquera *et al.*, 2016)

A pesar de que el ocelote es uno de los felinos neotropicales más estudiados, los datos sobre su distribución y estado de sus poblaciones son escasos en varios países. Como parte del "Proyecto Cámaras", utilizamos datos de cámaras-trampa y análisis de captura-recaptura para estimar la densidad de ocelotes dentro del área de la EBT. Como mencionamos previamente, estimar la densidad de grandes predadores es vital para la conservación de las especies, ya que es indicador del efecto de las actividades humanas en diferentes hábitats a través del tiempo. Aunque el área de nuestro estudio no es particularmente extensa, los ocelotes tienen rangos de vida mucho más pequeños que los jaguares y esto nos permitió hacer las primeras inferencias sobre su densidad en el bosque.

Metodología

Para estimar la densidad de ocelotes, utilizamos cámaras trampa durante dos períodos de muestreo de 16 semanas cada uno. En el primer período tomamos datos desde noviembre de 2010 a febrero de 2011 (época seca) y en el segundo, de abril a julio de 2011 (época lluviosa). Colocamos cámaras en 10 estaciones de muestreo, ubicadas aproximadamente a 1-1,2 km entre sí a lo largo de senderos preexistentes de la EBT, dentro de bosques de terra firme y várzea. La utilización de cámaras trampa es efectiva para estudiar ocelotes y otros felinos ya que a menudo estos prefieren caminar en senderos hechos por el hombre (Emmons, 1988) y de esta forma la captura fotográfica se incrementa más allá de un modelo aleatorio (González-Maya *et al.* 2008).

Cada estación de muestreo consistía en dos cámaras opuestas la una a la otra a ambos lados del sendero y colocadas a una altura de 30-40 cm desde el suelo, con la idea de fotografiar ambos flancos del animal. No utilizamos ningún tipo de cebo o carnada para atraer a los animales. Las cámaras fueron programadas para tomar fotografías a intervalos regulares de 1 minuto y permanecieron activas todo el tiempo del muestreo, excepto cuando las baterías se agotaron o tuvieron fallas de funcionamiento. La fecha y la hora fueron automáticamente registradas en cada fotografía. Identificamos a los ocelotes individualmente basándonos en el patrón de su pelaje. Existen al menos 16 caracteres que pueden usarse para la identificación. La serie de rosetas (manchas en forma de rosa) en la parte media y alta de los flancos y hombros son a menudo los mejores lugares para la identificación, siendo rosetas largas seguidas por un patrón de puntos características en el patrón de marcaje. El tamaño de la cola y el número de bandas y su patrón (continuo o abierto) también son útiles para la identificación (Trolle y Kéry, 2003). El sexo de los individuos fue determinado sobre la base de la exposición de los genitales y, en algunos casos, en base a la talla del animal, ya que las hembras son ligeramente de menor tamaño.

Estimación de la densidad

Para estimar la densidad sobre la base de captura-recaptura de individuos existen varios programas estadísticos que permiten analizar datos poblacionales (Silver, 2004). El programa más utilizado para el análisis de abundancia de felinos a través de fotografías de cámaras-trampa es el programa CAPTURE (Otis *et al.*, 1978; Rexstad y Burnham, 1991). Este programa aplica una serie de modelos para generar estimaciones de abundancia basándose en asunciones³ sobre las probabilidades de captura (Trolle y Kéry, 2003). El programa ofrece diferentes estimadores de abundancia, los cuales cambian de acuerdo a las fuentes de variación en la probabilidad de captura, incluyendo heterogeneidad entre individuos (sexo, edad, movimientos, dominancia, actividad), variación en el tiempo, respuestas de comportamiento y combinaciones de los factores anteriores (Silver, 2004). La selección del modelo adecuado es un factor crítico en el éxito del estudio porque está relacionado con la precisión de la estimación (González-Maya *et al.*, 2008). El programa también provee una función que determina el modelo y el estimador más apropiado para los datos del muestreo (Silver, 2004).

³ En ciencias y especialmente cuando creamos un modelo, es importante especificar de antemano lo que estamos asumiendo qué pasa. En ciertos casos, lo que asumimos puede estar basado en información previa muy clara y en otros, solo en un posible escenario. Por ejemplo, en los modelos de cambio climático, podemos revisar diferentes escenarios asumiendo que la temperatura promedio suba 1 grado, 1,5 grados, 2 grados, etc. Cada modelo tendrá diferentes resultados.

En los últimos años se han desarrollado nuevos modelos de captura-recaptura, llamados “espacialmente explícitos” que eliminan algunas de las limitaciones inherentes de CAPTURE sobre la heterogeneidad individual (por ejemplo, DENSITY (Efford *et al.*, 2004), SPACECAP (Royle *et al.*, 2009)). Estos modelos utilizan la localización espacial de las capturas para estimar la abundancia de todos los individuos en un área definida, evitando la necesidad de seleccionar un *buffer*⁴ para estimar el área de captura efectiva (Tobler y Powell, 2013). Sin embargo, en este estudio utilizamos CAPTURE debido a la naturaleza de los datos obtenidos y a que este *software* ha sido ampliamente utilizado en análisis previos de datos de captura de cámaras y, por tanto, nos permite comparar nuestros resultados con los de estudios anteriores.

El programa CAPTURE genera una estimación de abundancia, pero no de densidad. Esta se calcula dividiendo la estimación de abundancia generada por CAPTURE para el área de muestreo. El área núcleo del muestreo es un polígono que comprende las cámaras trampa exteriores, pero esta tiene pocas probabilidades de contener el rango de vida de todos los ocelotes capturados y es probable que algunos ocelotes tengan rangos de vida que se extienden más allá de esta área núcleo. Para tomar esto en cuenta, añadimos al polígono un área *buffer* para obtener un área total donde los animales fueron capturados.

Para estimar el ancho del *buffer* que se va a utilizar, calculamos el promedio de las distancias máximas de desplazamiento (MMDM, por sus siglas en inglés), esto es, la suma de las máximas distancias recorridas por todos los individuos que se fotografiaron en dos o más puntos diferentes durante el muestreo y su promedio (Karanth y Nichols, 1998, 2002), como una aproximación al diámetro de área de vida. El promedio de las distancias máximas de desplazamiento puede variar mucho entre muestreos (incluso en la misma área geográfica). Si se dispone de datos de varios muestreos en la misma zona, se utiliza la mitad del MMDM acumulado (HMMDM, por sus siglas en inglés). Este MMDM acumulado promedia las distancias máximas de desplazamiento de todos los individuos registrados durante muestreos múltiples en la misma zona, aumenta el área del tamaño de muestreo y disminuye la varianza⁵ asociada con la estimación de MMDM, produciendo una estimación más correcta del área efectiva de muestreo (Silver, 2004).

4 La palabra *buffer* en inglés significa filtro o barrera. En este caso en particular, el modelo se basa en Sistemas Geográficos de Información y un *buffer* viene a ser como un área determinada por lo que en una imagen satelital ocupa un número fijo de píxeles.

5 La varianza es una medida estadística que sirve para establecer que tan homogéneos o heterogéneos son los datos. Por ejemplo, si estoy buscando el peso promedio de niños entre 5-6 años y la varianza es baja, esto quiere decir que todos los niños son de pesos similares. Si la varianza es alta, esto quiere decir que puede haber muchos niños muy gordos y muchos muy flacos y pocos con los pesos similares al promedio.

Resultados

Después de un esfuerzo de trampeo de cerca de 2200 trampas/noche obtuvimos, durante el primer período de muestreo, 28 fotografías de ocho individuos diferentes en siete locaciones distintas. Para el segundo período de muestreo, en la época lluviosa, obtuvimos 14 imágenes de seis individuos diferentes. Nueve individuos fueron fotografiados en ambos períodos, mientras que cinco individuos capturados en el primer período fueron también fotografiados en el segundo.

Estimamos densidades para épocas seca y de lluvias utilizando CAPTURE y tanto la mitad como los valores completos de la media máxima distancia recorrida (MMDM). Las densidades estimadas para la estación seca fueron más altas que durante la estación húmeda (seca: 41-74 ind/100 km²; lluvia: 32-52 ind/100 km²). Estas estimaciones de densidad para los ocelotes en la EBT fueron relativamente mayores que en otras áreas del neotrópico (Maffei *et al.*, 1999; Di Bitetti *et al.*, 2006; Trolle y Kéry, 2005; Dillon y Kelly, 2008) y regiones templadas (Heines *et al.*, 2006). Cuando utilizamos HMMDM como *buffer*, nuestras estimaciones fueron similares a las obtenidas previamente en la Amazonía peruana (80 ind/100 km²) y el pantanal brasileño (56 ind/100 km²) (Emmons, 1988; Trolle y Kéry, 2003).

La mayoría de los estudios con ocelotes han cubierto áreas de bosque mucho más grandes que las del nuestro estudio. Dado el tamaño relativamente pequeño del área cubierta en este estudio (~27 km²) la abundancia de ocelotes puede considerarse notablemente alta en esta zona de Yasuní. Considerando la ubicación geográfica de la EBT, este alto número de ocelotes puede ser explicado por gradientes latitudinales en la productividad primaria (mayor productividad en las latitudes más bajas), abundancia de presas y ausencia de cacería. No está todavía muy claro qué factores tienen mayor influencia en la abundancia de ocelotes, pero se ha sugerido que la densidad podría aumentar con la cantidad de lluvia y que la precipitación y la latitud se correlacionan con la abundancia de ocelotes a través de su rango continental (Di Bitetti *et al.*, 2006; Maffei *et al.*, 1999). Dado que la abundancia de presas es un factor limitante en la abundancia de la mayoría de felinos (Karanth y Nichols, 2002; Carbone y Gittleman, 2002), esta relación podría explicarse como resultado de un aumento en la densidad de presas al haber un mayor aumento de la productividad por las lluvias (Herfindal *et al.*, 2005; Di Bitetti *et al.*, 2008).

Resulta interesante mencionar que, en nuestro estudio con jaguares (Blake *et al.*, 2014), en las cámaras ubicadas a lo largo de la zona peninsular de la estación y cerca del río Tiputini, obtuvimos las tasas de captura más bajas de jaguares. En contraste, en este estudio, en las mismas cámaras obtuvimos las

tasas de captura más altas de ocelotes. Del mismo modo, cuando estudiamos los patrones de actividad de algunas especies de mamíferos en EBT (Blake et al., 2012), notamos que la disminución de la actividad los ocelotes coincide con un fuerte incremento en la actividad de los jaguares. Aunque los ocelotes viven en simpatria⁶ con otros felinos como jaguares, pumas y yaguarundis, estos resultados sugieren que de alguna forma los ocelotes evitan áreas con presencia de jaguares.

Los individuos de ocelotes fueron capturados con mayor frecuencia durante la noche y algunos de manera más consistente en las zonas cercanas al río Tiputini. Es interesante anotar también que la alta tasa de captura de ocelotes cerca del río (tres machos y dos hembras) sugiere que en esta área específica es posible que exista mayor disponibilidad de presas y por lo tanto los ocelotes la prefieren. También es posible que las diferencias en la tasas de captura entre locaciones pueda atribuirse a las variaciones estacionales en los patrones de actividad de los ocelotes.

En términos metodológicos, el ancho del *buffer* es un factor crítico en la obtención de estimaciones y, en nuestro estudio, fue la mayor fuente de variación en la densidad. Dillon y Kelly (2008) y Maffei y Noss (2008) sugieren que, independientemente de la estimación de la densidad, es importante obtener información sobre el rango de vida de los ocelotes para determinar el espaciado apropiado de las cámaras y el tamaño del *buffer*, con el fin de adaptar el estudio a las poblaciones locales estudiadas.

Las estimaciones de densidad de ocelotes en la zona de la EBT son más altas comparadas con otras regiones del neotrópico y similares a estimaciones previas de otros sitios en la región amazónica. Sobre la base del número de ocelotes registrados en el área de estudio, es evidente que la región es un área importante para la conservación. Nuevos estudios que tengan en cuenta estimaciones más complejas podrían proporcionar evidencia más sólida de la importancia de esta zona. Las estimaciones de densidad son vitales para hacer análisis comparativos entre diferentes ecosistemas y centrar de mejor manera los esfuerzos de conservación, y en este contexto, los ocelotes pueden constituir un buen modelo para comprender los factores que afectan la abundancia de felinos (Di Bitetti et al., 2008).

Teniendo en cuenta la ubicación geográfica de la EBT, esto es particularmente importante ya que Yasuní ha sido reconocido como una de las regiones biológicamente más diversas en toda la Amazonía (Bass et al., 2010). La zona de la EBT se encuentra relativamente lejos de actividades extractivas, no está afectada por actividades humanas y experimenta niveles muy bajos de

⁶ Es decir en el mismo lugar geográfico.

cacería. Gracias a su condición prácticamente prístina, la mayoría de las especies tienen suficiente disponibilidad de alimento, agua, áreas de reproducción y refugio. Sin embargo, grandes áreas del Parque Nacional están sujetas a impactos humanos, como la extracción de petróleo, agricultura, tala ilegal y cacería descontrolada, lo que evidentemente influye negativamente en la fauna silvestre (Bass *et al.*, 2010). A pesar de que los ocelotes no forman parte de la dieta de grupos indígenas, al igual que el jaguar, sí compiten por las mismas presas con los cazadores (Salvador y Espinosa, 2015) y son asesinados por diferentes razones (depredación de aves de corral, creencias erróneas, o incluso por puro placer (Mosquera, observación personal). La cacería descontrolada de animales salvajes, principalmente pecaríes (*Tayassu pecari* y *Pecari tajacu*), pacas (*Cuniculus paca*) y monos lanudos (*Lagothrix poeppigii*) también ocurre de manera extensiva a lo largo de las vías de acceso como lo evidencia un estudio de la vía Maxus (Suárez *et al.*, 2009) con poco o ningún control por parte de guardaparques o autoridades gubernamentales. Aunque las compañías petroleras controlan el acceso a la vía, prácticamente nada se hace para detener la llegada de indígenas de otros lugares, lo que ha derivado en colonización descontrolada en los últimos años (Mosquera, observación personal). Debido a esto, los ocelotes sufren una serie de amenazas combinadas, como matanzas directas, reducción en la disponibilidad de sus presas y la pérdida de hábitat asociado a actividades humanas (Di Bitetti *et al.*, 2008).

Aunque este estudio siguió la metodología utilizada en la mayoría de estimaciones de densidad de felinos silvestres, se requiere precaución cuando la información es utilizada para la toma de decisiones de conservación. Si la densidad es sobrevalorada también se podrían subestimar las amenazas y esto podría llevar a que las medidas y estrategias de conservación no funcionen adecuadamente. Adicionalmente, en futuros estudios es necesario explorar otros parámetros como tasas de supervivencia, patrones de movimiento y crecimiento y disponibilidad de recursos, tanto en Yasuní como en otras áreas en Ecuador, ya que la falta de información sólida es un obstáculo para la implementación de estrategias de conservación apropiadas. De la perspectiva de la conservación y debido a la tremenda falta de datos sobre los felinos en Ecuador, también es necesario promover estudios más detallados que puedan aportar pruebas de la extraordinaria productividad de la zona.

Puma (Puma concolor)

El puma es el segundo felino más grande del continente americano después del jaguar y tiene el rango geográfico más grande que cualquier otro mamífero del hemisferio occidental. Viven desde Canadá, pasando por EE. UU. y Centroamérica hasta la parte norte de Chile en Sudamérica, es decir, viven en 28 países. A pesar de su amplia distribución, se estima que el puma

ha sido extirpado del 40% de su área de distribución en Latinoamérica y fue desplazado de la mitad oriental de EE. UU. a los 200 años de la colonización europea (Laundré y Hernández, 2010; Payán y Soto, 2012). Los pumas habitan casi todos los tipos de bosques, así como tierras bajas y desiertos. En el Ecuador, habitan en todos los ecosistemas terrestres de 0 a 4500 msnm, incluyendo bosques tropicales y subtropicales, bosques nublados, secos y páramo (Tirira, 2007). Aunque prefieren bosques primarios, los pumas son menos selectivos que los jaguares en cuanto a la calidad del hábitat en el que desarrollan su vida.

Los pumas son animales de cuerpo esbelto. Su dorso tiene un color de tonos habanos, entre amarillo y café y, en algunos casos, es rojizo. La parte ventral es de color crema, sus orejas son largas y puntudas, y la punta de la cola es negra (Payán y Soto, 2012; MAVDT, 2010). Su pelaje no presenta variación, de ahí el nombre de la especie en latín, "*concolor*", que significa "un solo color" (Currier, 1983; Payán y Soto, 2012). El tamaño de su cuerpo varía y va desde los 34 kg en las hembras hasta los 70 kg y hasta 120 kg en casos excepcionales (Ceballos et al., 2010).

Los pumas tienen una dieta variada y son altamente adaptables y exitosos para sobrevivir en diferentes hábitats. Se alimentan de cualquier animal que puedan atrapar y matar (Payán y Soto, 2012; Núñez et al., 2000; Foster et al., 2010) y pueden llegar a alimentarse de carroña en lugares donde las presas son muy escasas y la competencia es alta. Se sabe que tienen preferencia por animales como venados y otros ungulados y generalmente evitan sitios abiertos sin vegetación densa. Debido a su estrategia para obtener presas, que consiste en acercarse hasta una distancia desde donde pueden saltar y atraparlas, necesitan vegetación suficiente que los oculte o, de lo contrario, no pueden cazar (Ceballos et al., 2010).

La palabra puma proviene del kichwa de la región andina de Sudamérica y significa "poderoso" (Ceballos et al., 2010). A lo largo de su rango de vida, el puma es conocido con una enorme variedad de nombres como "amigo del cristiano", "catamount", "chim blea", "diablo indio", "león de montaña", "león mexicano", "gato fantasma" y muchos más. Se han identificado más de 40 nombres diferentes para esta especie (Barnes, 1960) y existe un número similar en español y lenguas nativas americanas (Young y Goldman, 1946). Estos nombres representan algunos de los múltiples intentos que las poblaciones, a lo largo del rango de vida del puma, han hecho para describir a esta solitaria y enigmática especie (Murphy & Macdonald, 2010).

Dentro de nuestro proyecto, hemos obtenido un gran número (aproximadamente 400) de registros de pumas. Debido a que, a diferencia de oce-

lotes y jaguares, la coloración del pelaje de los pumas es relativamente uniforme y no presenta marcas individuales evidentes, es muy difícil identificarlos individualmente. Esto ha limitado nuestros intentos para estimar el número de individuos a pesar de la gran cantidad de fotografías. Sin embargo, podemos hacer inferencias sobre su actividad, ya que la mayoría de las imágenes fueron tomadas durante la noche y, en pocos casos, durante el día y, por lo general, muy temprano en la mañana (Blake, capítulo 6 de este libro).

En algunos casos obtuvimos registros de pumas en lugares donde previamente, con diferencia de unas cuantas horas, habíamos también registrado jaguares. Harmsen *et al.* (2009) encontraron evidencia de que jaguares y pumas se evitan, aunque se desconoce si este comportamiento es mutuo o unilateral. Siendo el jaguar un animal más fuerte, podría esperarse que, de alguna manera, someta al puma en un encuentro y, bajo este escenario, se esperaría que los pumas eviten la confrontación directa con jaguares. Harmsen *et al.* (2010) encontraron que los pumas dejan con más frecuencia marcas en senderos. Esto puede ser un mecanismo por el cual los pumas se comunican discretamente con otros individuos de su especie al mismo tiempo que evitan a los jaguares. La actividad de los pumas dentro de la EBT es marcadamente nocturna, a diferencia de los jaguares, cuya actividad es predominantemente diurna. Dado que los jaguares y los pumas usan a menudo los mismos senderos, es posible que la diferencia marcada en los patrones de actividad facilite la coexistencia al seleccionar diferentes especies de presas.

Como casi todos los felinos del mundo, los pumas también enfrentan serias amenazas para su supervivencia. La pérdida y fragmentación de hábitats y la cacería indiscriminada de sus presas naturales por parte de los humanos ha incrementado el riesgo de que se vean forzados a comer ganado doméstico. Esto hace que, al igual que los jaguares y ocelotes, los indígenas, ganaderos y campesinos los maten. Al ser grandes predadores, los pumas son muy importantes para el funcionamiento de los ecosistemas naturales porque mantienen las poblaciones de presas. Si hay pumas, eso significa casi siempre que hay presencia y abundancia de presas, lo que los hace buenos indicadores de la salud de un ecosistema.

Yaguarundi (Herpailurus yagouaroundi)

El yaguarundi es uno de los felinos menos conocidos (Páyan y Soto, 2012) y ha sido por mucho tiempo un enigma taxonómico. Aunque se pensaba que era una especie hermana del puma, recientemente se ha encontrado que, aunque son similares a pumas y guepardos, su desarrollo craneal es en realidad diferente, por lo que conserva su propio género, *Herpailurus* (Caso *et*

al., 2015). Los yaguarundis viven desde México y Centroamérica hasta Argentina, Uruguay y toda la Amazonía, ocupando una gran variedad de hábitats, desde bosques primarios cerrados hasta desiertos (Nowell y Jackson, 1996). En el Ecuador, los yaguarundis viven en los bosques tropicales y subtropicales de la Costa, Amazonía y estribaciones de los Andes, hasta los 1800 msnm (Tirira, 2007).

Los yaguarundis son felinos pequeños, llegando a pesar un máximo de alrededor de 7 kg. Su cuerpo es alargado y tienen el cuello y cola muy largas. Sus orejas son pequeñas y sus patas cortas, lo que más bien les da la apariencia de un perro; por eso a veces son difícil de distinguir en las fotografías de cámaras trampa, confundándose en no pocas ocasiones con tayras (*Eira barbara*). Al igual que los pumas, los yaguarundis no presentan manchas en su piel y por eso es muy difícil identificarlos individualmente. Su coloración, sin embargo, varía mucho. Pueden ser de color café oscuro, rojizo, grisáceos o incluso melánicos.

Estos gatos tienen hábitos solitarios y, a diferencia de la mayoría de otros felinos de Yasuní, son principalmente activos durante el día, lo que ayuda a disminuir la competencia con otros depredadores nocturnos (McDonald *et al.*, 2010). Son cazadores oportunistas y se alimentan de cualquier presa que puedan atrapar, aunque se sabe que tienen preferencia por roedores, conejos, lagartos y aves (Payán y Soto, 2012; De Oliveira, 1998; Guerrero *et al.*, 2002; Tófoli *et al.*, 2009). Sin embargo, también pueden acechar presas de mayor tamaño, de más de 1 kg (De Oliveira *et al.*, 2010), como por ejemplo crías de venados (Mosquera, observación personal).

Debido a que la mayoría de avistamientos se producen en el día y tiende a ser el felino más fácilmente visto en algunos lugares, se pensaba que era una especie común. Sin embargo, algunos estudios sugieren que, en realidad, los yaguarundis son poco comunes, viven en densidades muy bajas y ocupan áreas enormes, de hasta 100 km², es decir, un área más grande que cualquier otra ocupada por cualquier otro de los felinos tropicales pequeños (Caso *et al.*, 2015). Viajan grandes distancias tanto en el día como en la noche y aparentemente no transitan mucho por senderos hechos por el hombre, sino que prefieren el bosque denso. Los pocos registros de yaguarundis en la EBT son notorios al compararlos con los de otros felinos. En nuestro estudio, realizado entre 2005 y 2012 (Blake *et al.*, 2012), registramos yaguarundis menos de 10 veces, a diferencia de, por ejemplo, ocelotes (+180 veces) o jaguares (+80 veces). De igual forma, en un estudio paralelo donde comparamos tasas de capturas en senderos *versus* fuera de ellos (Blake y Mosquera, 2014), no logramos registros de yaguarundis durante ocho semanas seguidas de esfuerzo de trampeo. Según la teoría del mesopredador (Crooks y Soulé, 1999), la densi-

dad de ocelotes no parece verse afectada por la presencia de predadores más grandes como pumas y jaguares, pero, en contraste, tiene un efecto negativo en la densidad de otros felinos más pequeños como los yaguarundis, lo que se conoce como el “efecto ocelote” (De Oliveira et al., 2010). Esto implica que, en realidad, son los ocelotes los que regulan la dinámica de la comunidad mesopredadora en los neotrópicos, en lugar de los depredadores mayores como jaguares o pumas y que, cuando los números de ocelotes disminuyen, los números de otros felinos deberían aumentar (De Oliveira et al., 2010). Debido al poco conocimiento que se tiene sobre la ecología y biología de los yaguarundis, se requieren estudios más detallados para poder monitorearlos, tomando en cuenta que las amenazas que enfrenta este felino son cada vez mayores y pueden afectar y reducir dramáticamente sus poblaciones.

Margay (Leopardus wiedii)

El margay es el felino más pequeño del neotrópico y al mismo tiempo uno de los menos conocidos. Habita desde las tierras bajas de México y Centroamérica, pasando por la Amazonía hasta el sur de Brasil y Paraguay (Nowell y Jackson, 1996; De Oliveira et al., 2015). En Ecuador, viven en la Costa, Amazonía y tierras bajas de los Andes, generalmente por debajo de los 900 msnm. (Tirira, 2007). Habitan en bosques primarios y secundarios, y aunque se cree que son menos tolerantes a áreas alteradas que otros felinos, pueden habitar zonas altamente degradadas como plantaciones o sistemas agroforestales que provean suficiente cobertura (De Oliveira et al., 2015).

Los margayes se alimentan de pequeños mamíferos marsupiales, reptiles, frutas e insectos pequeños, aunque otros animales más grandes como conejos o ardillas también pueden ser parte de su dieta. Al ser predominantemente arbóreos, su cuerpo está adaptado para escalar árboles con facilidad. De hecho, el margay es el único felino que está adaptado para descender los troncos de los árboles boca abajo, al poder rotar sus tobillos 180 grados. Tienen pies anchos, tobillos flexibles (Nowell y Jackson, 1996) y una cola considerablemente larga que, al igual que en otros felinos arbóreos, ayuda al balance del cuerpo al escalar, saltar entre ramas o girar bruscamente y cambiar de dirección (Kitchener et al., 2010). A pesar de sus magníficas habilidades para escalar árboles y troncos, los margayes se movilizan y cazan a sus presas en el suelo, subiendo a los árboles sobre todo para descansar (Nowell y Jackson, 1996).

Los margayes no son particularmente comunes en la Amazonía y recientes estimaciones sugieren que, en realidad, no son tan abundantes como se creía, sino que, al contrario, son bastante raros (Payán, 2009). El bajo número de fotografías que hemos obtenido en nuestros muestreos refuerza esta idea, ya que, entre 2005 y 2012, obtuvimos únicamente 11 fotografías de es-

tos gatos. Hay que considerar también que nuestras cámaras se encontraban a 40-50 cm del suelo y, al ser los margayes predominantemente arbóreos, es poco probable que las cámaras los detecten con la misma facilidad que a otras especies que constantemente se mueven en senderos. Sin embargo, registros eventuales en caminatas en senderos dan cuenta de que, a pesar de ser raros, aún pueden verse en los límites de la EBT.

Desgraciadamente, el margay ha sido uno de los felinos más explotados comercialmente, junto con los ocelotes. Se tienen registros de que solo en 1970, más de 140 000 pieles de margay y ocelote fueron exportadas a Estados Unidos. La cacería para el mercado negro y el tráfico de individuos vivos como mascotas aún continúa siendo un problema en muchas áreas (Nowell y Jackson, 1996). La pérdida y fragmentación de hábitat, la construcción de carreteras y la matanza como represalia hacen que el margay se encuentre clasificado como "Casi Amenazado" por la UICN.

Los retos en conservación e investigación de los felinos

La presencia de grandes predadores como los felinos es generalmente un indicador de la salud de los ecosistemas, al ser reguladores de la dinámica de los bosques y agentes limitantes en el crecimiento de poblaciones de otras especies de animales (Ministerio del Ambiente, Ministerio de Vivienda y Desarrollo Territorial y Conservación Internacional, 2010). La ausencia de predadores causa un aumento demográfico de sus presas alterando los patrones de crecimiento y estructuras del bosque (Payan y Soto, 2012).

Los felinos viven en densidades bajas, ya que requieren grandes disponibilidades de presas dentro de su territorio, lo que a su vez hace que requieran enormes extensiones de bosques para sobrevivir (Payán y Soto, 2012). Al proteger grandes extensiones para garantizar la supervivencia de felinos, no solo se asegura su conservación, sino que simultáneamente se protege a otras especies que viven en esos territorios y se mantienen los servicios ambientales que estas áreas naturales proveen al ser humano (Ceballos *et al.*, 2010). A pesar de que los felinos han estado ligados a los seres humanos y a las relaciones de este con el ambiente por miles de años, la mayoría de poblaciones de especies de felinos silvestres se encuentran en declive por culpa del hombre. Algunas especies ya se han extinguido y otras están a punto de hacerlo. La permanencia de los felinos en su ambiente natural está ligada al bienestar humano, por lo que su futuro debe ser un tema de interés global (Ceballos *et al.*, 2010). La desaparición de felinos, y de cualquier especie en realidad, es una pérdida invaluable para la humanidad.

En los últimos años, las iniciativas de conservación han buscado proteger y mantener la funcionalidad de los ecosistemas más amenazados, pero

aún existen grandes vacíos en información que nos permita entender la funcionalidad y dinámica de los procesos biológicos que allí se dan (MAVDT, 2010). Dado que los efectos de la pérdida y fragmentación de hábitat son más evidentes en grandes carnívoros con grandes rangos de acción, la investigación, manejo y conservación de grupos como los felinos es esencial para el entendimiento, protección y ordenamiento de los últimos remanentes de bosques relativamente bien conservados, como Yasuní. La conservación de los felinos implica razones que van más allá de las ecológicas. Estas son también económicas, culturales, emocionales y éticas. Esperamos, a través de nuestras investigaciones, aportar un granito de arena para enfrentar con conocimiento los monumentales retos de conservación que el futuro nos depara.

Agradecimientos:

Obtener las fotografías y videos no es tarea fácil. Se requieren largas jornadas en el campo y mucho tiempo de espera, muchas veces con resultados desalentadores. Sin embargo, gracias al apoyo de todos los trabajadores y voluntarios de la Estación Tiputini las cosas fueron más fáciles. Un agradecimiento particular a Mariano Grefa, Froilán Macanilla, Eduardo Gutiérrez, Juan Pablo Muñoz, Juan de Dios Morales, Charlotte Arthun, Cosima Faludi, Berta Miralles y Daniel Zayonc por su ayuda en el campo.

El apoyo para nuestros estudios fue proporcionado por la National Geographic Society, la Universidad San Francisco de Quito, la Estación de Biodiversidad Tiputini, la Universidad de Missouri-San Luis, Carol Walton Expeditions y la Universidad de Florida. Muchas personas dieron su desinteresada ayuda para fases posteriores del proyecto y un agradecimiento especial va para ellos, en particular para Brandt Ryder, Tony Di Fiore, Terry Erwin, Jennie Berglund Paul Hahn, Chris Paine, Susan McDonald, Ian Thompson, Heather Heying y Maricruz Bustillos. Gracias a Sara Álvarez, Barbara Murk, César Mosquera, Alicia Oriana, Keith Heyward, Darrell Bolger, Larry Gumina, Andrea Osborn, María Álvarez, Alberto Caro, Adolfo Cordero, Anjali Kumar, Andrew Curran, Shawn y Bejat McCracken, Bonnie James, Ben Burnett, Brigid Pain, Fabricio Rodríguez, Felipe Vallejo, David Yunes, Jamie Weber, Joy Collins, Pablo Corral Vega, Melissa Arias, Mary Bustillos, Laura Abondano, Daniel King, Kim Tice, Pía Honne, Rachel Golden, Rob Burton, Santiago Galarza, Scott Dyke, Isabel Crespo, John Kelly, Isabel Fugere, Evan Kuras, Jessie Williamson y Jonathan Suh. Gracias a ellos y a muchísimas otras personas e investigadores que, con su conocimiento y trabajo, nos ayudan en la ardua tarea de generar información sobre la selva para poder entenderla y conservarla.



La diversidad y biología de los murciélagos en la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT)

Christian C. Voigt^{a,b}, Simon J. Ghanem^{a,b}

^aLeibniz Institute for Zoo and Wildlife Research, Berlin, Germany

^aFreie Universität Berlin, Verhaltensbiologie, Berlin, Germany

Dirección de contacto: ccvoigt@googlemail.com

Los murciélagos son el segundo grupo más grande de mamíferos, con más de 1200 especies conocidas en la actualidad para la comunidad científica. En todo el mundo, las regiones tropicales albergan el mayor número de especies de murciélagos, particularmente en Centro y Suramérica (Simmons y Voss, 1998). Sin embargo, estudios moleculares recientes sugieren una riqueza de especies aún mayor para el orden Quiróptera que podría duplicar este estimado (Clare 2011; Clare et al. 2011). El grupo más grande y ecológicamente más diverso en los murciélagos neotropicales es la familia Phyllostomidae; que incluye a más de 180 especies. Los filostómidos cubren varios servicios ecosistémicos fundamentales, como la dispersión de semillas, polinización y la predación de insectos (Ghanem & Voigt 2012), y son de importancia central para los bosques neotropicales. La impresionante diversidad de los murciélagos filostómidos puede ser explicada con frecuencia por la evolución de una nueva morfología del cráneo que permitió a los filostómidos ancestrales incrementar la fuerza de la mordida y consecuentemente poder explotar nuevos recursos como son frutos duros (Dumont et al., 2012). Los murciélagos de la familia Phyllostomidae han sido de particular interés para los investigadores en la

EBT. En este capítulo, hemos escogido algunas preguntas de investigación que han sido estudiadas por los biólogos de murciélagos que trabajan en la EBT. Esta lista está muy lejos de estar completa; sin embargo, puede proveer una revisión corta y completa de los artículos publicados sobre la biología de los murciélagos de la EBT.

¿Cuántos murciélagos habitan en el bosque de la Estación de Biodiversidad Tiputini?

Debido a su biología críptica, determinar el total de la riqueza de especies de murciélagos es técnicamente difícil y consume mucho tiempo en lugares como la Reserva de Biósfera Yasuní. Algunos inventarios previos de la fauna de murciélagos de la provincia de Napo han provisto datos importantes sobre la riqueza de especies en este terreno inexplorado, incluyendo nuevos registros de especies para el Ecuador (Reid *et al.*, 2000). Como un primer paso sistemático para contestar esta pregunta, nosotros monitoreamos la diversidad de murciélagos en los bosques que rodean a la Estación de Biodiversidad Tiputini. Durante un período de dos años de nuestro trabajo de campo, capturamos murciélagos en los diferentes estratos (a la altura del suelo, subdosel y dosel) y de manera repetida en las parcelas de 1 hectárea dentro de un área de 7 km² (Rex *et al.*, 2008). Para poder comparar, también realizamos un muestreo similar al mismo tiempo en una zona de bosque montano (bosque de Bombuscaro (BOM) en el Parque Nacional Podocarpus) y en un bosque tropical bajo en Centroamérica (cerca de la Estación Biológica La Selva (LS) en Costa Rica). La comunidad de murciélagos de LS ha sido estudiada por varias décadas. La riqueza total de especies y la composición taxonómica dentro de este grupo es muy conocida; por lo tanto, lo usamos como referencia para compararlo con la EBT y BOM. Registramos un total de 44 especies de filostómidos en la EBT, 31 filostómidos en LS y 22 en BOM. Usando técnicas estadísticas, estimamos que el total de la riqueza de especies de murciélagos de la familia Phyllostomidae para la EBT era de 58 murciélagos, 39 para LS y 25 especies para BOM (Rex *et al.*, 2008), lo que representa que un tercio de la riqueza de murciélagos filostómidos del planeta existe en un área de apenas 7 km² alrededor de la EBT. Nuestro estudio de la diversidad en LS subestimó la riqueza local total de especies de murciélagos filostómidos en alrededor del 20%, hecho que puede ser atribuido a que muchas especies raras no se logran capturar durante los estudios con redes de neblina. Para determinar el total de la riqueza de especies en BOM y EBT, nosotros asumimos que las especies de filostómidos contribuyen con el mismo porcentaje al total de la fauna local en los tres grupos o comunidades de murciélagos. Siguiendo este razonamiento, estimamos que la riqueza total de la EBT supera las 100 especies. Además, notamos, durante nuestro estudio de campo, que los números o registros de murciélagos se distribuyen de manera igual o equitativa para todas las espe-

cies en la EBT en comparación con el caso de LS o BOM. Es decir, no hay unas pocas especies que sean dominantes en contraste con los ensamblajes o agrupaciones encontradas en hábitat con baja diversidad o con disturbios (Rex et al., 2008). Nuestro trabajo de campo también reveló nuevas especies de la lista de fauna del Ecuador, como *Saccopteryx canescens* entre otros (figura 1). Otras especies de murciélagos han sido encontradas dentro de la Reserva de Biósfera Yasuní en los últimos años, como el caso de *Lophostoma yasuni* que, al parecer, es endémica para el área (Fonseca y Pinto, 2004) y el enigmático *Peropteryx pallidoptera* (Lim et al., 2010), lo que destaca el gran potencial de la Reserva de Biosfera Yasuní (RBY) de ser el hogar de especies nuevas y aún no descritas.

¿Cómo coexisten los animales (murciélagos) en un agrupamiento altamente diverso?

Esta es una de las preguntas centrales en ecología tropical. ¿Cómo es posible que tantas especies compartan el mismo hábitat en los trópicos (por ejemplo 100 especies de murciélagos en la EBT) en comparación, por ejemplo, con las zonas templadas (de 5 a 10 especies en los bosques de Norteamérica)? ¿Están los nichos ecológicos de las especies de murciélagos tropicales distintamente separados en el espacio y el tiempo? En nuestro trabajo, asumimos que la ecología alimentaria es probablemente más relevante en el momento de definir si una especie puede sobrevivir en la Reserva de Biosfera Yasuní. Nosotros usamos medidas indirectas de los hábitos alimentarios de los murciélagos, por ejemplo, determinamos la posición trófica de las especies midiendo isótopos estables del nitrógeno, y estimamos el estrato que usan los murciélagos mediante el análisis de isótopos de carbono. El análisis de los isótopos estables se basó en pequeñas muestras de tejido de la membrana del ala (alrededor de 3 mm²) colectados de murciélagos que fueron capturados. El nitrógeno pesado 15 se incrementa en relación al nitrógeno 14 en los tejidos de los consumidores de un nivel trófico al siguiente, por ejemplo de plantas en la base de la cadena trófica hasta los consumidores que se alimentan de plantas (primer nivel de los consumidores), y de igual modo del primer orden al segundo orden de los consumidores. Por lo tanto, la relación entre el nitrógeno 15 y el nitrógeno 14 indica si un animal está en el primer o segundo nivel de los consumidores, o si es un intermedio. En las plantas, el carbono pesado 13 incrementa en relación con el carbono 12 desde el piso hasta la altura del dosel, debido a la intensa respiración y los bajos niveles de luz en el estrato suelo; y, los procesos físicos del dosel (Voigt, 2010). Ya que los cuerpos de los organismos crecen en base a los carbonos de la dieta, uno puede estimar el estrato usado por los animales del bosque basándonos en la relación del isótopo de carbono estable de algún tejido del consumidor; al menos

para los consumidores del primer nivel¹. Primero, comparamos los isótopos de nitrógeno en especies de murciélagos con datos del análisis convencional de las heces, y encontramos que la dieta de los murciélagos es más flexible de lo que se había anticipado previamente (Rex et al., 2010); por lo tanto, muchos murciélagos están altamente especializados en consumir cierto tipo específico de alimento. Por ejemplo, frutos duros de una sola especie de higuera, o el néctar de flores particulares, y al mismo tiempo también pueden explotar fuentes de alimento alternativas cuando la comida preferida es escasa o el acceso a la misma está restringido debido a la competencia (Rex et al., 2010). Esta estrategia alimenticia ayudaría a los murciélagos neotropicales a poder enfrentar las fluctuaciones impredecibles de los recursos en bosques altamente dinámicos. En segundo lugar, miramos las relaciones entre los isótopos estables de carbono en los tejidos de los murciélagos y encontramos que los filostómidos explotan los recursos alimenticios de todos los estratos verticales del bosque (Rex et al., 2011). Además encontramos que muchos murciélagos frugívoros grandes al parecer llegan al piso entre grandes árboles de donde recogen los frutos. En resumen, basándonos en el análisis de las proporciones de los isótopos estables de carbono, pudimos clasificar a los murciélagos con mayor precisión en consumidores del piso, subdosel y dosel, recalcando que algunas especies están especializadas con respecto al estrato del bosque que seleccionan, pero que la mayoría de especies son más bien oportunistas en cuanto al uso del espacio del bosque (Rex et al., 2011). En un estudio que usó telemetría en dos especies de murciélagos frugívoros de cola corta (género *Carollia*), Bonaccorso y sus colegas (2006) observaron la taza en la cual *C. castanea* y *C. perspicillata* pudieron explotar los mismos recursos alimenticios. El más grande *C. perspicillata* requería menos tiempo para alimentarse de las infrutescencias de una planta del género *Piper* (pimienta) que *C. castanea*; sin embargo, *C. castanea* compensó esto empezando a comer luego de la caída del sol, más temprano que *C. perspicillata*. Este es un buen ejemplo de cómo dos especies ecológicamente similares pueden compartir el mismo hábitat mediante la separación en el tiempo de sus actividades de forrajeo.

En resumen, la especialización en la dieta y el forrajeo en conjunto con la habilidad para explotar recursos alternativos parece ser el mecanismo que promueve la alta diversidad de especies de murciélagos en la RBY. En los párrafos previos, nos hemos enfocado principalmente en factores bióticos, es decir tipos de alimentos de los que dependen los murciélagos. Pero los murciélagos también dependen de factores abióticos como son minerales esenciales que, por lo general, son escasos en los bosques amazónicos. En los

¹ Los autores hacen referencia aquí al hecho de que los isótopos de carbono dentro de un árbol, por ejemplo, son diferentes si este proviene de la base cerca del suelo o de la copa. Al medir qué carbono está presente en el murciélago, se podrá deducir en que nivel o a que altura dentro del bosque se alimentó.

siguientes párrafos, por lo tanto, nos preguntamos sí y cómo los murciélagos frugívoros podrían sacar beneficio de los saladeros.

¿Qué tan relevantes son los saladeros minerales para los murciélagos de la Amazonía occidental?

La geofagia o consumo deliberado de tierra es muy común entre los vertebrados (Krishnamani y Mahaney, 2000) incluyendo muchas aves y mamíferos de la RBY. En la Reserva de Biosfera Yasuní, vertebrados medianos y grandes con dietas en base a plantas con frecuencia acuden a los llamados saladeros (Blake *et al.*, 2011). Aquí nos enfocaremos en un tipo específico de saladero que consiste en una depresión lodosa que es mantenida por herbívoros grandes como pecaríes, venados o tapires con el propósito de consumir el lodo o beber agua enriquecida con dicho lodo (figura 2). Las dos explicaciones más comunes para la geofagia son que los minerales son un suplemento alimenticio o que actúan como un desintoxicante. La hipótesis de que es un suplemento alimenticio asume que los animales comen el lodo por su valor nutricional debido a la necesidad de minerales esenciales². La hipótesis de la desintoxicación argumenta que las dietas basadas en frutas de muchas especies de aves y mamíferos incluyen compuestos vegetales secundarios que son malos para la salud de los animales. El consumo de tierra podría ayudar a bloquear el efecto de estas toxinas dietéticas (Oates, 1978, Voigt *et al.*, 2008).

Es conocido que muchas especies de murciélagos frugívoros visitan los saladeros en la Amazonía occidental (Tuttle, 1974; Voigt *et al.*, 2007; 2008, Bravo *et al.*, 2008; 2010). Los murciélagos capturados en los saladeros pertenecen principalmente a dos subfamilias de los filostómidos, que son Stenodermatinae y Carollinae (figura 1), y son principalmente hembras preñadas o en estado de lactancia (Tuttle, 1974; Voigt *et al.*, 2007; Bravo *et al.*, 2008; 2010). Para comprender por qué las hembras en reproducción activa son las que visitan los saladeros, primero es importante entender la situación fisiológica de los murciélagos consumidores de fruta hembras cuando están preñadas o amamantando a sus crías. Durante la reproducción, las hembras tienen una demanda energética alta, porque ellas paren recién nacidos relativamente grandes, y porque no pueden dejar suelta a la cría antes de que esta haya alcanzado casi el tamaño de un adulto, que es un requisito para que pueda batir las alas y volar. Ya que una dieta basada en frutas es pobre en minerales esenciales, las hembras de murciélagos frugívoros podrían sufrir un estrés nutricional severo. Este estrés nutricional podría ser aún más pronunciado para los murciélagos que viven en las tierras amazónicas que son pobres en nutrien-

² Los seres vivos estamos hechos principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (CHON). Sin embargo, utilizamos otros elementos como sodio, potasio, hierro, magnesio, cloro, flúor, etc., que son imprescindibles para nuestro funcionamiento. A estos minerales que no son CHON se los conoce como minerales o elementos esenciales.

tes (Terborgh, 1992). Por lo tanto, se sugiere que los murciélagos filostómidos visitan los saladeros principalmente con el propósito de suplementar su dieta mineral (Voigt et al., 2007, Bravo et al., 2008; 2010). Los murciélagos también podrían beneficiarse con la geofagia para bloquear compuestos tóxicos secundarios de las frutas en su dieta, particularmente cuando el consumo de fruta se incrementa en momentos de una demanda nutricional alta y cuando el feto en crecimiento es sensible a las toxinas (Voigt et al., 2008). Aquí primero discutimos la visita a los saladeros dentro del contexto de la hipótesis de que es un suplemento alimenticio y luego dentro del contexto de la hipótesis de la desintoxicación.

¿Cómo conservar la riqueza de especies de murciélagos en la EBT?

Dada la importancia de la Reserva de Biosfera Yasuní en el contexto de la biodiversidad global (Bass et al., 2010), es muy importante el desarrollar planes de manejo para la protección de esta área y potencialmente también para el uso sustentable y cuidadoso de sus recursos naturales por parte de los humanos. Aunque hemos pasado varios años estudiando la fauna de murciélagos en la RBY, todavía carecemos de un conocimiento profundo de la biología de muchas especies. Al mismo tiempo, este conocimiento es crucial para entender por ejemplo que tan comunes son ciertas especies o que tan sensibles son las especies de murciélagos a la presión que ejercen los humanos sobre el bosque en la RBY. El estado de conservación de la mayoría de especies de murciélagos en la zona de la EBT con mucha certeza se puede describir como "datos insuficientes", usando la terminología de la UICN³. Sin embargo, nosotros ya sabemos que ciertas especies son especialistas, como el caso de *Centronycteris* (Emballonuridae), y que otras especies como *Carollia* (Phyllostomidae) son más generalistas. Las que son especialistas podrían desaparecer con el incremento en el disturbio de los hábitats y los generalistas pueden sobrevivir. No se ha hecho aún la categorización meticulosa de las especies de murciélagos como generalistas o especialistas, o en peligro, amenazadas, etc., para las más de 100 especies que viven en los bosques de la EBT. En este contexto, es importante recalcar que es probable que se nos haya escapado el registro de algunas especies de murciélagos en nuestros monitoreos anteriores, y que especies endémicas como *Lophostoma yasuni*

³ La UICN es la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Este es un organismo al que están afiliados Estados Soberanos, Agencias Gubernamentales y Organizaciones de la Sociedad Civil y cuenta con aportes de expertos de todos los países para elaborar, entre otras cosas, listas del estado de conservación de las especies que ya han sido identificadas. En cada país existe un panel o grupo de biólogos que trabajan para generar las llamadas listas rojas. Las categorías van desde Extinto, Extinto en estado Silvestre, En peligro crítico de extinción, En peligro de extinción, Vulnerable, Casi amenazada, Preocupación menor y, cuando no se sabe nada, datos insuficientes. Esto quiere decir que se conoce muy poco de la especie y que no se puede emitir un juicio sobre su estado de conservación. La UICN recomienda que a estas especies se las debe tratar al menos como vulnerables.

podrían ser muy vulnerables a cualquier tipo de cambio en el uso del suelo. También los bosques neotropicales son ecosistemas complejos en los que los murciélagos pueden haber construido relaciones muy fuertes entre las plantas y los animales. Estas interconexiones son aún muy poco entendidas. A continuación damos un ejemplo acerca de los lazos inesperados entre la cacería de mamíferos grandes y sus efectos en los murciélagos comedores de frutas; y, potencialmente sobre los efectos en la salud ecosistémica de todo el bosque.

Como dijimos anteriormente, los murciélagos frugívoros dependen mucho de saladeros intactos para suplementar su dieta y desintoxicarse, particularmente durante la reproducción. Nos preguntamos si la cacería de mamíferos grandes reduce la calidad de los saladeros y si la reducción de esta calidad podría afectar los murciélagos comedores de frutas. En efecto, encontramos que los saladeros se afectan por la baja presencia de fauna grande por períodos largos de tiempo, causado por el disturbio del hábitat y la cacería. Sin la presencia de vertebrados grandes como pecaríes o tapires, los saladeros se vuelve inoperantes porque la vegetación retoma el espacio cuando no son mantenidos⁴. Cuando la vegetación retoma el espacio que había estado despejado en los saladeros, estos se vuelven inaccesibles para los murciélagos frugívoros, lo que puede reducir de manera considerable la calidad del hábitat para ellos. Esta pérdida de la calidad del hábitat puede resultar en una reducción de la capacidad de carga⁵ del bosque para las poblaciones de murciélagos, particularmente para las poblaciones de murciélagos frugívoros que están involucrados de manera masiva en la regeneración del bosque (por ejemplo, Gorchoy *et al.*, 1993; Ghanem y Voigt, 2012). En nuestra área de estudio, hemos documentado una baja abundancia de murciélagos en los saladeros que han sido afectados por la presencia humana de cazadores o por desarrollo de infraestructura. En el largo plazo, la baja presencia de murciélagos podría reducir los servicios de dispersión de semillas de los murciélagos frugívoros y consecuentemente impedir la regeneración del bosque, bajar la riqueza de especies y simplificar la composición y estructura del bosque.

Hemos mencionado este ejemplo para recalcar la manera compleja como los animales o las plantas están interconectadas entre sí en los ecosistemas tropicales, y qué tan importante es el conocimiento profundo de la ecología de los organismos de la selva si vamos a formular medidas de conservación apropiadas. Por ende, debería ser de nuestro interés primordial la conservación de puntos calientes de la biodiversidad global como la Reserva de Biosfera Yasuní para las futuras generaciones. Los murciélagos representan

4 Los autores insinúan aquí que, al igual que los humanos mantenemos una propiedad, evitando que las malezas crezcan, los mamíferos grandes mantienen el área de los saladeros despejadas.

5 La capacidad de carga es un medida ecológica que trata de estimar el número total de individuos que pueden vivir en un ecosistema sin que este sufra daños irreversibles.

un modelo interesante de estudio porque son de relevancia fundamental en el funcionamiento de los bosques tropicales. Por lo tanto, es nuestro sincero deseo el que más biólogos sigan nuestros pasos en el estudio de los murciélagos en la EBT y otros lugares en los neotrópicos.

Agradecimientos:

Este capítulo está dedicado al profesor doctor Thomas Kunz, quien nos llevó a la Estación de Biodiversidad Tiputini, y quien sigue siendo una constante fuente de inspiración para continuar con nuestros esfuerzos por conservar la diversidad global de murciélagos. También reconocemos la gran contribución de Katja Rex y Detlev Kelm y otros mastozoólogos de murciélagos de la Universidad de Boston, de manera particular a Benjamin Rinehart y Jamie Bender y sus estudios de los murciélagos de la EBT. Agradecemos a todos los empleados de la EBT y la Universidad San Francisco de Quito por su apoyo en nuestros estudios. También agradecemos a las autoridades del Ecuador por darnos los permisos para llevar a cabo esta investigación y a la gente de Ecuador por su hospitalidad y apoyo.



Estudios ecológicos, evolutivos y de comportamiento de los saltarines en la Estación de Biodiversidad Tiputini

*Bette A. Loiselle^a, John G. Blake^a, T. Brandt Ryder^b,
Renata Durães^c, Wendy Tori^d, y José Hidalgo^a*

*^aDepartment of Wildlife Ecology and Conservation,
University of Florida, Gainesville.*

*^bSmithsonian Migratory Bird Center,
National Zoological Park, Washington DC,*

*^cDepartment of Ecology and Evolutionary Biology,
Tulane University, New Orleans, Louisiana.*

^dEarlham College, Richmond, Indiana.

Dirección de contacto: john.blake@ufl.edu

Introducción

Los saltarines (Pipridae) son aves relativamente pequeñas y frugívoras que normalmente habitan en los sotobosques de las selvas tropicales desde Centroamérica hasta la mayor parte de Sudamérica. Una o más especies de saltarines están entre las especies más comunes en estos tipos de bosque (Blake, 2007; Blake y Loiselle, 2008). Los saltarines generalmente se caracterizan por su muy marcado dimorfismo sexual (los machos poseen colores

muy brillantes mientras que las hembras son típicamente de un color verde oscuro), cortejos sexuales muy elaborados y un sistema de apareamiento con *leks* en donde los machos se juntan para atraer a las hembras, que crían a su descendencia sin la ayuda de los machos (Snow, 1962; Bradbury, 1981; Prum, 1990; Wiley, 1991). Los saltarines forman un grupo interesante para realizar estudios de ecología, comportamiento y evolución por varias razones. Juegan un rol muy importante en la dinámica del bosque ya que son agentes primarios para la dispersión¹ de muchas plantas (Worthington, 1982; Loiselle y Blake, 1999; Blendinger et al., 2008a). Sus sistemas de reproducción mediante el uso de *leks* proveen muchas oportunidades para formular preguntas sobre comportamiento, tales como la selección de pareja por parte de las hembras, interacciones entre los machos y redes sociales. Los sistemas de *leks* también nos llevan a preguntas sobre procesos evolutivos; por ejemplo, ¿por qué los machos se congregan en un *lek* cuando muy pocos machos logran conseguir pareja y producir descendencia? ¿Cómo se mantiene la variación genética² en vista de que existe una fuerte preferencia reproductiva para pocos machos? ¿Cuál es la importancia relativa de la competencia entre machos y la selección de las hembras para generar la selección sexual?³

Hemos venido estudiando la ecología y comportamiento de los saltarines en la Estación de Biodiversidad Tiputini desde 2001. Nuestro trabajo ha examinado la importancia de los saltarines como dispersores de semillas (Loiselle et al., 2007a; Blendinger et al., 2008b, 2011a, 2011b), la distribución espacial de los *leks* (Ryder et al., 2006; Loiselle et al., 2007b), y comportamiento reproductivo, tanto desde la perspectiva de los machos como de las hembras (Loiselle et al., 2007c; Durães et al., 2007; 2008; Ryder et al., 2008a; 2009; 2010; Hidalgo et al., 2008). Varios aspectos del comportamiento y éxito reproductivo han sido el principal foco de nuestra investigación. Hemos venido investigando los factores que influyen el sesgo reproductivo para seis especies de saltarines que varían en comportamiento dentro del *lek*, así como también su organización social y espacial. Además, las hembras de estas especies varían en su ecología espacial y movimientos, por que se cree que esto

1 La dispersión aquí se refiere a que las aves, al comer los frutos, no dañan las semillas y estas pasan por el tracto digestivo sin sufrir daño. Cuando el ave defeca, las heces contienen las semillas que por efecto del desplazamiento del ave pueden viajar lejos de la planta que las generó.

2 La variación genética se refiere a que cada individuo de una especie posee una cierta variación de alelos (variaciones de los genes) y cuando solo unos pocos individuos se reproducen, solo esos genes se pasarán a las futuras generaciones por lo que la variación total de la población se pierde o se vuelve homogénea. Ver heterocigocidad en el glosario.

3 La selección sexual es un mecanismo evolutivo que se basa en que solo ciertos individuos logran llegar a la reproducción porque poseen ciertas características que les permite reproducirse con más frecuencia que otros miembros de la misma especie.

influencia su habilidad para conseguir y seleccionar machos de alta calidad.⁴ En este capítulo exponemos las bases para el estudio de este sistema, hacemos una revisión breve de los métodos que hemos usado en nuestros estudios y resumimos algunos resultados encontrados hasta la fecha.

Sistemas reproductivos basados en leks

La formación de *leks* ocurre en varios grupos de animales, lo que sugeriría que ciertas reglas generales podrían haber guiado el origen evolutivo independiente múltiple de este tipo de sistemas reproductivos. Aunque existe una variación considerable, los *leks* se caracterizan por: 1) agrupamiento de machos en una zona de despliegue de comportamientos que, por lo general, está en ubicaciones tradicionales; 2) la falta de asociación entre machos y hembras luego de la cópula. Las hembras visitan los *leks* solo para reproducirse, ya que ellas crían a su descendencia en otros lugares sin la asistencia o ayuda del macho. Por lo tanto, los *leks* ofrecen un sistema ideal para investigar preguntas relacionadas con la selección sexual, ya que los machos solo contribuyen con sus gametos. Los *leks* han captado la atención de los biólogos interesados por la evolución desde los tiempos de Darwin debido a la gran disparidad del éxito reproductivo de los machos (es decir, el sesgo reproductivo) que está asociado con frecuencia a este método (McDonald, 1989; Wiley, 1991; Alatalo et al., 1992; Höglund y Alatalo, 1995; Mackenzie et al., 1995); y de ahí las oportunidades para llegar a la selección sexual. Los machos de especies que usan los *leks* se caracterizan por poseer adornos elaborados (por ejemplo, la cola de los pavos reales, *Pavo cristatus*), despliegues complejos (por ejemplo, bailes coordinados por parte de los machos), u otros comportamientos rituales costosos (por ejemplo, los pájaros *bower*⁵ de Australia y países vecinos que adornan los nidos con objetos brillantes). El sesgo reproductivo o la variación reproductiva es considerada una propiedad importante del sistema reproductivo porque influencia al estructura genética de la población.

Nuestro trabajo se enfoca en una serie de preguntas relacionadas con la evolución ecológica del sistema reproductivo basado en *leks* y el sesgo reproductivo de los machos (es decir la variación en su éxito reproductivo). La pregunta central relacionada con cómo evolucionaron los *leks* es: ¿qué condiciones hicieron que los machos se agreguen en un espacio y así limitar su contribución reproductiva en relación a una transferencia simple de sus gametos?

4 En la selección sexual, se esperaría que el miembro que selecciona a la pareja de alguna manera está escogiendo a machos que tienen una o más características que los hace mejores que sus competidores, por ejemplo, más fuertes, mejores consiguiendo alimento, mejores escapando de sus predadores, entre otros.

5 No existe un nombre en español para estos pájaros que son únicos de Australia, y Papua Nueva Guinea. Se parecen un poco a un garrapatero y lo raro es que adornan sus áreas de cortejo con objetos brillantes. Con la presencia humana, suelen coger pedazos de vidrios, lentejuelas y ¡hasta joyas!

En las aves, los sistemas de *lek* son raros ya que apenas el 6% de las especies se caracterizan por este tipo de comportamiento reproductivo. La mayoría de las aves son monógamos sociales, con los machos que contribuyen de alguna manera en la anidación o actividades de cuidado parental. ¿Por qué los machos se agregan cuando las oportunidades de que un individuo se reproduzca son bajas, lo que es típico de los sistemas de reproducción en *leks*? ¿Bajo qué condiciones de alto sesgo reproductivo debería uno esperar que la competencia entre machos sea alta y lleve a un conflicto? ¿Bajo estas condiciones podría suceder que los machos subordinados estén bajo una presión evolutiva que los lleve a desarrollar estrategias reproductivas alternativas? O, ¿a lo mejor, es el conflicto lo que lleva a la evolución de comportamientos cooperativos de los machos como se observa en algunos sistemas reproductivos de *leks*? Muchas hipótesis se han desarrollado para explicar la evolución del comportamiento de *leks*, pero persiste un constante debate sobre la importancia de estos diferentes factores (ver Bradbury, 1981; Höglund y Alatalo, 1995; Shuster y Wade, 2003). Debido a los múltiples orígenes evolutivos de la reproducción en *leks* en muchos taxones (por ejemplo moscas de la fruta, libélulas, sapos, ungulados, aves canoras y no canoras), no existe una sola hipótesis para explicar la evolución de los sistemas reproductivos en *leks* que pueda llegar a convertirse en una teoría única. Al contrario, la reproducción en *leks* posiblemente haya evolucionado como resultado de contextos específicos en lo ambiental y lo histórico.

Para poder entender los sistemas reproductivos, debemos enfocarnos en la aptitud⁶ de los individuos. En los sistemas reproductivos de *leks*, la variación reproductiva en el éxito de encontrar pareja de los machos ha sido ligada a un único factor más importante de la aptitud. Sin embargo, es necesario aclarar que el sesgo reproductivo de los machos puede variar de manera marcada entre especies que utilizan los *leks* como mecanismo reproductivo incluso dentro de mismo tipo de hábitat (este estudio); lo que sugeriría que los procesos que llevan al surgimiento de comportamientos reproductivos y los resultados de los mismos podrían ser muy complejos. Para responder a la pregunta de por qué los machos se agregan incluso cuando las probabilidades de un éxito reproductivo están sesgadas, se han planteado dos hipótesis básicas que son: 1) los machos van a los *leks* para ganar experiencia, y eventualmente, poder moverse en el orden de su posición jerárquica⁷, lo

6 La palabra aptitud es la mejor traducción para fitness que, en evolución, se refiere a la posibilidad de que un individuo sobreviva y deje descendencia fértil. La aptitud representa el resultado de haber respondido de manera favorable a la selección natural. Si un individuo sobrevive, pero no deja descendencia, no es considerado apto y, por lo tanto, se extingue.

7 Las especies que son sociales siempre van a tener un sistema de jerarquías con un macho o una hembra que domina el grupo. En la naturaleza estas posiciones no duran mucho y son reemplazadas por un individuo más joven, más fuerte o incluso en los primates, puede ser solamente más inteligente.

que proveería de oportunidades para poder reproducirse; o 2) los machos se unen a *leks* donde hay machos que son emparentados; así, al ayudar a los machos que son sus parientes, ellos (los machos que se unen al *lek*) ganarían una aptitud reproductiva indirecta⁸. En el caso anterior, los machos deberían vivir lo suficiente o debería haber una tasa de reemplazo frecuente que les permita moverse a las posiciones superiores y llegar a una posición más alta, de tal manera de que esta estrategia reproductiva tiene una ventaja al ver el promedio. En el segundo caso, no existe un límite a la longevidad o la tasa de reemplazo, aunque uno debería esperar que exista una estabilidad relativa de los individuos en jerarquías altas. Hemos analizado estas dos hipótesis en nuestro trabajo en Tiputini y hemos encontrado que las interacciones sociales de los machos en los *leks* sí podrían tener un rol clave en la forma cómo se permite que un macho suba de rango en la jerarquía, pero al mismo tiempo (Ryder *et al.*, 2008b; 2009), el estar emparentados no tiene un rol importante, ya que los machos de un *lek* no tienen un lazo familiar más allá de lo que se esperaría por el azar (Loiselle *et al.*, 2007c). Además nos hemos preguntado por qué ciertos machos tienen más crías que otros y hemos explorado qué factores pueden contribuir a la variación observada en el sesgo reproductivo de los machos entre las especies de saltarines (es decir ¿por qué un número relativamente pequeño de machos tiene más hijos en algunas especies, mientras que relativamente más machos tienen hijos en otras especies?). Las bases para dichas diferencias residen en factores que afectan la competencia entre machos y la selección de machos por parte de las hembras, dos mecanismos que son parte de la selección sexual.

MÉTODOS Y ESPECIES

Establecimos dos parcelas de 100 ha (1 x1 km cada una) en un bosque de *terra firme* durante 2001; estas parcelas son los lugares principales de nuestro estudio. Las dos parcelas están cuadrículadas (con líneas de 100 x 200 m) y marcadas. La parcela Harpía tiene un relieve que varía entre 201 y 233 msnm y se caracteriza por un bosque más colinado, mientras que la parcela Puma tiene menos relieve con una elevación que varía entre 209 y 235 msnm⁹. Se han capturado los saltarines usando redes de neblina durante períodos largos de estudio en un esfuerzo por capturar a todos los machos presentes. Todos los individuos fueron marcados con anillos de aluminio para las patas y con una combinación única de bandas de colores, de tal modo que pudiésemos

8 La aptitud indirecta sería que, al ser parientes, no importa si no son mis propios genes los que pasan a otra generación, sino son los genes de la familia. Esta teoría ha sido revisada en muchos casos, pues sería una forma importante de poder explicar el altruismo, es decir la cualidad que nosotros admiramos en las personas que dan algo sin esperar nada a cambio.

9 A pesar de que el rango de las alturas es similar entre las dos parcelas, lo que los autores explican es que Harpía tiene más colinas y más quebradas que Puma.

mos identificarlos individualmente. Se tomaron pequeñas muestras de sangre de todos los individuos para realizar estudios genéticos¹⁰ que nos permitan determinar la consanguinidad y así determinar el grado de parentesco de los individuos en un *lek*.

Las principales especies estudiadas incluyeron a los saltarines Dorsiazul (*Chiroxiphia pareola*), Lomiazul (*Lepidothrix coronata*), Coroniblanco (*Pipra pipra*), y Cola de alambre (*Pipra filicauda*). Información más limitada se ha obtenido para los saltarines Capuchidorado (*Pipra erythrocephala*), y Rayado (*Machaeropterus regulus*). Hasta la fecha, nuestro mayor esfuerzo se ha enfocado en las cuatro primeras especies. Los saltarines muestran una variación intra e inter específica¹¹ en el tamaño del *lek*, interacciones entre machos y el tamaño de los territorios de las hembras. Hemos medido factores como número de machos (para el tamaño del *lek*), parentesco genético de los machos dentro de un *lek*, distancias entre las zonas de despliegue para los machos dentro de un *lek*, existencia y estabilidad de jerarquías dominadas por un macho (y las redes sociales), el número y la distancia entre *leks* dentro de una población y la ecología espacial de las hembras. Los *leks* de todas las especies de saltarines fueron mapeados dentro de las parcelas y los territorios de cada macho para las cuatro especies focales han sido monitoreados desde 2003 o 2004. Además de las observaciones directas, usamos técnicas de genética molecular para responder a preguntas relacionadas con la aptitud de los machos y la preferencia de las hembras por un macho en particular. Las técnicas moleculares nos permitieron integrar los componentes del sistema reproductivo con datos de la estructura genética de la población. La integración de los estudios moleculares, de comportamiento y ecológicos nos dio un marco muy sólido para responder preguntas evolutivas acerca del sesgo reproductivo, teorías de la historia natural, y los intercambios entre conflicto y cooperación en los sistemas de apareamiento en *leks*.

Las especies estudiadas viven en las dos parcelas, tienen requisitos ecológicos similares, y muy a menudo cohabitan dentro de pequeñísimas escalas espaciales. Los saltarines se alimentan principalmente de frutas, aunque también pueden consumir insectos, especialmente cuando las hembras están alimentando a los polluelos (observación personal). Al comparar las dietas de las diferentes especies de saltarines, estas se sobreponen en alto grado, lo que refleja también un solapamiento¹² del uso del hábitat, especialmente por

10 En los estudios de animales y plantas, es muy común utilizar la información genética para determinar parentesco, similitud y relaciones similares. Actualmente es la información genética la única manera de diferenciar especies nuevas sobre la base del porcentaje de ADN compartido.

11 *Intra* se refiere entre individuos de una misma especie e *inter* se refiere entre especies diferentes.

12 La palabra solapar quiere decir que dos o más especies diferentes están compartiendo los mismos tipos de comida.

parte de las hembras (Loiselle et al., 2007a). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el consumo de frutos entre los sexos o las especies, a pesar de que la ubicación de los *leks* de los machos generalmente estaba separada ambientalmente basándonos en los rasgos topográficos (ver más adelante). Consecuentemente, la mayoría de saltarines comparten ambientes similares en relación al forrajeo, y por lo tanto, las diferencias en el uso espacial del ambiente podrían ser mejor explicadas por requisitos reproductivos, tales como despliegue de los machos o estrategias de búsqueda de machos por las hembras. El tratar de entender cómo las hembras varían sus estrategias para encontrar machos y las implicaciones en relación a la selección sexual es uno de los principales objetivos de nuestro trabajo a futuro.

Resultados y discusión

¿Por qué los machos forman *leks*?

La definición de un *lek* es la congregación de machos en un espacio y se presume que los machos lo forman porque sus probabilidades de reproducción son mayores en el *lek* en relación con machos que hacen sus despliegues en lugares solitarios o en su territorio. Se han propuesto varias hipótesis para explicar la evolución de los *leks*, con diferentes resultados en los patrones de la ubicación de los *leks* (es decir la distribución espacial de los *leks*) y su estructura. En la hipótesis del "guapo", un macho en particular es especialmente "atractivo" para las hembras, y los otros machos tienden a agregarse cerca de los machos que son particularmente más exitosos (Hovi et al., 1997). La estructura y ubicación del *lek* bajo esta hipótesis está influenciada por las interacciones entre machos, y se esperaría muy poco o ningún solapamiento interespecífico o la agregación de sitios con *leks*. La hipótesis del "sitio caliente", en contraste, dice que ciertos sitios son particularmente atractivos para las hembras (están cerca de los recursos), o factores ambientales llevan a las hembras a lugares similares, y los machos tienden a agregarse en zonas donde hay más hembras (Bradbury y Gibson, 1983). Por consiguiente, bajo esta hipótesis, la distribución de las hembras y sus movimientos son la fuerza primaria de la estructura y ubicación del *lek*.

La distribución geográfica y las características ambientales de los *leks* observados fueron inconsistentes con la hipótesis del "sitio caliente" para la evolución de los *leks*. Ya que las hembras de los saltarines se solapan altamente en el uso del hábitat y tienen una dieta de frutos muy similar, uno esperaría que los *leks* de diferentes especies de saltarines deberían solaparse espacialmente para que ocurran en lugares donde la actividad de las hembras sea alta. En general, encontramos muy poco solapamiento geográfico entre los *leks*, y la distribución geográfica de los *leks* entre heteroespecíficos se acopla más a

una distribución regular que a un patrón agregado. Además, al examinar los datos entre especies para la hipótesis del “sitio caliente” para *Lepidothrix coronata* y *Pipra pipra*, encontramos que los machos no se agregan cerca de las áreas de alta abundancia o actividad de las hembras (Durães et al., 2007; Tori, Hogle y Schmidt, datos sin publicar). Los *leks* de tres especies estudiadas, sin embargo, tendieron a estar localizadas en ambientes del bosque que son ricos en frutos (Ryder et al., 2006), pero esto pudo ser consecuencia de la ubicación de los *leks* (alto depósito de semillas de plantas que fructifican cerca de los *leks* antes que las plantas lejanas) más que una causa de producción de *leks*. También encontramos que las condiciones ambientales de los *leks* varían entre especies con relación a la elevación y la topografía, lo que sugiere que existe una diferenciación en la selección de lugares para *leks* entre los saltarines. Los *leks* de ciertas especies ocurrían con más frecuencia en la cima de lomas o la parte alta de quebradas (como en, *Machaeropterus regulus*, *Pipra erythrocephala*), zonas relativamente planas cerca de riachuelos (como en *Chiroxiphia pareola*), o en bosques inundados estacionalmente (como en *Pipra filicauda*). Esta separación ambiental en el espacio puede estar influenciada por claves sensoriales relacionadas con las actividades de despliegue de los machos. Estos ambientes, debido a condiciones particulares en la luminosidad, arquitectura de las plantas o la estructura vegetal, podrían servir para aumentar las señales auditivas y visuales de los despliegues de los machos hacia las hembras. Por otro lado, aunque esto no sea mutuamente excluyente, estas diferencias en los ambientes de los *leks* entre especies podrían reflejar mecanismos que refuerzan el aislamiento reproductivo entre especies y limitan la hibridación. (Nótese sin embargo, que estas especies ocurren en clados diferentes dentro de la filogenia de los saltarines y, entre estas, ninguna conforma especies hermanas. La producción de híbridos, hasta donde sabemos, no ha sido observada en la naturaleza, pero hemos observado a machos de una especie haciendo despliegues cuando hembras de otra especie estaban dentro o cerca de su percha de despliegue)¹³.

Nosotros no pudimos probar de manera directa la hipótesis del “guapo” para la evolución de los *leks*, que sugiere que los machos se agregan alrededor de machos que son particularmente más exitosos. Para apoyar esta hipótesis se requeriría que los machos tengan características diferentes que sean atractivas para las hembras, lo que es el caso de todas las especies de saltarines examinadas (ver abajo). Esta hipótesis no necesariamente predice la dispersión espacial de los *leks* en el ambiente con relación a la actividad

13 Cuando dos especies son muy cercanas, es decir que están en un mismo clado y son hermanas, el cruce entre estas es común y se llama hibridación. Los híbridos son fértiles. Se cree que las especies han evolucionado reforzando mecanismos que las separan de alguna manera para evitar la hibridación. En las aves, estos mecanismos pueden ser el canto, diferencias en colores o rituales de apareamiento. La percha de despliegue aquí se refiere a la rama donde está posado el macho y desde donde “baila” o hace su despliegue de cortejo.

de las hembras, como lo hace la hipótesis del "sitio caliente", aunque si sugeriría que la ubicación de los leks está limitada por la presencia de machos "guapos", lo que aquí se definiría como machos que con su presencia incrementan el éxito reproductivo de otros machos. Usando leks ubicados al azar, encontramos evidencia de que los ambientes de estos estarían limitados y, por lo tanto, los machos que requieren de ciertos tipos de ambientes para sus despliegues están limitados por la disponibilidad de dichos hábitats. En efecto, encontramos que la limitación aparente para la distribución de los leks es consistente con los niveles observados en la abundancia de las poblaciones en las dos parcelas. Dichos límites ambientales pueden restringir la ubicación de los leks y su tamaño. Este descubrimiento no necesariamente rechaza la hipótesis del "guapo", pero si sugiere que, si la agrupación alrededor de un macho "guapo" explica la evolución de los leks, otros factores están operando y afectan donde dichos machos se ubican en el ambiente. Ver las publicaciones de Ryder et al. (2006) y Loiselle et al. (2007b) para una mayor discusión de la ecología espacial de los leks.

¿Por qué unos machos son más exitosos que otros?

Los sistemas de reproducción en leks se caracterizan con frecuencia por la variación en el éxito reproductivo de los machos, en cuyo caso ciertos machos son más exitosos que otros al momento de producir más crías. Sin embargo, hasta la fecha no sabemos con exactitud cuál es el rango de esta variación entre los machos exitosos y los que no logran reproducirse o se reproducen poco. Este problema persiste tanto para saber el grado de variación entre miembros de una misma especie, como entre especies que usan los leks. El poder entender como funciona el éxito reproductivo de los machos de una manera comparativa entre especies emparentadas cercanamente es importante, ya que refleja la variación interespecífica¹⁴ en relación con las oportunidades de la selección sexual (Arnold y Wade, 1984; Shuster y Wade, 2003). Se espera que la selección sexual sea más fuerte entre especies que tengan diferencias marcadas entre los machos que sí llegan a producir crías, que entre los machos que presentan diferencias menores. En aquellas especies, podríamos esperar ver conductas de cortejo o adornos más elaborados, un incremento en los conflictos macho-macho o cooperación (ver más adelante) y una mayor discriminación en la selección de los machos por las hembras. En este estudio, hemos encontrado que el éxito reproductivo de los saltarines machos, basado en análisis moleculares de la paternidad y en observaciones de su comportamiento, varió entre las cuatro especies examinadas (Trail y Adams, 1989; Loiselle et al., 2007c; Ryder et al., 2008; 2009; 2010). Las diferencias en

¹⁴ La variación interespecífica es la que hace que siendo miembro de una misma especie, tengamos formas diferentes. Pensemos en los humanos que todos somos de la misma especie, pero no nos vemos iguales porque tenemos diferente color de piel, de pelo, forma de los rasgos físicos, estatura, tamaño del pie, etc.

el éxito reproductivo de los machos se incrementaron en el siguiente orden: *L. coronata*, *P. pipra*, *P. filicauda*, *C. pareola*. Estos patrones observados en la distribución del éxito reproductivo de los machos entre las especies refleja lo que sabemos acerca de sus despliegues y el grado de sus conductas de cooperación; y aparentemente, en el contexto en el que la hembras deciden o hacen un selección de pareja (ver más adelante).

¿Porqué unos machos son más exitosos produciendo crías que otros?

Parte de la respuesta a esta pregunta reside en aspectos relacionados con los gustos de las hembras, pero la respuesta también tiene que ver con los resultados de las interacciones entre machos. Aunque aún no se ha cuantificado el grado de variación de esta conducta, sabemos que algunos machos no establecen territorios para sus despliegues de cortejo, y que, al parecer, constituyen una población "flotante". La territorialidad en estas especies, cuando se la ha medido, parece estar relacionada a la calidad de los machos, ya que los machos que tienen territorios para sus cortejos en *P. pipra* y *P. filicauda* tienen una mayor diversidad genética (es decir mayores niveles de heterocigocidad) que los machos que no tienen estos territorios. Ya que las hembras sólo se reproducen con machos que tienen territorios, algunos machos quedan excluidos de la oportunidad de reproducirse, al parecer por efecto de una competencia entre machos. En *L. coronata*, los machos que consiguen un *lek* más grande (es decir donde hay más machos presentes) tienen una mayor heterocigocidad, que los machos que tienen *leks* más pequeños. Se ha sugerido como hipótesis que los *leks* más grandes atraen a más hembras, y por lo tanto, se espera que los machos en estos *leks* tengan una mayor aptitud en promedio. Si las hembras en verdad prefieren los *leks* más grandes, entonces, la competencia entre machos decidirá qué machos estarán disponibles para la selección que hacen las hembras.

En todas las especies, las hembras son "selectivas" y escogen a sus parejas sobre la base de sus atributos. Cuando se lo ha medido, los aspectos relacionados con los atributos de los despliegues de cortejo (como tasa de canto, tasa de despliegue, etc.) fueron los que predijeron la selección por parte de las hembras. Esto se mide de acuerdo a los análisis de paternidad o las observaciones de comportamiento (como visitas de las hembras) (Tori, 2008; Durães, 2009; Durães et al., 2009; Ryder et al. 2010). Hubo muy poca evidencia que sugiera que las hembras seleccionan a los machos sobre la base de sus características genéticas, excepto en *P. filicauda* donde se encontró que los machos con territorio que produjeron crías eran más heterocigotos que los machos territoriales que no produjeron crías (Ryder et al., 2009) Estos

resultados son consistentes con el modelo Fisherian¹⁵ de selección sexual en el que las hembras discriminan muy predeciblemente a los machos basándose en sus atributos o características. Si esta es la hipótesis que prevalece, entonces las crías de dichos machos también tendrán las características que los volverán atractivos a las hembras ("hijo sexy") y las crías hembras heredarán las habilidades discriminatorias de sus madres. No tenemos aún datos para poner a prueba este modelo de selección sexual, pero el hecho de que nuestro proyecto es de largo plazo nos podría permitir hacerlo más adelante, ya que continuaremos monitoreando la población y sus resultados reproductivos.

Si las hembras de todas las especies son selectivas, entonces ¿porqué encontramos diferencias en el grado de inequidad entre el éxito reproductivo de los machos entre especies? Creemos que la clave para este dilema está relacionada con la ecología espacial de las hembras. A pesar de que comparten dietas similares y hay un solapamiento en el uso del hábitat, el tamaño del territorio de las hembras varía casi hasta en un incremento por 10 entre las hembras de los saltarines. Hemos propuesto la hipótesis de que esto es un reflejo de las diferencias en las estrategias de búsqueda de machos por parte de las hembras, en lugar de comportamientos o la ecología relacionada con actividades no reproductivas. Las hembras con territorios más extensos, comparados con la dispersión equivalente de los *leks* de los machos, pueden "chequear" a más machos en su población antes de tomar una decisión de a qué pareja escogen. Por lo tanto, si las hembras consistentemente escogen a machos con ciertas características, como parece ser el caso del sistema que hemos estudiado, las hembras con territorios más grandes deberían seleccionar proporcionalmente a pocos machos dentro de la población (es decir los machos "más atractivos"), que las hembras con territorios más pequeños. Como consecuencia, el sesgo reproductivo de los machos debería ser muy alto en estas especies. Cuando incorporamos la dispersión espacial de los *leks* en el ambiente con las medidas del tamaño de territorio de las hembras, encontramos una coincidencia perfecta entre las estimaciones de la proporción de machos en la población que cualquier hembra podría visitar y las inequidades en el éxito reproductivo de los machos (mientras más machos son visitados potencialmente, existe mayor inequidad entre los machos). Estamos actualmente desarrollando estudios para cuantificar los comportamientos individuales de las hembras en su búsqueda de machos, sobre la base de nuevas tecnologías con sensores para comprobar nuestras suposiciones.

El incremento del sesgo reproductivo de los machos, bajo la influencia de la selección de las hembras, da como resultado más oportunidades para

15 Es el nombre de un tipo de modelo que serviría para explicar la selección sexual basada en la selección que hacen las hembras de cualquier especie.

una fuerte selección sexual, y el potencial para el conflicto entre machos debido a las oportunidades de reproducción es limitado. Las teorías evolutivas actuales sugieren que los comportamientos cooperativos pueden generarse del conflicto. En los saltarines, muy rara vez se observa el comportamiento agresivo entre machos, incluso en aquellas especies en las que la inequidad reproductiva es la más alta. En contraste, hemos encontrado que las interacciones sociales entre machos (como el caso de despliegues coordinados, asociaciones entre machos de largo plazo) parecen más desarrolladas en especies donde hay un sesgo reproductivo entre los machos, y el potencial para conflictos entre machos es bien alto en nuestro sistema (el caso de *P. filicauda*, *C. pareola*). Se ha encontrado que este comportamiento cooperativo entre machos, que da como resultado la formación de una red social, influencia de manera inmediata el éxito reproductivo del macho y el potencial futuro de éxito reproductivo (por medio del ascenso en la jerarquía social, la conquista del territorio o el estatus de alfa¹⁶) en el estudio de nuestras especies y sus parientes (DuVal, 2007a; 2007b; 2007c; McDonald, 2007; Ryder *et al.*, 2010). Este descubrimiento refuerza la teoría evolutiva de que la cooperación entre los machos de los saltarines pudo haber surgido por el conflicto.

Resumen

Los saltarines sirven como excelentes modelos para estudios ecológicos, de comportamiento y evolución. Sus sistemas reproductivos en *leks* conjuntamente con la considerable variación de despliegues de los machos, interacciones sociales, características de los *leks* y las diferencias en la ecología espacial de las hembras proveen de un fascinante marco comparativo en el que se pueden poner a prueba hipótesis sobre la selección sexual. Además, al ser los saltarines consumidores de frutos, juegan roles ecológicos clave en la regeneración del bosque, ya que son dispersores primarios de semillas. Consecuentemente, los saltarines contribuyen de manera esencial al funcionamiento del ecosistema en los bosques tropicales, donde la mayoría de plantas dependen de los animales para la dispersión de sus semillas. Nuestros estudios y los de nuestros colegas que están trabajando con saltarines a lo largo de los neotrópicos han empezado a develar las complejidades ecológicas y evolutivas que ha moldeado el comportamiento de estos carismáticos habitantes de los bosques tropicales. Hay mucho que aprender acerca de lo que los saltarines pueden decirnos sobre la selección sexual y la evolución de los sistemas reproductivos en *leks*. Además tenemos mucho que aprender sobre la importancia de los saltarines en relación con las poblaciones de plantas y el mantenimiento de su función como dispersores de semillas.

16 Cuando existen jerarquías en las especies, el macho o la hembra líder se denomina alfa.

Agradecimientos

Agradecemos a las numerosas personas que nos han asistido en la colección de datos de campo para este proyecto: F. Narváez, S. Frey, K. Hiser, B. Kensinger, U. Valdez, J. Grefa, J. Klavins, M. Euaparadorn, J. D. Wolfe, y M. Stake. WPT agradece de manera especial a J. Hogle y K. Schmidt de Earlham College. Estamos en deuda con K. Haldert y C. Rettke por su conocimiento y ayuda en el laboratorio y P.G. Parker por permitirnos realizar el trabajo molecular en su laboratorio. Un agradecimiento especial a D. y C. Romo, K. Swing, J. Guerra, J. Fabara, D. Mosquera y a todos los empleados de la Estación de Biodiversidad Tiputini por su apoyo logístico y en el campo. El financiamiento para nuestros estudios en saltarines fue dado por la National Science Foundation (IBN 0235141, DEB 0304909, IOB 0508189, OISE 0513341), la National Geographic Society (7113-01), y la Universidad de Missouri (IACUC protocol number 5-12-20). Este estudio se condujo bajo el permiso de investigación 13-IC-FAU-DFN del Ministerio del Ambiente del Ecuador. Les agradecemos por permitirnos llevar a cabo nuestras investigaciones en la Estación de Biodiversidad Tiputini.



Anfibios y reptiles de Tiputini: una mirada al lugar con la mayor riqueza de especies del mundo

Diego F. Cisneros-Heredia^a
**^aUniversidad San Francisco de Quito,
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales.**

Dirección de contacto: diego.cisnerosheredia@gmail.com

Sobre la biodiversidad y la ecorregión de Napo

La biodiversidad o diversidad biológica es toda la variedad de formas de vida en la Tierra. Las especies de plantas, animales y microorganismos, la enorme diversidad de genes en esas especies y los diferentes ecosistemas del planeta son parte de la diversidad biológica. La biodiversidad que actualmente observamos en el planeta es el resultado de casi 3500 millones de años de evolución. Los bosques tropicales tienen la mayor biodiversidad entre todos los ecosistemas del mundo, con hasta dos tercios de todas las especies del planeta habitando allí (Whitmore, 1998; Myers, 1984; Myers et al., 2000). La Amazonía es el bosque tropical más grande del planeta, con aproximadamente 5,8 millones de km², y mantiene una de las comunidades con mayor biodiversidad para flora y fauna (Lynch, 1979; Gentry, 1982; Salati y Vose, 1984; Myers, 1984; Whitmore, 1996; Tuomisto et al., 1995; Dirzo y Raven, 2003; Soares-Filho et al., 2006).

La ecorregión de Napo es una de las áreas más biodiversas de la Amazonía (Myers, 1988; Myers et al., 2000; Mittermeier et al., 1998; Olson y Dinerstein, 1998). Esta ecorregión está centrada en la cuenca alta del río Napo y está geopolíticamente dividida entre Colombia, Ecuador y Perú. La ubicación de esta ecorregión es, en gran medida, responsable de su alta biodiversidad, ya que se encuentra al flanco oriental de la Cordillera de los Andes y sobre la línea Ecuatorial. Dentro de esta ecorregión, 16 820 km² forman parte de la Reserva de la Biosfera Yasuní, una de las mayores extensiones forestales con bosque intacto, de las cuales el 58% está oficialmente protegido como el Parque Nacional Yasuní, la mayor área protegida ecuatoriana (Dinerstein et al., 1995).

La Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Yasuní, separada del Parque Nacional Yasuní por el río Tiputini. Uno de los sitios más prístinos de la Amazonía ecuatoriana, Tiputini no ha sido mayormente afectado por las presiones humanas (los asentamientos humanos más cercanos son pequeñas comunidades indígenas Waorani a más de 20 km de distancia). La EBT se encuentra ubicada en la provincia de Orellana, a aproximadamente 280 km EsteSurEste desde la capital Quito, en el Ecuador amazónico (0°38'17"S, 76°09'01"W, coordenadas del muelle de la estación; 190–270 msnm). Esta estación de investigación es administrada por la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), la primera universidad privada de artes liberales ecuatorianas, y fue establecida como centro de investigación, educación y conservación en 1994 en colaboración con la Universidad de Boston.

La EBT conserva una extensión de 6,5 km² de bosques tropicales antiguos (de acuerdo a Holdridge et al., 1971) con una altura de copa de 20-40 m (Nabe-Nielsen, 2001). La vegetación es una combinación de bosques primarios, incluyendo bosques siempreverdes de tierras bajas (también llamados de terra firme, debido a que son colinados y no se inundan, los cuales cubren la mayor parte de la EBT), bosques siempreverdes de tierras bajas inundados por aguas blancas y bosques de tierras bajas inundados por aguas negras (también llamados de várzea e igapó, respectivamente, que cubren estrechas áreas a lo largo del río, corrientes, y un pequeño lago), moretales (pantanos dominados por la palma *Mauritia flexuosa*) y otros pequeños humedales a lo largo del río. La EBT tiene una gran biodiversidad, con aproximadamente más de 300 especies de árboles (≥ 10 cm de diámetro a la altura del pecho) por hectárea, 39 taxones de palmeras, más de 525 especies de aves, 60 especies de mamíferos no voladores (excluye roedores), incluyendo 17 especies del orden Carnívora y una riqueza estimada de 100 especies de murciélagos (Kreft et al., 2004; Loiselle et al., 2007; Bass et al., 2010). Entre los seres vivos que habitan Tiputini, hay dos grupos que se destacan por la gran cantidad de especies que se encuentran, en comparación con otras regiones de la Amazonía

y, en general, del planeta: los anfibios y los reptiles (colectivamente conocidos como herpetofauna).

Anfibios y reptiles: un breve recorrido

Los anfibios son animales muy particulares entre los vertebrados, pues, a lo largo de su vida, deben pasar por un proceso conocido como la metamorfosis. Los anfibios se reproducen por huevos, los cuales pueden depositar en una variedad de lugares como charcos, riachuelos, hojas, bromelias. Cuando el huevo está listo, eclosiona y nace un renacuajo (o larva acuática) que debe pasar por un proceso de cambio (metamorfosis) para transformarse en un anfibio adulto. Los renacuajos o larvas son conocidos en Ecuador con varios nombres dependiendo de la región, por ejemplo: guillis-guillis, villicos, gusarapos. Hasta el momento, hay más de 7500 especies de anfibios descritos para la ciencia, los cuales están divididos en tres grandes grupos: las cecilias, las salamandras y los anuros. Las cecilias son un grupo de anfibios sin patas que viven en ambientes subterráneos donde se alimentan en especial de lombrices e insectos del suelo, mucha gente las conoce con el nombre de pudridoras porque pueden refugiarse bajo troncos podridos, y les temen por su color violeta o negruzco. Sin embargo, las cecilias no son venenosas. Las salamandras son anfibios con cuatro patas y que mantienen la cola en su estado adulto. En cambio, los anuros pierden la cola cuando son adultos. Los anuros corresponden a los sapos y ranas y, al contrario de la creencia popular, no se les cae la cola, sino que la reabsorben.

Los reptiles son animales cubiertos por escamas que habitan en casi cualquier hábitat, desde los páramos hasta los océanos. Se reproducen en su mayoría por huevos, que en general no reciben cuidado de los padres (aunque hay algunas especies donde sí existe cuidado parental). Los reptiles tienen una diversidad morfológica y ecológica muy grande. Las tortugas incluyen a todos los reptiles que tienen un caparazón desarrollado a partir de sus costillas. Existen tortugas marinas, de agua dulce y terrestres, y todas colocan sus huevos en la tierra, razón por la cual las tortugas de agua dulce y marinas requieren cavar nidos en playas. Los cocodrilos y caimanes son reptiles grandes, semiacuáticos y depredadores que tienen la piel gruesa y cubierta por placas no superpuestas. Los cocodrilos y caimanes son el grupo viviente más cercano a las aves¹. Las serpientes y lagartijas representan el grupo más diverso de reptiles no aviares, caracterizándose todas por poseer una piel delgada tapizada por escamas. Si bien las serpientes parecen muy diferentes de las lagartijas por carecer de patas, párpados y tímpano, de hecho, las serpientes evolucionaron a partir de un grupo de lagartijas hace unos 100 millones de

¹ La cercanía se refiere a que están emparentados biológicamente y que evolucionaron a partir de un ancestro común más recientes que otros grupos similares.

años. Actualmente hay más de 10 mil especies de reptiles no-aviares descritas para la ciencia.

Estudiando los anfibios y reptiles de la Estación de Biodiversidad Tiputini

Empecé a estudiar los anfibios y reptiles de la Estación de Biodiversidad Tiputini en el año de 1997, gracias a la gentil invitación de los directores de la estación. La etapa de muestreo más fuerte fue entre los años 1997 y 2001, cuando, de manera regular, estaba en la estación tres períodos por año, cada uno de alrededor de 21 días. Durante esos años, en cada expedición contaba con la ayuda de al menos dos investigadores asistentes que trabajaban conmigo. Durante esos cuatro años, logré detectar la gran mayoría de anfibios y reptiles de Tiputini, por lo que, desde 2002 hasta 2017, las visitas a Tiputini se volvieron menos intensivas, pero continuaron usualmente 15 días por año.

Dado que los anfibios y reptiles habitan en tantos lugares diferentes dentro de un bosque y tienen estilos de vida tan diferentes, para poder encontrarlos debí aplicar siete diferentes metodologías que estudio tanto durante el día como principalmente durante la noche. Establecí transectos en varios de los senderos que recorren la estación, así como también un transecto de dosel a lo largo de una pasarela de puentes entre los árboles a unos 30 m sobre el suelo del bosque. Así también realicé cuadrantes de hojarasca, coloqué trampas de caída sin cercas, y cavé estanques artificiales de plástico que podían ser utilizados por los anfibios para reproducirse. En 10 puntos específicos de la estación, que no fueron cubiertos por los métodos anteriores, realicé búsquedas visuales, incluyendo una torre de dosel a 45 m sobre el suelo del bosque. Dado que los anfibios tienen larvas acuáticas, revisé todos los humedales naturales de la estación en su búsqueda. En total, los métodos aquí descritos cubrieron 0,06 km², es decir cerca del 9% de los 6,5 km² del área total de la estación (Cisneros-Heredia, 2003; 2015). Si bien esto es una pequeña sección de toda la estación, permitió obtener una clara visión de la gran diversidad de anfibios y reptiles presentes. Todas estas metodologías de investigación especializadas siguieron las sugerencias de Crump y Scott (1994), Heyer *et al.* (1994), Jaeger e Inger (1994), y Lips *et al.* (2001) con modificaciones descritas por Cisneros-Heredia (2003, 2006a, 2006c, 2015).

Los anfibios y reptiles de la EBT registrados durante este estudio han sido reportados previamente por Cisneros-Heredia (2003, 2006a, b, c, 2015) y Bass *et al.*, 2010. Las diferencias entre esas listas de especies y la presentada aquí son resultado de actualizaciones taxonómicas y revisiones de identificaciones en curso (por ejemplo, Cisneros-Heredia, 2006b; Cisneros-Heredia y Reynolds, 2007).

Entonces... ¿cuántos anfibios y reptiles hay en Tiputini?

Las investigaciones en Tiputini revelaron la presencia de al menos 243 especies. Esto demuestra que la riqueza de especies de anfibios y reptiles en la Estación de Biodiversidad Tiputini es la más grande reportada en cualquier localidad específica en el planeta Tierra. De igual manera, Tiputini también tiene el récord mundial de anfibios con 137 especies registradas (incluyendo cuatro especies de cecilias, tres de salamandras y 130 de anuros). En comparación, estudios de anfibios de la Estación Científica Yasuní (y áreas cercanas a lo largo de la carretera Maxus) reportaron 97 taxones de anfibios (Ron, 2011).

Este estudio en la EBT aporta 41 especies adicionales a la herpetofauna de la Reserva de la Biosfera y Parque Nacional Yasuní, lo que representa un aumento del 30% en el número de especies de anfibios conocidos. Lastimosamente no se dispone de informes completos de la diversidad de reptiles del área de Yasuní, siendo este el primer inventario publicado con 106 especies, la mayor diversidad reportada para una sola localidad en Ecuador y una de las más grandes de América, superada solo por localidades amazónicas como Tambopata y Allpahuayo-Mishana.

Las familias de anfibios con mayor número de especies son las ranas arbóreas Hylidae (48 especies), las ranas terrestres Strabomantidae (31 especies), los sapos Bufonidae (13 especies) y las ranas de dedos delgados Lepidodactylidae (12 especies), seguidas de cerca por los miembros del grupo de las ranas venenosas (familias Aromobatidae y Dendrobatidae) con 9 especies. Para los reptiles, las familias de culebras Colubridae (46 especies) y de lagartijas Gymnophthalmidae (10 especies) son las más ricas en especies.

Registramos alrededor de 19 especies de anfibios que eran desconocidas para la ciencia hasta ese momento. Diez de estas especies se han descrito en los últimos años sobre la base de especímenes colectados en Tiputini o en Yasuní (algunas de las cuales he tenido el honor de nombrar):

- Una especie de sapo: *Rhaebo ecuadoriensis* (Mueses-Cisneros, Cisneros-Heredia y McDiarmid, 2012)
- Cinco especies de ranas arbóreas: *Osteocephalus yasuni* (Ron y Pramuk, 1999), *Boana alfaroi* (Caminer y Ron, 2014), *Boana maculateralis* (Caminer y Ron, 2014), *Boana nympa* (Faivovich et al., 2006) y *Dendropsophus shiwiarum* (Ortega-Andrade y Ron, 2013)
- Una especie de rana cohete *Hyloxalus yasuni* (Páez-Vacas, Coloma y Santos, 2010)
- Tres especies de ranas cutín *Pristimantis aureolineatus* (Guayasamín et

al., 2006), *Pristimantis omeviridis* (Ortega-Andrade et al., 2015), *Pristimantis waoranii* (McCracken, Forstner y Dixon, 2007).

Aún faltan por describir al menos tres especies del género de sapos *Rhinella*, una rana arbórea *Boana*, al menos dos especies de ranas cutín *Pristimantis*, y dos especies de salamandras *Bolitoglossa* (Cisneros-Heredia, 2006b; 2006c; 2015; Elmer et al., 2013).

Se registraron nueve especies durante este estudio que no habían sido reportadas antes para Ecuador, incluyendo las ranas *Noblella myrmecoides*, *Pristimantis orcus*, *Pristimantis eurydactylus*, *Pristimantis skydmainos*, *Dendropsophus delarivai*, *Cochranella ritae*, *Rhaebo guttatus*, y la serpiente *Atractus snethlageae* (Bustamante et al., 2005; Cisneros-Heredia, 2006b; 2006c; 2015; Guayasamín et al., 2006; Cisneros-Heredia y Reynolds, 2007; Schargel et al., 2013). Además se encontraron especies muy raras con pocos registros para el país, como las ranas *Gastrotheca longipes*, *Dendropsophus miyatai*, *Cochranella resplendens*, la serpiente *Hydrops martii* o la tortuga de río *Batrachemys heliostemma* (Almendáriz y Cisneros-Heredia, 2005, Cisneros-Heredia, 2005a; 2005b; 2006a).

¿Es Tiputini más diverso que otros sitios?

En comparación con otros sitios amazónicos muy diversificados y bien muestreados (Doan y Arizábal-Arriaga, 2002; Rivera y Soini, 2003; Lynch, 2005; Vagle, 2008; Catenazzi et al., 2013), la riqueza en especies de anuros de la EBT es mayor en todos los casos. Hasta hace dos décadas, el sitio considerado como el más diverso del mundo en anfibios y reptiles era la localidad de Santa Cecilia, en Sucumbíos, Ecuador. Sigüentes estudios en sitios poco estudiados, han sugerido que la mayor diversidad de anfibios y reptiles del mundo se encuentra entre el área de Iquitos o del Manú, ambos en Perú. Sin embargo, al comparar la riqueza local de especies de la EBT, es claro que las diferencias son importantes y que incluso luego de tomar en cuenta sesgos metodológicos, la EBT presenta valores mayores a otros sitios. Por ejemplo, en Santa Cecilia se encontró un número menor de anuros pero mayor de cecilias que en la EBT. Esto se explica fácilmente por la diferencia en las metodologías de muestreo. Los estudios en Santa Cecilia se hicieron en áreas donde se estaba deforestando el bosque y moviendo el suelo con excavadoras (Duellman, 1978). En cambio, en la EBT, no se realizaron muestreos subterráneos intensivos y todas las cecilias fueron encontradas durante las épocas con altas lluvias. Por lo tanto, se esperaría que más especies de cecilias estén presentes en la EBT. En otra región con alta riqueza de especies, Leticia en la Amazonía de Colombia, Lynch (2005) reportó 98 especies de anuros y estimó que debía haber al menos 123 especies, ambas más bajas que la actual riqueza de anuros

en Tiputini. Catenazzi *et al.* (2013) reportaron 155 especies de anfibios para el Parque Nacional Manú en Perú. Sin embargo, sus investigaciones englobaron una gran variedad de ecosistemas, desde bosques tropicales de la Amazonía a 150 msnm hasta bosques altoandinos a más de 4000 msnm. En realidad, 111 especies de anfibios habitan en los bosques tropicales del Parque Nacional Manú, un número menor a la EBT.

Para los reptiles, la EBT es muy diversa, pero es sin duda la riqueza de especies está aún subestimada. Sabemos que hay algunas especies de reptiles que ocurren en localidades cercanas, pero no se registraron en Tiputini (por ejemplo, el gecko *Lepidoblepharis festae*, o la serpiente coral *Leptomicrurus narducci*). La riqueza de especies de reptiles en Tiputini es superior a la registrada en Santa Cecilia (Duellman, 1978; 1990), pero inferior a la reportada en regiones del centro del Perú (Tambopata y la Reserva Allpahuayo-Mishana; Rivera y Soini, 2003; Doan y Arizábal-Arriaga, 2002). Sin embargo, en cuanto a las tortugas, Tiputini tiene más especies que cualquier otra localidad analizada y generalmente también más caimanes (Cisneros-Heredia, 2006a; 2006c; 2015).

La EBT tiene una significativa mayor concentración de diversidad de herpetofauna por área, en comparación con todos los otros sitios de estudio. Los estudios en Santa Cecilia se desarrollaron sobre un área de aproximadamente 3 km² (Duellman, 1978); en Leticia, en lugares de muestreo separados entre 1 y 11 km (Lynch, 2005). Por ejemplo, si los resultados de Leticia se limitan solo a las especies colectadas en las comunidades de Uitoto, separadas entre sí por 1 km o menos, fueron colectadas 95 especies. De igual forma, las prospecciones en la región de Tambopata se desarrollaron en cinco sitios diferentes que estuvieron separados entre 20 a 100 km entre ellos, y cuando se analizaron por separado, los sitios oscilaron entre 105-162 especies de herpetofauna (con una variación local de entre 53 a 78 especies de anfibios, y de 50 a 89 especies de reptiles, Doan y Arizábal-Arriaga, 2002). Los trabajos en Allpahuayo-Mishana se realizaron en un área de alrededor de 50 km² (Rivera y Soini, 2003). Por el contrario, el área monitoreada efectiva en la EBT (es decir, el área directamente influenciada por todas las metodologías) fue de tan solo 0,06 km² y la distancia más larga entre los dos puntos encuestados fue alrededor de 1,5 km.

Al ver todas estas comparaciones, la alta riqueza de especies de anfibios y reptiles de la EBT, así como la extrema concentración de diversidad en una pequeña área, indica claramente la importancia del área de la EBT y, en general, de Yasuní para conservar una de las comunidades más ricas de herpetofauna en el mundo entero. Sin embargo, aún nos falta mucho por conocer sobre esta maravillosa diversidad. Existen especies que siguen sin siquiera

estar descritas para la ciencia, y poco o nada conocemos sobre la historia natural de los anfibios y reptiles amazónicos, su estado de conservación y riesgo de extinción frente a factores como la destrucción de los hábitats o los cambios climáticos a escala local, regional y global.

Yasuní, megadiverso y en peligro

Conocer y entender la diversidad biológica de un área es un tema clave para entender los posibles efectos de los proyectos de desarrollo y para avanzar en las estrategias de conservación locales, nacionales y regionales, los planes de manejo de los recursos naturales y la interpretación de la investigación ecológica. Por esta razón, en este capítulo presenté una breve visión de la riqueza de especies de anfibios y reptiles que se ha documentado en la EBT. Si bien la EBT y Yasuní tienen la mayor diversidad de anfibios y reptiles del mundo (y en general, de básicamente todos los tipos de organismos); cerca del 60% del Parque Nacional Yasuní ha sido concesionado a compañías de explotación petrolera (Finer *et al.*, 2008) y las mayores reservas probadas de petróleo del país, el bloque Ishpingo-Tambococha-Tiputini (ITT), se encuentran en la parte noreste del parque (Greenberg *et al.*, 2005; Bass *et al.*, 2010). Además de esto, el parque tiene, dentro de sus límites, a los pueblos Waorani y Kichwa y, en sus límites, habitan colonos y otros grupos étnicos. Por la falta de políticas adecuadas que promuevan el desarrollo sustentable y que además busquen alternativas reales para que estas poblaciones puedan acceder a recursos económicos sin tener que depender de uso extractivo legal e ilegal de los recursos del bosque.

La expansión de la deforestación en la Amazonía, impulsada por actividades e infraestructuras relacionadas principalmente con la explotación petrolera y minera así como con la expansión no-planificada de la frontera agrícola, ha generado profundos efectos sobre la diversidad biológica, el desarrollo cultural, la resistencia a las perturbaciones, los ciclos naturales, los presupuestos energéticos y los patrones climáticos (Buschbacher, 1986; Portela y Rademacher, 2001; Lawton *et al.*, 2001; Finer *et al.*, 2008). Los impactos directos e indirectos de la explotación de petróleo se concentran principalmente en la Amazonía occidental e incluyen la contaminación debida a derrames de petróleo y descargas de aguas residuales, caza excesiva de fauna durante las operaciones de prospección y exploración, el desarrollo de grandes infraestructuras como autopistas y la continua presión de pérdida cultural e incluso la extinción de grupos étnicos. Los conflictos generados por el creciente desarrollo de infraestructuras se relacionan principalmente con el establecimiento de nuevas vías de acceso que facilitan la colonización humana, aumentando la deforestación y la fragmentación del hábitat, la sobreexplotación continua de los recursos forestales incluyendo la extracción de madera y la caza excesiva de la fauna silvestre (Portela y Rademacher, 2001; Whitmore, 1996).

Agradecimientos

Mis sinceros y profundos agradecimientos a los directores y personal de la Estación de Biodiversidad Tiputini, en especial a David Romo, Kelly Swing, Consuelo Barriga de Romo, Mayer Rodríguez y Franklin Narváez, por su continuo apoyo para el desarrollo de mis investigaciones a lo largo de todos estos años; a María Elena Heredia y Laura Heredia por su constante aliento y apoyo económico; a David Romo por invitarme a escribir este capítulo para difundir los aportes científicos producidos gracias a la existencia de la EBT. El trabajo de campo y laboratorio de estas investigaciones fue parcialmente financiado por la Estación de Biodiversidad Tiputini, Universidad San Francisco de Quito, 2002 Research Training Program & Smithsonian's Women Committee, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution. Los permisos de investigación fueron otorgados por el Ministerio del Ambiente.



Observaciones preliminares sobre la ictiofauna amazónica del Ecuador

Kelly Swing^a

*^aEstación de Biodiversidad Tiputini,
Universidad San Francisco de Quito.*

Dirección de contacto: kswing@usfq.edu.ec

La Amazonía, en su totalidad, sirve como hábitat para posiblemente tres mil especies de peces (Swing y Ramsey, 1989); no se sabe con certeza. Con tanta diversidad dispersada por una extensión geográfica tan enorme y con dificultoso acceso, el proceso de catalogar las especies de la cuenca ha sido lento y seguramente seguirá así durante varias décadas más. Este proceso es difícil en cualquier sitio porque involucra muchos pasos. El primer paso es encontrar y capturar todas las especies. Luego, hay que reconocerlas como ya descritas o nuevas para la ciencia. Y para complicar esta fase, la mayoría de la región no cuenta con guías de campo, pues hay poquísimos especialistas para preparar las publicaciones. Al tener unas muestras de lo que aparenta ser una nueva especie, el siguiente paso es acceder a las colecciones mundiales para hacer las comparaciones necesarias. Al final, uno culmina con la publicación de una descripción señalando las semejanzas y diferencias con las especies previamente descritas con un nuevo nombre científico¹. No es ninguna sorpresa que este trabajo demore tanto, especialmente considerando que no hay mucho interés

¹ El autor está indicando los pasos requeridos para que un biólogo pueda informar a la comunidad científica sobre el descubrimiento de una nueva especie.

por parte del público en general en saber cuántos peces (o cualquier otro grupo de organismos) existen en cada país. Además, este desinterés se traduce en una falta de fondos para financiar el proceso. Hay muchas conversaciones sobre la conservación de la naturaleza, pero, mientras no tengamos una lista confiable de especies que son parte del complejo, ¿cómo podemos realísticamente proponer manejar cualquier ecosistema del mundo en una forma sostenible? Actualmente, la situación para la ictiofauna en este sentido es probablemente la peor entre los vertebrados. Sin duda, los millones de especies de insectos y otros invertebrados representan un reto que es humanamente insuperable, especialmente sin un cambio enorme en nuestras prioridades. Aunque el Oriente ecuatoriano es solamente un pequeño trozo de la Amazonía y consecuentemente, hogar de una pequeña fracción (tal vez hasta 400) del total de especies para la cuenca entera, los problemas son iguales. Lo bueno para cualquier principiante que quiere trabajar con los peces es que la gran mayoría pertenece a pocos órdenes y familias, y por lo tanto, es sumamente fácil identificarlos hasta este nivel. Sin embargo, la tarea se pone más difícil justamente por la diversidad extrema a los niveles de género y especie.

A continuación, se describen los grupos (numerales 1-4) más comunmente encontrados en el Oriente ecuatoriano. También se incluyen algunos de los otros grupos menos vistos pero fácilmente reconocidos del Oriente al final de esta sección (numeral 5). Desafortunadamente, no hay cómo incluir todas las subcategorías en un espacio limitado como es el caso de este capítulo.

1. Los Characiformes

El orden Characiformes incluye a las famosas pirañas y muchos de sus parientes cercanos, especies que, como adultos, pueden no exceder de 2 cm (Characidae, Cheirodontinae) mientras otras pueden alcanzar pesos mayores a 20 kg (Characidae, *Colossoma*). Por ser un grupo tan diverso, es difícil definirlo sin usar muchas características técnicas. Sin duda alguna, hay más de 1200 especies amazónicas en este orden. Por eso, se pasa a dividir los characiformes en familias para discutir sus características individuales. Sería excepcional no capturar varios representantes de los characiformes en cualquier colección desde cualquier hábitat. Aquí solamente se incluyen 10 familias amazónicas, las que son capturadas con mayor frecuencia. Casi todos los grupos son restringidos al neotrópico.

1a. Characidae.— Esta familia está representada abundantemente en la Amazonía. Muchas especies son pequeñas, entre 2 cm y 6 cm como tamaño máximo, pero algunas especies alcanzan más de medio metro en su largo total. Casi todos los characidos² tienen el cuerpo comprimido y profundo.

2 Es común tomar el nombre en latín y escribirlo en español para referirse a un grupo de animales. En ese

Una aleta adiposa se encuentra en el dorso entre la aleta dorsal y la aleta caudal. Regularmente las especies en esta familia tienen los dientes fuertes y multicúpidos. Hasta hace poco, aquí se incluyeron las pirañas (*Serrasalmus* y *Pygocentrus*) con sus dientes triangulares y filudos, pero ya se pasaron a su propia familia **Serrasalminidae** con algunos parientes cercanos. Otro género aún más comprimido y profundo de cuerpo, *Mylossoma*, incluye a las palometas. Por la diversidad al nivel de especies se puede esperar mucha diversidad en los nichos ocupados también; hay especies que son herbívoros, frugívoros, carnívoros, insectívoros, piscívoros y omnívoros.

1b. Erythrinidae.— El cuerpo es bastante cilíndrico (redondo en la sección transversal) y carece de una aleta adiposa. La aleta caudal es redondeada. Los guanchiches son bien camuflados siendo depredadores bentónicos. El género *Hoplias* tiene patrones irregulares con manchas de café, negro, crema y gris, mientras otros géneros (como *Hoplerythrinus*) tienen patrones más bien longitudinales. Son principalmente piscívoros, pero capturan otras presas oportunamente. Por lo común, habitan en aguas sin corriente o con muy poca corriente.

1c. Gasteropelecidae.— Los peces hacha son pequeños (entre 2 cm y 5 cm de largo) y tienen el cuerpo sumamente comprimido, más profundo al nivel del pecho. Las aletas pectorales son alargadas y dan la capacidad de volar a estos habitantes³ de casi cualquier hábitat. Todos viven cerca de la superficie y consumen insectos pequeños. Los tres géneros comunes, yendo desde el más grande hacia el más pequeño, son: *Thoracocharax*, *Gasteropelecus* y *Carnegiella*. *Thoracocharax* es de agua abierta en ríos lentos o lagos; es de color plateado/blanco. *Gasteropelecus* es de un tamaño mediano y de color plateado oscuro mientras *Carnegiella* es más pequeño y de color crema con bandas negras irregulares. Este tercer género se encuentra exclusivamente en riachuelos pequeños, pero en zonas prácticamente sin corriente.

1d. Curimatidae.— Se distingue esta familia de caraciformes por la ausencia de dientes. Muchas especies tienen el cuerpo algo comprimido y más o menos profundo pero muchas son redondeadas en sección transversal. Casi todas son de un color entre plateado y blanco, algunas con una mancha humeral o en la base de la aleta caudal. La dieta consiste en lodo del cual se digiere la materia orgánica. Son más comunes en aguas sin corriente. Históricamente, la gran mayoría de las especies se consideraban miembros de un solo género,

caso, lo que se hace es aplicar la ortografía española a la fonética latina. Por ejemplo en este caso, Cha en latín suena como Ca en español y por eso se cambia la forma de escribirlo. Tomar esto en cuenta para el resto del capítulo.

³ Los peces que tienen estas aletas pueden salir del agua con un fuerte impulso y batiendo las aletas pueden volar una distancia corta.

Curimata, pero ahora se divide en una serie de géneros para reflejar la realidad de su parentesco.

1e. Prochilodidae.– La familia de los bocachicos (prácticamente todas en Ecuador son especies del género *Prochilodus*) se reconoce por tener dientes finos metidos en los labios gruesos; los dientes no están conectados a las mandíbulas. Son pocas especies y la mayoría alcanzan un tamaño mayor a 25 cm. El color usualmente varía entre gris y plateado, siendo más oscuro el dorso. Esta familia está expuesta a mucha explotación en algunas regiones.

1f. Characidiidae.– Son peces pequeños (menos de 8 cm de largo) y cilíndricos en forma. Tienen la boca pequeña y comen invertebrados diminutos del fondo en riachuelos en las zonas con mayor flujo y con el fondo de arena o piedras. Casi todas las especies pertenecen al género *Characidium* y son de un color crema hacia amarillento con una serie de manchas/bandas oscuras laterales. Algunas autoridades incluyen estas especies como una subfamilia de Characidae.

1g. Ctenoluciidae.– Estos depredadores, principalmente piscívoros, son alargados y cilíndricos, convergentes⁴ con las picudas del mar. Estos tienen un lóbulo carnoso al final del hocico o de la mandíbula. Se encuentran más frecuentemente en aguas sin corriente.

1h. Cynodontidae.– Esta familia incluye los peces machete, unos piscívoros de agua abierta que tienen el cuerpo alargado, muy comprimido y plateado en color. Todas las especies tienen los dientes muy especializados, con un par de colmillos largos presentes al final de la mandíbula inferior. Una especie (*Hydrolycus scomberoides*) alcanza casi un metro de largo pero la mayoría no crecen ni hasta la mitad de ese tamaño. *Cynodon* y *Rhaphiodon* son los géneros más comunes.

1i. Anostomidae.– La familia de los ratones y sus parientes incluye mucha variabilidad en la forma del cuerpo, pero los dientes incisiformes⁵ son la característica que los unifica.

1j. Lebiasinidae.– Todos los miembros de esta familia son de un tamaño pequeño. La mayoría de especies no alcanzan más de 6 cm. La forma del cuerpo es cilíndrica, la boca es pequeña, y la aleta cuadal es muchas veces asimétrica con el lóbulo inferior más grande. Muchas especies tienen una línea negra horizontal sobre el ojo pero restringida a la cabeza.

4 En evolución, se dice que una especie es convergente cuando ha desarrollado características similares, pero su proceso de evolución es independiente, es decir que llegaron a tener la forma o estructura siguiendo procesos evolutivos independientes.

5 Incisiformes quiere decir que tiene la forma de los dientes incisivos.

2. Los bagres

El orden Siluriformes también son bien representados en todos los hábitats; seguramente hay más de 1500 especies en la cuenca amazónica. Aunque una docena de familias en este orden se encuentra en el Oriente, solo se incluyen las más comunmente capturadas a continuación. Casi todos tienen unas barbillas que sirven para detectar olores/sabores en el agua y para localizar sus presas. La mayoría de las especies son bentónicas. La dieta varía ampliamente con la familia y con el tamaño, pero los dientes son cardiformes en general. Los bagres pequeños (de varias familias como Pimelodidae, Auchenipteridae, etc.) comen más invertebrados y los grandes (casi exclusivamente pimelódidos) prefieren comer peces mientras algunos son totalmente herbívoros especializándose en la cosecha de algas (la mayoría de los loricaríidos) y otros son planctívoros (el género *Hypophthalmus* recién regresado a la familia Pimelodidae) filtrando su alimento microscópico del agua. Muchos tienen el cuerpo cilíndrico y alargado pero hay amplia variabilidad. Una aleta adiposa está comunmente presente, pero esta varía en tamaño desde diminuta hasta muy amplia. Las familias de bagres, las principalmente de agua dulce del Oriente ecuatoriano, son endémicas al neotrópico y suelen tener rangos amplios a nivel regional Amazónico.

2a. Pimelodidae y afines.— Esta familia de bagres aparece en muchas colecciones. Son fáciles de reconocer por el largo de las barbillas; en la mayoría de los géneros, estas alcanzan por lo menos la mitad del largo corporal (*Calophysus*, la mota) y en algunos, tres o cuatro veces el largo del cuerpo (*Platystomatichthys*). Estos bagres no tienen escamas, pero todos tienen una aleta adiposa más o menos grande; la forma de esta aleta es prácticamente distinta por género: en *Pimelodella*, ocupa casi todo el largo del dorso entre la aleta dorsal y la caudal, pero es baja; en *Pimelodus*, con la forma rómbica. Algunos géneros tienen la cabeza bien deprimida (*Pseudoplatystoma* con las mandíbulas casi iguales e incorporando blanco, negro y gris en sus patrones complejos; *Sorubim*, con la mandíbula superior mucho más larga que la inferior, *Hemisorubim*, con la mandíbula inferior apenas más larga). Unas especies enanas (*Pariolius* y *Microglanis* con manchas o bandas irregulares, actualmente asignados como Heptapteridae y Pseudopimelodidae, respectivamente) no exceden 5 cm como adultos mientras otras especies gigantes (*Brachyplatystoma filamentosum*) alcanzan 2 m o más de largo. *Phractocephalus* tiene la cabeza especialmente grande y con armadura; posiblemente llega a superar 1 m, *P. hemiliopterus* típicamente tiene una línea blanca, irregular y ancha en los costados; la aleta caudal es roja. Las especies grandes son importantes como alimento para los humanos y son cosechadas a nivel artesanal o comercial dependiendo de la región. Ya que las especies que alcanzan más de medio metro de largo son migratorias en general, y considerando que su carne es muy

codiciada, sus poblaciones han sido sobreexplotadas y su futuro requiere de mayor manejo y protección.

En la última década, esta familia ha experimentado mucha revisión siendo reorganizada en tres familias: Pimelodidae, Pseudopimelodidae y Heptapteridae. Las especies grandes y algunas otras siguen en la Pimelodidae. Las especies enanas con barbillas cortas, varias que se llaman comúnmente bagres abejorro por sus patrones, ya están asignadas a la Pseudopimelodidae. Técnicamente se reconocen los ejemplares de la Heptapteridae por tener el cuerpo usualmente alargado y delgado; las aletas pectorales y dorsal carecen de espinos endurecidos.

2b. Auchenipteridae.— Esta es una familia cercana a los pimelódidos, pero muchos de los miembros son pequeños y cuentan con barbillas más cortas. Unos géneros se camuflan y viven entre palos u hojarasca en el fondo (por ejemplo, *Parauchenipterus*). Un género vinculado con el agua abierta es *Centromochlus*, que es más alargado con espinos fuertes y largos en las aletas pectorales y dorsal, con el vientre blanco y el dorso verdoso-dorado. Muchos de los auqueniptéridos más diminutos (*Tatia*) son algo parecidos a los renacuajos por el tamaño, las proporciones corporales (con la cabeza grande), el color oscuro y la forma de movimiento. Por su coloración, un género excepcional de la familia es *Liosomadoras*, que tiene el cuerpo blanco abajo y dorado arriba con unas manchas irregulares de negro (“pintas de jaguar”).

2c. Loricariidae.— Se llaman comúnmente raspabalsas o carachamas, pero también llevan otros nombres. Entre la comunidad científica, estos se conocen como bagres “blindados” o de armadura por tener las escamas muy gruesas. En toda la Amazonía, el número total de especies en esta familia puede exceder las mil. En esta familia, la boca es ventral en posición y los labios están expandidos para formar una ventosa, mientras un único par de barbillas, extensiones laterales de la ventosa, es muy reducido. Los dientes son pequeños y sirven para cepillar las algas de superficies duras. Por lo tanto, las concentraciones más grandes de loricariidos se encuentran donde hay piedras en el fondo o ramas caídas en el agua. La mayoría de especies se camuflan, al ser de colores café o amarillento hasta gris oscuro y muchas veces con manchas irregulares. Varios géneros son comunes en el Oriente ecuatoriano: *Hypostomus* es grande y robusto; *Pterygoplichthys* (de agua abierta) también alcanza un tamaño de 40 cm o más y tiene la aleta dorsal grande (con muchos radios); *Ancistrus* (de riachuelos pequeños) no crece más de unos 10 cm, siempre tiene espinos el borde del opérculo y los machos pueden contar con un “arbusto carnoso” sobre el hocico durante la época de reproducción; *Sturisoma* es muy alargado (hasta 35 cm), delgado y deprimido, con un par de filamentos al final de la cola y *Farlowella* (hasta 25 cm) es aún más alargado y delgado, pero con

el hocico extendido similar al pez espada; *Otocinclus* es pequeño (hasta 8 cm), tiene el cuerpo cilíndrico y la cabeza muy deprimida; se encuentra sobre ramas pequeñas.

2d. Callichthyidae.– Otra familia de los siluriformes con las escamas bien desarrolladas pero lisas comparadas a las ásperas de los loricaríidos; estos bagres son principalmente de un tamaño pequeño (el género *Corydoras*, que contiene una gran parte de la diversidad de este grupo, no alcanza más de 6 cm y siempre se encuentran en el fondo) con el gigante de la familia (*Hoplosternum*) que muy rara vez excede 30 cm. Los calictíidos pueden ocupar prácticamente cualquier hábitat desde riachuelos pequeños hasta pantanos, sobre sustratos de todo tipo entre arena y arcilla, fango con hojarasca, piedras grandes o pequeñas. La mayoría de especies no viven en cardúmenes compactos pero *Corydoras* puede encontrarse en grupos que pueden alcanzar hasta cientos de individuos.

2e. Trichomycteridae.– Los caneros (se aplica este nombre común aquí y a la próxima familia) y sus parientes son bagres usualmente pequeños con la mayoría que no sobrepasa unos 10 cm o 20 cm de largo como adultos. Estos bagres pequeños carecen de escamas, son alargados y más o menos cilíndricos; muchos nadan de una forma semejante a las culebras. Tienen las barbillas y los ojos reducidos en muchas especies. Algunas especies son parasíticas y viven en las cámaras branquiales de peces grandes (en especial los pimelódidos) consumiendo sangre desde las branquias, pero la mayoría vive una vida más típica, libre en el agua. Entre los parásitos, unas especies tienen espinos sobre los huesos operculares para ayudarles en mantener su posición entre las branquias. Los rumores sobre una especie en particular, *Vandellia cirrhosa*, ha provocado muchas dudas sobre la posibilidad de que este bagrecito entre a la uretra humana (sitio web de la BBC). Aunque no existe ninguna documentación clínica confiable de esto, a pesar de que miles de personas entran a las aguas amazónicas cada día, hay que tomar en cuenta algunos hechos. Las branquias, en general, sirven principalmente para la respiración, pero también como órganos de excreción. Por lo tanto, todos los peces emanan concentraciones mínimas de úrea a través de sus aperturas branquiales. Supuestamente, los caneros ubican a sus presas a través del olor de este compuesto en el agua. Es posible entonces que haya alguna atracción a la orina por su semejanza química, pero los millones de años de contacto con otros mamíferos nativos nos daría la impresión de que esta equivocación, que resultaría letal para estos bagres, sería evitada normalmente.

2f. Cetopsidae.– Esta familia incluye pocas especies de bagres que suelen ser ectoparásitos y/o carroñeros; también se llaman caneros. Los miembros de esta familia no exceden a los 30 cm, son lisos, tienen las barbillas pequeñas que se meten adentro de unas ranuras finas en la cara; los ojos son reducidos y cubiertos con piel. Las aperturas (anterior y posterior) de la nariz

están bien separadas. La coloración es regularmente gris azulado en el dorso y blanco en el vientre.

2g. Doradidae.– Este grupo de bagres es fácil de identificar por la presencia de una serie lateral de escamas modificadas en forma de ganchos. Las especies alcanzan una variedad de tamaños entre 10 cm y 60 cm. Las barbillas son pequeñas y la boca es pequeña y subterminal o ventral. Estos comen principalmente invertebrados desde el fondo.

2h. Aspredinidae.– En la literatura antigua, se puede encontrar el nombre *Bunocephalidae* asignado a esta familia y el género más comúnmente observado en Yasuní es *Bunocephalus*. Estos bagres camuflados son especialistas en vivir entre la hojarasca en aguas con poca corriente. El cuerpo es muy deprimido y la cabeza ancha. El nombre común (bagres banjo) para estos peces describe bien su forma⁶. La mayoría no sobrepasa los 20 cm.

3. Los Gymnotiformes

Estos peces tienen la forma de anguila e incluyen, por un lado, docenas de especies pequeñas (mayormente desde 10 cm a 30 cm como adultos) pobremente conocidas, hasta por otro lado, el muy bien conocido pez eléctrico que posiblemente alcanza 3 m. Todas las especies tienen el cuerpo alargado y carecen de una aleta dorsal mientras la aleta anal es muy desarrollada y ocupa casi el largo total del vientre. Esta forma da origen al nombre común “anguila cuchillo” para las especies pequeñas. Las únicas aletas pares presentes son las pectorales. La aleta anal sirve para todo desplazamiento; a pesar de la forma corporal, ninguna especie nada en agua abierta moviendo el cuerpo como una culebra. Estos peces pertenecen a una serie de cinco familias que son difíciles de distinguir en general con la excepción de la anguila eléctrica que era el único miembro de la familia *Electrophoridae* que últimamente ha pasado a ser miembro de *Gymnotidae*. *Electrophorus electricus* es una anguila gruesa, redondeada en sección transversal, de color café oscuro con la garganta tomate hacia crema. Estos animales pueden ser peligrosos por su capacidad de producir descargas de hasta 600 voltios o más. Las otras especies también producen electricidad pero generalmente en cantidades mucho menores a un solo voltio. El pez eléctrico habita en aguas negras y sin corriente por lo común, mientras las otras pueden ocupar varios hábitats, pero siempre con refugios en la forma de vegetación densa, hojarasca o palizadas. Muchas especies son más activas durante la noche. Las pequeñas consumen invertebrados diminutos y las grandes consumen peces.

⁶ El banjo es un instrumento parecido a una guitarra cuya caja de resonancia es totalmente redonda.

4. La familia Cichlidae

Esta familia incluye a las viejas, el tucunare, etc. y es fácil de reconocer a este nivel, pero la identificación de las especies puede ser un reto. Una característica del orden Perciformes, que incluye a esta familia, es la presencia de varios espinos (comúnmente rígidos y puntiagudos) en las aletas dorsal, anal y pélvicas (con un solo espino en cada una de estas). Las escamas son ásperas (tipo ctenóideas) y la línea lateral es dividida en dos secciones (con la excepción del género *Cichla*). Hay dos formas principales del cuerpo: profundo y comprimido o alargado y más cilíndrico. La gran mayoría de especies alcanzan menos de 25 cm y algunas no sobrepasan 3 cm (*Apistogramma*). *Apistogramma* habita en agua de poca profundidad entre hojarasca y/o otra estructura fina. De los pequeños (menos de 25 cm) con el cuerpo profundo, el género más común es *Aequidens*, muy similar a *Bujurquina*, con la boca pequeña y pintas azules en la cara de los adultos. Otro género con el cuerpo profundo pero con la boca sumamente extensible es *Caquetaia*. El género que contiene las especies más alargadas y con la boca grande es *Crenicichla*. Aunque existen individuos de algunas especies de *Crenicichla* que sobrepasan 25 cm, es más común encontrar ejemplares de 5 cm a 15 cm. El tucunare (genero *Cichla*), principalmente de aguas negras, alcanza un tamaño que es enorme (posiblemente excediendo los 80 cm) en esta familia. *Cichla* tiene el cuerpo medio alargado y la boca amplia para consumir peces. Este género tiene los colores más fuertes de la familia; los adultos en estado reproductivo pueden exhibir un verdadero arco iris de colores. La mayoría de los cíclidos ocupan aguas con poca o nada de corriente.

5. Otros grupos de importancia

Más allá de estas familias, hay por lo menos 10 familias más representadas en la Amazonía ecuatoriana. No se puede incluir todos los grupos aquí en un tratamiento tan superficial.

5a. Las rayas o mantas de agua dulce son miembros de una sola familia, Potamotrygonidae. Las especies varían bastante en tamaño y proporciones, pero el cuerpo deprimido y redondeado con una cola les da la apariencia de una sarten y son temidas por mucha gente por el aguijón que llevan en la base de la cola. La especie más común (*Potamotrygon motoro*) tiene unas manchas irregulares color tomate y alcanza más de 50 cm de ancho. Este condictio⁷ puede asomar en casi cualquier cuerpo de agua desde los más pequeños hasta los más grandes con o sin corriente, pero nunca en corrientes fuertes. Todas las especies son depredadores bentónicos.

⁷ Los peces se dividen en varios grupos grandes a nivel de Clase. La clase Condrictios incluye a todos los peces con esqueleto cartilaginoso, las rayas y los tiburones.

5b. El paiche (*Arapaima gigas*) pertenece a la familia Arapaimidae mientras la arauana (*Osteoglossum bicirrhosum*) pertenece a la familia Osteoglossidae, dos familias con mucho parentesco. Anteriormente, estos dos géneros fueron considerados miembros de una sola familia, Osteoglossidae. Las dos especies ecuatorianas tienen el cuerpo alargado con las aletas dorsal y anal con bases largas; las escamas son grandes en las dos. *Arapaima*, siendo el pez dulciacuícola más grande del mundo, puede alcanzar hasta 4 m según la historia y *Osteoglossum* puede exceder un metro de largo. Estas especies habitan en aguas sin corriente principalmente y son más comunes en aguas negras. Son depredadores que pasan casi todo el tiempo cerca de la superficie. Por su tamaño y la calidad de la carne, son sobre-explotados.

5c. Los ciprinodóntidos son pequeños (ninguna especie alcanza 10 cm) y cilíndricos en forma. Tienen la boca y los dientes pequeños. Habitan en aguas temporales muchas veces y se encuentran regularmente en lugares donde pocos peces podrían sobrevivir. Alcanzan a habitar hasta las huellas de tapires y otros animales en los saladeros por ejemplo. Estos peces frecuentemente pertenecen al género *Rivulus*, pero el grupo está en revisión. Se asignan estas especies a la familia Rivulidae actualmente.

5d. Unas anguilas (*Synbranchus*) de hasta un metro de largo, asoman raramente en colecciones pero son bastante comunes en pantanos de agua negra, otros cuerpos con mucha estructura (vegetación, hojarasca o palizadas) o en agua estancada (hasta en las zanjas adentro de los pueblos del Oriente). Estas anguilas pueden respirar el oxígeno del aire además del que está en el agua y alcanzan unos cuerpos de agua aislados moviéndose sobre la tierra como culebras durante la noche, en especial durante aguaceros.

5e. Belonidae.– Los peces aguja son alargados y cilíndricos con las mandíbulas alargadas y con dientes pequeños y puntiagudos. No se capturan con frecuencia por su astucia en evadir redes. Se observan muchas veces en la superficie patrullando cerca de la vegetación o la orilla. Son casi exclusivamente piscívoros.

5f. Sciaenidae.– Esta es una familia principalmente marina, apenas representada en agua dulce. La característica anatómica que define este grupo es la presencia de la línea lateral sobre los radios de la aleta caudal. Las pocas especies dulceacuícolas son alargadas con la boca pequeña e inferior. El color es plateado claro y las escamas son ásperas.

5g. Achiridae.– Los lenguados también son principalmente marinos, pero esta familia incluye varias excepciones. Son muy asimétricos, teniendo los dos ojos y el color camuflado en un solo lado del cuerpo. Los aquíridos son comprimidos y viven acostados sobre un lado en el fondo; en perfil, tienen

el cuerpo muy redondeado, comparados a los lenguados marinos. Comen invertebrados y peces pequeños. En publicaciones antiguas, estos lenguados fueron ubicados en la familia Soleidae.

La pesca

En todas las culturas de Amazonía, se consume pescado. Por lo común, este consumo incluye las especies que alcanzan un tamaño mayor a 200 g pero en algunas regiones, se consumen hasta las especies más pequeñas. Tradicionalmente, por el uso de técnicas no tan sofisticadas y por una intensidad baja hasta mediana de utilización de este recurso por las poblaciones dispersas, la cosecha siempre era sostenible. En algunos lugares, la cosecha ha llegado a incluir el uso de redes más grandes y de arrastre, anzuelos, barbasco, electricidad, dinamita y hasta granadas militares. En algunos países, la cosecha es industrializada y comercializada a una gran escala, pero esto es poco común en las aguas dulces del Ecuador. Todavía hay muchos lugares donde la pesca sigue produciendo buenas cosechas justamente porque esta no ha sido sobreexplotada. Sin embargo, la pesca sin control dirigida a unas especies en particular representa una amenaza para las poblaciones naturales. Las especies grandes de los caraciformes, como son las pirañas (*Serrasalmus*, etc.), los bocachicos (*Prochilodus*) y los pacos (*Colossoma*) reciben la mayor presión entre este orden mientras varios bagres son codiciados para el consumo local o a través de los mercados. Muchas especies de los bagres grandes (*Brachyplatystoma*, *Pseudoplatystoma*, etc.) son migratorias y no pueden soportar esta cosecha internacional e indiscriminada. Mientras más acceso (con la construcción de nuevas vías) a sitios remotos haya, menos posibilidades de escaparse tienen estos animales. Mientras más presión por la cosecha, menos posibilidades de sustentabilidad para estas especies. Más acceso a más áreas previamente aisladas produce la extinción de especies, por lo menos al nivel local. Un buen ejemplo de este proceso es el paiche (*Arapaima gigas*). Ya hay pocos lugares donde estos pueden sobrevivir hasta reproducirse. Anteriormente, esta especie alcanzaba casi 4 m de largo, pero la cosecha sin control significa que pocos individuos sobreviven actualmente para alcanzar la mitad de ese tamaño en Ecuador. El acceso a todos los refugios de tales especies provee la posibilidad de explotar y sobreexplotar unas especies que podrían verse como trofeos de la naturaleza y de la evolución que deberían servir como símbolos naturales de la Amazonía y, por lo tanto, atractivos para el ecoturismo. Las actividades que producen ingresos para una industria (por ejemplo, la petrolera) no deberían disminuir o acabar con las posibilidades de producir ingresos para otras actividades (como es la del ecoturismo).

Introducción de especies exóticas

En general, la introducción de especies de una parte del mundo a otra ha sido problemática. Entre los peces, varias especies tropicales han llegado a la zona templada por el comercio vinculado con los acuarios. El ejemplo más conocido entre las introducciones hacia los países andinos ha sido la trucha arco iris de Norteamérica; en las alturas, esta especie produce alimento e ingresos para muchos habitantes, pero también provoca impactos negativos en los ecosistemas locales, especialmente en la eliminación de la ictiofauna nativa y su entomo natural. En las zonas bajas, la *Tilapia mossambica* fue introducida desde África para la acuicultura. Este género tiene requerimientos amplios y es muy oportunista, pero además se escapa al ambiente fácilmente y compite con la fauna nativa. Varias especies nativas podrían servir para los mismos propósitos en la Amazonía, pero desafortunadamente no hubo suficiente evaluación antes de la importación de este pez exótico tan destructivo.

Impactos por actividades humanas incluyendo la extracción petrolera y minera

Cualquier impacto químico llega tarde o temprano a afectar al agua. No es ninguna noticia escuchar que la industria petrolera ha tenido una serie de impactos devastadores sobre las aguas del Oriente ecuatoriano desde la década de los setenta. Varios actores han participado en esta actividad durante casi medio siglo y algunos de ellos han sido más irresponsables que otros. Siendo el agua tan importante para la fauna acuática y la gente indígena, su contaminación crónica requiere mayor atención. El reconocimiento de la importancia del recurso agua es crucial para el entendimiento del manejo racional de cualquier parte del planeta. Los impactos van desde la calidad del ecosistema acuático, los organismos que habitan en el agua y los terrenos adyacentes hasta la salud de la gente que vive en la región tanto como sus sembríos y ganado. Los recursos mineros no pueden ser valorados a un nivel superior a ecosistemas completos con sus habitantes humanos ancestrales. No se puede permitir que la extracción de un recurso elimine el valor de todos los otros recursos en el mismo lugar. Aunque algunos sacrificios son posiblemente justificables en estas operaciones por la cantidad de ingresos, la extensa pérdida directa e indirecta de flora y fauna nativa como consecuencia de las actividades extractivas es simplemente miope. De igual forma, la aplicación masiva de pesticidas, fungicidas y fertilizantes en los sembríos es preocupante porque todos los químicos, tarde o temprano, llegan al agua. El pésimo manejo de los desechos sólidos y las aguas servidas en la región tiene sus impactos sumamente negativos para la naturaleza y al nivel de la salud pública. Es imprescindible algún equilibrio entre los recursos que pueden producir mucho dinero en el corto plazo y todos los otros que pueden producir ingresos para siempre.



Monitoreando cambios a nivel del dosel y el suelo en las poblaciones de carábidos a lo largo del tiempo en la llanura amazónica occidental, área del Yasuní, Ecuador

Terry Erwin^a y Laura S. Zamorano^b

^a*National Museum of Natural History, Entomology, Smithsonian Institution, Washington DC. USA.*

^b*Department of Entomology, California Academy of Sciences, California, USA.*

Direcciones de contacto:

ERWINT@si.edu y/o laura.s.zamorano@gmail.com

Introducción

La llanura amazónica contiene la extensión continua más grande de bosque húmedo tropical de la Tierra. Cada hectárea de bosque tropical primario contiene hasta 6×10^{12} individuos de artrópodos terrestres, los cuales representan alrededor de más de 100 000 especies (Erwin, 2004). Sus recursos naturales útiles son importantes para las personas y las economías de nueve países. Sus millones de especies, las interacciones entre estas y el delicado

balance en el que viven son importante para las personas de todo el mundo. El impacto humano tiene efectos desastrosos en el mundo natural en todos los continentes, en todos los países. Al momento, de 14 a 16 millones de hectáreas de bosques tropicales están siendo convertidas para darle un uso diferente al suelo, principalmente para agricultura. Los principales agentes de deforestación, aquellos individuos que están cortando los bosques, incluyen: campesinos que hacen tala y quema, agricultores comerciales, madereros, colectores de leña, desarrolladores de infraestructura entre otros. El monitoreo y mitigación de estos impactos ahora es de importancia extrema para los grupos étnicos que dependen de la selva para su subsistencia y cultura y para las generaciones de humanos a nivel global que seguirán a aquellos que viven hoy.

En la llanura amazónica occidental, los depósitos de petróleo y gas mantienen las economías locales y regionales. Ciertos métodos de extracción de estos recursos naturales, críticos para la economía, pueden ser nocivos a nivel local para el ambiente a corto plazo. Sin embargo existen muy pocos estudios que miden estos impactos a lo largo del tiempo. Uno de dichos estudios se está llevando a cabo en el área de Yasuní en el Ecuador oriental.

Mediciones de cambios en las porciones de la entomofauna pueden servir como indicadores de cambios leves en el ambiente (Kremen *et al.*, 1993). La entomofauna es especialmente importante en los estudios de monitoreo porque los insectos y sus parientes¹ son abundantes y diversos, ocurren en todos los hábitats y tienen un impacto importante en el ambiente: polinización, servicios ecológicos, llevan enfermedades a las plantas y otros organismos, etc. La pérdida del balance natural entre la miríada de especies de insectos probablemente resultará en una importante degradación de los bosques tropicales en formas imprevisibles.

Entre 1994 y 1996, Ecuambiente S.A., como proveedor de servicios de monitoreo ambiental, inició un proyecto a largo plazo. Para este programa de monitoreo a gran escala, se seleccionaron varios grupos de organismos, así como aspectos sociales de las poblaciones humanas. Entre ellos, los artrópodos terrestres (insectos y sus parientes). Cerca del km 38 de la vía Maxus dentro del Bloque 16, se escogió un lugar para establecer un campamento inmediatamente adyacente a la carretera hasta este punto. El monitoreo de

¹ En la clasificación de los seres vivos, empezamos con los reinos. La siguiente categoría son los filos. Los artrópodos son un filo que agrupa a todos los invertebrados que tienen un exoesqueleto con patas articuladas. Dentro de este filo están los insectos y lo que el autor llama aquí sus parientes se refiere a todos los demás miembros del filo que son las arañas, alacranes, ciempiés, milpiés, ácaros, garrapatas, cangrejos, camarones, langostas, etc. Este filo es el que más especies contiene de todos los filos en la naturaleza. Ver el capítulo de Kelly Swing sobre los Artrópodos para entender la complejidad y diversidad de este filo.

la entomofauna empezó en enero de 1994, cuando la construcción de la vía estaba apenas a unos pocos kilómetros del campamento de Ecuambiente.

Objetivo 1. El dosel en Onkone Gare y la EBT

El objetivo fue determinar si la construcción de carreteras y su uso impactaron la entomofauna del dosel. La construcción de la carretera abrió, en lo que antes fue una selva virgen, un claro largo (de más de 120 km) de 27 m a 44 m de ancho; el uso de la carretera creó ruidos, polvo, contaminación derivada de las emisiones de vehículos y vibraciones producidas por estos. Cualquiera de estas perturbaciones, o todas, pudieron afectar la flora y fauna en la selva adyacente a la carretera. Puesto que la carretera ya había pasado el área de estudio, habría sido difícil medir el impacto sin un "control" de monitoreo por fuera de la influencia de la compañía Maxus. Por este motivo, se creó un plan para hacer un transecto idéntico a unos 21 km, lejos de la carretera, en la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) el cual represente una parcela de control. Luego de terminar el programa de monitoreo de los artrópodos de casi 20 años, se inició un nuevo estudio en la EBT en noviembre de 2013, que busca investigar los escarabajos carábidos que están usando los microbiotopos que se encuentran debajo y cerca del nivel del suelo. Este estudio está diseñado con el fin de comparar los escarabajos carábidos de dosel con sus contrapartes terrestres.

La zona de estudio, materiales y métodos

Datos del estudio original

El transecto río Piraña de la zona de estudio cerca del borde del Parque Nacional Yasuní en Ecuador, está localizado a 38,3 km al sur del río Napo con una altura promedio de 221 msnm en bosque de terra firma (00° 39' 25" S, 076° 27' 10" W). El paisaje consiste en lomas de pendiente suave cubiertas por un bosque rico en maderas finas y cubierto moderadamente por epífitas. Las guadúas son raras y casi nunca forman agrupaciones densas localmente; la capa arbustiva suele ser abierta y hay una capa de vegetación herbácea diversa. Pequeños riachuelos intermitentes, tales como el río de primer orden, quebrada Escarabajo, drenan el área en dirección a un río cercano y permanente, el río Piraña. Un riachuelo de tercer orden eventualmente drena al río Tiputini. La precipitación es algo estacional, con 2700 mm de lluvia por año, con estaciones secas y lluviosas que van aproximadamente de noviembre a abril y de mayo a octubre respectivamente.

El régimen de monitoreo entomológico, escogido para esta zona de estudio (fumigación del dosel), resulta logísticamente difícil. Por este motivo, el Equipo Entomológico original de 1994 seleccionó un transecto (0,3 km al

sur de la estación de monitoreo Onkone Gare a 00° 39' 25,9" S, 076° 27' 10,7" W) razonablemente cerca de la estación temporal de Onkone Gare². La selección fue hecha de tal manera que la zona de estudio pudiera ser accedida fácilmente, ya sea por la base a 20 m de la carretera a 52° ENE (usando la nueva vía Maxus) o por la parte final (usando un viejo sendero Waorani), por lo tanto, la parcela no fue seleccionada porque tenía cierta densidad o árboles de gran tamaño, sino más bien, al "azar"³ y por conveniencia. En total, el área muestreada dentro de la parcela fue de 9250 m², apenas un 1,11% del total del área de la parcela. La topografía de la parcela Río Piraña fluctúa en altitud entre los 212 msnm en su parte central hasta el punto más alto, a 1 km de la vía de la compañía petrolera, a 231 msnm.

Área de estudio Tiputini

El Equipo Entomológico, en 1997, seleccionó un transecto en dirección norte-sur (600 m al norte de la EBT a 00° 37' 55,397" S, 076° 08' 39,204" W) y lo marcó de tal manera que pudiera ser accedido de manera fácil desde la EBT, ya sea aproximándose a su base desde la estación usando el sendero Harpía, o utilizando el transecto transversal 9, usando el mismo sendero Harpía. Del mismo modo que la parcela en Onkone Gare, esta no fue seleccionada porque tenía una cierta densidad o árboles grandes, sino que fue seleccionada al "azar" por su cercanía con la estación. En total, el área muestreada fue de 9250 m², apenas un 1,11% del área total de la parcela. La topografía en el Transecto Tiputini fluctúa entre 210 msnm y 225 msnm desde la parte basal hasta el punto más alto, a 1,6 km de la EBT. La parcela se asemeja a la de Onkone Gare por estar localizada en una zona de lomas de pendiente leve y atravesada por riachuelos. Sin embargo, esta no tiene pantanos como los hay en Onkone Gare. El bosque, a simple vista, se ve similar al de Onkone Gare; sin embargo, el análisis de las especies de árboles indica que hay una diferencia considerable entre las dos parcelas que comparten solo el 28% de las especies.

2 Los autores están explicando cómo fue seleccionada el área de estudio y el marcaje se refiere a que, una vez seleccionada el área de estudio, el equipo marca en el suelo con estacas plásticas para que cada vez que se repite el estudio, los miembros del equipo puedan regresar a la misma zona y utilizar los mismos puntos marcados.

3 En los estudios científicos, es importante explicar los criterios utilizados para seleccionar una zona de estudio. En este caso, el sesgo podría ser que se haya dado prioridad a la cercanía y modo de acceso a la zona de estudio en lugar de los tipos de hábitat. Sin embargo, esto no le resta mérito al estudio, sino que más bien le da más fuerza porque no es que se favoreció un tipo de bosque sobre otro. Tomar esto en cuenta al leer la descripción de la otra zona de estudio usada para la comparación.

El diseño original de muestreo por transectos

Puesto que el objetivo del proyecto de monitoreo fue detectar los potenciales cambios en la fauna de artrópodos como resultado de la construcción de la carretera y su uso, el transecto de Onkone Gare se ubicó en dirección perpendicular a la carretera después de cuatro meses de su construcción. La hipótesis planteada fue que si existe un efecto de la carretera sobre la entomofauna, este sería registrado como una disminución de la fauna en relación con la distancia a la carretera y esto podría ser medido mediante la comparación de la abundancia relativa de ciertos taxones⁴ entre sí a lo largo del tiempo (esto se conoce como balance de fauna). Se hizo la suposición de que no se registrarían cambios significativos hacia el final del transecto a una distancia total de un kilómetro. Con el fin de obtener suficientes réplicas el diseño experimental, se determinó de tal manera que se obtuviera una réplica cada 100 metros hasta llegar al 1 km de distancia desde la carretera para poder validar la hipótesis del impacto en relación a la distancia⁵.

Ya que nosotros también estábamos interesados en saber dónde vivían los artrópodos y que podrían estar haciendo allí, mapeamos, medimos e inventariamos todos los árboles grandes (≥ 10 cm DAP⁶) a lo largo de las 10 estaciones o subtransectos de muestreo por fumigación. Los árboles fueron medidos a 1,33m del suelo usando una cinta métrica estándar de fibra de vidrio. Las lianas y otras plantas que estuvieren creciendo en el tronco fueron removidas, de tal modo que solo se tuviese la medida del árbol. Más tarde, todos los árboles fueron identificados como parte del inventario botánico del área de Yasuní (citado como "Piraña" en Pitman *et. al.*, 2001).

Una vez que se seleccionó el área de monitoreo, se midió un transecto de 1 km y se lo ubicó en una dirección de 52° ENE empezando a 20 metros de la carretera de tierra y lastre recientemente abierta con el propósito de acceder a las plataformas y estaciones de procesamiento al sur del río Napo. Se establecieron 10 transectos transversales de 100 m cada uno, paralelos a la línea base (20 metros de la margen Este de la carretera) a intervalos de 100 m. A lo largo de estos transectos transversales, se establecieron al azar 10 estaciones

4 Un taxón es un grupo de especies que están relacionadas entre sí. Se usa taxón como un sinónimo para cualquiera de las categorías taxonómicas de la clasificación de los seres vivos. En este caso, un taxón podría ser un género, una familia o un orden. Lo más probable es que se refiera a familias de artrópodos.

5 El autor está explicando aquí que el diseño implica una línea de 1 km de largo dividida en líneas transversales cada 100 metros iniciando en la distancia 0 del km y avanzando hasta llegar a los 1000 metros. La posición 0 es la más cercana a la carretera, mientras que la posición 1000 es la más alejada.

6 El DAP es el diámetro a la altura del pecho. Esto es una medida estándar para determinar el tamaño de los árboles. Se toma la circunferencia y se divide para Pi (3,1416).

permanentes semipareadas⁷, con lo que se obtuvo un total de 100 estaciones de monitoreo. Las estaciones fueron etiquetadas con números del 1 al 100 al comienzo del estudio y luego, cada una de estas fue usada de manera consecutiva o repetida por nueve eventos de monitoreo a lo largo de tres años, con "tres estaciones" por año (seca, húmedo y transición de húmedo a seco).

Método original de muestreo

Durante tres años, se muestreó la fauna de artrópodos en las 100 estaciones por un total de nueve veces a lo largo de tres años usando la técnica descrita previamente en Erwin (1983, 1989)⁸. La única modificación, en relación con las técnicas descrita previamente, fue el uso de una sábana de 3x3 m amarrada con piola de nylon a los árboles circundantes o estacas, y suspendida a un metro de altura del suelo en cada estación. Cada una de estas fue fumigada creando una columna vertical de insecticida de varios metros de altura a partir de la sábana (a un metro de altura). Las muestras fueron colectadas entre las 4 y 5 de la mañana. Se midió la altura a la que llegó la niebla de insecticida en cada una de las 100 estaciones. En Yasuní, el estrato del dosel varía entre uno a tres niveles, con ciertos árboles superemergentes. Ninguno de estos árboles estuvo presente en las estaciones de muestreo.⁹

Cada mañana se muestrearon cinco estaciones durante cinco días seguidos con uno de descanso (esto pudo variar algunas veces en días lluviosos, ya que es difícil ver el dosel y determinar la altura de la columna de insecticida). El insecticida funciona por dos horas; por lo tanto, se dejó que los insectos caigan por 2 horas antes de empezar a recoger las muestras y doblar las sábanas para su uso al día siguiente. Mientras uno de los miembros del equipo retornaba al laboratorio para reemplazar el alcohol de los frascos con muestras, el resto del equipo empezaba a recoger las sábanas y preparar el siguiente par de transectos. Este régimen se mantuvo hasta completar el muestreo de las 100 estaciones.

7 En este caso se está indicando que las estaciones estaban a ambos lados del transecto principal.

8 La técnica descrita por el autor se refiere al uso de un aparato que emite una neblina con insecticida. Este aparato se lo usa hoy en las plantaciones de palma africana para fumigar los frutos que están muy por encima de la altura de una persona. Erwin desarrolló esta técnica como parte de su tesis doctoral y lleva aplicándola en varios bosques tropicales por varias décadas. Yasuní le ofreció la oportunidad de mejorar ciertos aspectos como lo describe en este texto. En relación al insecticida utilizado, este tiene su base en una sustancia extraída de la planta de piretro. Esta sustancia tiene la particularidad de que se degrada con la luz del sol. Por esta razón la aplicación del insecticida a los árboles muestreados tiene que ser hecha en la madrugada.

9 Las estaciones de muestreo fueron seleccionadas al azar, esto es mediante una especie de lotería en la que una vez que están inventariados los árboles, se les asigna un número. Mediante una hoja de números generados en la computadora de manera similar a sacar números de una funda a ciegas, se determinó qué árboles serían muestreados. Esta aclaración es necesaria para que el lector no crea que los árboles superemergentes no estaban presentes en las áreas de estudio, sino que simplemente, debido al azar, estos no fueron seleccionados para el estudio.

Separación original de muestras

Todos los artrópodos colectados en cada uno de los eventos de fumigación en el transecto río Piraña fueron contados y clasificados de acuerdo a los 14 taxones objetivo¹⁰. La separación se la hizo en la Estación de Monitoreo de Onkone Gare durante y luego de los regímenes de fumigación. Para esto se utilizaron herramientas entomológicas estándar y estereomicroscopios de disección marca Olympus.

Cada una de las 100 muestras fue sorteada en función de los 14 taxones objetivos y los datos fueron registrados en una hoja de Excel. Este trabajo duró, en promedio, 22 días con un equipo de cinco a siete personas trabajando por al menos 14 horas al día. Además de este trabajo, se realizaron cinco días de colecta directa y se marcaron todos los árboles de cada transecto. El número de muestras o bichos colectados en cada uno de los nueve eventos van de 101 257 a 310 503 individuos. El análisis de los datos se llevó a cabo en Washington, DC.¹¹

Los datos fueron analizados mediante una prueba estadística de ANOVA de dos vías usando todos los datos obtenidos de Onkone Gare. Las notas de campo, que son la base para las etiquetas de los especímenes procesados, fueron archivadas en el campo usando Excel. Para tener imágenes de los especímenes, se tomaron fotos usando un microscopio acoplado a una cámara de alta resolución acoplada a un aparato llamado AutoMontage. Este aparato permite ir tomando fotos a varias alturas y luego las combina para tener una imagen de altísima resolución. También se mejoraron las imágenes con el uso de Photoshop.

Resultados

Los resultados del estudio de Onkone Gare (1994-1996) se presentaron en una serie de 10 reportes entregados a Ecuambiente S.A. al final de cada uno de los periodos de estudio y un análisis parcial de los datos fue publicado en Lucky *et al.* (2002) y Erwin *et al.*(2005).

El estudio de Lucky y colaboradores de 2002 se enfocó en la familia Carabidae y encontró que, en los nueve períodos de muestreo entre enero de 1994 y octubre de 1996, se habían colectado 2329 individuos pertenecientes a 318 especies de las cuales más del 50% correspondían a especies sin descripción. Un porcentaje alto de las especies muestreadas eran raras,

10 El autor está indicando aquí que para poder manejar la diversidad de los artrópodos, se preestablecieron 14 grupos taxonómicos de enfoque. Esto no quiere decir que solo hay 14 grupos en Yasuní.

11 Terry Erwin trabaja para el Museo de Ciencias Naturales de los Estados Unidos de América conocido como Smithsonian Institution que está ubicado en la capital de ese país, Washington DC.

la proporción de especies encontrada solo una vez por período de muestreo fue de 50,0% a 62,5%. Las estimaciones de riqueza¹² de especies calculadas indican un número entre 82 y 282 especies de carábidos arbóreos dentro de la parcela de estudio para cualquiera de las fechas de muestreo. La mayoría de los valores de riqueza están por encima de las 173 especies. Las curvas de acumulación de especies llegaron a la asíntota para todos, excepto uno, de los períodos de muestreo; con lo que se puede suponer que el esfuerzo de colecta fue el correcto para caracterizar la fauna de carábidos. Sin embargo, las curvas de acumulación de especies para todos los datos en su conjunto no llegaron a la asíntota. Hubo una alta renovación en la composición de las especies al comparar entre fechas de muestreo; menos del 50% de la especies de la mayoría de las fechas de muestreo se repitieron, lo que sugiere que el total de las especies presentes es extremadamente alto. A pesar de que la composición de las especies fue diferente de acuerdo a la época del año en la que se realizó el muestreo, el total de la riqueza de especies varió muy poco. El análisis espacial autocorrelacional reveló que la estructura de este ensamblaje de especies tiene un patrón significativo a distancias por debajo de los 280 m. Tomando todo junto, al alto número de especies sin describir, el no haber llegado a una asíntota en los datos para la suma de todos los muestreos, y el alto recambio en la composición de las especies, se llegó a la conclusión de que la diversidad de los escarabajos carábidos es muchísimo más alta de lo que se pensó anteriormente.

El estudio de Erwin y colaboradores (2005) se enfocó en los escarabajos muestreados por fumigación de Onkone Gare (nueve muestreos) y Tiputini (tres muestreos). Este estudio buscaba determinar la variación en la diversidad beta¹³ en tiempo y espacio comparando estas dos localidades de la Amazonía occidental ubicadas a menos de 1 grado de latitud desde la línea equinoccial y separadas por 21 km apenas en línea recta. El régimen de muestreo de los artrópodos del dosel y subdosel, rigurosamente controlado y descrito anteriormente, dio como resultado una base de datos que contiene información

12 La riqueza de especies es una medición de diversidad biológica que cuantifica el número de especies registradas en un lugar. En esta medida no se toma en cuenta la abundancia relativa, es decir el número de individuos por especie, sino que se cuenta solo las especies diferentes. Con estos datos se va construyendo una curva o gráfico que registra el tiempo en el eje de las X y el número de especies en el eje de las Y, mientras que se van acumulando las especies llega un punto en el que ya no se registran especies nuevas y la curva se hace horizontal o alcanza la asíntota. Cuando la curva llega a este punto se puede asumir que ese valor es la riqueza de especies para ese lugar y que la probabilidad de encontrar especies nuevas es casi 0. La renovación de especies se refiere a que en cada período la nómina de especies fue cambiando.

13 La diversidad β es una medida que compara cuántas especies se repiten o solapan entre dos localidades ubicadas dentro del mismo ecosistema. Estas dos localidades están ubicadas dentro del bosque húmedo tropical amazónico y, por lo tanto, son el mismo ecosistema. La parte que dice temporal, es porque también se podría comparar los datos en relación a diferentes fechas de muestreo. Si la composición de especies es similar, se esperaría un valor muy alto de correspondencia o solapamiento. Por otro lado si los lugares son muy diferentes, muy pocas especies estarían presentes en los dos lugares y el solapamiento sería bajo.

acerca de las dinámicas estacionales a lo largo de un año, así como entre años. Esta publicación científica se enfocó en los carábidos y los curculiónidos (subfamilia Otidocephalinae) tomados de una muestra mucho más grande, debido a que las curvas de acumulación de especies de estos grupos casi alcanzaron una asíntota; lo que quiere decir que se tomó una cantidad suficiente de muestras de tal manera que es probable que se haya capturado la mayoría de las especies presentes en el área. Los árboles del dosel en las dos áreas son muy diferentes en cuanto a la composición de especies se refiere (índice de complementariedad (IC)=0,73)¹⁴, moderadamente diferentes a nivel de género (IC=0,53), pero muy similares a nivel de familias (IC=0,26). Se había anticipado o predicho que la fauna de escarabajos sería diferente entre los dos lugares debido a que los grupos de alimentación estarían relacionados con las especies de árboles y estas son bastante diferentes. Esta predicción tomó en cuenta que las especies que se alimentan de árboles o plantas tienden a usar un recurso específico, pero no se esperaba que la composición de especies de depredadores y los detritívoros fuera diferente.¹⁵ Para los Otidocephalinae, Curculionidae y Carabidae, este análisis sugiere lo opuesto a lo predicho: un porcentaje mayor de especies herbívoras se comparten entre las áreas en comparación con las especies predatoras. Estos resultados sugieren grados variables de recambio a lo largo de distancias cortas tanto en la composición de los dos bosques como en insectos que dependen de estos en la llanura amazónica occidental. El alto grado de recambio puede tener un impacto en los métodos de inventario y las estrategias de conservación derivadas de estos estudios.

En la EBT, un régimen de monitoreo idéntico fue implementado en la parcela establecida a 600 m de la estación a lo largo del sendero Harpía. Se realizaron nueve eventos de muestreo durante el curso de tres años, empezando en junio de 1998. Dentro de los 10 transectos de la parcela en Tiputini, se encontraron 622 árboles con un DAP ≥ 10 cm, los cuales representan 248 morfoespecies en 20 familias. De los 622 árboles, 32 especies no pudieron ser identificadas (5,14%), por lo que la verdadera riqueza de la parcela podría tener 5 o 10 especies más. Las familias más comunes, esto es, aquellas representadas con más de 19 árboles, incluyen (en orden de abundancia): Fabaceae (82 individuos), Moraceae (57), Arecaceae (41), Cecropiaceae (34), Myristacaceae (34), Lecythidaceae (30), Bombacaceae (27), Euphorbiaceae (27), Sapotaceae (27), Lauraceae (26), Meliaceae (20), Burseraceae (19). La especie de árbol más común es *Iriartea deltoidea* (Arecaceae) y está representada por 20 individuos.

14 El índice de complementariedad va de 0 a 1, siendo 0 totalmente iguales y 1 totalmente diferentes. Mientras más alto el valor, los dos grupos de datos comparados se parecen menos o contienen muy pocos datos que son iguales.

15 En los escarabajos, existen especies que son herbívoras, otras que se alimentan de otros escarabajos, siendo depredadores; y, otras que son consumidoras de animales muertos o detritívoras.

Phillips et al. (2002) usaron los datos de lianas de las parcelas de Onkone Gare y Tiputini, junto con varias parcelas botánicas y encontraron que, a pesar de la teoría ecológica que sugiere que los bosques maduros deberían estar cercanos al equilibrio dinámico, los bosques amazónicos no fragmentados están experimentando un incremento sincronizado en la densidad, área basal y tamaño promedio de las plantas trepadoras leñosas (lianas). A lo largo de las últimas dos décadas del siglo XXI, la dominancia de las lianas grandes en relación con los árboles ha incrementado de 1,7 a 4,6% por año. Las lianas promueven la mortalidad de los árboles y suprimen su crecimiento; por lo tanto, su rápido incremento implica que el almacenamiento de carbono está llegando a su fin mucho antes de lo sugerido por modelos actuales. Las predicciones del flujo de carbono tropical en el futuro deberán tomar en cuenta los cambios en la composición y dinámica de los bosques que se supone que no han sido perturbados.¹⁶

Las muestras de los primeros tres eventos de monitoreo (junio, octubre de 1998 y enero de 1999) se clasificaron y contaron en función de los taxones objetivo y luego fueron exportados a Washington D.C. bajo un convenio con la Escuela Politécnica Nacional, para ser estudiadas. Las muestras de los restantes seis eventos de monitoreo están almacenadas en el Museo de Biología de la Escuela Politécnica Nacional desde el final del trabajo de campo y no han podido ser procesadas.

Conclusiones

Aunque los resultados del monitoreo en Onkone Gare entre 1994 y 1996 no demostraron que exista un impacto por la construcción y uso de la vía Maxus, no es seguro que esto sea real. Solo si comparamos con un transecto "control" remoto podremos estar seguros si la proximidad de una carretera tiene o no un impacto sobre la entomofauna del dosel. Los resultados de los tres primeros monitoreos en Tiputini indican que el balance presente ahí es consistente con lo que se encontró en Onkone Gare; sin embargo, esto solo representa un vistazo rápido a los rangos de abundancia. Sin los datos de los seis eventos de muestreo restantes en Tiputini, no se puede llevar a cabo un análisis que permita comparar los datos encontrados entre 1994 y 1996 en Onkone Gare. Si logramos analizar todos los nueve eventos de monitoreo de Tiputini, los resultados tendrán más peso y esta es la razón fundamental por la cual se requiere exportar las muestras al Smithsonian en Washington D.C. Los recursos para esta tarea de gran magnitud simplemente no están disponibles en Ecuador.

¹⁶ La fijación de carbono atmosférico por parte de las plantas es el mecanismo natural que permite controlar los niveles de CO₂ en la atmósfera. Con el incremento del CO₂ vinculado con el cambio climático, varios científicos de todo el mundo están tratando de comprender qué efectos habrá sobre los bosques, en especial de los trópicos, pues allí está almacenada una gran cantidad del carbono del planeta.

Los datos complementarios derivados del estudio de los insectos son de mucha utilidad para los botánicos que están estudiando ciclos ambientales importantes. Los especímenes de insectos colectados durante el monitoreo están siendo usados por muchos científicos (36 hasta 2005) como parte de sus estudios taxonómicos, filogenéticos y zoogeográficos.

En el futuro, se deberían llevar a cabo estudios de los especímenes colectados en estos dos transectos a lo largo de un período de seis años. Por ejemplo, se deberían investigar los factores que influyen la distribución, abundancia y organización de las especies en comunidades; una pregunta de importancia central en ecología. Además, los patrones espaciales y temporales de la distribución y abundancia son de relevancia para entender problemáticas relacionadas con la biodiversidad. Esta información es esencial para determinar no solo la riqueza de especies en un lugar, sino los nexos entre especies lo cual refleja el grado y fuerza de las interacciones entre estas y su importancia en los procesos bióticos.

Detectar, medir y describir los patrones ecológicos relevantes y de biodiversidad ha sido muy difícil debido a la marcada escasez de datos. En los bosques tropicales, la dominancia numérica de los animales le pertenece a los artrópodos. Desde el punto de vista estadístico, los artrópodos representan organismos ideales para ser estudiados porque su abundancia y la riqueza de especies nos proveen de suficiente material para probar y replicar las hipótesis de estudio. Sin embargo, los grupos o sets de datos, aquellos que provienen de diseños de muestreo riguroso y bien diseñados, que toman en cuenta las estaciones o épocas del año y que repiten a lo largo de varios años son casi inexistentes en el caso de estudios de la biodiversidad de artrópodos tropicales. Por esta simple razón, preguntas clave con referencia a la estabilidad, es decir la variabilidad, resiliencia y resistencia de las poblaciones de artrópodos tropicales, no han sido investigadas. En vista de que los hábitats tropicales están siendo destruidos de manera acelerada, es urgente dar respuesta a estas preguntas tanto para el desarrollo de teorías ecológicas así como para los implementar estrategias de conservación.

El uso del inmenso conjunto de datos colectado de manera sistemática durante este estudio de monitoreo pueden servir para responder hipótesis relacionadas con patrones de biodiversidad y su correlación con eventos evolutivos y ecológicos relacionados con la especialización y la rareza de ciertas especies. Este conjunto de datos, sin lugar a dudas, constituye el set más grande y rico que se haya colectado nunca antes y que, sin duda, puede servir para responder a la pregunta que inició este estudio. Además, el resumen y análisis de estos datos revelará muchas joyas científicas y generará muchos datos empíricos para desarrollar y probar muchísimas otras preguntas e hipótesis más allá de las desarrolladas aquí.

El principal objetivo de dicha investigación debería ser el examen de los patrones de biodiversidad a una escala local y poner a prueba las teorías ecológicas generales con relación a la estabilidad y rareza que son relevantes para los temas de conservación. A partir de los datos colectados por Erwin en Ecuador, podríamos empezar a responder a las siguientes preguntas generales:

- ¿A partir de qué escala en el espacio y el tiempo se mantienen los patrones de biodiversidad para los diferentes clados y/o gremios de artrópodos terrestres?
- ¿Cuál es la importancia relativa del tamaño del cuerpo, habilidad de dispersión, afiliación taxonómica, especialización ecológica, tasas de reproducción, gremio trófico para poder explicar la abundancia o frecuencia de presencia de los artrópodos?
- ¿Porqué hay unos taxones que son más raros de encontrar que otros?
- ¿Es la variabilidad temporal de los artrópodos una característica relacionada con el tamaño del cuerpo, abundancia poblacional, especialización, afiliación taxonómica, gremio trófico o interacciones entre especies?

Objetivo 2. El estrato bajo del bosque en la EBT¹⁷

Este proyecto empezó en el 2013 como una extensión y mejoramiento del proyecto de PhD de Kathryn Riley en la EBT. Este proyecto tomó un poco más de dos años y ha continuado cada año desde entonces hasta el último evento de muestreo en campo el cual tuvo lugar entre junio y julio de 2016. Los especímenes de la familia Carabidae, o los llamados escarabajos del suelo que fueron descubiertos durante este período de tiempo, representan los datos que hacían falta para responder varias preguntas que nos hicimos sobre la fauna de escarabajos en la EBT y sus ambientes. Este estudio busca poner a prueba la hipótesis de que un tercio de las especies de carábidos del bosque viven en el estrato bajo, mientras que dos tercios de ellos viven en el dosel (Erwin, 1982). Otro objetivo de este estudio es determinar si los miembros de la familia Carabidae están limitados por el estrato en el que viven, es decir que

¹⁷ En español, no tenemos una sola palabra para indicar los niveles del bosque como sucede en inglés. Lo que tenemos que comprender para estudiar y comprender el bosque lo hemos dividido en la capa que sobresale como los ceibos a la que llamamos emergente. La copa de los árboles se llama el dosel. El espacio que está por debajo de las copas y hasta más o menos unos tres metros sobre el suelo se llama el subdosel. La parte inferior debe verse como un espacio bajo que no es todavía el suelo y el suelo propiamente dicho. Si bien es cierto que nosotros somos los que dividimos el bosque en estas capas, al parecer ciertos organismos también están usando y viendo al bosque en la misma forma y eso es lo que el autor está tratando de comprender y estudiar.

están restringidos a vivir ya sea en dosel, subdosel o la parte baja del bosque. Además este estudio busca documentar la fauna de la EBT, como se está haciendo para la Guyana Francesa y ya se ha hecho para Perú con el fin de determinar los rangos de distribución de ciertos taxones a lo largo del norte de Sudamérica. La pregunta sería ¿Están las especies distribuidas ampliamente o son muy restringidas?

Materiales y métodos

En cada uno de los transectos transversales de la parcela denominada Harpía, la cual comienza a partir de los 600 m sobre el sendero del mismo nombre, se colocaron 10 trampas de interferencia de vuelo (TIV) como parte del trabajo de campo de enero a febrero de 2014. En los restantes transectos, se ubicaron trampas SLAM¹⁸. El objetivo es coleccionar muestras por debajo de la zona que fue monitoreada e inventariada en los estudios del dosel entre 1998 y 2001 y así responder las preguntas planteadas en los objetivos. Esta metodología de trampeo sirve para coleccionar los escarabajos que están volando en la parte media y baja del dosel del bosque. Las trampas capturan a los especímenes interrumpiendo la ruta de vuelo; se topan con una muralla transparente hecha de plástico y caen a un recipiente que tiene agua con detergente biodegradable. El otro tipo de trampa, SLAM (figura 5) hace que los insectos tengan que subir por las paredes de la trampa; en la parte superior, se topan con una botella con alcohol. Las TIV (figura 6) se ubican en el bosque de interés en zonas que están ligeramente despejadas o "rutas de vuelo" de los escarabajos. Esta estrategia de trampeo se la usó en 2014 y 2015 y se la desarmó al final de 2015.

Desde 2011, se usaron técnicas de colección manual diurnas y técnicas de colección intensiva en la noche como parte del proyecto de tesis de Riley y se las ha continuado hasta la fecha. Estas técnicas incluyen la búsqueda visual en el suelo, los árboles y la vegetación que está a la altura de la vista humana y por debajo, los senderos, los árboles muertos y en descomposición tomando en cuenta el esfuerzo (esto se mide en horas y metros de transecto recorridos) para poder hacer los cálculos estadísticos correspondientes. Esto proporcionará información que permitirá determinar si las especies vuelan o no con frecuencia en el estrato bajo. Aquellas que son encontradas en la noche caminando o corriendo cerca de los senderos, pero que no caen en la TIV serán examinadas para ver si son especies que no pueden volar (como el caso de las especies de "alas cortas"). Si es así, esto podría explicar por qué no se las encuentra en las trampas TIV o SLAM. Por el contrario, si tienen alas bien formadas, estas especies serán registradas para estudios posteriores para de-

18 No existe una traducción para este acrónimo y es más bien el nombre para este tipo de trampa. Ver más abajo la descripción de su funcionamiento.

terminar por qué no vuelan, o por qué evitan las trampas TIV o SLAM.

Todas las muestras colectadas fueron puestas en frascos de vidrio con alcohol etílico al 95% ¹⁹ y guardadas en un refrigerador en la EBT. Después de terminar con las colectas anuales y obtener los permisos de exportación respectivos por parte del Gobierno del Ecuador, los individuos colectados fueron transportados y están siendo identificados en nuestros laboratorios en el Smithsonian en Washington D.C. usando técnicas estándar que se basan en la morfología descriptiva.²⁰ Estas técnicas incluyen medidas del tamaño del cuerpo y estado de las alas. Kathryn Riley, quien obtuvo ya su doctorado de Universidad de Wake Forest, está trabajando en la publicación de los resultados. Sets sinópticos de los especímenes se están reenviando periódicamente al Ecuador y se los está dejando en el museo de Entomología de la Escuela Politécnica Nacional y otros museos entomológicos de Quito.

Resultados

El objetivo principal del proyecto llevado a cabo en julio y noviembre de 2013 fue el desarrollo de un diseño experimental adecuado, lo que logramos probando varios tipos de trampas TIV con materiales que se podían encontrar en Francisco de Orellana (El Coca). No se obtuvieron muestras significativas ni tampoco se hicieron exportaciones durante este período, y más bien, lo poco colectado se quedó en el refrigerador de la EBT. Entre enero y febrero de 2014, cuando ya teníamos el diseño final de las trampas TIV, se las ubicó en los 10 transectos descritos anteriormente. Sin embargo, surgió un problema no previsto: las bandejas de colección fueron invadidas por miles de escarabajos acuáticos predadores que se comieron todos los insectos que caían en el agua de las trampas. No logramos capturar ni un solo espécimen con las trampas TIV y muy pocos con las trampas SLAM, probablemente debido a la influencia de la estación seca. Nosotros no pudimos anticipar esto. Incluso aumentar la cantidad de detergente en el agua no logró evitar la destrucción del taxón objetivo para este proyecto. El muestreo manual fue mucho más productivo y por lo tanto hemos mantenido esta forma de muestreo desde entonces.

Discusión

Desde 1997 hasta la fecha, se han muestreado 126 lugares. Estos lugares representan cinco biotopos y 29 microhábitats. Se han identificado 87 géneros de Carábidos pertenecientes a estos sitios. Las especies de estos

19 El alcohol etílico al 95% es la sustancia utilizada para la preservación de casi todos los organismos biológicos muertos, incluso las plantas. Por lo general, esta sustancia no daña los tejidos, los fija y puede mantenerlos por muchas décadas. El alcohol tiene que ser cambiado periódicamente.

20 El autor está aclarando aquí que, para estas muestras, no se está usando las técnicas moleculares para la determinación de especies y que, por lo tanto, no se está extrayendo ADN de estos ejemplares.

géneros están siendo identificados a medida que se van preparando los especímenes²¹. Además, los especímenes de dosel colectados en la parcela Harpía también están siendo procesados y serán sumados al conteo total de los géneros. Estos datos confirman que la EBT es un lugar muy rico en géneros como se lo esperaba. El inventario actual de la Guyana Francesa (con varios lugares muestreados con trampas TIV y SLAM) llegó a 75 géneros y, al igual que la EBT, no incluye los insectos del dosel aún. El inventario en Pakitza (Erwin, 1991) en el río Manu en Perú, cuenta con 118 géneros incluyendo los taxones del dosel y esto es más o menos lo que esperamos para la EBT cuando el estudio esté completo.

Recomendaciones

Tanto Onkone Gare como la EBT nos han generado una cantidad increíble de datos básicos en relación a los insectos y sus parientes a lo largo de un período significativo de tiempo. Las dos parcelas deberían ser mantenidas rigurosamente para estudios posteriores de seguimiento. El aumento en la perturbación del bosque por parte de la población Waorani a lo largo de la vía Maxus amenaza la idea original la cual pretendía evitar impactos sobre el bosque de la zona. Si se mantiene el bosque, siempre va a existir una fauna de insectos saludable. Si consideramos el hecho de que cada hectárea de bosque del Yasuní contiene más de 100 000 especies de insectos y que el 80% o más son nuevos para la ciencia (Erwin, 2004), el Parque Nacional Yasuní debería tener las mismas restricciones que tienen los parques nacionales de los países desarrollados.

21 La preparación se refiere a un proceso de montaje en el que se inserta un alfiler, se acomoda el animalito para que sus partes sean visibles y se añade una o más etiquetas con los datos de colección. Al producto se conoce como una muestra entomológica.



Comentario sobre los artrópodos del Yasuní y nuestro estado de conocimiento

Kelly Swing^a

*^aEstación de Biodiversidad Tiputini,
Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador*

Dirección de contacto: kswing@usfq.edu.ec

Los miembros de este grupo de animales provocan algo de miedo o sospecha en la mayoría de personas. Tienen muchas patas y algunos cuentan con la capacidad de morder o picar y, por lo tanto, somos intimidados a pesar de nuestro tamaño gigantesco al lado de ellos, y nos educaron para atacarlos y matarlos “antes de lamentar su ataque”. Considerando cuántos artrópodos existen en el mundo y cuán pocos pueden lastimarnos, esta visión es totalmente injustificada. Desafortunadamente, poca gente conoce estos bichos o cómo distinguir cuáles son “buenos o malos”, y todos mueren sin un segundo de contemplación. Si tuviéramos un poquito de conocimiento de quiénes son y qué hacen, podríamos evitar esos momentos de angustia para nosotros mismos, y muchos actos de violencia hacia ellos.

De alguna forma, cuando hablamos del filo Artrópoda en el neotrópico, estamos refiriendo a un mundo de desconocidos. Existen tantos tipos que nos dejan totalmente incapaces de aplicar un nombre común, y no, “algún

tipo de bicho” no es aceptable. Se puede esquivar la pregunta señalando que ni los entomólogos han dado nombre científico a muchos de ellos, la mayoría de hecho, y que el “simple” trabajo de hacer una lista completa sigue siendo solo un sueño. Con algunas excepciones, tampoco conocemos nada de sus vidas más allá de algunas generalidades por subgrupo. Lo que sabemos bien es que este filo –que incluye desde moscas hasta termitas, garrapatas y cangrejos, tarántulas hasta milpiés y alacranes, chontacurus y machacas, saltamontes y zancudos– es la agrupación más grande de todos los organismos del planeta. Entre ellos, los insectos en particular, son los más diversos y los escarabajos específicamente se destacan entre todas las formas de vida por contar con el mayor número de especies de todos los animales del mundo (Farrell, 1998).

Por nuestra ignorancia tan persistente, sería racional seguir la sugerencia de Jean-Baptiste de Lamarck, quien escribió al inicio de los 1800, “percibimos que, relativo al reino de los animales, deberíamos enfocar nuestra atención hacia los invertebrados, por su enorme variedad en la naturaleza, la singular diversidad de sus sistemas de organización, y su capacidad de multiplicación, porque nos demuestran, mucho mejor que los animales avanzados, el curso verdadero de la naturaleza, y los medios que ella ha utilizado, y sigue empleando, para dar existencia a todos los cuerpos vivientes de los cuales tenemos conocimiento.”

Hace unas décadas, la mayoría de los científicos estaban bastante satisfechos con la lista de un millón de especies para el planeta, pensando que esta fue una cantidad razonable y que no deberíamos esperar que haya una cantidad sustancial que faltara de registrar. Cuando se propusieron unas estimaciones del doble, la mayoría de naturalistas se burlaban diciendo que tales cifras no era realistas ni confiables (Sabrosky, 1952). En la zona templada¹, habíamos llegado a un punto en que el encontrar una nueva especie era un evento raro, algo que merecía atención especial. En ese entonces, algunos individuos empezaron a explorar fuera de esa zona, en varios hábitats, especialmente en los trópicos, en lugares remotos e inaccesibles, desde el fondo del mar hasta el dosel del bosque amazónico.

Con el uso de técnicas nuevas y estrategias innovadoras, investigadores como Terry Erwin, de la Smithsonian Institution, descubrieron tantas especies nuevas para la ciencia que todos quedaron boquiabiertos. Y cuando el Dr. Erwin sugirió que el total de especies para el planeta podría alcanzar decenas de millones (1982), había hasta rechazo e insultos, con dudas en relación con los simples cálculos que sumaban cifras tan exageradas. Para algunos, este nuevo estimado fue considerado un ataque a nuestra percepción de realidad.

¹ Recordar que el planeta está dividido en tres grandes regiones: Los trópicos, las zonas templadas y las zonas polares.

¿Cómo pudimos ser tan ignorantes, tan arrogantes y, a la vez, estar complacidos? Mientras más aceptamos esta edad de descubrimiento, reconocemos que cualquier suma publicada no puede ser más que una estimación. El estimado de que existen entre 5 y 10 millones de especies es generalmente aceptable hoy en día (Nielson y Mound, 2000; Stuart *et al.*, 2010). Cuando se habla de millones por catalogar, algunos taxónomos dicen que quizá vamos a ser obligados a cambiar el sistema de las clasificaciones totalmente. Los peritos en los museos del mundo están avanzando con el proceso de aplicar nombres a especímenes, pero el trabajo es enorme y tedioso. Hay que entender el parentesco de los organismos y sus primos para cumplir con las exigencias sistemáticas. Si queremos catalogar todas las especies del planeta, vamos a necesitar muchos especialistas más. En particular, el reto es urgente por la rápida pérdida de especies a través de la extinción provocada por las actividades humanas. Muchas personas no ponen ningún valor a las otras especies que no utilizamos directamente pensando que el valor es solamente tangible para las cosas que ocupamos actualmente ignorando la posibilidad de usos futuros. La información genética en cada especie representa las respuesta de millones de años de retos evolutivos superados, y quizá podríamos utilizarla en alguna eventualidad, si no la hemos extinguido ya. Si las especies se esfuman sin conocerse, esta posibilidad también se va.

Una pregunta típica es “¿cuáles especies deberíamos mantener?”, seguida por el comentario: “Los insectos no deben ser tan importantes.” Si tienes algún aparato en la casa que no funciona y quieres repararlo, puedes empezar a desarmar sus piezas, pero jamás irías botándolas o destrozándolas porque todas tienen su papel en la máquina. La misma idea se aplica a la naturaleza: deberíamos mantener todas las piezas para mantener alguna esperanza de que ella funcione correctamente para nuestro propio bien. En contraste, la estrategia común ha sido botar el bosque y eliminar sus animales para ocupar este nuevo terreno, sin pensar dos veces en el valor potencial de un estimado de 100 000 especies por hectárea (Bass *et al.*, 2010; Lucky *et al.*, 2002). Y normalmente, cualquier plan de recuperación involucra la actividad de sembrar árboles nativos, alrededor de una operación petrolera, por ejemplo. Los planes más extravagantes incluyen tres o cuatro tipos de árboles, ignorando que el bosque original tuvo 600 especies por hectárea, más de cientos de especies de epífitas y herbáceas. Encima de esta fantasía, ni se contemplan los millones de animales que fueron desplazados entre los mamíferos, pájaros, lagartijas, culebras, insectos y arañas. La filosofía industrial es que todos simplemente se fueron al bosque de al lado la semana de la destrucción y ahí están esperando unos meses o años para regresar al tener un “bosque” de una sola especie aún sin los variados recursos como hojas y frutas que deberían consumir. La verdad esta lejos de este escenario y el ecosistema probablemente demoraría

varios siglos, como mínimo, en recuperarse. Cuando una operación extractiva propone un plan de recuperación, es siempre una estrategia cosmética. Al poder decir "ahí está el bosque creciendo de nuevo". Después de un par de años, han cumplido, quizá, con los requisitos gubernamentales, pero la comunidad ecológica no se parece de ninguna forma a lo que ocupaba anteriormente el mismo sitio en absoluto, tomando en cuenta el nivel de diversidad o productividad. El significado de la palabra "recuperación" ha sido totalmente distorsionado, yendo del concepto de un regreso al estado original a un intento barato y rápido de simplemente producir una ilusión de aquello, el tapar llanamente la cicatriz con maquillaje. En ese momento, el bosque que creció como reemplazo ciertamente no funciona como antes y ningún recurso tradicional estará disponible para los vecinos indígenas.

Normalmente, los humanos no solemos tomar decisiones para erradicar a nada, con la excepción de nuestros enemigos mortales (quienes en la mayoría han sido reconocidos por ser distintos en apariencia, acciones, creencias o culturas; o cuando sea ventajoso, económicamente o geográficamente categorizarlos así). Algunos artrópodos que invaden nuestras casas o sembríos también han sido puestos en esta lista de muerte. Resulta que la lista de beneficiosos en los ecosistemas o en la producción de frutas y hortalizas es mucho mayor. Después de la Segunda Guerra Mundial², llegamos a tener la mentalidad de que podríamos manejar a cualquier plaga eficientemente con químicos. Con la idea de tomar control del mundo de una vez y para siempre, para el "beneficio" de la agricultura y la salud pública, empezamos a regar cantidades de pesticidas por todo lado porque era fácil hacerlo. Desafortunadamente, matamos a los buenos con los malos, las abejas con los mosquitos, y actualmente estamos enfrentando una crisis por falta de polinizadores en algunas regiones. La estrategia de matar a las otras especies indiscriminadamente fue un error que ha tenido impactos enormes y duraderos con daños colaterales impredecibles en algunos sitios (Carson, 1962). Sin embargo, nos rehusamos a aprender la lección alrededor del globo.

En la Estación de Biodiversidad Tiputini, lejos de las ciudades y las amplias fumigaciones modernas, podemos intentar mantener la idea de que la entomofauna local está generalmente intacta sin sufrir por los insecticidas innumerables que se usa en el mundo desarrollado. La verdad es que algunos son tan tóxicos y fáciles de dispersar que el efecto puede llegar hasta los puntos más remotos del planeta. El famoso DDT ha sido detectado en los glaciares de la Antártida. Algo que llega también a los últimos rincones del Yasuní son los impactos de la luz artificial. En todas las operaciones petroleras,

² Durante la Segunda Guerra Mundial, se empezó a utilizar gases y productos tóxicos para matar al enemigo. Esto inició lo que se conoce como guerra química. Esta técnica ha sido usada por todos los bandos. Hoy se sigue usando, por ejemplo, en la guerra contra las drogas como lo constituye la fumigación con glifosato.

se instalan lámparas gigantescas en los campamentos para poder trabajar las 24 horas. Cada una mantiene miles de insectos distraídos durante horas cada noche hasta caerse exhaustos. Cuando sale el sol, cantidades impresionantes mueren en el piso. Además, las operaciones anticuadas siguen quemando el gas natural en teas abiertas y estas atraen los insectos por millones desde varios kilómetros a la redonda. Al caerse al pie de estas llamas, se acumulan para demostrar cuán grande es la pérdida. Considerando que estos mecheros son regados por doquier en la Amazonía ecuatoriana, el número de muertos es incalculable. Al pensar en los impactos al ecosistema, hay que reconocer que cada especie tiene su papel como presa, depredador o polinizador y el proceso de vaciar al bosque de tanta biomasa funcional tiene sus implicaciones a todo nivel incluyendo la reproducción de plantas y animales que son importantes para la eventual cosecha de maderas finas o la atracción al turista. Aunque el cuantificar este tipo de impacto negativo puede ser imposible en el corto plazo, tarde o temprano, el efecto se hará evidente y es necesario estudiarlo. La falta de pericia en conectar todas las especies de insectos a todas sus interacciones en la red trófica no es culpa de nadie; nunca sabremos tanto sobre tantas especies en lugares biodiversos como el Oriente ecuatoriano. El no poder calcular las pérdidas, de vidas o de dinero, con exactitud no es un pretexto para no tomar estas realidades en cuenta. Una política de encerrar todos los mecheros podría cambiar esta situación 100%, literalmente de un día para el otro.

Los insectos y sus aliados son poco conocidos para la mayoría de la gente. Por eso surgen preguntas como: "¿Qué nos importan?" o "¿por qué nos deberían importar?" En el mundo entero, en cada cultura, el individuo solamente cuida las cosas que tienen algún valor conocido para sí. Más allá de nuestra zona de conocimiento, las cosas no suelen tener valor y esto es por ignorancia, no por sus cualidades. Con el progreso del tiempo, menos humanos tienen contacto con la naturaleza y vamos perdiendo información sobre ella y el valor de sus bienes. Anteriormente, los seres humanos dependían totalmente de la naturaleza y fuimos obligados a leer sus señales en relación con las estaciones, la presencia de recursos, la disponibilidad de alimento, las oportunidades que aprovechar y los riesgos que evitar. Las familias que no contaron con esta pericia desaparecieron. Hace un siglo, el 75% de los habitantes de Latinoamérica vivían en el campo; actualmente, el 75% vivimos en las ciudades. Casi nadie depende de su conocimiento de la naturaleza para sobrevivir día a día y hemos perdido el incentivo de conocer lo que hay fuera de nuestra urbe. Nuestra ignorancia no debería servir como pretexto para acabar con el planeta, especialmente considerando que no hay ninguna cosa tangible (sea una moneda o los lentes de contacto, un tomate o un semáforo, un zapato o un celular, un ladrillo o una nave espacial) que no tiene su origen

en algún recurso natural. No podemos sobrevivir sin esos recursos y tampoco sin los servicios de la naturaleza en forma de producción de aire, agua y sol. La mayoría de gente en las ciudades tampoco puede costear visitas al campo aunque los padres tengan interés en compartir las maravillas naturales con sus hijos. La pérdida de contacto con el mundo natural no puede provocar la pérdida de conocimiento de su valor y la pérdida de los recursos necesarios para la misma sobrevivencia. Hay que retomar consciencia de lo que significa la naturaleza y todo lo que ella ofrece para garantizar un futuro para la humanidad.

A conocer los insectos y sus parientes

El entender la naturaleza y sus criaturas, en una forma básica, debería ser una parte integral de la educación para todos. Tomando en cuenta la representación multitudinaria de los insectos, algún conocimiento de ellos es simplemente imprescindible, especialmente para cualquier persona que se llame guía o biólogo y, en alguna medida, al administrador de recursos, un funcionario relacionado con las áreas protegidas, los legisladores que toman decisiones sobre las políticas vinculadas al uso de terrenos y la relación humano/naturaleza, y, sin ignorarlo, cualquier consumidor. Para entender los retos y las oportunidades vinculadas a la naturaleza, cada cual debería conocer al menos lo rudimentario de este grupo, aunque sea solamente para distinguir entre cuáles nos pueden picar o comer nuestras casas y los que son inofensivos, o beneficiosos para nosotros y nuestro acceso a las fuentes de alimento. Tomamos esta oportunidad de proveer un resumen de los grupos comunes e importantes, pero son demasiados para incluir más de una diminuta fracción de todos; por lo que este capítulo resulta ser un tratamiento sumamente superficial del mundo de los insectos.

Clase Arachnida: arañas, tarántulas, escorpiones, garrapatas, ácaros

Aquí se incluyen miles de especies que son frecuentemente consideradas peligrosas. Esta visión es completamente errónea en la mayoría de casos, aunque deberíamos tener algo de precaución con varias especies.

Las arañas no son un solo grupo de organismos, sino miembros de más de una docena de familias solamente en el Oriente. Estos animales demuestran mucha variabilidad en tamaño, proporciones corporales y colores, pero todas son depredadores. Cada familia emplea una estrategia diferente para la captura de presas, desde una red pegajosa hasta el acecho de presas similar a los felinos. Sirven como alimento para otros artrópodos y para peces, ranas, reptiles, mamíferos y aves. Ocupen numerosos nichos y hábitats.

Clase Miriápodos: milpiés y ciempiés

Estos invertebrados con docenas de patas son muy familiares y algunas especies alcanzan tamaños que atraen la atención. Los dos subgrupos principales son distinguidos por el número de patas por segmento corporal. Los ciempiés, con un solo par de patas por segmento, son predadores rápidos; tienen el cuerpo algo aplanado dorso-ventralmente y pueden morder e inyectar veneno. Los milpiés son herbívoros, con el cuerpo redondo en la sección transversal; se protegen emanando secreciones de cianuro que tiene el olor de esencia de almendras.

Filo Onychophora: gusanos de terciopelo

Existen poquísimas especies de estos “gusanos” que están evolutivamente entre las lombrices y los milpiés. Para cazar sus presas, se lanza un líquido pegajoso desde unas glándulas en el cuello.

Clase Crustácea: camarones y cangrejos

En cualquier cuerpo de agua en la Amazonía, se puede encontrar miembros de esta clase. Los camarones, especialmente del género *Macrobrachium*, con sus brazos alargados, son más comunes que los cangrejos que pueden ser miembros de un par de familias, Thelphusidae y Trichodactylidae.

Clase Insecta: los insectos

Típicamente, estos son los organismos pequeños que tienen seis patas y dos pares de alas. Con un exoesqueleto, el cambio de “piel” es parte de sus vidas. Son los animales que más vemos, si buscamos un poquito.

Orden Ephemeroptera: las efímeras

Los miembros de este grupo se parecen en algo a las mariposas nocturnas, pero no tienen escamas sobre sus alas. Muchas especies son pequeñas, entre 1,5 cm y 2,3 cm de largo, posiblemente con unos filamentos extendiendo del abdomen. Pasan un par de años como larvas acuáticas y suelen emerger como adultos de una forma sincronizada. De vez en cuando, salen miles de estos insectos juntos al atardecer para encontrar pareja, reproducirse y morir dentro de pocas horas. De ahí su nombre: efímeras.

Orden Odonata: las libélulas y caballitos del diablo

Estos insectos están típicamente vinculados con ecosistemas acuáticos, sobrevuelan el agua y las riberas de ríos, pantanos y lagunas. El cuerpo varía entre 2 cm y 10 cm de largo. Unas docenas de especies viven en cada área y todas son depredadores, que comen insectos pequeños generalmente.

La fase larvaria es acuática. Dependiendo de la especie, los adultos pueden ser de diferentes colores según el sexo.

Orden Orthoptera: los saltamontes y los grillos

Las especies en este orden tienen las patas traseras modificadas para saltar; son alargadas y provistas con músculos muy fuertes. La mayoría son herbívoros, pero una parte son depredadores que principalmente se alimentan de otros insectos más pequeños. Muchos son sumamente camuflados, para esconderse entre hojas vivas o muertas. Las hembras tienen una extensión con forma de espada saliendo del extremo del abdomen; este ovipositor se usa para poner huevos debajo de la corteza de árboles en muchos casos.

Orden Phasmida: los insectos palo

Son unos invertebrados muy especializados por tener el cuerpo muy alargado y delgado. La mayoría no excede los 10 cm, pero una especie puede superar los 20 cm. Todos son herbívoros; algunas especies tienen alas y pueden volar.

Orden Dictyoptera: las mantis y cucarachas

Con sus patas delanteras tan especializadas, las mantis son muy fáciles de reconocer. Todas son predadores que comen a otros insectos. En tamaño, pueden ser entre 1,5 cm y 12 cm de largo como adultos y suelen camuflarse entre hojas vivas o en la hojarasca.

Por otro lado, las cucarachas son fáciles de reconocer como insectos planos y rápidos; sus alas son relativamente grandes y redondeadas. Como la mayoría, viven entre la hojarasca, suelen tener colores entre cafés y grises. Muchas especies alcanzan tamaños entre 2 cm y 8 cm de largo. Son omnívoros y oportunistas. Algunas especies, como la cucaracha gigante, son vivíparas, es decir que sus huevos se guardan en el cuerpo hasta que eclosionan y nacen cucarachitas.

Orden Isoptera: las termitas

Estos insectos, por la destrucción que pueden causar en casas de madera, son bien conocidos. Pueden ser plagas para nuestras estructuras, pero tienen un papel muy importante en el reciclaje de nutrientes en el ecosistema. Las colonias más obvias son las arbóreas hechas de pulpa de madera en combinación con saliva, excremento y suelo. Cada colonia puede fácilmente llegar a medir 50 cm de diámetro y contener miles de individuos.

Orden Hemiptera: los chinches y parientes

Los miembros de este orden poseen un pico en forma de sorbete (pero no enrollable como las mariposas) para tomar líquidos (principalmente savias de plantas, pero algunos matan a otros insectos o chupan la sangre de mamíferos).

Suborden Heteroptera

Aquí se incluyen particularmente los bichos escudo (por su forma desde arriba) que emplean químicos fuertes para protegerse. Al recibir un ataque, emanan unos perfumes especiales como repelente. También aquí están incluidos varios tipos de bichos asesinos y sus parientes.

Suborden Auchenorrhyncha

Las cigarras y sus parientes ocupan este grupo. Aquí están los saltarines que miden menos de un centímetro hasta la machaca que puede exceder los 8 cm incluyendo sus alas. La mayoría de estos bichos utilizan el sonido para comunicarse, a través del aire o la rama en que está perchado. Algunas especies se camuflan muy bien o tienen ornamentos en la espalda o el hocico.

Orden Coleoptera: los escarabajos, gorgojos y parientes

Este grupo tiene más especies que cualquier otro. Todos los representantes de este grupo tienen mandíbulas, pero la dieta puede incluir casi cualquier tipo de alimento, dependiendo de la familia. Unos muy famosos son los escarabajos rinoceronte o elefante y los peloteros, pero también existen centenares de especies que no exceden los 3 mm como adultos y nunca se ven. Ocupan todos los hábitats posibles; muchos son nocturnos y algunos son atraídos por las luces artificiales.

Orden Lepidoptera: las mariposas y polillas

Estos son los insectos con las alas grandes y una "lengua" tubular enrollable. Las alas están cubiertas de escamas apenas visibles que dan los colores a estas bellezas de la naturaleza. La mayoría comen néctar de las flores, pero pueden visitar otras fuentes de azúcares como frutas maduras o podridas. El hábito de visitar flores las convierte en importantes agentes de la polinización. Todas las especies pasan por una etapa larvaria en forma de oruga y después, se lleva a cabo la metamorfosis durante la etapa de pupa. Finalmente sale el adulto cuya envergadura puede medir desde menos de un centímetro hasta más de 22 cm, según la especie. Los especialistas nos informan que las especies nocturnas son hasta 10 veces más diversas que las diurnas.

Orden Diptera: las moscas, los mosquitos, los tábanos, etc.

De acuerdo con el nombre del orden, estos insectos solamente tienen dos alas³ en lugar de cuatro como casi todos los otros miembros de la Clase Insecta. La gran mayoría de los dípteros son pequeños, menos de un centímetro de largo, pero hay unas pocas excepciones. Mientras una gran parte de las especies semejan, de alguna forma, a las moscas o los zancudos, su diversidad es sorprendente. Sus vidas son muy variadas; las larvas pueden ser acuáticas o terrestres, de vida libre, carroñeras o parasíticas. Algunas especies provocan mucha preocupación porque sirven, a través de sus mordeduras, como vectores para transmitir enfermedades como el paludismo, el dengue, la fiebre amarilla, leishmaniasis, chikungunya y zika. Son también alimento para las arañas, otros insectos, peces, ranas, lagartijas, aves y mamíferos.

Orden Hymenoptera: hormigas, avispas y abejas

Tres categorías de insectos fáciles de reconocer pertenecen a este orden. Casi todas las especies viven en colonias y son sociales. Las colonias pueden ser de pocos individuos, entre algunas avispas, hasta unos millones, entre algunas especies de hormigas.

Las avispas, depredadores o carroñeras, típicamente de cuerpo esbelto y de vuelo veloz, muchas veces con colores de aviso (negro con amarillo o naranja) y con picaduras que se puede usar como defensa o para matar presas. Sus "casas" se construyen con la arquitectura que coincide con su especie, con poca variación en material o diseño al nivel específico. Prácticamente todos que miden más de unos milímetros, pueden picar y algunas especies provocan mucho dolor persistente.

Las abejas, más corpulentas, comúnmente peludas, con alas más cortas y redondeadas, son los clásicos visitantes a las flores, que colectan néctar y sirven como polinizadores, mientras almacenan miel en un nido. Existen varias castas por especie. Muchas pueden picar, pero no todas.

Las hormigas (todas de una sola familia, Formicidae) varían entre un par de milímetros de largo hasta un par de centímetros, pero la mayoría alcanzan menos de un centímetro en tamaño. La mayoría no tiene alas, pero casi todas las especies producen individuos voladores que establecen nuevas colonias. Según los expertos, puede haber más de 600 especies de formicidos en el Yasuní. Las hormigas, como generalidad, son oportunistas y ocupan varios nichos y todos los hábitats.

³ El segundo par de alas se han modificado para formar unas estructuras llamadas balancines que sirve para darles estabilidad en el vuelo.



Los chinches saltarines, miembros de la familia Membracidae, como ejemplo de los retos para entender la biodiversidad de la Amazonía

Kelly Swing^a

*^aEstación de Biodiversidad Tiputini, Universidad San Francisco de
Quito, Quito, Ecuador*

Dirección de Contacto: kswing@usfq.edu.ec

Cuando hablamos de la naturaleza del Oriente ecuatoriano, es imposible no mencionar su gran riqueza. Resulta que no se sabe con certeza cuántas especies viven ahí o en cualquier parte del planeta; la comunidad científica no ha logrado catalogar todas las formas de vida en ningún país o región. Por haber menos especies en la zona templada, este trabajo sería indudablemente más fácil en Europa, Norteamérica o la Patagonia, pero históricamente la producción de una lista completa de recursos vivos no ha sido prioritaria para ningún país y consecuentemente no se lo ha hecho. De todas maneras, se puede discernir algunos patrones en la distribución de la biodiversidad y ha sido relativamente sencillo notar que hay una concentración (en el sentido norte/sur) de especies cerca de la línea equinoccial. Además, una serie de estudios ha demostrado que la Amazonía occidental, donde hay una transición entre la topografía de las faldas de los Andes y las típicas planicies bajas de

Brasil, cuenta con un número gigantesco de especies (una concentración extraordinaria en el sentido este/oeste) por tener influencias únicas geográficas y geológicas.

En casi todos los ecosistemas, menos los mares y los polos, los insectos representan una vasta proporción de la nómina de especies. En este sentido, el Ecuador no es ninguna excepción y el Oriente representa la cumbre suprema de los artrópodos. De todas maneras, los humanos, siendo una especie de tamaño grande entre los animales, suele enfocar su atención hacia los otros organismos grandes, típicamente ignorando las criaturas que miden menos de algunos centímetros. Por lo tanto, invitamos a los habitantes y a los visitantes a ver de cerca la vegetación para explorar el mundo de lo diminuto, donde “hay más ojos que hojas”. La persona que visita la región para tener contacto con la naturaleza y no se toma un tiempo para apreciar a los pequeños invertebrados, se está simplemente perdiendo el postre. El guía que no puede compartir este mundo está perdiendo una oportunidad de oro para evidenciar la espectacular diversidad del bosque.

Para ilustrar la gran biodiversidad regional, podríamos escoger entre docenas de grupos de flora y fauna. Inmediatamente, entre las plantas, las orquídeas, las palmas, las fabáceas, las melastomatáceas¹ y otras vienen a la mente, mientras los vertebrados como unos peces incluyendo los carácidos (desde las sardinas hasta las pirañas y el paco), los bagres (especialmente los raspabalsas y pimelódidos), las ranas arborícolas (Hylidae), los papamoscas (Tyrannidae) y los loros y guacamayos (Psittacidae) serían buenos candidatos para demostrar esta situación, pero todos son demasiado grandes para explorar la verdadera esencia de la biodiversidad amazónica. Los insectos probablemente incluyen tres cuartas partes de todas las especies de la zona y del planeta, convirtiéndose en los mejores ejemplos para esta ilustración. Las mariposas son hermosas y podrían servir para contar esta historia, pero son generalmente demasiado obvias y grandes para provocar la exploración de este universo hiperdiverso. Además, el tamaño promedio de la entomofauna² es de apenas unos tres milímetros (Terry Erwin, comunicación personal). Tomando el reto de conocer la magnitud de la biodiversidad en el Yasuní, las hormigas (Formicidae), con más de 600 especies en la región, nos darían un buen punto de partida, pero se necesita aparatos de aumento como lupas o microscopios para distinguir y realmente apreciar sus formas. Para optimizar este ejercicio de descubrimiento, queremos un grupo diverso y llamativo, pequeños, pero no microscópicos. Como profesor e investigador de los trópicos,

¹ El autor está haciendo referencias a las familias de las plantas y ha transformado los nombres científicos al español. Esta es una práctica común para referirnos a grupos biológicos para los que no existe un nombre común.

² Entomofauna es una palabra que agrupa a todos los animales dentro del filo de los Artrópodos. Se puede usar la palabra fauna con el prefijo del grupo para describir a todo un grupo, por ejemplo, mastofauna se refiere a todos los mamíferos, ictiofauna a todos los peces, avifauna para las aves, etc.

los chinches saltarines (Membracidae) han atraído mi atención desde hace muchos años para compartir el mundo desconocido de los bichos. Armado con mi cámara y mucha paciencia, he venido trabajando para documentar y poder ofrecer a mis estudiantes y otros interesados acceso a la megadiversidad.

Los membrácidos son parientes pequeños de las cigarras; pocas especies sobrepasan un centímetro de largo. Comúnmente, se conocen como saltarines por su capacidad de brincar distancias sorprendentes, decenas de veces el largo de su cuerpo. Después de saltar, se escapan volando. La mayoría de ellos tienen la peculiaridad de tener algún ornamento sobre los hombros. Este ornamento, una extensión del exoesqueleto del tórax se llama el pronoto; y por su forma, sirve para reconocer varios géneros fácilmente. En algunos casos, esta estructura está apenas desarrollada, pero en otros, su forma tiene que ser descrita como extravagante. Son principalmente insectos tropicales pero algunas especies viven en zonas templadas en el Nuevo y Viejo Mundo. La familia tiene sus orígenes³ en el neotrópico (Wood, 1993) y hay más de 1500 especies descritas para Latinoamérica incluidas en más de 200 géneros (McKamey, 1998). Todos estos insectos son especialistas en alimentarse de las savias de plantas por lo que las piezas bucales tienen la forma de un sorbete puntiagudo. Se encuentran sobre plantas de cualquier tamaño, desde el nivel del tobillo hasta los árboles y lianas más grandes del bosque, pero las partes más tiernas son las más atractivas para estos saltarines por ser más suaves y por tener mayor flujo de savia. Esto significa que se congregan en lugares donde hay crecimiento de vegetación nueva como los disturbios causados por árboles caídos, los bordes del bosque donde hay mucha luz, etc. Dependiendo de la especie, ellos chupan los líquidos de las plantas desde las hojas o desde los tallos finos. Por este hábito, algunas especies llegan a ser, muy excepcionalmente, plagas para la agricultura. Algunas especies son solitarias mientras otras son sociales y viven en grupos de hasta docenas de individuos. Unos géneros mantienen relaciones simbióticas⁴ con hormigas. En este caso, los chinches saltarines proveen a las hormigas de alimento por la producción de un agua azucarada. Las hormigas, por su parte, pagan este servicio actuando como guardaespaldas y la protección de su planta recurso y sus crías. Se ha documentado la capacidad de comunicarse por vibraciones en muchas especies (Rodríguez *et al.*, 2004). Como la mayoría de sus parientes, incluyendo las bien conocidas cigarras, el uso del sonido es sumamente común. Para algunas especies, su residencia en una sola planta que sirve como recurso de

³ Al decir orígenes, se está refiriendo a que estos animalitos aparecieron por primera vez en la Tierra en ecosistemas tropicales y poco a poco fueron conquistando otros.

⁴ Una relación simbiótica es aquella en la que dos especies se agrupan para conseguir un beneficio mutuo. Esto se produce por la coevolución, es decir, que las dos especies fueron acoplándose a lo largo de su vida evolutiva. La simbiosis puede ser facultativa, es decir que no es obligatoria, como por ejemplo la relación que guardamos los humanos con los perros, o puede ser obligada, en cuyo caso ninguna de las dos especies puede vivir por sí sola, como el caso de los líquenes que agrupa a un hongo con una alga.

alimento puede durar por varios meses, lo que significa que un guía puede regresar a la misma planta muchas veces con varios grupos de ecoturistas para maravillarlos.

Una serie de lecciones que podemos llevar de la experiencia con esta familia de insectos son aplicables a muchos grupos. 1) La mayoría de familias incluyen muchas especies, en algunos casos, entre docenas y cientos en apenas el espacio del Yasuní. 2) Una sola persona no puede ser experto en todos los tipos de flora y fauna tropical. 3) Para identificar las familias, un poquito de pericia sirve de mucho. 4) Para identificar hasta el nivel de especie, se requiere mucha experiencia y tal vez, años de capacitación especializada. 5) Hace falta fomentar el desarrollo de profesionales que puedan servir como expertos locales o nacionales para cada orden o familia de insectos. Sin saber lo que está en el almacén, es imposible manejarlo bien. 6) La gran mayoría de los invertebrados no nos causan ningún daño; más bien nos pueden ayudar con servicios importantes como es la polinización de los sembríos y las especies nativas. 7) Cada especie tiene su papel en la naturaleza, siendo depredador y control de otras especies o sirviendo de alimento para otras especies. Sin los insectos, no habría qué comer para muchos peces, anfibios, lagartijas, muchas aves y varios murciélagos, entre otros. 8) El conocimiento de la historia natural de un grupo de organismos nos da oportunidades para manejarlo o compartir la información con el visitante a quien generalmente le agrada aprender detalles sobre su vida y no solamente observarlo. 9) Si los insectos, como los membrácidos, fueran un poquito más grandes, todo el mundo estaría fascinado por ellos. 10) Vale considerar todas las formas de vida para tener una amplia perspectiva sobre nuestras vidas dentro del contexto del planeta.

En las páginas a continuación he compilado una pequeña muestra fotográfica de la diversidad de este grupo incluyendo una secuencia (de aproximadamente 90 minutos) del proceso de emerger de un individuo adulto a partir de la ninfa (etapa de larva).

Cap. 9: Los felinos de Yasuní



1. El jaguar (*Panthera onca*) es el felino más grande de la Amazonía y el predador más fuerte en tierra. Se alimenta de presas grandes como tapires, venados, huanganas, saínos y es probablemente el único capaz de romper el caparazón de las tortugas con sus potentes mandíbulas.



3. El yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) es un gato de mediano tamaño que puede trepar con facilidad a los árboles. No es muy abundante en nuestros registros, probablemente porque prefiere los árboles al suelo. Existen dos coloraciones, esta gris oscura y otra medio rojiza.



2. El puma (*Puma concolor*) es el felino con más amplia distribución de nuestro continente pues va desde Canadá hasta Chile y Argentina. Los pumas amazónicos tienen un color medio rojizo en el lomo que probablemente les ayuda a camuflarse mejor. Es el segundo felino en tamaño. Se alimenta casi de las mismas presas que los jaguares.



4. El tigrillo (*Leopardus pardalis*) ha sido registrado más veces que cualquier otro de los felinos. Es de tamaño pequeño y se alimenta de aves, anfibios y reptiles. Es muy buen trepador de árboles.



5. El margay (*Leopardus wiedii*) es casi del mismo tamaño que el tigrillo y se diferencia en que su cola es más larga. En nuestras cámaras ha sido registrado con muchísima menor frecuencia.



7. Esta imagen muestra un jaguar melánico, es decir negro. Es lo que comúnmente se conoce como una pantera. Nótese que aún en este caso se pueden ver las rosetas del patrón típico.



6. Estas tres imágenes de las manchas de los jaguares, que se llaman rosetas, sirven para ilustrar como se las puede usar para identificar a los individuos.

Cap. 10: La diversidad y biología de los murciélagos en la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT)

Figura 1: Ejemplos de especies de murciélagos de la Estación de Biodiversidad Tiputini (A) frugívoro *Chiroderma villosum*, (B), omnívoro *Phyllostomus elongatus*, (C) insectívoro *Saccopteryx canescens*, (D) insectívoro *Mimon crenulatum*, (E) nectívoro *Anoura caudifer*, (F) frugívoro *Mesophylla macconnelli*, (G) insectívoro *Tonatia saurophila*, (H) insectívoro *Lophostoma sylvicolum*. Todas las especies pertenecen a la familia Phyllostomidae, excepto por *S. canescens* (C) que pertenece a la familia Emballonuridae.

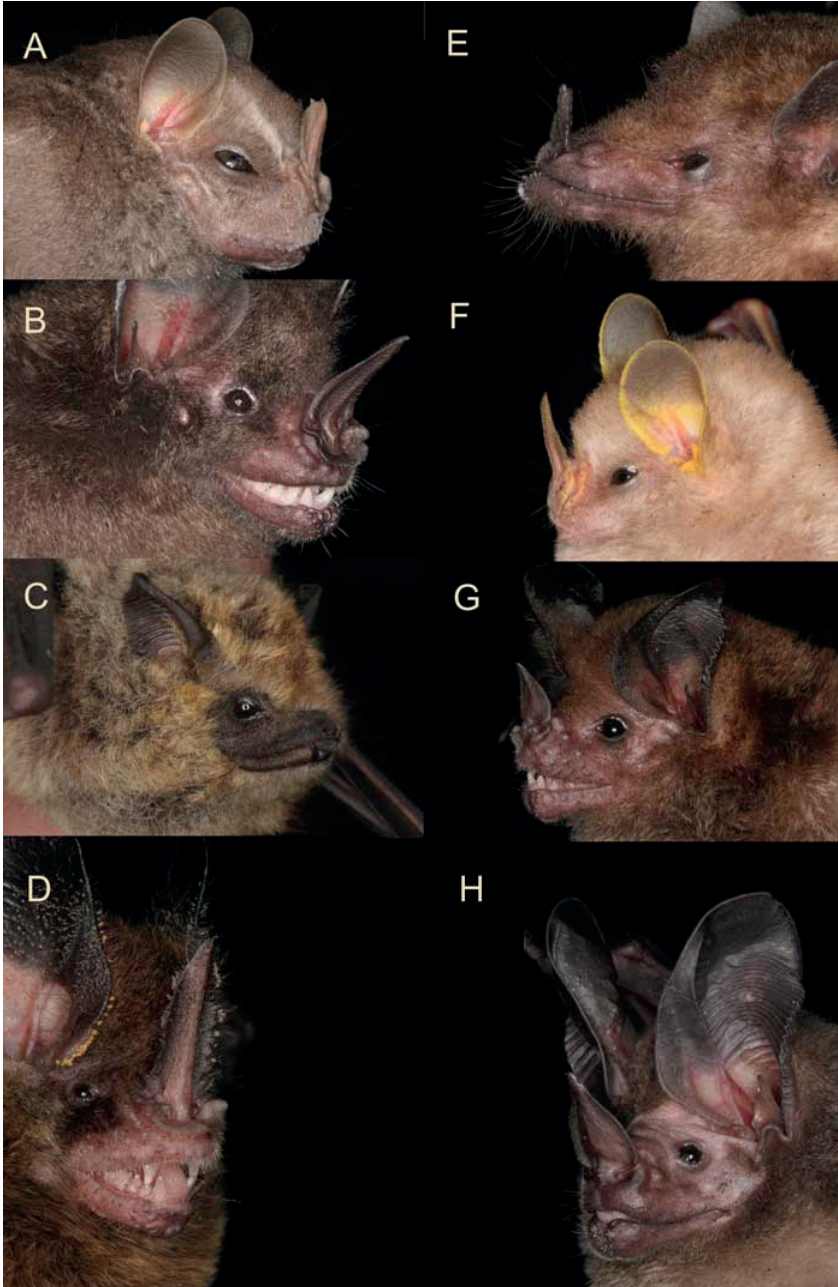
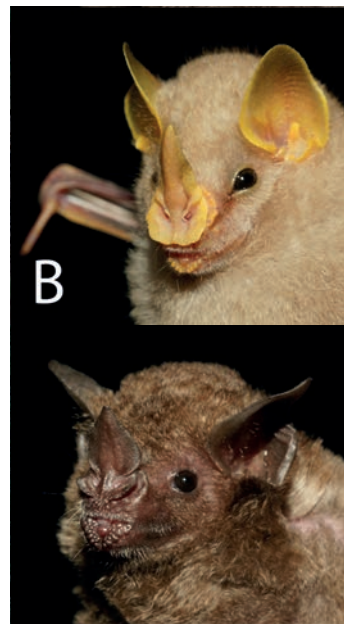


Figura 2: A) Saladero al interior del bosque cerca de la Estación de Biodiversidad Tiputini. Estas depresiones lodosas son visitadas principalmente por mamíferos terrestres, como los venados rojos (*Mazama americana*), pecarís de collar (*Tayassu tajacu*) o los tapires (*Tapirus terrestris*). B) Los murciélagos frugívoros, principalmente de las subfamilias Stenodermatinae (imagen superior derecha: *Mesophylla macconnelli*) y Carollinae (imagen inferior derecha: *Carollia perspicillata*) visitan los saladeros en la noche en números grandes.



A continuación algunos ejemplos de los murciélagos registrados en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Las siguientes fotografías: Kelly Swing.



1. *Artibeus obscurus*



2. *Artibeus phaeotis*



3. *Desmodus rotundus*, el vampiro común. Nótese los ectoparásitos en la cabeza, son moscas que viven exclusivamente en el pelaje de los murciélagos.



6. *Myotis riparia*, un insectívoro.



4. *Glossophaga soricina*, especializados en comer néctar.



7. *Noctilio albiventris*, el murciélago pescador



5. *Molossus rufus*



8. *Trachops cirrhosus*



9. *Vampyressa thyone*. Estos murciélagos construyen carpas mordiendo y quebrando las hojas de plantas como el platanillo y los anturios.

Cap. 11: Estudios ecológicos, evolutivos y de comportamiento de los saltarines en la Estación de Biodiversidad Tiputini

Las imágenes a continuación corresponden al capítulo 11 que trata sobre los estudios ecológicos, evolutivos y de comportamiento de los saltarines. Todas las fotografías son cortesía de Murray Cooper, fotógrafo profesional especializado en la naturaleza y particularmente aves.



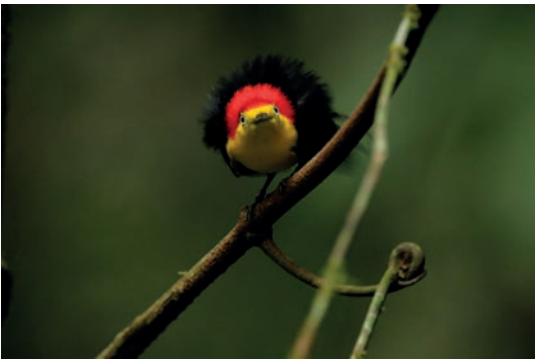
1. Un macho Saltarín de Cola de Alambre (*Pipra filicauda*) descansando en una percha de su lek.



4 El Saltarín Dorsiazul (*Chiroxiphia pareola*) en su percha. La imagen no destaca la coloración azul de la espalda, pero sí la corona roja.



2. El Saltarín de Cola de Alambre (*Pipra filicauda*) realizando su danza de cortejo. Unas extensiones de las plumas de la cola le dan su nombre.



3. Otra imagen del Saltarín de Cola de Alambre (*Pipra filicauda*) mientras hace su despliegue de cortejo.



5. Dos machos y una hembra del Saltarín Dorsiazul (*Chiroxiphia pareola*) en la danza de cortejo en el lek. El macho de abajo muestra claramente los anillos de marcaje con los que se identifica a estos individuos. Cabe destacar también la coloración verde pálida de la hembra que es común para todas las especies.



6. Esta imagen muestra al Saltarín Lomiazul (*Lepidothrix coronata*) cuidando su lek.



7. Vista de frente del Saltarín Capuchidorado (*Pipra erythrocephala*) reposando en su lek.

Cap. 12: Anfibios y reptiles de Tiputini: una mirada al lugar con la mayor riqueza de especies del mundo

Las siguientes imágenes complementan el capítulo 12 que trata sobre los anfibios y reptiles y sirven para ilustrar su diversidad en la Estación de Biodiversidad Tiputini. La fotografía de anfibios y, aún más de reptiles, es un verdadero reto pues es muy difícil capturar buenas imágenes de estos animales en su entorno natural.



1. La salamandra, *Bolitoglossa equatoriana*, pasa la mayoría de su tiempo en los árboles. Foto: Kelly Swing.



2. El dorso de *Rhinella margaritifera* ilustrando su camuflaje para una vida en la hojarasca. Foto: Kelly Swing.



3. Bufonidae. *Rhinella margaritifera*. perfil de la misma especie demostrando los escudos característicos de los lados de la cara. Estas estructuras corresponden a una modificación del cráneo. Foto: Kelly Swing.



4. Bufonidae. *Rhinella marina*. Este sapo es uno de los más grandes de la Amazonía. Por lo general prefiere lugares alterados y con espacios muy abiertos. Foto: Kelly Swing.



5. Craugastoridae. *Oreobates quixensis*. Estos sapitos prefieren áreas abiertas con suelo desnudo. Su coloración es muy buena para camuflarse con el lodo. Foto: Kelly Swing.



6. Hylidae. *Boana calcarata*. Foto: David Romo.



7. Leptodactylidae. *Edalorhina perezii*. Foto Kelly Swing



8. Ranidae. *Lithobates palmipes*. Foto Kelly Swing



9. Strabomantidae. *Pristimantis diadematus*.



10. Phyllomedusidae. *Phyllomedusa tarsius*. Foto David Romo

AHORA PASAMOS A LOS REPTILES.



1. Dactyloidae. *Anolis punctatus*. Foto Kelly Swing



2. Scincidae. *Copeoglossum nigropunctatum*. Foto Kelly Swing



3. Gymnophthalmidae. *Cercosaura oshaughnessyi*. Foto Kelly Swing



6. Colubridae. *Philodryas argentea*. Foto Kelly Swing



4. Boidae. *Boa constrictor*. Foto Kelly Swing



7. Viperidae. *Bothrops atrox*. Foto Kelly Swing



5. Colubridae. *Leptophis ahaetulla*. Foto Kelly Swing



8. Testudinidae. *Chelonoidis denticulatus*. Foto Kelly Swing



9. Alligatoridae. *Caiman crocodilus*. Caiman Blanco o de Antejos. Foto Kelly Swing



10. Alligatoridae. *Melanosuchus niger*. Caiman Negro. Foto Kelly Swing



11. Alligatoridae. *Paleosuchus trigonatus*. Caiman Enano. Foto Kelly Swing



12. Cabeza de anaconda Foto David Romo



12. Boidae. *Eunectes murinus*. Anaconda. Foto David Romo



Chelidae. *Platemys platycephala*. Foto David Romo

Cap. 13: Observaciones preliminares sobre la ictiofauna amazónica del Ecuador

Las imágenes a continuación corresponden al capítulo 13 donde hemos presentado información sobre los peces amazónicos. En cada imagen consta la familia y la especie. Las fotos de este capítulo, pertenecen a Kelly Swing.



1. Characidae. *Charax gibbosus*



4. Characidae. *Ctenobrycon hauxwellianus*



2. Characidae. *Chrysobrycon* sp.



5. Characidae. *Roebooides* sp.



3. Characidae. *Creagrutus barrigai*



6. Triportheidae. *Triportheus angulatus*



7. Bryconidae. *Brycon* sp.



11. Serrasalmidae. *Serrasalmus rhombeus*



8. Serrasalmidae. *Colossoma macropomum*



12. Erythrinidae. *Hoplias malabaricus*



9. Serrasalmidae. *Mylossoma duriventre*



13. Erythrinidae. *Hoplerythrinus unitaeniatus*



10. Serrasalmidae. *Pygocentrus nattereri*



14. Gasteropelecidae. *Thoracocharax stellatus*



15. Gasteropelecidae. *Gasteropelecus sternicla*



19. Prochilodidae. *Prochilodus nigricans*



16. Gasteropelecidae. *Carnegiella strigata*



20. Ctenoluciidae. *Ctenolucius* sp.



17. Curimatidae. *Curimata aspera*



21. Cynodontidae. *Rhaphiodon vulpinus*



18. Curimatidae. *Steindachnerina* sp.



22. Cynodontidae. *Cynodon gibbus*



23. Anostomidae. *Leporinus cf. trifasciatus*



27. Parodontidae. *Parodon pongoensis*



24. Anostomidae. *Leporinus* sp.



28. Lebiasinidae. *Pyrrhulina cf semifasciata*



25. Anostomidae. *Schizodon fasciatus*



29. Pimelodidae. *Calophysus macropterus*



26. Anostomidae. *Abramites hypselonotus*



30. Pimelodidae. *Sorubim lima*



31. Pimelodidae. *Pimelodus ornatus*



35. Loricariidae. *Pterygoplichthys pardalis*



32. Auchenipteridae. *Auchenipterus nuchalis*



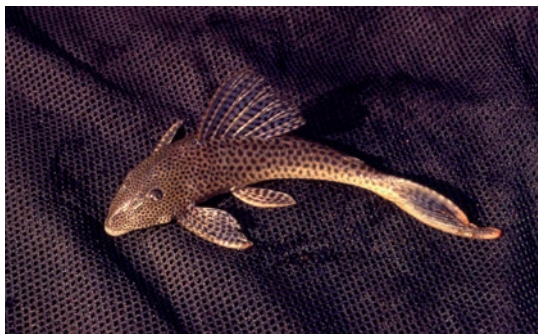
36. Loricariidae. *Sturisoma nigrirostrum*



33. Auchenipteridae. *Centromochlis heckelii*



37. Callichthyidae. *Corydoras aurofrenatus*



34. Loricariidae. *Aphanotorulus unicolor*



38. Callichthyidae. *Corydoras melini*



39. Cetopsidae. *Cetopsis coecutiens*



43. Electrophoridae. *Electrophorus electricus*. Conocida como anguila eléctrica.



40. Doradidae. *Lithodoras dorsalis*



44. Cichlidae. *Bujurquina moriorum*



41. Aspredinidae. *Bunocephalus knerii*



45. Cichlidae. *Astronotus ocellatus*



42. Gymnotidae. *Gymnotus carapo*



46. Cichlidae. *Hypselecara temporalis*



47. Cichlidae. *Caquetaia myersi*



50. Osteoglossidae. *Osteoglossum bicirrhosum*



48. Cichlidae. *Crenicichla* sp.



51. Rivulidae. *Anablepsoides urophthalmus*



49. Arapaimidae. *Arapaima gigas*



52. Sciaenidae. *Plagioscion squamosissimus*



53. Belonidae. *Potamorrhaphis guianensis*

Cap. 14: Monitoreando cambios a nivel del dosel y el suelo en las poblaciones de carábidos a lo largo del tiempo en la llanura amazónica occidental, área del Yasuní, Ecuador



1. Asistente de campo fumigando un árbol. El insecticida tiene un compuesto que se biodegrada con la luz solar. Por esta razón la fumigación tiene que realizarse antes de que salga el sol. En el centro está el Dr. Terry Erwin.



3 Los insectos que ya han caído en la sábana. Este diseño de sábana tiene un orificio central que está conectado al frasco con alcohol.



2. Las sábanas que están atadas a árboles vecinos. Cuando los artrópodos mueren por el insecticida, caen en estas sábanas y se colectan los especímenes en frascos con alcohol.



4. En el laboratorio, los asistentes van separando los especímenes colectados. La separación preliminar se basa en la clasificación de acuerdo a los grupos meta de estudio.



5. Trampa tipo SLAM suspendida en el soto bosque. Los insectos chocan con la trampa y caen al interior. Al tratar de escapar, tienen que subir por la paredes internas y se quedan atrapados en el frasco con alcohol que está en la parte superior.



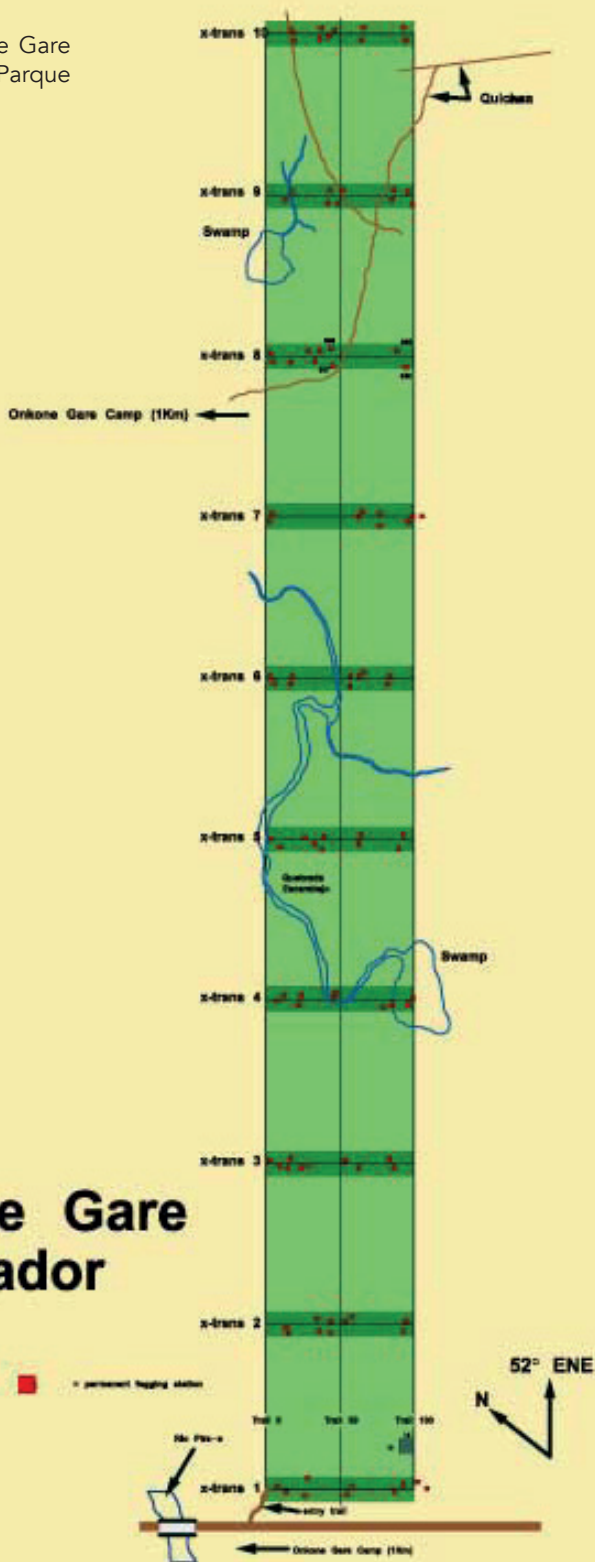
6. Trampa de Interferencia de vuelo (FIT por las siglas en inglés). Aquí vemos una pared de malla contra la cual chocan los insectos. Las bandejas en el suelo tiene agua con detergente para que los insectos no puedan escapar.

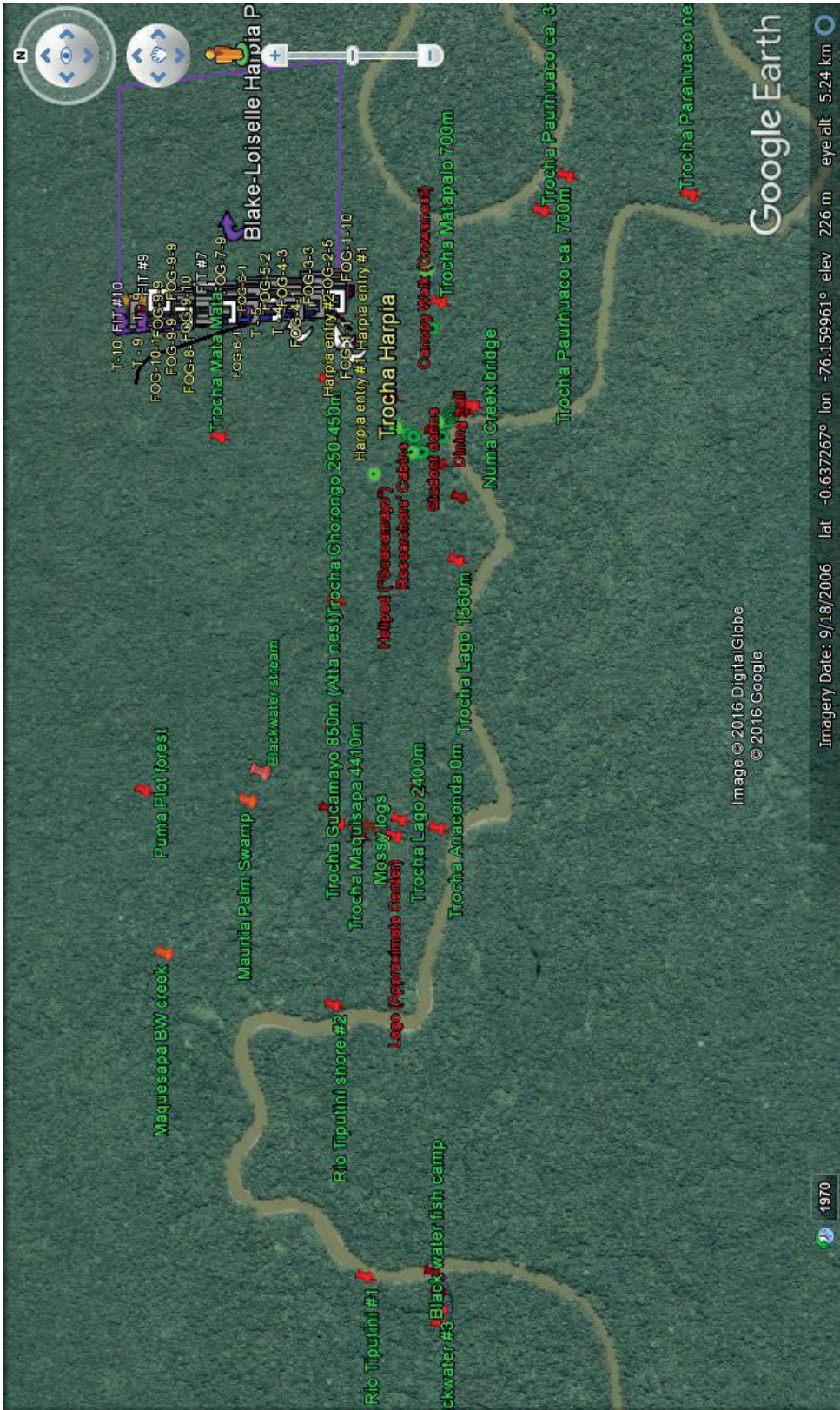


7. Laura Zamorano, una de los autores de este capítulo con una red para atrapar insectos en vuelo. Esta técnica demostró ser la mejor para atrapar los insectos del suelo y el estrato bajo del bosque.

8. Mapa de la parcela Onkone Gare en el Bloque 16 dentro del Parque Nacional Yasuní.

Onkone Gare Ecuador





9. Ubicación de la parcela Harpia en la Estación de Biodiversidad Tiputini. El diseño de esta parcela es exactamente igual al de la parcela Onkone Gare.

Cap. 15: Comentario sobre los artrópodos del Yasuní y nuestro estado de conocimiento

Fotos de los Artrópodos del Yasuní

A continuación presentamos una muestra de especies de la Filo Arthropoda. Al pie de cada foto podrán encontrar el nombre de la familia, Cuando es posible se incluye el nombre científico de la especie, o al menos el género.
Las fotos de este capítulo, pertenecen a Kelly Swing.

Clase Arachnida: las arañas, escorpiones, pseudoescorpiones, papaítos piernas largas



1. Buthidae. *Tityus asthenes*



3. Opilione. Cosmetidae



2. Amblypygi. *Heterophrynus batesii*



4. Opilione. Cranidae anteriormente Gonyleptidae



5. Theraphosidae. *Avicularia cf. ancylochira*



9. Nephilidae. *Nephila clavipes*



6. Araneidae. *Argiope sp.*



10. Oxyopidae. *Tapinillus sp.*



7. Araneidae. Gasteracanthinae. *Micrathena sp.*



11. Salticidae. *Breda milvina*



8. Ctenidae. *Phoneutria sp.*



12. Salticidae. *Hypaeus sp.*



13. Thomisidae. *Epicadus planus*



14. Trechaleidae. *Trechalea* sp.

Myriapoda: incluye a los milpies, primeras dos fotos, que son los que tienen dos patas por segmento y a los ciempies, que tienen solo un par de patas por segmento.



15. Diplopoda. Polydesmida. Platyrrhacidae. *Barydesmus*



16. Diplopoda. Spirostreptidae. *Orthoporus*



17. Chilopoda. *Scolopendra*

Onychophora. Son los peripatos, probablemente uno de los animales más raros de encontrar en el bosque y un verdadero misterio dentro del reino animal.



18. Onychophora. *Oroperipatus*

Crustacea: incluye a los crustáceos, en su gran mayoría acuáticos, aunque algunos son terrestres.



19. Palaemonidae. *Macrobrachium* sp.



21. Trichodactylidae. *Sylviocarcinus devillei*



20. Thelphusidae

Clase Insecta

En esta lámina empezamos con el Ephemeroptera, las efímeras, llamadas así por su cortísima vida adulta. Luego está el orden Odonata en el que están las libélulas.



22. Ephemeroptera. Polymitarcyidae. *Tortopus* sp.



23. Aeshnidae. *Gynacantha membranalis*



24. Coenagrionidae. *Argia* sp.



25. Libellulidae. *Erythrodiplax castanea*



26. Libellulidae. *Libellula herculea*



27. Pseudostigmatidae. *Microstigma rotundatum*

Esta lámina iniciamos con algunos ejemplos del orden Orthoptera que incluye los saltamontes, los grillos y parientes.



28. Acrididae. *Mastusia* sp.



29. Acrididae. *Ommatolampis perspicillata*



30. Acrididae. Proscopiinae. *Apioscelis bulbosa*



31. Acrididae. Pygomorphinae. *Omura* sp.



32. Eumastacidae. *Eumastax* sp.



33. Tettigoniidae. *Copiphora gracilis*



34. Tettigoniidae. *Cycloptera* sp.



35. Tettigoniidae. *Panacanthus cuspidatus*



38. Mantidae. Liturgousinae. *Hagiomantis* sp.



36. Tettigoniidae. *Pterochroza ocellata*

Pasamos al orden Dictyoptera donde están las mantis religiosas, llamadas así por la posición de sus patas delanteras que parece que está rezando



37. Mantidae. Choeradodinae. *Choeradodis stalii*



39. Mantidae. Vatinae. *Chopardiella poulani*

Pasamos el orden Hemíptera donde están los chinches y las chicharas o cigarras. Los primeros se caracterizan por olores bien fuertes y los segundo por el ruido tremendo que meten cuando están buscando pareja.

Iniciamos esta lamina con el orden Blattaria donde están las cucarachas .



40. Blaberidae. Blaberinae. *Blaberus parabolicus*



41. Blaberidae. Panchlorinae. *Panchlora* sp.



42. Ectobiidae. Pseudophyllodromiinae. *Euphyllodromia* sp.

Pasamos el orden Hemíptera donde están los chinches y las chicharas o cigarras. Los primeros se caracterizan por olores bien fuertes y los segundo por el ruido tremendo que meten cuando están buscando pareja.



43. Cercopidae. *Sphenorhina* cf. *pallida*



44. Cicadellidae. *Dilobopterus* sp.



45. Cicadellidae. *Lautereria* sp.



46. Cicadidae. *Zammara smaragdula*



50. Coreidae. *Acanthocephala nr latipes*



47. Fulgoridae. *Fulgora laternaria*



51. Coreidae. *Diactor bilineata*



48. Fulgoridae. *Pterodictya reticularis*



52. Coreidae . *Leptoscelis nr. excellens*



49. Fulgoridae. *Scaralis picta*



53. Pentatomidae. *Edessa alces*



54. Reduviidae. *Brontostoma cf. collossum*



57. Carabidae. *Tetracha sobrina*

Iniciamos en esta lámina el orden Coleoptera. Aquí están todos los escarabajos y es el orden que mayor cantidad de especies tiene en la naturaleza y por ende en Yasuní. Se estima que un 75% de la diversidad de los insectos está representada por los coleópteros.



55. Buprestidae. *Euchroma gigantea*



58. Cerambycidae. *Acrocinus longimanus*



56. Carabidae. *Agra cf. palmata*



59. Cerambycidae. *Callipogon armillatum*



60. Cerambycidae. *Jamesia globifera*



64. Curculionidae. *Rhynchophorus palmarum*



61. Chrysomelidae. Cassidinae. *Discomorpha* sp.



65. Elateridae. *Pyrophorus validus*



62. Chrysomelidae. *Platyphora* nr *citrinella*



66. Elateridae. *Semiotus ligneus*



63. Curculionidae. *Rhinostomus barbirostris*



67. Scarabaeidae. *Canthon fulgidus*



68. Scarabaeidae. *Dynastes hercules*



69. Scarabaeidae. *Eurysternus hamaticollis*



71. Tenebrionidae. *Zophobas* sp.



70. Staphylinidae. *Plochionocerus* sp.

En esta lámina empezamos con el Orden Lepidoptera que contiene a las mariposas. Estas se dividen en dos grandes grupos, las mariposas propiamente dichas y las polillas o mariposas nocturnas. La diferencia más visible es la forma de las antenas, que en muchas polillas parece una pluma.



72. Nymphalidae. Brassolinae. *Caligo placidus*



74. Nymphalidae. Ithomiinae. *Oleria ilerdina*



75. Nymphalidae. Morphinae. *Morpho menelaus*



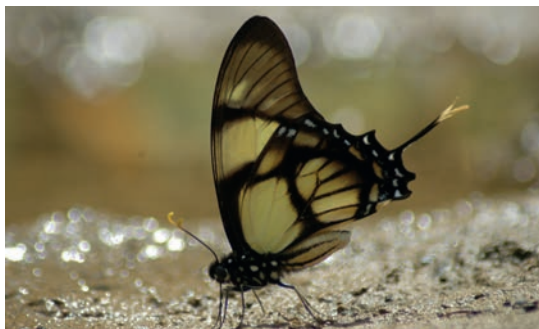
73. Nymphalidae. Heliconiinae. *Heliconius hecale*



76. Nymphalidae. Nymphalinae. *Adelpha iphicles*



77. Nymphalidae. Nymphalinae. *Callicore pygas*



80. Papilionidae. *Eurytides dolicaon*



78. Nymphalidae. Satyrinae. *Cithaerias aurora*



81. Pieridae. *Phoebis argante*



79. Nymphalinae. Nymphalinae. *Marpesia chiron*



82. Riodinidae. *Lasaia arsis*



83. Geometridae. *Xanthyrus flaveolata*



84. Noctuidae. *Thysania agrippina*



85. Saturniidae. *Automeris denticulatis*



86. Saturniidae. *Rothschildia erycina*



87. Uraniidae. *Urania leilus*



88. Sphingidae. *Manduca* sp.



89. Sphingidae. *Pachylia darceta*

El último orden que presentamos es Hymenoptera que incluye a las abejas, avispas y hormigas.



90. Apidae. *Centris* sp



91. Crabronidae. *Stictia punctata*



92. Formicidae. *Atta* sp.



93. Formicidae. *Eciton* sp.



94. Ichneumonidae. *Nonnus* sp.



95. Mutillidae. *Hoplomutilla* sp.



96. Pompilidae. *Prioichilus regius*, con una araña para incluir en su nido.



97. Sphecidae. *Eremnophila* sp.



99. Vespidae. *Mischocyttarus* cf. *flavicans*.



98. Vespidae. *Angiopolybia* cf. *pallens*.

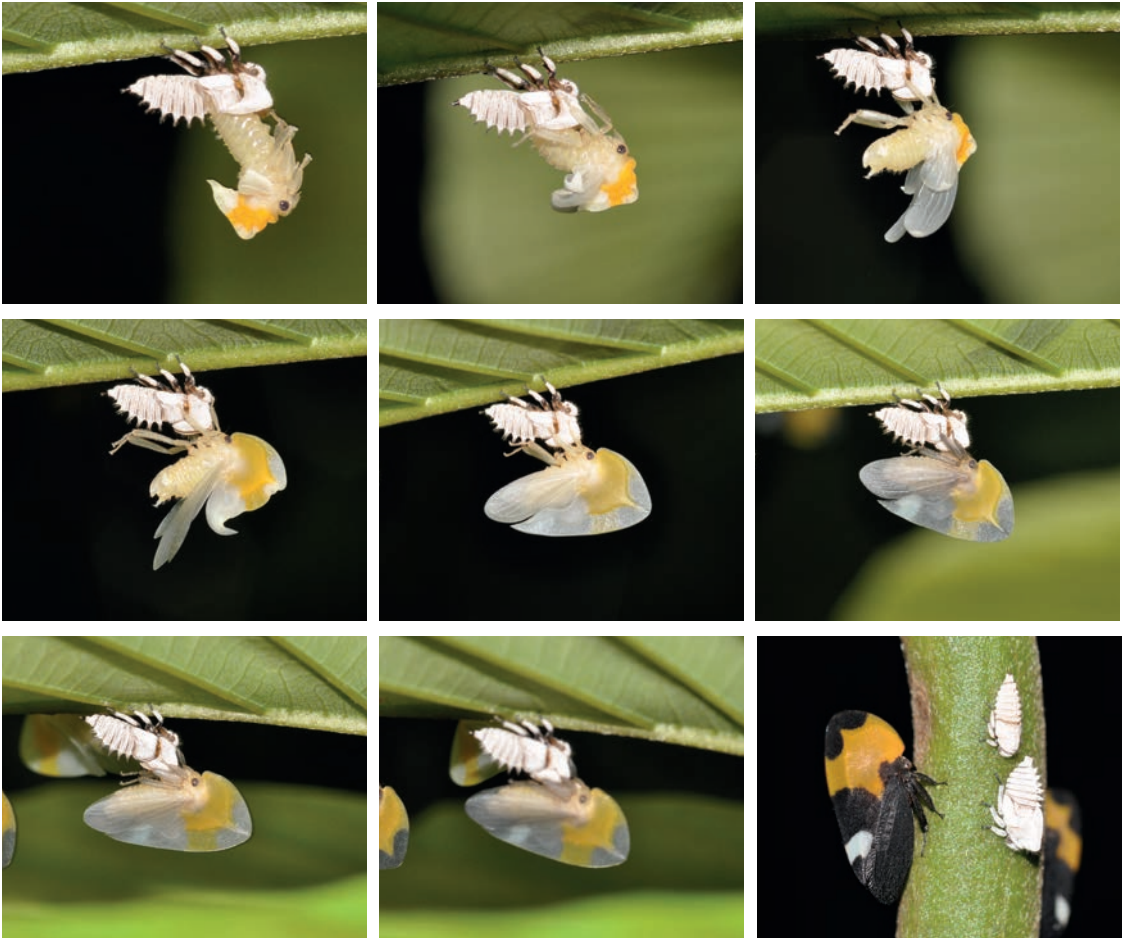


100. Vespidae. *Polybia* *occidentalis*.

Cap. 16: Los chinches saltarines, miembros de la familia Membracidae, como ejemplo de los retos para entender la biodiversidad de la Amazonía

Las siguientes láminas corresponden al material tratado en el capítulo 16.
Todas las fotografías pertenecen Kelly Swing.

Figura 1. Secuencia de cómo emerge un chinche saltarín de la fase de ninfa a adulto, *Phyllotropis cingulata*



A continuación algunos ejemplos de la diversidad de membrácidos de Yasuni. El nombre indica el género y cuando es posible la especie.



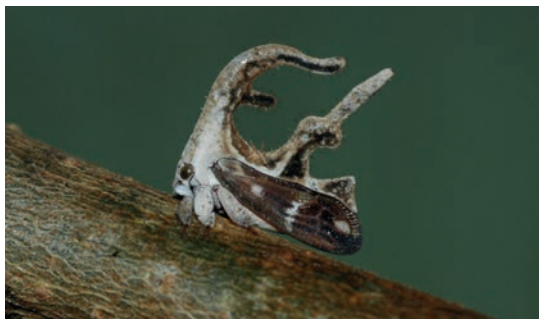
1. *Anchistrotus* sp.



2. *Bocydium* sp. copulando



3. *Campylenchia* sp.



4. *Cladonota* cf *biclavatus*



5. *Cymbomorpha* sp.



6. *Cyphonia* sp.



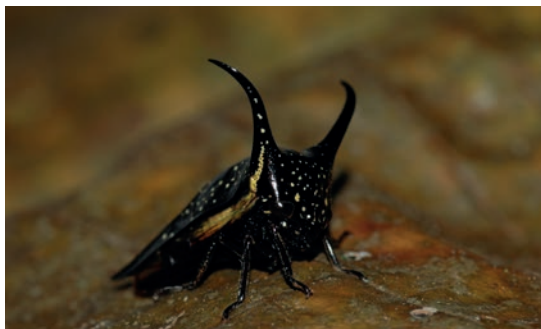
7. *Echenopa* sp. con huevos



8. *Enchophyllum* sp.



12. *Horiola* cf. *picta*



9. *Hemikyptha* sp.



13. *Hypsoprora* sp.



10. *Heteronotus lineata*



14. *Lycoderes* nr. *phasiana*



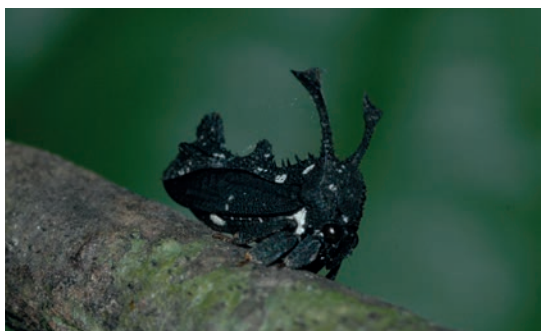
11. *Heteronotus* nr. *pompanoni*



15. *Membracis tectigera* con ninfas



16. *Membracis* sp. En agregación



17. *Notocera* cf. *satanus*



18. *Notogonioides* sp.



19. *Phyllotropis* *cingulata*



20. *Stegaspis* *fronditia*



Programa de conservación de tortugas charapas (*Podocnemis*) en la Estación de Biodiversidad Tiputini

Gabriela Vinueza-Hidalgo^a, David Romo^a

**^aEstación de Biodiversidad Tiputini,
Universidad San Francisco de Quito,**

Dirección de contacto: gvinueza@usfq.edu.ec

La familia Podocnemididae comprende tortugas del suborden pleurodiras¹, es decir que no pueden retraer su cabeza, sino que la esconden hacia los lados (Chávez, 1998). Estas tortugas habitan ríos de agua dulce y son nativas de Madagascar y Suramérica. Dentro de esta familia se encuentra el género *Podocnemis* o tortugas charapas que, en la Amazonía ecuatoriana, están representadas por dos especies: *P. unifilis* y *P. expansa* (Salvador, 1998).

La charapa común, taricaya, o tortuga amazónica de cabeza amarilla (*Podocnemis unifilis*) vive en aguas de ríos tropicales y se encuentra distribuida en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela (Chávez, 1998; Tortoise y Freshwater Turtle Specialist Group, 1996). Tiene un tamaño mediano –de 30 cm a 48 cm de largo–, siendo la hembra más grande que el macho. Su caparazón es de color verde negruzco y tiene coloración

¹ La categoría Orden es superior a la familia, es decir, dentro de un orden hay varias familias. En este caso, un suborden, es una división por debajo del orden que también agrupa a varias familias.

amarilla en su cabeza y cerca de los ojos. Es común observarlas en los ríos de la Amazonía ecuatoriana tomando el sol sobre árboles caídos o en playas de arena.

Adicionalmente, se puede encontrar también la tortuga charapa gigante (*Podocnemis expansa*). Su distribución incluye Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Trinidad y Tobago y Venezuela (Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group, 1996). Es la más grande de las tortugas pleurodiras, y llega a medir de 70 cm a 90 cm de largo. Su caparazón es de color grisáceo oscuro y el plastrón² es de color amarillo con líneas negras. La cabeza es de color marrón y tiene líneas amarillas a lado de los ojos.

Las poblaciones de quelonios han sido disminuidas en muchos lugares de su distribución debido principalmente a la continua presión humana y destrucción de hábitat (Thorbjarnarson et al., 1993; Escalona y Fa, 1998). Estas tortugas, del género *Podocnemis*, han sido un factor económico y cultural muy importante para las poblaciones locales de Colombia, Bolivia, Brasil, Ecuador, Perú, Venezuela y Guyana (Escalona et al., 2009) por el consumo y venta de sus huevos y carne (Thorbjarnarson et al., 1993; Escalona y Fa, 1998; Grefa, 2006), así como para la comercialización como mascotas (Cueva, 2005).

Por otro lado, la supervivencia de los nidos y tortugas se ve afectada por la alta tasa de mortalidad natural. Entre los principales depredadores se encuentran: tegu (*Tupinambis texiguin*), caracara (*Daptrius ater*), gallinazos negros (*Coragyps atratus*), pirañas (*Serrasalmus sp*), bagres (*Brachyplatystoma sp*), caimán (*Caiman crocodilus*), nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*), nutria pequeña (*Lutra longicauda*), anaconda (*Eunectes marinus*), entre otros (Grefa, 2006; Escalona y Fa, 1998). Estos factores, sumados a la destrucción del hábitat y contaminación (Cisneros-Heredia, 2006), han ocasionado la reducción de las poblaciones de tortugas charapas poniéndolas en peligro. La charapa común actualmente se encuentra dentro de la categoría vulnerable (VU) dentro de la UICN (Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group, 1996) mientras que la charapa gigante se encuentra dentro de la categoría de Preocupación menor (LC, por sus siglas en inglés). Las dos especies están dentro del apéndice II de la CITES (Convention on International Trade of Endangered Species). En Ecuador, la especie que fue severamente explotada es la tortuga charapa gigante. En la actualidad, es una especie rara y su población se ha reducido hasta el punto en que su supervivencia es incierta (Cisneros-Heredia, 2006), lo que ha ocasionado que la explotación sea dirigida a la ahora también amenazada, tortuga charapa común (Escalona y Fa, 1998).

Para contrarrestar los efectos de la disminución de la población y su posible extinción local, se ha conformado en la Estación de Biodiversidad

² Estructura plana correspondiente a la parte ventral de una tortuga y es parte del caparazón

Tiputini (EBT), desde el año 2005, el Programa *head-starting* de tortugas charapas. Este programa tiene como objetivo la colecta de huevos y crianza *ex situ*³ de las tortugas para su posterior liberación. Los programas de *head-starting*, al ser programas de conservación, incrementan significativamente la supervivencia de la especie, aceleran la tasa de crecimiento y reducen la mortalidad natural, aumentando la población de las mismas.

La idea de ayudar a mejorar las posibilidades de eclosión o nacimiento de los huevos de tortugas no es nueva. Alrededor del mundo, existen proyectos similares que cuidan los nidos de las tortugas marinas y es así como, en varias playas del mundo, incluyendo el Ecuador, se ha logrado que cada año aumente el número de tortugas que nacen y entran al mar. En la Amazonía ecuatoriana, la comunidad Cofán inició, hace varios años, un proyecto similar al nuestro y, de acuerdo a los reportes, sabemos que logran liberar al menos 10 000 tortugas cada año. La Wildlife Conservation Society (WCS) que trabaja en la Amazonía, y con especial énfasis en Yasuní, lanzó un programa enfocado en la protección de las tortugas charapas con el involucramiento de comunidades Kichwa y Waorani. Este proyecto tenía como objetivo retribuir económicamente por cada huevo colectado y por cada tortuga liberada. Desde el año 2008, han colectado un total de 16 964 huevos, de los cuales eclosionaron 10 873 y 10 613 tortugas fueron liberadas.

El Programa de la EBT

Un programa de conservación requiere revisar constantemente los métodos para garantizar el éxito en el largo plazo. Por esta razón, nuestro proyecto ha procurado generar datos consistentes que nos permitan comparar la validez de lo que hacemos. Otro aspecto importante es que nuestra metodología debería ser replicable a muy bajo costo para que los habitantes de la RBY puedan acogerlo como parte de sus prácticas sustentables en un futuro inmediato. Lo descrito a continuación son varios de los procedimientos exitosos aplicados en el programa y, esperamos que, si los lectores tienen experiencias similares, las compartan. También estamos seguros de que podrán aplicar lo aprendido y, de esa manera, incrementar las posibilidades de evitar la extinción local de estos reptiles que son parte fundamental del ecosistema acuático de Yasuní.

³ Se denomina *ex situ* a toda estrategia de conservación que involucre sacar a la especie de su hábitat natural, así sea, como en este caso, remover los huevos del nido para trasladarlos dentro de su mismo hábitat. La otra opción es manejar la especie sin removerla de su hábitat y se la denomina *in situ*.

Colección de nidos

Este programa consiste en la búsqueda de nidos durante las épocas de anidación. En el área de influencia de la Estación de Biodiversidad Tiputini, existen dos temporadas de anidación: de julio a agosto y noviembre a diciembre, que son meses relativamente secos donde el nivel de río baja, las playas de arena están expuestas y las tortugas cavan y depositan los huevos. Esto coincide con lo reportado por Chávez (1998) para la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno.

Este proyecto de conservación es un esfuerzo conjunto de todo el personal de la EBT, por lo que, durante las épocas de anidación, con el apoyo de nuestros guías y su conocimiento, se procede a la búsqueda de nidos en las playas cercanas a la estación. Cuando un nido es localizado, los huevos son extraídos con cuidado y colocados en contenedores de plástico llenos con aproximadamente 2 kg de arena semiseca colectada del área del nido. Los huevos son colocados en la misma posición en la que son encontrados, para garantizar su desarrollo. Si los huevos, al ser trasplantados, son puestos en una posición diferente, es posible que el embrión sea afectado y por lo tanto no continúe su desarrollo.

Para cada nido colectado se contabilizan los huevos, incluyendo los que por alguna razón se hubieren dañado. Esto se hace para ver la tasa de supervivencia de los huevos y tortugas.

En cada temporada de anidación se colecta alrededor de 500 huevos. Las tortugas ponen sus nidos en excavaciones superficiales (alrededor de 10-15 cm), puestos generalmente en áreas sin vegetación ni obstrucciones. Los huevos son colocados en ciertas playas con mayor frecuencia, lo que puede suponer preferencia de las tortugas. Sin embargo, más datos son necesarios para corroborar esta aseveración.

Los nidos de *P. unifilis* varían en número, con un promedio de 25 a 30 huevos. Son relativamente pequeños y alargados, de 4 a 5,5 cm, que son puestos para su incubación de 75 a 90 días (Thorbjarnason et al., 1993; Grefa, 2006).

A pesar de incluir las dos especies en nuestro estudio, los nidos de *P. expansa* son muy difíciles de encontrar. En toda la duración del proyecto, se han encontrado cinco nidos. Esto se puede deber a la manera en que estas tortugas anidan, pues, a diferencia de *P. unifilis*, la charapa gigante anida en comunidad (Vanzolini, 2003). Es decir, varias tortugas ponen sus huevos en el mismo sitio y en playas tradicionales. Cada nido es conformado por alrededor de 100 a 120 huevos redondos. Lo anterior confirma la explotación que sufrió la especie, por lo que se volvió una especie rara (Cisneros-Heredia, 2006).

Reconstrucción artificial de los nidos y problemas con su mantenimiento:

A lo largo de los años, hemos tratado varias técnicas. La primera hace referencia a la experiencia inicial de los Cofán. Se construyeron camas o cajones de madera que estaban sobre el suelo pero a varios metros de la orilla del río. Los cajones eran de aproximadamente 3 m de largo x 0,50 m de ancho y 0,50 m de profundidad. Se dividió internamente en 20 partes iguales que se cubrieron de arena. En cada caja se colocó un nido y se lo marcó con un código para identificar su procedencia.

Durante los primeros dos años, no hubo problemas aparentes y la tasa de natalidad fue muy alta con apenas un 5% de pérdida de los huevos. En el tercer año, al momento del nacimiento de las tortugas descubrimos que, por el interior del suelo, estaban ingresando hormigas que se comían los huevos y las tortugas recién nacidas. Para evitar esto, se construyeron camas elevadas sobre estructuras metálicas. En la base de la estructura, se pusieron trampas de aceite quemado e insecticida. Nuevamente el éxito de este método duró dos años y regresamos a los problemas de invasión por parte de hormigas. Al parecer la lluvia y otros elementos del clima no colaboran para mantener las trampas y, las hormigas logran sortearlas y llegan a los nidos.

Usando la experiencia de WCS también construimos nidos en el suelo usando plástico y cal para aislar el suelo de posibles agentes depredadores. Esta técnica tampoco duró más allá del segundo año. Nuestra hipótesis hasta el momento es que la EBT está rodeada de bosque en buen estado de conservación y que no tenemos espacios despejados como es la costumbre en las zonas pobladas por indígenas Kichwa y Waorani. Donde ellos han construido sus nidos, existe poco bosque alrededor y, con solo guarumos o balsas que sirven de sombra (ver imagen de la EBT y dónde se realiza la crianza de huevos de tortuga).

Nuestra última estrategia involucra poner los huevos en contenedores plásticos con agujeros en la base para evitar que se aneguen o inunden de agua de lluvia. Estas tinas luego son colocadas sobre las camas metálicas para que no estén en contacto con el suelo. Esta nueva estrategia está llegando ya al tercer año y, a pesar de que puede ocurrir invasión de hormigas o termitas, la incidencia de las mismas es menor comparado con años previos.

Lo que incuba a los huevos no es el sol, sino el calor acumulado en la arena. Por esta razón es importante que exista algo de sombra y para ello hemos usado plástico de invernadero para evitar el sol directo y que la lluvia en exceso se acumule en los contenedores y llegue a podrir los huevos.

Procesamiento de las tortugas al nacer

Durante los primeros años de este proyecto, se tomaron medidas de caparazón y plastrón, ancho de la cabeza y el peso en gramos de todas las tortugas recién nacidas. Esto sirvió para tener una idea clara del tamaño y peso promedio de los neonatos, que midieron de 34 mm a 44 mm.

A lo largo del programa, se han experimentado varias cosas. En los primeros años, liberamos el 50% de las tortugas recién nacidas y la otra mitad fueron puestas en un encierro con malla alimentada por una fuente de agua tomada del río. Se probaron varias opciones de alimentación que incluyó lechuguín, hojas tiernas de anturios y desperdicios de carne provenientes de la cocina. Este último recurso era el más apetecido por las tortugas, pero nos preocupaba que estuviéramos alterando lo que ellas podrían encontrar en la naturaleza, aunque se ha reportado que las tortugas comen restos de animales muertos que están en los ríos, es decir que tienen una dieta omnívora y hasta cierto punto detritívora.

Nuestra intención no ha sido tener un criadero de tortugas sino promover su reintroducción garantizando que la edad de los animales les ayude a sobrevivir a los depredadores que, nuevamente, según reporta la literatura, es bien alto en los primeros días y meses de vida.

Para liberar a las tortugas se regresa a las playas de donde se tomaron los nidos y se libera de manera proporcional. Se ha reportado que las tortugas regresan a anidar en la playa en que nacieron. No sabemos con certeza si esto es verdad y se requiere de muchos años de monitoreo además de marcaje para determinar con certeza varias de estas aseveraciones.

Variabilidad genética y futuro de las tortugas

Todo programa de conservación en la actualidad tiene que promover el entrecruzamiento genético de tal modo que se mantenga una alta variabilidad genética. Para entender este concepto podemos hacer referencia a los humanos. Si comparamos la población de una comunidad Waorani o Kichwa vemos que las personas son similares entre sí, es decir tienen el mismo color de piel, la forma y color del cabello y, los rasgos de la cara son similares. Si vamos al Coca o Puyo, vemos que, por la presencia de gente que migró de la Sierra y la Costa, la variación es más grande. Esto es un reflejo de un incremento en la variabilidad genética. Las plantas y los animales tienen una alta variabilidad genética cuando, al reproducirse, generalmente en poblaciones grandes, pueden mezclar su información genética. Cuando están restringidos y hay barreras que evitan la migración, tienen una variabilidad baja. Esto puede ser un problema porque, si un elemento ambiental, como una enfermedad,

afecta a la especie, esta no tiene un mecanismo natural para defenderse y sobrevivir.

Con el propósito de investigar la variabilidad genética, se tomaron pequeñas muestras de caparazón de las tortugas recién nacidas. El caparazón es un tejido vivo y por lo tanto tiene ADN. Mediante análisis de lo que se conoce como marcadores moleculares, Carranco (2015) reportó una alta variabilidad de individuos (88%), así como variabilidad intergrupala (12%). Al parecer, las tortugas hembras copulan con varios machos de tal modo que, en un mismo nido, no todas las tortugas tienen el mismo padre y, por lo tanto, su variabilidad genética es alta. Cuando comparamos entre nidos y entre playas, la diversidad es aún mayor. Queremos estar seguros de que esta tendencia se mantiene en el tiempo y, además, que sea comparable con otras poblaciones de tortugas en otros proyectos y en otros países. Por esta razón, cada año colectamos muestras de caparazones de unos pocos individuos y los preservamos en alcohol para un análisis futuro.

Con el propósito de predecir el éxito de nuestro proyecto, se realizó un modelo poblacional. Un modelo poblacional toma en cuenta las tasas de natalidad y mortalidad, es decir, el promedio de individuos que nacen y que mueren. También se toma en cuenta la tasa de reproducción, es decir, el número de huevos que pone cada tortuga. En los modelos también se puede incluir la probabilidad de eventos como la variabilidad del éxito del programa; es decir, años buenos y otros malos. Rivera (2010) usó este modelo modificando las variables para, de esta manera, poder cuantificar el número de tortugas adultas que podrían llegar a la edad reproductiva si la única opción era nuestro proyecto de conservación. Así, para llegar a tener varias hembras adultas luego de 20 años, se deberían colectar al menos 10 000 huevos cada año. Este dato ha sido muy alarmante, pues quiere decir que, si en la naturaleza no existe reproducción natural, nuestro proyecto y otros proyectos similares no están haciendo un impacto real en el futuro de las tortugas.

Para aumentar el impacto, la primera opción debería ser garantizar de manera más eficiente el éxito de eclosión, es decir que la mayoría de huevos colectados nazcan. Por conversaciones con las personas involucradas en proyectos similares, sabemos que el problema de invasión de hormigas y otros depredadores es frecuente, especialmente en las comunidades Waorani. Por esta razón, queremos encontrar un mecanismo de fácil aplicación que evite o minimice la depredación. La segunda opción, sería la incubación mecánica de huevos, tal como lo hacen en Galápagos. Esto elevaría sustancialmente el costo del proyecto y los primeros experimentos no han sido exitosos.

Aunque parezca extraño, los huevos de las charapas no sobreviven si se sumergen en agua. El éxito de la reproducción en la naturaleza está sujeto

a que la estación seca sea lo suficientemente larga para que los niveles del río no suban y cubran las playas. Desafortunadamente, debido al cambio climático, los patrones de lluvia no han sido predecibles en los últimos años y se han registrado súbitos cambios en los niveles del río que han tapado los nidos antes de que los huevos eclosionen.

Por otro lado, la colecta de huevos para el consumo propio y la venta por parte de los Waorani y Kichwas es común (Cisneros-Heredia, 2006) y es un problema grave para la conservación de las especies. En el pasado, la colecta era un hábito tradicional por parte de pocas familias que no podían acceder a todo el territorio de las tortugas. Hoy, el acceso es más amplio gracias a los motores fuera de borda e incluso el uso de termos para transportar los huevos a los mercados locales. Si esta práctica no se detiene, el futuro de las tortugas es incierto. Si a esto le sumamos los problemas ambientales como la contaminación de los ríos por derrames de petróleo o el uso indiscriminado de productos agrícolas; y, las fluctuaciones de los niveles del agua de los ríos por el cambio climático, el futuro de esta especie ya es incierto.

Dentro de los años de la duración del proyecto, se han liberado más de 1500 tortugas al río Tiputini, ayudando a la conservación de la especie de *P. unifilis*, pues solamente el 1% de los huevos llega a estado adulto en condiciones naturales (Vanzolini, 2003). La continuidad de estos estudios es muy importante para poder monitorear en el tiempo la variabilidad genética y la influencia que tiene sobre esta los efectos antropogénicos. Esta información permite conocer el estado de la especie dentro de la zona y, por lo tanto, desarrollar estrategias de conservación locales sobre la especie. Asimismo se espera implementar métodos que permitan cuantificar la tasa de supervivencia de las tortugas en el río luego de ser liberadas y que pueda contribuir a la poca información existente sobre las especies.

Agradecimientos:

Queremos agradecer, en primer lugar, a todo el personal de la Estación de Biodiversidad Tiputini por su apoyo en el proyecto. También dejamos constancia de la ayuda que hemos recibido de los estudiantes de la USFQ que han participado en este proyecto comenzando por José Grefa, estudiante Kichwa amazónico que inició el proyecto de manera técnica y quería, con su trabajo, contribuir al impacto causado por la colecta indiscriminada de huevos. Marcela Rivera y Ana Carranco que tomaron la posta de José y contribuyeron con sus tesis a este proyecto. Hay muchos estudiantes tanto ecuatorianos de la USFQ como extranjeros pertenecientes al curso de Ecología Tropical bajo la conducción del Dr. Kelly Swing, que han apoyado en este proyecto y para ellos nuestro agradecimiento.



Importancia del involucramiento de la gente local en procesos de monitoreo biológico como estrategias para conservar la Reserva de Biosfera Yasuní

Hernán G. Álvarez^a

^a Wildlife Conservation Society - Programa Ecuador, Quito, Ecuador.

Dirección de contacto: hg.alvarezb@gmail.com

Como hemos visto en los capítulos anteriores, la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) ha sido una fuente de generación de conocimiento inigualable, tanto para conocer la gran biodiversidad que existe en la Amazonía ecuatoriana, como para entender la importancia de conservar los procesos ecológicos de un bosque tropical megadiverso como es el Parque Nacional Yasuní (PNY). Sin embargo, ¿cómo hacer para vincular todo este conocimiento científico con la realidad de las comunidades indígenas que se encuentra dentro del Yasuní y al mismo tiempo apoyar a la generación de estrategias de conservación a nivel local? Una de las posibles respuestas a esta pregunta nace del reconocimiento de que la EBT no solo es una estación científica, sino también un actor clave dentro de la Reserva de Biosfera Yasuní (RBY). Esto implica que tiene el potencial de aportar con el de desarrollo y el fortalecimiento de las capacidades de los otros actores locales. La EBT, al estar dentro de la Reserva de Biosfera Yasuní, está rodeada de comunidades indígenas, que fueron los primeros habitantes del Parque Nacional Yasuní y son los principales

usuarios de los recursos naturales. Esto convierte a las comunidades indígenas en los protagonistas clave para impulsar la conservación de la biodiversidad. Partiendo de este reconocimiento, el trabajo de la EBT no solo se ha basado en ser una fuente de generación de información biológica y ecológica, sino que también ha sido parte de un proceso de desarrollo social como un centro de capacitación para las comunidades vecinas. En este capítulo, nos enfocaremos en analizar cómo la vinculación de las comunidades locales, indígenas y no indígenas, en temas ambientales como el monitoreo biológico, puede apoyar en la generación de estrategias de conservación a nivel local. De igual manera, analizaremos el rol que ha cumplido la Estación de Biodiversidad Tiputini para apoyar en este desarrollo local.

¿En qué consiste un monitoreo biológico?

Al monitoreo biológico se lo puede dividir en dos grandes grupos basándose en el uso de la información. Por un lado, se denomina monitoreo biológico a las investigaciones que pretenden entender los patrones naturales y el funcionamiento de las poblaciones o comunidades biológicas dentro de los ecosistemas. Este tipo de investigaciones genera un conocimiento básico y teórico acerca del funcionamiento de los lugares naturales y puede servir como punto de referencia para evaluar cambios producidos por factores externos en el futuro. Por otro lado, un monitoreo biológico también puede tener un objetivo más práctico y se lo puede denominar estudio de impacto ambiental. Estos estudios están destinados a conocer el impacto producido por las actividades humanas (por ejemplo, explotación petrolera, maderera, minera, agricultura, cacería, etc.) en las poblaciones o comunidades biológicas. En el corto plazo, los resultados obtenidos de estos estudios están encaminados a dar recomendaciones para mejorar las actividades de extracción de recursos naturales, y así reducir los niveles de contaminación o de degradación ambiental. De esta forma, los dos tipos de monitoreo son fundamentales y complementarios, ya que el primer tipo genera información de base, mientras que el segundo genera información que puede ser comparada con los resultados del primero y así evaluar los efectos antropogénicos.

Tradicionalmente, los monitoreos biológicos han sido realizados por profesionales como biólogos, ecólogos, botánicos, taxónomos, entre otros, y han tenido un enfoque hacia el manejo de las áreas protegidas. En las últimas tres décadas, se ha realizado un cambio de paradigma o visión, en el cual se reconoce la importancia de conservar lugares que están fuera de las áreas protegidas, como los territorios indígenas, y así entender sus cambios ecológicos por efectos antropogénicos. La mayoría de los territorios indígenas y bien con-

servados se encuentran en los denominados países en vías de desarrollo¹, lo que generalmente implica que no tienen ni la economía ni el capital humano suficiente para monitorear estas áreas a largo plazo ni a gran escala. En otras palabras, la cantidad de profesionales y presupuesto necesario para realizar investigaciones de monitoreo en grandes extensiones como áreas naturales es limitado. Por esta razón, una alternativa cada vez más reconocida es el involucramiento de la gente local en los procesos de monitoreo biológico y toma de decisiones hacia la conservación (Constantino et al., 2012).

El monitoreo biológico participativo como una forma de impulsar acciones de conservación a nivel local

Actualmente existen varias iniciativas de conservación que se han enfocado en involucrar a la sociedad civil para mejorar la habilidad de monitorear y manejar los recursos naturales (Conrad et al., 2011). Estas iniciativas han adoptado varios tipos de nombres como ciencia ciudadana, monitoreo biológico con base comunitaria, monitoreo participativo, entre otros (Danielsen et al., 2009) "(Danielsen et al. 2009. Sin embargo, sin importar su nombre o enfoque, estas iniciativas parten de una hipótesis central y es que, al involucrar a las personas locales, no profesionales, en procesos de monitoreo biológico, no solo se puede generar mayor información sobre el estado de los recursos naturales, sino que también se puede generar un serie de beneficios sociales como el empoderamiento de la gente local para la toma de decisiones a favor de la conservación (Constantino et al., 2012).

Estas iniciativas han sido cuestionadas por unos y valoradas por otros. Han sido cuestionadas por las debilidades que pueden presentar al momento de la colección de información, ya que no tienen la misma rigurosidad en comparación con los monitoreos biológicos realizados por científicos o biólogos profesionales (Bradshaw, 2003; Gouveia et al., 2004). Desde el punto de vista científico y técnico, la rigurosidad en el diseño experimental y en la colección de datos es la base central para asegurar la confiabilidad de los resultados que posteriormente van a generar nuevos conocimientos. Sin embargo, no es extraño que muchos de los estudios científicos, por más rigurosos y confiables que sean, tengan poca incidencia en la toma de decisiones de la sociedad civil, mucho menos dentro de comunidades indígenas (Smith et al., 2009; Danielsen et al., 2010). Factores como el lenguaje científico, la

¹ En Economía, se ha clasificado a los países según su nivel de desarrollo tecnológico y económico. Los que van adelante se los ha llamado "desarrollados", mientras que los demás han sido calificados como atrasados, subdesarrollados y últimamente como en vías de desarrollo para dar la noción de que estamos caminando hacia el desarrollo, es decir a parecernos a los países que están en la delantera.

accesibilidad de la información y la facilidad con la que la sociedad puede o no entender las implicaciones de los estudios científicos, hacen que estos nuevos conocimientos no sean utilizados en la toma de decisiones para la conservación a nivel local o comunitario.

Por otro lado, estudios de caso² han generado una serie de evidencias que demuestran la validez de la información generada por gente local en monitoreos biológicos para la toma de decisiones en conservación. Estudios en diferentes países tropicales han demostrado que, sin importar las diferencias culturales, o el tipo de recurso natural que es monitoreado, la información colectada por miembros comunitarios en comparación con los datos generados por científicos profesionales, generan resultados similares en cuanto al estado de conservación o estimaciones de abundancia de especies, al igual que patrones de cambio en el uso de los recursos naturales (Danielsen *et al.*, 2014). Esto indica la legitimidad de la participación local en la generación de conocimiento biológico. Adicionalmente se ha demostrado también que el tiempo que demora la toma de decisiones a nivel comunitario es mucho más rápido cuando miembros de las mismas comunidades están involucrados en procesos de monitoreo y/o manejo de los recursos naturales. En promedio, el tiempo que se demoran en ser utilizados los resultados de los monitoreos biológicos realizados por científicos para la toma de decisiones a nivel local es entre tres y nueve años, mientras que los resultados de monitoreos realizados con la participación de personas locales son utilizados en menos de un año (Danielsen *et al.*, 2010) (Danielsen *et al.* 2010, lo que demuestra el impacto que tienen el involucramiento de la gente local al momento de generar acciones de conservación a nivel comunitario.

Involucramiento de la Estación de Biodiversidad Tiputini en el fortalecimiento de capacidades locales para el monitoreo biológico comunitario dentro de la Reserva de Biosfera Yasuní

La Reserva de Biosfera Yasuní junto con el Parque Nacional Yasuní tienen un valor alto de conservación, ya que han sido descritos como la zona con mayor biodiversidad del planeta por área cuadrada (Bass *et al.*, 2010). Esta zona no solo es importante por su diversidad biológica sino también por su valor social y cultural, ya que en un gran porcentaje incluye territorios indígenas. De esta forma, la conservación del Yasuní depende directamente de la voluntad y la capacidad de las comunidades locales para manejar de forma sustentable sus recursos naturales. En zonas como estas, el involucramiento

² Los estudios de caso son una metodología en la que se analiza un evento investigativo para evaluar sus fortalezas y debilidades, con el propósito de validar, mejorar o promover dicha técnica.

de las comunidades indígenas en programas de conservación se vuelve una estrategia clave tanto para la protección de la biodiversidad como para garantizar el bienestar de las personas que depende de los recursos naturales para cubrir sus necesidades básicas.

Dentro de los objetivos que tiene la Estación de Biodiversidad Tiputini, como actor local dentro de la Reserva de Biosfera Yasuní, no solo está la generación de información para entender y conservar los procesos ecológicos, sino también está el ser una fuente de capacitaciones y apoyo técnico para el resto de actores locales. Para esto, la EBT ha sido parte del desarrollo de capacidades de las comunidades aledañas para promover la educación ambiental y mejorar la toma de decisiones en cuanto al manejo de sus recursos. En 2010, en colaboración con Repsol YPF, la EBT impartió campañas de educación ambiental para todas las comunidades, tanto Kichwas como Waoranis, que se encuentran dentro del bloque 16. Durante estas campañas, participaron hombres, mujeres, adultos, jóvenes y niños, y se los capacitó en temas como el respeto a las leyes ambientales, el manejo de basura y el manejo sustentable de los recursos naturales (fotos 1, 2 y 3). Adicionalmente, entre el 2011 y 2012, la EBT formó parte de un proceso de capacitación de monitores locales, trabajo que lo realizó en colaboración con la Fundación FARO y con auspicio de la Iniciativa para la Conservación de la Amazonía Andina (ICAA) de USAID³. Dentro de este proceso, distintas personas, de diversos grupos étnicos y comunidades dentro de la Reserva de Biosfera Yasuní visitaron la estación para ser capacitadas en técnicas de campo y uso de materiales para monitorear la vida silvestre y así conocer el estado de conservación de sus respectivos bosques. Durante esta experiencia, los participantes pudieron experimentar las condiciones bajo las cuales viven los científicos para realizar estudios sobre la biodiversidad. Tuvieron un acercamiento hacia el área de la investigación, pudieron conocer los estudios que se realizan en la estación y al mismo tiempo desarrollaron sus prácticas de campo como parte de su proceso de capacitación (fotos 4, 5 y 6). Una vez finalizado este proceso, los participantes regresaron a sus comunidades para replicar lo aprendido, levantar información de base sobre la biodiversidad existente y elaborar pequeños reportes para informar sobre el estado de conservación de su comunidad a los financistas del proyecto y al Ministerio del Ambiente. Estos reportes, a su vez, fueron presentados a los dirigentes de las comunidades como insumos para la toma de decisiones en cuanto al manejo de recursos naturales. Como resultado de estos procesos, varios miembros de las comunidades decidieron declarar zonas de conservación dentro de sus territorios, los monitores locales empezaron a trabajar más de cerca con los líderes comunitarios y establecieron estrategias

³ United States Agency for International Development (USAID) Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional

para limitar la sobreexplotación por cacería de especies vulnerables. De igual manera, dentro de sus reuniones mensuales, los técnicos comunitarios dieron charlas a los otros miembros comunitarios sobre la importancia de conservar la biodiversidad.

Si bien estas experiencias demuestran resultados positivos en cuanto a la influencia que tienen estos programas en la toma de decisiones locales a favor de la conservación, generar cambios en el comportamiento de la gente para obtener resultados a largo plazo es un reto mucho más grande y complejo. La participación local en programas de monitoreo biológico por sí sola no garantiza el empoderamiento de la gente, sino que depende de otros factores como el contexto local, las estrategias empleadas para involucrar a la gente, los beneficios tanto directos como indirectos que las comunidades puedan percibir, y el apoyo que estas tengan por parte de otras organizaciones y gobiernos locales. Sin embargo, el impacto a nivel local que ha tenido la EBT representa un ejemplo de la importancia que tiene el desarrollo de capacidades locales en la conservación de la biodiversidad. Al mismo tiempo demuestra que las estaciones científicas pueden ser más que fuentes de generación de información, sino también funcionar como un apoyo fundamental en programas participativos para acortar la brecha que existe entre la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de las comunidades indígenas y no indígenas.

Finalmente, entender el rol que hoy cumple la Estación de Biodiversidad Tiputini dentro de la Reserva de Biosfera Yasuní es reconocer que su función no es solo la generación de conocimiento científico, sino también la de transmitir todo ese conocimiento a las comunidades residentes para potenciar el desarrollo de las capacidades locales. Por esta razón, la EBT, espera continuar involucrándose y desarrollando alianzas con otros actores claves para promover el desarrollo de estrategias que permitan empoderar a la gente local en el monitoreo, conservación y manejo de recursos naturales de forma sustentable.

Agradecimientos:

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los participantes de los talleres de capacitación, así como a nuestros aliados estratégicos: Repsol YPF, ICAA (USAID), Grupo Faro, los Gobiernos Autónomos Descentralizados cantonal y provincial de Orellana y sobre todo el Parque Nacional Yasuní y el Ministerio del Ambiente. Estos proyectos de capacitación se han enmarcado dentro de las estrategias de aporte hacia la mejor gestión para la conservación del PNY y la RBY.



Reflexiones de un guía naturalista

Mayer Rodríguez^a y Kelly Swing^a
*^aEstación de Biodiversidad Tiputini,
Universidad San Francisco de Quito*

Dirección de contacto: kswing@usfq.edu.ec

Siendo una institución científica/académica, la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT) es muy distinta a todos los lugares donde los turistas van para tener una experiencia en la Amazonía. Con razón, nuestros propósitos pueden tener algo en común, pero el motivo y las estrategias son diferentes. Para los alumnos en la EBT, más allá de interactuar con investigadores o aprender a hacer sus propios estudios, queremos combinar experiencias auténticas en la naturaleza con la educación científica para lograr una concientización sobre la selva y, como finalidad última, la conservación del ecosistema.

Por lo tanto, el trabajo de un guía, para nosotros, significa mucho más que buscar animales para compartir avistamientos con los visitantes. Este profesional debería ser una verdadera fuente de información sobre la flora y fauna. Es también un ayudante de investigación para los profesionales y hasta un asesor para los estudiantes de todo nivel, desde el colegial hasta los avanzados de posgrado. Exigimos que todos los guías tengan la capacidad de hacer observaciones fieles y poder relatar los conocimientos acumulados a través de sus experiencias. Nuestros guías tienen que asumir el papel de embajadores de la naturaleza, haciendo un puente entre lo visto y el visitante, y sazonado quizá con el contexto regional cultural.

Hace poco, me senté a conversar con Don Mayer Rodríguez, quien ha trabajado en esta capacidad en el Oriente ecuatoriano durante tres décadas

y media. Recién jubilado, el ya cumple 74 años y, aunque he estudiado la Amazonía formalmente desde el año 1979 y lo conozco personalmente por 25 años, me quedo siempre sorprendido de sus conocimientos tan profundos y memorias detalladas sobre el ambiente en que creció. Hemos caminado cientos de kilómetros juntos en la selva con docenas de grupos estudiantiles, y juntos hemos visto miles de aves y mamíferos, y en cada salida, él nunca falla en mostrarme nuevos espectáculos de la naturaleza. Su capacidad de enseñar nunca se acaba y su generosidad con la información enciclopédica que lleva adentro parece inagotable. Regularmente nos visitan científicos de renombre para llevar a cabo sus investigaciones y ellos salen también asombrados por lo que han aprendido de él. Hace unos años, la Dra. Lynn Margulis, la famosa mentalizadora de la teoría del origen simbiótico de los organelos celulares, dijo de Mayer, "nos ha dejado maravillados a todos, y si una porción de nosotros tuviese el interés de aprender sobre la naturaleza que tiene Mayer, el planeta no estaría en tantos problemas".

KS: ¿Cómo empezó su carrera de guía?

MR: Yo no tuve ninguna capacitación formal de guía. Más bien, en la primera experiencia con turistas, fui contratado como motorista. En ese entonces, un emprendedor conocido necesitaba una canoa con motor para movilizar unos visitantes y yo insistía en que mi propiedad no salía sin mi persona. Estando en la selva, sin otra fuente de información, él me preguntaba nombres y explicaciones para varias cosas y me convertí en guía. Me gustó compartir mis conocimientos y el aprecio que me expresaron. Al tener más experiencia, fui contratado para ayudar a Fernando Sanmiguel a desarrollar la operación llamada "Yuturi" donde yo guié durante algunos años. Allí es donde nosotros nos conocimos en el año 1991 si recuerdo bien, antes de pasar a trabajar en Tiputini en 1995.

KS: ¿Qué hace un buen guía?

MR: Principalmente, un buen guía debe ser respetuoso, honesto y paciente.

KS: Me doy cuenta de que usted no mencionó nada de cuántas cosas uno debería conocer.

MR: Todo tiene que empezar con el buen trato al visitante; debe haber algo de respeto mutuo para iniciar cualquier relación aunque sea muy breve. Uno puede aprender a ubicar e identificar la flora y fauna, pero, sin una base de respeto desde los dos lados, nada va a salir muy positivo. Yo pienso en lo que yo quisiera tener o recibir si fuera el visitante con poco conocimiento del lugar en que me encuentro. No tengo que ver todo de una, pero lo que veo, quiero verlo bien y quiero saber algo de su vida o su importancia. ¿Qué

es? ¿Qué hace? ¿Para qué sirve, en la naturaleza o para el humano? Necesito algún detalle que me permite hacer una conexión y entender lo que veo. A la vez, el guía tiene que tener la capacidad de decir: "No se o no se sabe." Lo que no quiero son inventos. Cualquier persona puede ver el engaño y eso no le gusta a nadie. Uno tiene que entender que ninguna persona puede conocer todo en un lugar con tantas especies, pero algo de preparación y la actitud que mi padre siempre nos enseñó "nunca mentir" llega muy lejos.

Don Mayer tiene una manera muy suave en todo lo que hace, es una persona muy humilde en cada momento, desde su estilo de conversar o contar un chiste hasta el señalar un ave escondida en la oscuridad del sotobosque o de asegurarse de que todos hayan visto esa rana camuflada entre la hojarasca. Y, por ejemplo, en el rol de asistente científico, en su manejo de la captura de un murciélago como parte de un estudio de largo plazo, se nota su conciencia de la fragilidad de esa diminuta vida. Es bien evidente que el respeto que don Mayer menciona es considerado, por él, aplicable no solamente al visitante, sino a la dignidad de uno mismo, al trabajo y sobre todo, a la naturaleza y todos los seres que comparten el planeta con nosotros. El también respeta que, normalmente, cada avistamiento es la primera vez para el visitante y que debería haber un tiempo para disfrutar y absorber la experiencia.

KS: ¿Cómo llegó usted a acumular tanta información?

MR: Un buen guía siempre debe tener interés en todo y querer aprender todos los días. Tuve una juventud en contacto con la naturaleza en las afueras de El Coca y mis vecinos fueron indígenas. Mi familia vivía en la provincia del Napo trabajando un terreno durante mi niñez. Era normal jugar con amigos Kichwa y por eso crecí bilingüe expuesto a los nombres de los animales y plantas medicinales. Para sobrevivir, uno tiene que conocer sus recursos, cómo acceder a ellos y cómo utilizarlos. Era una cuestión de poder aplicar tus conocimientos en la forma más práctica, comer o no comer. Y luego, mucho contacto con científicos especializados en la EBT añadió otras dimensiones a cómo ver el bosque y sus habitantes, sus papeles e interacciones, y cómo mejorar la capacidad y estrategia de hacer observaciones. Poder interactuar con los científicos ha sido un privilegio invaluable para mí.

KS: ¿Qué puede hacer el guía cuando no encuentra algo espectacular para ofrecer al visitante?

MR: Ahí es donde realmente importa la paciencia, y la integridad. Siempre habrá un insecto o una araña, una planta útil o una planta medicinal para enseñar al visitante. Y si uno tiene alguna anécdota para relatar, excelente. Una pizca de humor siempre ayuda en los momentos huecos durante una caminata. El guía también puede desarrollar un sentido de descubrimiento

entre sus acompañantes poniéndoles unos retos. Cuando todos comparten un mandato de exploración y aprendizaje, cada avistamiento se convierte en un logro para el grupo, aunque sea una simpleza, una especie común y corriente.

Normalmente, el extranjero es muy curioso en relación con los indígenas y cómo hicieron las cosas antiguamente, antes de la llegada de la tecnología moderna. He escuchado que hay guías que se burlan de las costumbres ancestrales. Yo, en cambio, me quedo asombrado por la creatividad del humano para superar tantos retos sin nada más de lo que se ve en el bosque, sin metal, sin electricidad, totalmente increíble viéndolo desde el punto de vista de lo que han podido lograr en vez de lo que no lograron. Y también pasaron toda esa información fielmente entre generaciones sin escribir nada, lo que ya no hacemos, y estamos perdiendo los conocimientos de los ancianos rapidísimo. Como en todas las culturas, muchos jóvenes piensan que el abuelo o la abuela no les ofrece mucho que sea aplicable en sus vidas de hoy, pero un guía siempre debería ver el valor en estos detalles, porque son cosas que pueden ser compartidas y apreciadas por el visitante.

KS: Para mí, un científico originario de la zona templada, después de algunas décadas en contacto con la flora y fauna del trópico latinoamericano, me doy cuenta de que siempre encuentro especies que nunca he visto antes.

MR: Hay tantas especies aquí que uno siempre encuentra cosas nuevas. Aún con toda mi vida en este lugar, yo veo cosas nuevas todos los días. Ahora no veo especies grandes que son nuevas, pero veo comportamientos nunca vistos antes, y siempre veo nuevas especies pequeñas, entre los insectos, las arañas, las ranas...

KS: Yo recuerdo que hace años, usted me dijo que el Oriente cuenta con tantas especies que uno nunca puede verlas todas.

MR: Me apena que el visitante muchas veces no entiende que el bicho que está viendo en cualquier momento es algo que él no ha visto antes y muy probablemente, jamás lo vuelva a ver después. Hay que mencionar este hecho de vez en cuando para dar contexto a la experiencia.

KS: ¿Cómo mantiene el nivel de entusiasmo que usted demuestra en cada salida?

MR: La verdad es que la curiosidad del guía tiene que ser más fuerte que la del visitante. La automotivación empuja a la persona a explorar y descubrir en cada momento. La vida es corta y uno debe disfrutar su trabajo. Compartir momentos y experiencias es lo que hace una vida, para el que da y para el que recibe.



Retos para la conservación en Yasuní

David Romo^a

*^aEstación de Biodiversidad Tiputini,
Universidad San Francisco de Quito*

Dirección de contacto: dromo@usfq.edu.ec

Como hemos visto a lo largo de varios de los capítulos de este libro, muchos de los investigadores están muy preocupados por el futuro del Yasuní. Es posible que los lectores compartan esta preocupación, ya que el deterioro de este bosque amazónico los afecta porque es parte de su hogar. Para los investigadores, podríamos pensar que es una posición algo egoísta porque lo que están buscando proteger es su lugar de trabajo. También hemos visto como uno tras otro han destacado la importancia biológica del Yasuní desde varios puntos de vista.

El Parque Nacional Yasuní es el área protegida terrestre más grande del Ecuador. Toda la superficie de las islas Galápagos juntas no llega a ser tan grande como el Yasuní. La única área protegida más grande es la Reserva Marina de Galápagos que está salvaguardando el mar en el que están ubicadas las islas. En el último plan de manejo (Ministerio del Ambiente, 2011) del Parque Nacional Yasuní, se hizo un nuevo cálculo de la superficie tomando en cuenta que la tecnología había mejorado y que por primera vez se usaban imágenes satelitales para verificar los puntos geográficos que delimitan al parque. Desde ahí en adelante podemos con certeza decir que este parque está protegiendo un poco más de 1 millón de hectáreas. Con la declaratoria de la Reserva de Biosfera Yasuní, se incorporó al parque un territorio de 1,5 millones de hectáreas. Es decir, la Reserva de Biosfera Yasuní comprende una zona cercana a los 2,5 millones de hectáreas.

Una reserva de biosfera NO es un área protegida sino una categoría de manejo para la promoción del desarrollo sustentable. Pero ¿qué es el desarrollo sustentable? Estas dos palabras se acuñaron en la década de los ochenta como parte de un informe preparado en el seno de las Naciones Unidas que buscaba cambiar el modelo de desarrollo de la humanidad (Brundtland, 1987). Ya en ese entonces, varios científicos empezaron a alertar que estábamos usando los recursos naturales renovables muchísimo más rápido de lo que la naturaleza puede restituirlos. En la Amazonía ecuatoriana, esto ya es evidente cuando vemos que cada día se cortan miles de hectáreas de bosque para poner carreteras, operaciones de extracción de los recursos no renovables como la minería o el petróleo, plantaciones de palma africana, expansión de las ciudades y el crecimiento de la frontera agrícola. Esta conversión del bosque para usar el espacio para otras actividades es lo que se conoce como cambio del uso del suelo. La ciudad de El Coca o Puerto Francisco de Orellana ha crecido en los últimos 40 años de unas pocas casas a un par de miles, pasó de albergar a no más de 100 personas para ahora superar las 40 000. Este crecimiento es visto como bueno por todos los pobladores de esta zona y claro, han mejorado la calidad de las casas, las calles, los servicios e incluso la importancia política, pues paso de ser una parroquia a una capital de provincia. El modelo de desarrollo utilizado ha sido uno que no se detiene a pensar en lo que estamos dañando para crecer.

El Coca y sus habitantes no son el único ejemplo de este desarrollo desmedido y sin límites. El desarrollo sustentable busca que los humanos retomemos de alguna manera nuestra armonía con la naturaleza. Todos los seres vivos dependemos del ambiente en que vivimos. Usemos un ejemplo para ilustrar este concepto. Pensemos en las guanganas o pecaríes de labio blanco. En un bosque saludable, estos animales pueden formar grupos de más de 300 individuos. Ellos van por el bosque comiendo casi todo lo que se cruza por su camino pues son omnívoros. Se alimentan de frutos, raíces, insectos y, cuando los encuentran, hasta anfibios y reptiles. Su reproducción es muy alta, pues pueden tener crías casi dos veces al año y en muchos casos pueden tener hasta mellizos. Si la población de puercos crece sin ningún tipo de control, pronto tendrán que separarse y formar nuevos grupos que ocupen otras porciones del territorio. Ahí viene el primer control, pues el territorio no está libre y, para ocuparlo, tendrán que enfrentarse a otros grupos peleando y, en el proceso, morirán algunos con lo que se reducirá el tamaño del grupo. Otro control puede ser que no encuentren suficiente comida y, por el hambre, morirán los más viejos o los más pequeños y así el tamaño del grupo se mantiene relativamente estable. No olvidemos que los pecaríes no solo que comen cosas del bosque, sino que ellos son alimento para varios animales, entre ellos jaguares y pumas. Si leyeron los capítulos 8 y 9 que presentan los datos sobre las cámaras trampa, verán que las presas de los jaguares y los

pumas son muy abundantes en Tiputini y, por lo tanto, no es sorprendente que estos gatos también sean abundantes allí. Si los humanos entramos en la ecuación y empezamos a disminuir el tamaño de las poblaciones de guanganas, lo más seguro es que los gatos empiecen a buscar otras presas y que de pronto incluso lleguen a las casas de los mismos humanos para alimentarse de los animales domésticos (esto ya lo estamos viendo en los bordes del parque, lo que crea un conflicto entre las personas y la vida silvestre). Si la falta de alimento se vuelve un problema permanente para los felinos, estos no podrán reproducirse y poco a poco su población también irá bajando. Si quitamos la presión de la cacería, les tomará algunos años antes de que las poblaciones de guanganas y gatos se recuperen a sus niveles originales. Lo triste es que no tenemos ejemplos de esto en la Amazonía.

A finales del siglo XIX, en los Estados Unidos de América, se estableció el primer parque nacional con el nombre de Yellowstone. Este parque había tenido alguna vez muchos animales, pero los colonos que vinieron de Europa fueron matando sin piedad todo lo que había en su paso. Fue muy triste porque, en muchos casos, ni si quiera era por la carne, sino por las pieles que eran utilizadas para hacer abrigos. El bosque estaba casi intacto, pero la mayoría de animales grandes habían desaparecido. Luego de varias décadas de la declaratoria de parque, las poblaciones de venados, bisontes (algo parecido a una vaca) y osos negros fueron recuperándose. Todo parecía indicar que las cosas habían regresado a su estado original. Sin embargo, allí vivieron alguna vez lobos. Las poblaciones de venados crecieron tanto que se tuvo que autorizar la cacería para controlar las poblaciones. Fue entonces que se les ocurrió reintroducir, es decir traer de otro lado y poner allí, a los lobos. En un par de décadas, los lobos lograron estabilizar las poblaciones de venados y conejos. Como los venados necesitaban esconderse de los lobos, empezaron a usar las zonas con árboles y dejaron libres las zonas de pastos. Esto ayudó a que las praderas se recuperaran y empezaron a llegar aves y otros animales que no habían estado allí antes. Con el cambio de la vegetación, no solo que mejoró la diversidad, sino que el ecosistema se puso en un nuevo estado de equilibrio, uno que no pudo ser predicho. Los ríos ahora empezaron a toparse con zonas de pastizal y arbustos con lo que ya no podían inundar y crecer fácilmente: se cambió el curso de los ríos. Los lobos no solo regularon las poblaciones de sus presas, sino que aumentaron la diversidad y cambiaron el curso de los ríos.

Ahora pensemos en el pueblo Waorani. Hasta no hace mucho, ellos ocupaban un territorio de cerca de 2 millones de hectáreas. En este vasto territorio, vivían apenas un poco menos de 2000 personas. Este número es un estimado bastante bueno, pues apenas en los últimos años ellos han superado este número. Todos ellos vivían como lo hacen aún los Waorani en aislamiento voluntario, es decir, los Tagaeri, Taromenane, Oñamenane y otros.

Su promedio de vida era de 45 años. Si alguno llegaba a vivir más era un verdadero milagro. ¿Por qué requerían un territorio tan grande? Su sistema de vida no era diferente al de los jaguares, los pumas o las guanganas. Ellos dependían de sus recursos. Una familia típica tenían un territorio bien grande que lo protegían muy agresivamente. Si alguien trataba de entrar, por lo general, lo mataban. Esto no solo se aplicaba para otros pueblos como los Kichwa o los Shuar, sino incluso para familias vecinas. Sus casas no eran muy complejas y más bien fáciles de construir porque no estaban diseñadas para quedarse mucho tiempo. La principal fuente de comida eran los animales del bosque. Las mujeres mantenían una chacra pequeña que los proveía de yuca y plátano. Los Waorani no hacían expediciones de cacería que los llevaran más lejos que la distancia que podían regresar en un mismo día. Es decir, que se alejaban lo suficiente como para regresar con sus presas antes de que oscureciera. Si no encontraban nada, regresaban sin cazar. Si esto sucedía muy a menudo, la familia en conjunto tomaban la decisión de migrar y se iban a otra parte de su territorio donde podían encontrar abundancia de presas. El territorio de cada familia era lo suficientemente grande como para que pudiesen migrar varias veces y para cuando regresaban al sitio original, había transcurrido suficiente tiempo para que el bosque se recuperara y tuviera otra vez una buena cantidad de presas. Esto es un ejemplo de cómo los humanos podíamos ser sustentables.

Hoy, esta forma de vida solo queda en los pueblos no contactados. Todos los grupos indígenas han cambiado sus formas ancestrales y no solo que explotan el bosque para subsistir, sino que extraen recursos más allá de la capacidad del bosque para regenerarse. Los Waorani ya no son nómadas, tiene casas estables y es muy triste ver como han explotado sus recursos tanto que ya no encuentran lo que solían comer. Esto es muy evidente en poblados como Toñampare y Dicaro que tienen un par de cientos de personas viviendo allí. Para cazar en Dicaro tienen que usar rancheras para trasladarse a otras partes del bosque donde no hay gente y aún hay monos y otros mamíferos grandes. ¿Pero cuánto más van a poder seguir haciendo esto? El bosque no es infinito, ni tampoco la producción de animales es sin límite. Por otro lado tenemos que aceptar que el estilo de vida de los indígenas ha cambiado, pues ahora tienen otras necesidades como educación, salud, transporte, ropa, etc. La solución por lo tanto tiene que ser un cambio de la dependencia de los recursos del bosque por la generación de ingresos económicos a partir de otras actividades, las mismas que están ligadas a un cambio en la educación y las opciones que esta genera en cuanto a empleo e incluso un nuevo estilo de vida. Quiero hacer énfasis aquí en que este cambio no puede ser independiente de mecanismos que les permitan mantener todos los aspectos buenos de su cultura. Es decir, se puede cambiar el estilo de vida sin olvidarse de sus

raíces, sus prácticas ancestrales y sobre todo sin perder su conocimiento milenario sobre el bosque.

Es aquí donde entra el concepto de desarrollo sustentable que es aquel que busca suplir las necesidades económicas de las personas sin poner en peligro el recurso natural donde viven. El establecimiento de una reserva de biosfera es, por lo tanto, el único mecanismo que permitiría el mejoramiento de la calidad de vida actual sin poner en peligro de desaparecer el bosque biodiverso del Yasuní.

La Reserva de Biosfera Yasuní (RBY) fue declarada en 1989. Pasaron 10 años antes de que un grupo de organizaciones encabezadas por el Jefe de Área del Parque Nacional Yasuní (PNY) empezara a dar los primeros pasos para la consolidación de la reserva. En 1999, Wildlife Conservation Society (WCS), la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) por medio de la Estación Biológica Yasuní, la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) por medio de la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT), el Fondo Ambiental Nacional (FAN), que ahora ya no existe, y el PNY conformaron un grupo de trabajo con el propósito de dar a conocer la existencia de la Reserva y promover su implementación con todos los actores. En un lapso de dos años, se llevaron a cabo tres asambleas generales, se eligió un directorio transitorio y se discutieron acuerdos con varios sectores tanto públicos como privados. El directorio provisional tuvo como mandato la generación de los estatutos, los mismos que tuvieron que esperar cerca de siete años para ser aprobados. El problema fue que había un vacío legal debido a que las leyes de conservación de áreas protegidas no habían contemplado la existencia de las reservas de biosfera. Por varios años, el directorio provisional dialogó y promovió la creación de dicha legislación, que resultó en un Acuerdo Ministerial emitido por la ministra Aguiñaga (Acuerdo Ministerial n° 168, 11.2008). Luego de que este acuerdo fuese publicado, hubo una Asamblea General y en esta se eligió al directorio definitivo, el mismo que viene trabajando desde hace varios años y está sobrepasado en su período de trabajo, esperando a una nueva asamblea general.

¿Quiénes son los actores de la RBY?

Existen tres niveles de actores. El primero son los estamentos públicos. Aquí están los ministerios que actúan en la zona como son: Ambiente, Educación, Salud Pública, Minas y Petróleos, Turismo y Defensa. También están todos los gobiernos autónomos descentralizados que incluyen a prefecturas, municipios y juntas parroquiales. El siguiente nivel son los habitantes con sus diferentes organizaciones entre las que están la Asociación de Colonos, la FIKAE, la NAWA, OPIP y todas las comunidades indígenas residentes dentro del territorio de la RBY. Finalmente están todos los demás actores bajo el para-

guas de sociedad civil. Allí están incluidos las cámaras de comercio y turismo, las empresas petroleras, los ONG (organizaciones no gubernamentales como WCS), las universidades, el Vicariato, etc.

Todos los actores tienen intereses particulares que influyen el futuro del Yasuní. En muchos casos, sus acciones podrían verse como opuestas o al menos no complementarias. En el seno del directorio y sus comisiones, se busca que, poco a poco, se encuentren puntos de coincidencia y acuerdos que permitan que sus actividades no destruyan el bosque, sino que más bien promuevan su conservación y buen manejo.

¿Qué nos depara el futuro?

El Yasuní, como ha quedado demostrado en este libro, tiene importancia no solo para los biólogos o sus habitantes milenarios. El Yasuní representa uno de esos poquísimos lugares en el planeta que aún guardan una muestra de la biodiversidad de vida que existe en la Tierra. Es aún más especial porque, siendo muy pequeño, en comparación con toda la Amazonía y más aún con todo el globo terrestre, en sus límites guarda una muestra de la biodiversidad más grande. ¿Y para qué nos sirve la biodiversidad? En los últimos años, hemos visto el desarrollo de varios proyectos de ecoturismo y/o turismo comunitario. El primero es un turismo que ofrece al visitante la oportunidad de aprender sobre los ecosistemas sin dañarlos. El segundo, parte del trabajo de una comunidad y el visitante quiere aprender algo sobre la cultura del grupo étnico que lo hospeda. En Yasuní, se han combinado los dos tipos de turismo y, para que los clientes estén satisfechos, deben poder encontrar lo que buscan (es muy importante tomar la experiencia de Mayer Rodríguez, guía naturalista entrevistado en el capítulo 19). Si una comunidad no ha cuidado su bosque y el turista llega y solo tiene la experiencia cultural, se irá insatisfecho. El Napo Wildlife Center es uno de los mejores ejemplos de este tipo de proyectos. Sin embargo, el público que recibe es uno muy exclusivo por el alto costo de la experiencia. En Yasuní, están aún por desarrollarse varios tipos de ofertas. Hemos descuidado totalmente la opción de recibir a nuestros compatriotas, los mismos que no tienen la capacidad de pago de los extranjeros, pero que sí tienen el interés de ver el bosque y aprender sobre cómo viven nuestros hermanos indígenas. También hay que tomar en cuenta que no todas las comunidades deberían desarrollar turismo, porque el número de visitantes no es suficiente. Es decir, no podemos tener mucha oferta porque no existe aún la demanda. Si todos hacen lo mismo, van a empezar a competir por los visitantes y la actividad ya no será rentable.

Esto me lleva al siguiente punto. El Yasuní tiene un potencial por su biodiversidad que aún no hemos ni empezado a explorar. El mundo entero ha

entrado en una nueva era que busca el mejoramiento de la calidad de los productos naturales que consumimos. En muchos casos, simplemente se requiere poder encontrar parientes de las plantas que ya estamos consumiendo y que, por malas prácticas agrícolas, están expuestas a enfermedades. En una selva tan diversa como la nuestra, las plantas han evolucionado defendiéndose de muchas plagas por miles de años. Si encontramos esas defensas, podremos, a lo mejor, producir mejor yuca, plátano, café, cacao, etc. Por otro lado, muchas plantas y animales tienen propiedades medicinales. La humanidad está buscando constantemente cómo curar dichas enfermedades y nuestra biodiversidad puede ser la respuesta.

Aunque es muy controversial el tema aún, no olvidemos que el futuro de la humanidad está en la manipulación genética. Esta es la más reciente fuente de ingresos económicos para muchos sectores en los países desarrollados. A nosotros nos espera un reto muy grande. Con el petróleo aprendimos que habríamos ganado mucho más dinero si, en lugar de venderlo como crudo, lo habríamos vendido como gasolina y otros derivados. Venezuela sí hizo esto y, además de tener muchas refinerías en su propio país, tuvo un tiempo en el que llevaba el crudo a otros países y lo refinaba allá. Con los recursos genéticos, deberíamos ser más astutos. Debemos promover el desarrollo de estas tecnologías en nuestro territorio en lugar de solo vender el acceso a los genes; deberíamos ser nosotros quienes los procesemos y vendamos ya como productos elaborados. Esto requiere de muchísimos pasos entre los que, sin lugar a dudas, están las alianzas estratégicas con investigadores de todo el mundo. Nosotros tenemos, además de la diversidad genética, una diversidad cultural. Es muy importante que protejamos el conocimiento milenario para que ellos puedan también ser partícipes de este nuevo reto y poder generar recursos económicos para ellos mismos. El reto está planteado y ojalá, las nuevas generaciones de ecuatorianos, en las que deberán estar los jóvenes indígenas que ya están acudiendo a las universidades, puedan dar un giro enorme y convertirnos en una potencia científica y productora de conocimiento.

Lo dicho anteriormente es en el largo plazo. Hoy debemos buscar que los planes de desarrollo local se enfoquen en la protección del territorio, que no se construyan carreteras por construir, que se abran buenas escuelas y colegios, que nuestros jóvenes tengan la mejor educación posible y sobre todo, que sean ellos, los jóvenes, los que busquen otras formas de desarrollo económico, uno que no dependa de la explotación del bosque y sus recursos.

Finalmente, para lograr todo esto, es importante que todos, absolutamente todos, a nivel local, cantonal, provincial, nacional y mundial, pongamos nuestros mejores esfuerzos por lograr mantener este maravilloso rincón del planeta. Se lo debemos a nuestros hijos, nietos y bisnietos, pues ellos nos juzgarán por las acciones que tomemos hoy. El Yasuní no puede esperar...

¿puedes tú?

Glosario



- Actividades o comportamientos afiliativos:** se refiere a la conducta de los primates u otros animales sociales que sirven para unir socialmente al grupo.
- Acuicultura:** se refiere a la cría de peces para el consumo humano, usando una piscina y alimentándolos por lo general con balanceado.
- Aculturizados:** que han sido despojados o que han perdido su cultura.
- Aglutinante:** que agrupa.
- Aleta adiposa:** es una aleta que no tiene radios, ubicada en la espalda entre la aleta dorsal y la aleta caudal, como en las pirañas o los bagres.
- Aleta dorsal:** es la aleta de los peces que se encuentra en el lomo o espalda.
- Aleta caudal:** es la aleta que está al final de un pez. Caudal significa cola.
- Aleta pectoral:** es la aleta o aletas que están a nivel del pecho, por lo general a los lados.
- Altruismo:** es la acción de dar algo sin esperar nada a cambio. El altruismo como conducta animal es raro, pues los seres vivos siempre hacemos todo lo posible por sobrevivir y no estamos dispuestos a poner en peligro nuestra existencia en beneficio de los demás.
- Analogía:** que se parecen. En biología se refiere a estructuras que cumplen la misma función como, por ejemplo, las alas de las aves, los murciélagos y las mariposas; todas ellas sirven para volar.
- Angiospermas:** son todas las plantas que producen flores. Esto contrasta con Gimnospermas que son las plantas que no producen flores propiamente dichas e incluye a plantas como los pinos, las cicas, el ginkgo y, en nuestro país, al *Podocarpus*.
- Antropocéntrico:** son las actividades realizadas por los seres humanos. En otra definición podría referirse a tomar decisiones que solo benefician a los humanos.
- Antropogénico:** se refiere a los impactos producidos por las actividades humanas.
- Anturio:** es un género (*Anthurium*) de la familia Araceae que se caracteriza por tener inflorescencias con una bráctea grande que protege a un conjunto de flores que parece un palito largo. El ejemplo más fácil de recordar es la flor llamada cartucho. Otra característica de esta familia es que la mayoría de especies tiene las hojas en forma de corazón. Muchas de las especies de esta familia son epífitas.
- Arbóreo:** que usa los árboles.
- Artífice:** que posee algún tipo de arte.
- Artrópodos:** es el nombre del filo o taxón que incluye a todos los organismos invertebrados con un esqueleto externo con articulaciones. Dentro de este grupo están los insectos, milpiés, ciempiés, arañas, alacranes, garrapatas y los crustáceos como langostas, camarones y cangrejos.

Arilos: es una forma de la semilla.

Aviaries: que pertenece a las aves.

Aztecas: pueblo indígena milenario de Centroamérica y México.

Basal: en la base.

Bastión: lugar desde donde se hacía la defensa en la guerra. El último refugio.

Bentónico: se refiere a un organismo que vive en el fondo del mar o río.

Bimodal: en estadística, se refiere a que los datos se presentan como dos lomas en un gráfico de abundancia. Por ejemplo, si medimos la cantidad de frutos que carga un árbol y éste produce, durante dos épocas del año, veremos una distribución bimodal, con una loma por cada época de producción de frutos.

Biodiversidad: Se refiere a la diversidad biológica. Esta diversidad se manifiesta en tres niveles: la diversidad genética, la diversidad de especies y la diversidad de ecosistemas.

Biomasa: es la cantidad de materia orgánica en peso que conforma un ser vivo. Por lo general, la biomasa se mide en seco, es decir eliminando toda el agua del organismo.

Biota: el conjunto de seres vivos, toda la flora y fauna.

Biótico: se refiere a los procesos que realizan los seres vivos.

Bosques montanos: son los bosques que ocurren en las cordilleras. En nuestra clasificación, a estos bosques se los conoce como Bosque Nublado.

Boreales: se refiere a cualquier ecosistema o lugar que esté ubicado cerca de los polos del planeta.

Cadena trófica: es la secuencia que existe en los ecosistemas desde los organismos fijadores de energía del sol, como por ejemplo las plantas, pasando a los organismos consumidores que se agrupan en los herbívoros que se alimentan de las plantas, los carnívoros que se alimentan de los herbívoros y finalmente los detritívoros que retornan los nutrientes al suelo para que las plantas puedan utilizarlos nuevamente.

Calitricuinos: hace referencia a todas las especies de la subfamilia Callitrichinae

Canoras: se refiere a las aves que "cantan" o cuyos silbidos son melódicos. Técnicamente, a todas las aves conocidas como canoras se las agrupa en el orden Passeriformes que además incluye el mayor número de familias entre todos los órdenes de aves.

Caraciformes: es la conversión al español del nombre en latín para el orden de los peces Characiformes.

Cardiformes: dientes pequeños agrupados dando la apariencia de un cepillo con las cerdas cortas, como es común en los bagres.

Chichico: es el nombre común de los monos más pequeños de la Amazonía.

Carroña: los animales muertos.

Carroñero: animal que se alimenta de animales muertos.

Cauce: es el lugar por donde corre el agua de un río.

Clado: se refiere a un grupo de especies que están emparentadas genéticamente entre sí. Por ejemplo, todos los primates formamos un solo clado o rama. A su vez, éste se puede dividir en los clados o ramales del Viejo Mundo y Nuevo Mundo.

Cloroplasto: es el organelo celular encargado de hacer fotosíntesis.

Críptico: se refiere a la capacidad de un organismo de camuflarse o pasar desapercibido en el lugar donde vive.

- Comodato:** un tipo de contrato en el que una organización, por ejemplo, el Estado ecuatoriano, entrega un recurso en préstamo porque es beneficioso para las partes.
- Comportamentales:** se refiere a datos del comportamiento.
- Comportamientos agonísticos:** se refiere a las conductas de los animales sociales que responden a conflictos entre individuos. Por ejemplo, posturas o vocalizaciones amenazantes, persecuciones o ataques.
- Convergente:** que llega al mismo lugar.
- Copular:** acto de fertilización que realizan los animales para completar la reproducción sexual.
- Crepusculares:** es el momento del día en que el sol está por ocultarse.
- Ctenóideas:** escamas provistas con dientes diminutos que dan una textura similar a una lija.
- Daños colaterales:** se refiere a daños que ocurren de manera indirecta. Por ejemplo, si yo corto el bosque, el daño directo es la muerte de los árboles, pero los daños colaterales serían los millones de insectos que mueren por la caída del árbol.
- DAP:** diámetro a la altura del pecho (1,4 m). Esto es una forma estándar de medir el tamaño de los árboles. Se toma la circunferencia y se divide para Pi (3,1416)
- Debacle:** desmoronamiento, derrumbe.
- Demográfico:** se refiere a la población.
- Desbroce:** es la actividad de cortar la vegetación de un lugar.
- Desviación estándar:** es una medida estadística que sirve para entender qué tan diferentes son los datos.
- Detrívoro:** animal que se alimenta de materia orgánica en proceso de descomposición. Los detrívoros son un conglomerado de muchas especies que van triturando la materia orgánica muerta, como por ejemplo un árbol, y empiezan desde el árbol entero como lo hacen las termitas y llega hasta las bacterias que toman partículas microscópicas y las terminan descomponiendo en sus elementos constitutivos. En conjunto, los detrívoros son responsables por devolver o reciclar toda la materia orgánica que está en un organismo vivo.
- Diáspora:** se refiere a la cápsula en la que están empaquetadas las semillas o esporas (en el caso de las plantas sin semillas) y que sirve de agente de dispersión.
- Dimorfismo sexual:** se refiere a la característica de los animales en la que los machos se ven diferentes de las hembras. Estas diferencias suelen ser muy marcadas y obvias como coloración, tamaño, adornos.
- Discernir:** quiere decir tratar de entender.
- Disparidad:** desigualdad
- Dispersador:** es un organismo o agente ambiental que ayuda en el movimiento de las semillas.
- Dispersión de semillas:** las plantas no pueden moverse y, por lo tanto, usan una serie de estrategias para que los animales lleven sus frutos a otros lugares. Las semillas que se quedan junto a la planta que las generó tienen menos probabilidad de sobrevivir pues su "madre" compite con ellas por los recursos como nutrientes del suelo y luz. Los agentes de dispersión no solo son animales, sino que puede ser el viento y el agua.

Dominancia de especies: se refiere a una especie o conjunto de especies que son más abundantes en un lugar. Por ejemplo, en Yasuní, sabemos que las palmeras son relativamente dominantes porque más del 25% de las plantas en una parcela, son palmeras. Sin embargo, no hay una especie dominante, sino que es un grupo de especies.

Dominancia genética: una característica biológica como, por ejemplo, el color del pelo, tiene dos o más alelos y uno de estos es más fuerte o dominante, de tal manera que con solo la presencia de uno de ellos, se manifiesta dicho color. Lo opuesto a dominante es **recesivo** y, para que esta característica se manifieste, tienen que estar los dos alelos, del padre y de la madre, presentes. En este caso podría ser el color de pelo rubio.

Dorso o dorsal: que está en la espalda.

Doisel: se refiere al segmento del bosque tropical que es ocupado por las copas de los árboles.

Drenaje: se refiere a la forma como el agua evacúa o sale del bosque durante y después de caer la lluvia. El sistema de drenaje lo conforman las quebradas con sus respectivos riachuelos que a su vez alimentan a ríos. Todo esto en su conjunto se conoce como la cuenca hidrográfica de un lugar.

EBT: Estación de Biodiversidad Tiputini

Ecorregión: el planeta está dividido en regiones ecológicas y lo mismo se puede hacer para describir variaciones de ecosistemas genéricos o grandes. Los bosques amazónicos tienen sus diferencias y por lo tanto cambian las características ecológicas dependiendo de la cantidad de precipitación, la cantidad de ríos que están presentes y qué tan cerca o lejos esté del mar o de los Andes.

Ectoparásito: se refiere a un parásito que vive o se alimenta de la parte externa del huésped. Por ejemplo las garrapatas, los piojos y las pulgas.

Ectotermo: organismo que no puede regular su temperatura interna y depende de la temperatura ambiental.

Edad terciaria: una de las eras geológicas de la Tierra. También se lo conoce como período Cenozoico.

Elusivo: que suele esconderse bien y no se deja ver.

Endémico: se refiere a una especie que solo está registrada para una zona en particular. Es importante determinar la zona. Si decimos que algo es endémico para Yasuní, esto quiere decir que solo se encuentra allí y que no se lo ha registrado en otras localidades.

Endotermo: animal que mantiene la temperatura del cuerpo estable desde adentro hacia fuera. También se los conoce como animales de sangre caliente. Los únicos animales en esta categoría son las aves y los mamíferos.

Entomólogo: persona que estudia a los artrópodos y en especial a los insectos. La rama de la biología que estudia los artrópodos se denomina **Entomología**.

Envergadura: es la distancia entre las puntas de las alas de aves o insectos, cuando están completamente abiertas.

Epífita: se refiere a toda planta que crece apegada a los troncos y ramas de árboles. Las epífitas no son parásitas, es decir que no están sacando nutrientes del tronco del árbol. Entre las epífitas más comunes están las orquídeas, las bromelias, los anturios, los musgos y muchos helechos.

- Esfuerzo de trapeo:** el número de cámaras trampa utilizado en un estudio multiplicado por el número de días que estuvieron funcionando en el campo. Se mide generalmente en trampas por noche o trampas por día.
- Especie:** es la categoría taxonómica inferior. Un organismo se dice que pertenece a una especie cuando cumple varios criterios de semejanza entre los que tienen morfología similar, compartir un alto grado de similitud genética y reproducirse entre sí.
- Especies simpátricas:** término ecológico para referirse a especies que ocupan una misma área geográfica.
- Estepa:** son ecosistemas dominados por pastizales, por lo general no muy altos, y que están ubicados en las zonas templadas del planeta.
- Estrato:** nivel.
- Exoesqueleto:** se refiere a los esqueletos que están por fuera del cuerpo, por ejemplo, en los artrópodos.
- Extinción:** se refiere a que una especie o la población de una especie, desaparezca de un lugar. Si la extinción es de la especie, esto quiere decir que nunca más volverá a existir. Si es de una población, esta podría reaparecer por migración de individuos de otros lados o también porque nosotros, los humanos, ayudamos reintroduciendo individuos de otras partes.
- Extrapolar:** es un proceso por el cual tomamos información de un lugar o lado del que conocemos mucho y la pasamos a otro porque tenemos la seguridad de que son lo suficientemente similares como para parecerse. La extrapolación de datos es algo similar. Tenemos datos de una muestra y si el universo es similar, asumimos que estos datos son representativos del universo.
- Familia:** es la categoría de la clasificación de los seres vivos que agrupa a los géneros. Familias similares están agrupadas en un Orden.
- Filo:** una categoría de la clasificación de los seres vivos que está inmediatamente bajo el Reino. Por ejemplo, nosotros estamos en el Reino Animal y bajo el filo de los Cordados.
- Filogenético:** es la forma como estamos emparentados los seres vivos. El árbol de la vida es un árbol filogenético, es decir que se basa en la relación genética entre las especies.
- Filostómidos:** término adaptado al español para referirnos a los murciélagos de la familia Phyllostomidae, reconocida mayormente por la presencia de una "hoja" nasal.
- Fisiografía:** la forma física.
- Flancos:** los lados.
- Fluvial:** del río.
- Folívoro:** animal que come hojas.
- Forrajeo:** se refiere a la actividad de buscar alimentos.
- Frontera agrícola:** se refiere al límite hasta donde extendemos las tierras de labranza.
- Frugívoro:** animal que come frutas.
- Gametos:** se refiere al material genético contenido en los óvulos o los espermatozoides.
- Género:** es la penúltima categoría de la clasificación de los seres vivos. Agrupa a las especies similares.
- Geofagia:** acto que realiza un animal de comer tierra o lodo, por lo general, en un saladero.

Geología: ciencia que estudia las rocas, su composición y formación.

Georreferenciado: se refiere a un lugar del que se tiene información sobre sus coordenadas geográficas. En la actualidad, este concepto es muy utilizado, pues, con un GPS, se puede decir la posición geográfica exacta de cualquier objeto.

Glándulas odoríferas: son glándulas que poseen ciertos mamíferos y que secretan sustancias químicas conocidas como feromonas. Estas sustancias sirven para marcar territorios o para avisar la disponibilidad para la reproducción por parte de las hembras. La ubicación de las glándulas varía según las especies pudiendo estar en el ano, el rostro, las ingles o la rabadilla.

Gravas: piedras pequeñas y sueltas.

Gregario: que tiende a vivir o unirse en grupos.

Hábitat: es el lugar que ocupa un organismo para realizar todas sus funciones vitales, es como la dirección donde vive.

Herbáceo: se refiere a tallos no leñosos que son característicos de las plantas monocotiledoneas, es decir, aquellas que su semilla está hecho por un solo cuerpo como el caso del maíz o todas las palmeras. Herbáceo viene de hierba, porque ejemplo clásico de este tipo de tallos lo tienen las hierbas. Lo opuesto de herbáceo es leñoso.

Hercúleo: que requiere la fuerza de Hércules.

Herpetología: rama de la biología que estudia los anfibios y reptiles. El biólogo que se especializa en este campo se denomina **herpetólogo**.

Heterocigocidad: se refiere a la cantidad de genes que están expresados como heterocigotos en lugar de homocigotos. Los genes se expresan mediante lo que conocemos como alelos. La mayoría de genes tienen varios alelos o versiones. Si heredamos un alelo diferente de cada padre, tenemos un individuo heterocigoto. Si heredamos el mismo alelo de los dos padres, entonces seremos homocigotos. En la naturaleza, cuando una especie tiene un población grande (varios miles de individuos) se espera que exista una gran heterocigocidad.

Heteroespecíficos: se refiere a miembros de la misma especie. Sería como un sinónimo de congénere.

Herbario: es un lugar equivalente a un museo de plantas donde se guardan especímenes secos de muestras botánicas. Los botánicos van a los herbarios para comparar sus muestras con las que están allí y poder clasificar sus colecciones.

Herpetofauna: se refiere a la fauna conformada por los anfibios y los reptiles.

Historia natural: es el conjunto de todos los comportamientos de una especie, es decir, dónde vive, qué come, cómo y cuándo se aparea, quién lo come y a quién come.

Hospedador: se refiere a un organismo que es utilizado por otro ser vivo para poder vivir. Esto podría ser un árbol en el que una liana se apoya o enreda para subir al dosel, un mamífero que es utilizado por parásitos que le hacen daño o incluso en el caso de nosotros como hospedadores de bacterias en nuestro estómago que solo viven allí y no nos hacen daño.

Hotspot: también conocido como “punto caliente de biodiversidad”, *hotspot* es un anglicismo utilizado con frecuencia en idioma español para definir un área de territorio donde hay una muy alta concentración de biodiversidad y que por lo general está bajo una altísima presión de desaparición por la explotación de los recursos naturales en dicha área.

Humeral: se refiere al hueso húmero que es el primero en el brazo, debajo del hombro. En los peces, esto sería a la altura del costado arriba de las aletas pectorales.

Humus: es la mezcla de material orgánico descompuesto con algo de tierra. Es la capa más superficial del suelo y la que contiene nutrientes.

Ictiología: rama de la biología que estudia los peces, el biólogo que hace esto se llama **ictiólogo**.

Igapó: se refiere a un tipo de bosque tropical que suele estar permanentemente o estacionalmente inundado por aguas negras, término con el que se califica a los ríos que nacen de lagunas al interior del bosque y que, por su poco movimiento, se ven de color negro. Por ejemplo las lagunas de Limoncocha, Garzacochoa, Añangu.

Incidencia: que tiene influencia sobre algo.

Incisiforme: que tiene la forma de los dientes incisivos.

Inercia: que sigue su curso por la vía que lleva. Una fuerza física que obliga a un cuerpo a continuar en movimiento por la velocidad que llevaba.

Infrutescencia: es el nombre técnico para los frutos que se generan de flores que estaban agrupadas como por ejemplo la piña o la chirimoya.

Inmemorables: de hace muchísimos años.

Insectívoro: animal que se alimenta de insectos.

Interespecífica: que está entre diferentes especies.

Intraespecífica: que están dentro de la misma especie.

Isótopos: son átomos de un mismo elemento químico que difieren en el número de neutrones. Por ejemplo, el hidrógeno tiene tres isótopos: protio, deuterio y tritio. Estos se diferencian en que el protio tiene 1 neutrón, el deuterio 2 y el tritio 3. El más estable es el protio y, por ende, el más abundante en la naturaleza.

Lek: se refiere a un lugar dentro del territorio de una especie donde se encuentran machos y hembras para cortejarse antes de seleccionar pareja para la reproducción.

Leñoso: se refiere a los tallos de las plantas que van acumulando tejido leñoso (celulosa en abundancia, madera) y corresponde principalmente a las plantas dicotiledóneas, es decir aquellas que su semilla está hecha de dos cuerpos o cotiledones como el caso del fréjol, las guabas, etc. Lo opuesto es el tallo herbáceo.

Leoncillos: es el nombre común para los primates o monitos más pequeños de la Amazonía. También los llaman monito de bolsillo.

Lóbulo: que tiene la forma de una bolsita, por ejemplo el lóbulo de la oreja.

Maquisapas: es el nombre común para los monos araña del género *Ateles*.

Marsupiales: mamíferos que poseen un marsupio o bolsa donde llevan a sus crías. El único ejemplo que tenemos en nuestro continente son las raposas.

Mayas: pueblo indígena milenario de Centroamérica y México.

Media: es una medida estadística que toma el total de los datos y divide para el número de muestras. También se lo conoce como promedio.

- Megadiversidad:** quiere decir que, en un lugar, hay mucha más diversidad que en otros por comparación. Yasuní es el ejemplo máximo de megadiversidad.
- Melánico:** se refiere a los animales que producen un exceso de melanina lo que los hace oscuros o negros. Esto se debe a la manifestación de un gen recesivo. El ejemplo más obvio en nuestro caso sería los jaguares negros o panteras.
- Mesopredador:** es un predador de nivel medio, es decir, que puede cazar animales más pequeños que él, pero existen otros predadores más grandes que lo pueden comer a él.
- Metabolito:** es un elemento químico en forma de ión, es decir que está separado de un compuesto químico y posee una carga electromagnética. Este compuesto tiene la propiedad de ser importante en el metabolismo celular, es decir en las funciones que cumplen las células y, por consiguiente, los tejidos y órganos. Metabolitos comunes son el sodio, potasio, hierro, etc.
- Micología:** rama de la biología que estudia los hongos.
- Microhábitat:** un hábitat muy limitado en extensión.
- Microbiotopos:** se refiere a espacios muy pequeños que son utilizados por los organismos para vivir y que representan un microclima o microecosistema. Por lo general, esto se refiere al espacio utilizado por organismos microscópicos o de apenas varios milímetros de tamaño y que dependen de pequeños espacios dentro de ecosistemas más grandes.
- Mioceno:** corresponde a una era geológica que va desde hace 23 millones hasta hace unos 5 millones de años atrás.
- Miriada:** es un sinónimo de miles.
- Mitigar:** reducir la fuerza de un impacto.
- Moda:** es una medida estadística que indica el valor que más se repite en una serie de valores. No es igual al promedio, porque no es la suma de todos los valores dividido para el total de valores, sino que es exclusivamente el valor que más veces se repite en la muestra.
- Monógamo:** se refiere a los animales que mantienen una sola pareja. La monogamia puede ser estacional, es decir que se mantienen por una estación reproductiva, o puede ser para toda la vida.
- Moretales:** una zona del bosque tropical que está poblada o dominada por palmas de Morete, *Mauritia flexuosa*.
- Morfoespecie:** se utiliza esta palabra para indicar que las especies no han sido identificadas, sin embargo hay suficiente evidencia para indicar que son especies diferentes sobre la base de su forma.
- Morfología descriptiva:** se refiere a una técnica biológica que usa la forma del organismo para clasificarlos dentro de la taxonomía.
- Muestreo:** es el acto o actividad de tomar muestras de un lugar. En este libro, muestreo será toda actividad que colecta un grupo de organismos, sean plantas o animales.
- msnm:** metros sobre el nivel del mar.
- Multicúspidos:** se refiere a dientes que tienen muchas puntas.
- Nectívoro:** animal que se alimenta de néctar de flores.
- Neonato:** recién nacido.

- Neotropical:** se refiere a los trópicos del Nuevo Mundo, es decir principalmente a los asociados con Centro y Sudamérica y el Caribe.
- Nicho ecológico:** el nicho es el rol que cumple un organismo en un ecosistema. Por ejemplo, un jaguar es un carnívoro, un venado es un herbívoro y un árbol es un productor o fijador de energía solar.
- Odoríferas:** son glándulas que producen sustancias olorosas fuertes.
- Olmecas:** pueblo indígena milenario de Centroamérica y México.
- Opérculo:** se refiere básicamente a un cobertor rígido como un escudo; algunos animales tienen una estructura como tapa que sirve para sellar la concha en algunos caracoles o para cubrir y proteger las branquias en los peces.
- Orden:** categoría de la clasificación de los seres vivos superior a las Familias e inferior a la Clase.
- Organelos celulares:** se refiere a todas las estructuras que tenemos los seres vivos dentro de las células.
- Ovipositor:** es una estructura tubular que tienen los insectos a la final del abdomen, posiblemente exagerado en los grillos, saltamontes y demás del orden ortóptera que sirve para poner los huevos. También llamado ovipositor
- Paradigma:** es una forma definida de pensamiento científico o filosófico sobre un tema en particular.
- Parásito:** es un organismo cuya estrategia de vida es la de tener un huésped como alimento. En lugar de cazarlo, se alimenta en función de que el huésped esté vivo. Cuando el organismo utiliza el espacio externo del huésped, se denomina ectoparásito y cuando invade y ocupa el interior del huésped, se llama endoparásito.
- Parcelas:** se refiere a una unidad de muestreo que corresponde a un área específica. Las parcelas más comunes en los trópicos pueden ser una hectárea o un kilómetro cuadrado. Es común en el caso del km², subdividir en parcelas más pequeñas. También se puede incluir transectos dentro de una parcela grande.
- Piscívoro:** animal que se alimenta de peces.
- Parentales:** que pertenece o proviene de los padres.
- Perito:** experto.
- Patógeno:** que produce alguna enfermedad.
- Piso bajo amazónico:** en la clasificación de los ecosistemas, se usa para referirse a todos los ecosistemas que están incluidos dentro de la llanura o planicie amazónica.
- Planctívoro:** animal especializado en comer plancton.
- Plastrón:** se refiere a los escudos o placas que forman el pecho de los caparzones de las tortugas.
- Pleistoceno:** es una era geológica que va desde 2,5 millones a 10 000 años antes de nuestra era.
- Pleurodiras:** división que se hace de las tortugas para agrupar a aquellas que no pueden meter la cabeza dentro del caparazón como el motelo, sino que más bien doblan la cabeza y la esconden a un lado apoyándola sobre el hombro.
- Pluviosidad:** la cantidad de lluvia que recibe un lugar en un periodo de tiempo.

PNY: Parque Nacional Yasuní.

Polinizador: es cualquier agente que ayuda en el transporte del polen de una flor a otra de la misma especie y que colabora en la fertilización de las plantas. Los polinizadores pueden ser animales o agentes ambientales como el viento y el agua.

Posición trófica: es el lugar dentro de la cadena alimenticia que ocupa un organismo. Los niveles son fijador o productor, herbívoro, carnívoro y detrívoro.

Predador: organismo que se come a otro organismo vivo.

Pregrado: se refiere a todas las carreras universitarias iniciales. El siguiente nivel sería el postgrado donde están las maestrías y los doctorados o PhD.

Preñil: se refiere a la cola de los monos que tiene la habilidad de sujetarse de las ramas. Esta característica es única de los monos del Nuevo Mundo. El final de la cola está pelada y tiene la misma sensibilidad que uno de nuestros dedos, es decir que es táctil.

Primates: es el orden que agrupa a todos los monos y simios. La diferencia es que los monos tienen cola y los simios no; por lo tanto, nosotros somos parte de los simios y, por ende, de los primates.

Primatólogo: persona que estudia a los primates que incluye a los monos y los grandes simios como gorilas, orangutanes, chimpancés e incluso nosotros. Por relación, **Primatología** es la ciencia que estudia a los primates.

Prístino: se refiere a que conserva su estado natural sin alteraciones causadas por la mano del hombre.

Prospección: búsqueda.

Pupa: es la estructura en la que se transforma la oruga antes de transformarse en mariposa. Otro nombre para pupa es crisálida.

Quelonios: es un sinónimo de tortuga.

RBV: Reserva de Biosfera Yasuní.

Radiotelemetría: es una técnica que usa collares que emiten una señal de radio de onda corta. Estas señales son captadas mediante un localizador que tiene una antena.

Revistas indexadas: en el mundo científico, los resultados de las investigaciones se publican en este tipo de revistas que pertenecen a grupos colegiados, es decir, asociaciones de científicos en torno a un tema en particular. Las revistas indexadas tienen como editores a otros científicos que revisan los manuscritos, los critican y determinan la validez de la investigación antes de que pueda ser publicada.

Regurgitadores: que vomitan.

Relaciones mutualistas: son las relaciones entre dos seres vivos de especies diferentes en la que los dos miembros se benefician.

Reproducción clonar: se refiere a la forma de reproducción de ciertas plantas u otros organismos inferiores que sacan copias de sí mismos en lugar de cruzar gametos (óvulos y espermatozoides). La reproducción clonal es muy común en las plantas como un proceso de regeneración inmediata y esto lo aprovechamos los humanos, como por ejemplo en la yuca y el plátano, en la que no sembramos semillas, sino una estaca. Sinónimo: reproducción asexual.

Resiliencia: se refiere a la capacidad de un ecosistema o cualquier sistema de regresar a su condición original, luego de que un disturbio lo haya dañado.

- Resistencia:** se refiere a la capacidad de un ecosistema o cualquier sistema de mantenerse funcional durante un impacto y no dañarse.
- Retráctiles:** que pueden hacerse para atrás y esconderse. En el texto, se habla de las garras retráctiles y esta es una característica de muchos felinos y les sirve para poder caminar sin hacer ruido por el roce de las uñas sobre la hojarasca.
- Rutero:** sinónimo de ruta.
- Sabanas:** son ecosistemas caracterizados por la presencia de muchos pastizales y pocos árboles.
- Saladero:** es un lugar en el bosque donde los animales van para consumir agua lodosa y tierra. Se cree que los animales consumen este lodo para suplir sus dietas con electrolitos como sodio, potasio, manganeso, etc. Otra teoría propone que los animales requieren neutralizar sustancias tóxicas que son parte de frutos u hojas que comen.
- Servicios ambientales:** se refiere a los procesos que cumple un ecosistema y que tienen un impacto económico en las sociedades humanas. Por ejemplo, el mantenimiento de los ciclos del agua, nutrientes, comida, suelo, medicinas.
- Servicios ecosistémicos:** se refiere al rol que cumple una especie o grupo de especies en relación al funcionamiento de un ecosistema. Estos servicios garantizan que los ecosistemas puedan funcionar adecuadamente.
- Significancia:** en estadística se refiere a que tiene validez o importancia.
- Sistemática:** es la rama de la biología que se encarga de clasificar a los seres vivos. Hoy en día, la clasificación no solo agrupa a organismos similares, sino refleja la hipótesis de cómo estamos emparentados.
- Simpátrico:** se refiere a organismos de la misma o diferente especie que comparten el mismo lugar geográfico. Si los organismos están compitiendo por un recurso en particular es posible observar que hacen una partición del hábitat, es decir que lo usan en diferentes épocas del año o diferentes horas del día.
- Socioecología:** una rama de la ecología que estudia las relaciones sociales de las especies y su influencia en el funcionamiento de los ecosistemas.
- Sotobosque:** se refiere a la porción del bosque que está entre el suelo y una altura media de los árboles entre 0 y 4 metros del piso.
- Suborden:** en taxonomía, se puede establecer categorías intermedias entre las principales. En este caso, un suborden será algo menos que un orden, pero un poco más importante que una familia.
- Subdosel:** se refiere al espacio entre las copas de los árboles y el suelo del bosque. Es decir todo el espacio intermedio desde más o menos tres metros del suelo hasta las copas de los árboles que en la Amazonía podría ser hasta 40 metros más o menos.
- Sucesión ecológica:** se refiere a los cambios en una comunidad de plantas a lo largo del tiempo. Las plantas pioneras son aquellas que llegan a un lugar donde no había nada y comienza el proceso de colonización. Esta es la sucesión primaria. Cuando un ecosistema es alterado y se regenera, como, por ejemplo, luego de cortar el bosque y crecen las balsas y guadúas, esto se denomina sucesión secundaria.
- Sustrato:** es un sinónimo de suelo y se refiere específicamente a la parte que es ocupada por las plantas para fijarse y extraer nutrientes y agua.

- Tasa de retorno:** se refiere a la cantidad de materia orgánica que luego de descomponerse, regresa o es reincorporada en las plantas dentro de un ecosistema.
- Taxonomía:** es la rama de la Biología encargada de clasificar a los seres vivos y aquellos que ya están extintos. Un experto taxonómico es una persona que está especializada en un grupo en particular. Se puede usar el término para referirse a la persona que hace la clasificación y se lo llama **taxónomo**.
- Taxón:** se refiere a un grupo dentro de la clasificación de los seres vivos. Puede ser una familia, un orden, un filo, pero típicamente será más que una sola especie.
- Tea:** estructura en forma de un palo que tiene una llama en la punta. Los mecheros de las petroleras son un tipo de tea.
- Técnicas moleculares:** se refiere a técnicas que utilizan la información de las moléculas orgánicas. Por lo general esto se refiere a la información contenida en el ADN o ARN.
- Telúrico:** es el nombre técnico para los temblores o terremotos. Un movimiento telúrico es el producto del movimiento de las placas tectónicas sobre las que están asentados los continentes y océanos. Bajo estas capas se encuentra el magma que es líquido y muy caliente. Las placas están superpuestas y por acción del calor y la presión se mueven a una velocidad casi constante, pero relativamente lenta.
- Terra firme:** se refiere a los bosques que están sobre colinas o zonas alejadas de los ríos o lagos y que, por lo tanto, no se inundan. El término proviene del latín.
- Topografía:** se refiere a la forma de un terreno, es decir, si es plano, con colinas, riachuelos, etc.
- Tramitología:** todos los requisitos para realizar un trámite, un sinónimo podría ser papeleo.
- Transecto:** se refiere a una unidad de muestreo que, por lo general, corresponde a un segmento en línea recta de cierto largo y ancho. Esto sirve para tener una unidad de muestreo que sea comparable con otras locaciones.
- Tributario:** se refiere a los ríos que desembocan en otros ríos. Por ejemplo, el río Tiputini es tributario del Napo y este es tributario del Amazonas.
- Ultisol:** una categoría de suelos caracterizados por ser ácidos, desgastados y de poca fertilidad nativa, típicos de zonas húmedas y cálidas.
- Ungulados:** nombre genérico para los mamíferos con cascos o pesuñas partidos como las patas de los venados o las vacas.
- Variación genética:** se refiere a la cantidad de alelos de todos los genes que existen en una población. Por ejemplo, en los humanos, tenemos muchos tipos y colores de pelo. Esto responde a variaciones en el gen o genes que producen estas características.
- Várzea:** es un tipo de bosque tropical que se inunda periódicamente durante las épocas de mayor lluvia con agua de los ríos de agua blanca, que en este caso corresponden a los ríos de color café claro como el Napo, el Tiputini, el Yasuní.
- Ventral:** en el vientre.
- Viabilidad:** se refiere a la probabilidad de que una especie o población pueda mantenerse en el futuro sin llegar a la extinción.
- Xenarthros:** orden de los mamíferos que incluye a los perezosos, osos hormigueros y armadillos.

Zona de amortiguamiento: en conservación, una zona de amortiguamiento se refiere a una franja de territorio que sirve para evitar que los humanos con sus actividades afecten a los animales que habitan en un área protegida. En inglés *"buffer"*

Zona de conectividad: en conservación, las zonas o corredores de conectividad son terrenos con una cierta medida de protección para ayudar a que los individuos de especies que tienen territorios o zonas de vida muy grandes puedan desplazarse sin ser cazados o molestados.

Zona intangible: es una categoría de Área Protegida del Estado ecuatoriano en la que está absolutamente prohibido cualquier tipo de actividad. Estas zonas se han declarado para proteger recursos sensibles como el caso de Imuya, o a pueblos en aislamiento voluntario como los Tagaere y Taromenane.

Zoogeográficos: se refiere a estudios que evalúan la distribución geográfica de las especies de animales.

Bibliografía



Las fuentes que tienen un asterísco adelante, corresponden a publicaciones generadas de investigación realizada en la Estación de Biodiversidad Tiputini

Abrahams, P. W. y Parsons, J. A. (1996) Geophagy in the tropics: a literature review. *Geographical Journal* 162:63-72.

Alatalo, R. V., Höglund, J., Lundberg, A. y Sutherland, W. J. (1992). Evolution of black grouse leks: female preferences benefit males in larger leks. *Behavioral Ecology*, 3, 53-59.

*Almendáriz, A. y Cisneros-Heredia, D. F. (2005). Nuevos datos sobre la distribución e historia natural de *Gastrotheca longipes* (Boulenger, 1882), una rana marsupial amazónica poco conocida (Amphibia: Anura: Hylidae). *Politécnica*, 26(1), *Biología*, 6, 20-27.

*Álvarez, S., Di Fiore, A., Champion, J., Pavelka, M. S., Páez, J., Link, A. (2015). Male-directed infanticide in spider monkeys (*Ateles* spp.). *Primates*, 56, 173-181

Alvira, D., Putz, F. E. y Frederickson, T. S. (2004). Liana loads and post-logging densities after liana cutting in a lowland forest in Bolivia. *Forest Ecology and Management*, 190, 73-86

Arnold, S. J. y Wade, M. J. (1984). On the measurement of selection in natural and laboratory populations: Theory. *Evolution*, 38, 709-719.

Babweteera, F., Plumptre, A. y Obua, J. (2000). Effect of gap size and age on climber abundance and diversity in Budongo Forest Reserve, Uganda. *African Journal of Ecology*, 18, 230-237.

*Baker, T. R., Phillips, O. L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A. y Laurance, W. F. (2004). Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 359(1443), 353-365.

*Baker, T. R., Phillips, O. L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A. y Lewis, S. L. (2004). Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology*, 10(5), 545-562.

Balee, W. y Campbell, D. G. (1990). Evidence for the successional status of liana forest (Xingu River basin, Amazonian Brazil). *Biotropica*, 22(1), 36-47.

*Banda, G. (2012). Macrofauna en el bosque húmedo tropical: análisis preliminar de diversidad basado en los registros del sistema de trampas cámara en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.

Barker, M. y Pérez-Salicrup D. (2000). Comparative water relations of mature mahogany (*Swietenia macrophylla*) trees with and without lianas in a subhumid, seasonally dry forest in Bolivia. *Tree Physiology*, 20, 1167-1174.

- Barnes, C. T. (1960). *The Cougar or Mountain Lion*. Salt Lake City, UT.: Ralton Company.
- Barriga, R. (1986). Estudio de la ictiofauna del nororiente y proyecciones en la piscicultura. PRONAREGMAG. Quito, Ecuador.
- Barriga, R. (1991). Lista de peces de agua dulce del Ecuador. *Politécnica*, 16(3): 7-56.
- Barriga, R. (1992). Peces del Parque Nacional Yasuní. *Politécnica*. 16(2): 12-20.
- Barriga, R. (1993). Documento para el Manejo de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. Informe no publicado, Capítulo 3 Peces (pp 54-74).
- Barriga, R. (1994a). Peces del Parque Nacional Yasuní. *Politécnica*, 19(2), 9-41.
- Barriga, R. (1994b). Los peces como bioindicadores. *Acción Ecológica*, 2, 46-48.
- Barriga, R. (1998). Informe de ictiología y macroinvertebrados para la vía de acceso al pozo de la Compañía Oryx. (Informe no publicado)
- *Bass, M. S., Finer, M., Jenkins, C. N., Kreft, H., Cisneros-Heredia, D. F., McCracken, S. F., Pitman, N. C. A., English, P. H., Swing, K., Villa, G., Di Fiore, A., Voigt, C. C., y Kunz, T. H. (2010). Global Conservation Significance of Ecuador's Yasuní National Park. *PLoS One*, 5(1), 1-22.
- *Batcheller, H. J. (2016). Interspecific information use by army-ant-following birds. *The Auk*, 134(1), 247-255.
- *Blake, J. G. (2007). Neotropical Forest Bird Communities: A comparison of species richness and composition at local and regional scales. *The Condor*, 109, 237-255.
- *Blake, J. G., Guerra, J., Mosquera, D., Torres, R., Loiselle, B. A. y Romo, D. (2010a). Use of Mineral Licks by White-Bellied Spider Monkeys (*Ateles belzebuth*) and Red Howler Monkeys (*Alouatta seniculus*) in Eastern Ecuador. *Int J Primatol*, 31, 471-483.
- *Blake, J. G. y Loiselle, B. A. (2008). Estimates of Apparent Survival Rates for Forest Birds in Eastern Ecuador. *Biotropica*, 40(4), 485-493.
- *Blake, J. G. y Loiselle, B. A. (2009). Species Composition of Neotropical Understory Bird Communities: Local versus Regional Perspectives Based on Capture Data. *Biotropica*, 41(1), 85-94.
- *Blake, J. G., y Loiselle, B. A. (2015). Enigmatic declines in bird numbers in lowland forest of eastern Ecuador may be a consequence of climate change. *PeerJ*, 3, e1177.
- *Blake, J. G. y Mosquera, D. (2014). Camera trapping on and off trails in lowland forest of eastern Ecuador: Does location matter? *Maztozoologia Neotropical*, 21, 17-26.
- *Blake, J. G., Mosquera, D., Guerra, J., y Romo, D. (2010b). New locality records and the first photographs of living *Echymys saturnus* (dark tree rat, Echimyidae) from eastern Ecuador. *Ecotropica*, 16, 141-144.
- *Blake, J. G., Mosquera, D., Guerra, J., Loiselle, B. A., Romo, D., y Swing, K. (2011). Mineral Licks as Diversity Hotspots in Lowland Forest of Eastern Ecuador. *Diversity*, 3, 217-234.
- *Blake, J. G., Mosquera, D., Guerra, J., Loiselle, B. A., Romo, D., y Swing, K. (2011). Mineral licks as diversity hotspots in lowland forest of eastern Ecuador. *Diversity*, 3(2), 217-234.
- *Blake, J. G., Mosquera, D., Loiselle, B. A., Swing, K., Guerra, J. y Romo, D. (2012). Temporal activity patterns of terrestrial mammals in lowland rainforest of eastern Ecuador. *Ecotropica*, 18, 137-146.
- *Blake, J. G., Mosquera, D. y Salvador, J. (2013). Use of mineral licks by mammals and birds in hunted and non-hunted areas of Yasuní National Park, Ecuador. *Animal Conservation*, 16, 420-437.

- *Blake, J. G., Mosquera, D., Guerra, J., Loiselle, B. A., Romo, D. y Swing K. (2014). Yasuní – a hotspot for jaguars *Panthera onca* (Carnivora: Felidae)? Camera-traps and jaguar activity at Tiputini Biodiversity Station, Ecuador. *Revista de Biología Tropical*, 62, 689-698.
- *Blake, J. G., Mosquera, D., Loiselle, B. A., Swing, K., Guerra, J. y Romo, D. (2016). Spatial and temporal activity patterns of ocelots *Leopardus pardalis* in lowland forest of eastern Ecuador. *Journal of Mammalogy*, 97, 455-463.
- *Blake, J. G., Mosquera, D., Loiselle, B. A., Romo, D. y Swing, K. (2017). Effects of human traffic on use of trails by mammals in lowland forest of eastern Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 3(1), 57-64.
- *Blendinger, P. G., Loiselle, B. A. y Blake, J. G., (2008a). Crop size, plant aggregation, and microhabitat type affect fruit removal by birds from individual melastome plants in the Upper Amazon. *Oecologia*, 158, 273-283.
- *Blendinger, P., Loiselle, B. y Blake, J. (2008b). Effectiveness and efficiency of fruit removal by manakins (Aves: Pipridae) from two tropical melastomes (*Miconia fosteri* and *Miconia serrulata*). *Oecologia*, 158, 273-283.
- *Blendinger, P. G., Blake, J. G. y Loiselle, B. A. (2011a). Composition and clumping of seeds deposited by frugivorous birds varies between forest microsites. *Oikos*, 120, 463-471.
- *Blendinger, P. G., Blake, J. G. y Loiselle, B. A. (2011b). Connecting fruit production to seedling establishment in two co-occurring *Miconia* species: consequences of seed dispersal by birds in upper Amazonia. *Oecologia*, 167(1), 61-73
- Bohlke, J. E. (1958). Studies on fishes of the family Characidae No. 14. A report on several extensive recent collections from Ecuador. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 110, 1-121.
- *Bonaccorso, F. J., Winkelmann, J. R., Shin, D., Agrawal, C. I., Aslami, N., Bonney, C., Hsu, A., Jekielek, P. E., Knox, A. K., Kopach, S. J., Jennings, T. D., Lasky, J. R., Menesale, S. A., Richards, J. H., Rutland, J. A., Sessa, A. K., Zhaurava, L. y Kunz, T. H. (2006). Evidence for Exploitative Competition: Comparative Foraging Behavior and Roosting Ecology of Short-Tailed Fruit Bats (Phyllostomidae). *Biotropica*, 39(2), 249-256.
- Borror, D. J. y White, R. E. (1970). Insects. Peterson Field Guide. Nueva York: Houghton Mifflin.
- *Botero, S., Stevenson, P. R. y Di Fiore, A. (2015). A primer on the phylogeography of *Lagothrix lagotricha* (*sensu* Fooden) in northern South America. *Molecular phylogenetics and evolution*, 82, 511-517.
- *Boyer, L., Pearson, R. G., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Ramírez, A., Yule, C. M. y Mathooko, J. (2015). Leaf-litter breakdown in tropical streams: is variability the norm? *Freshwater Science*, 34(2), 759-769.
- Bradbury, J. W. (1981). The evolution of leks. En Alexander, R. D. y Twinkle, D. W. (eds.). *Natural Selection and Social Behavior* (pp. 138-169). New York: Chiron Press.
- Bradbury, J. W. y Gibson, R. M. (1983). Leks and mate choice. En Bateson, P. (ed.). *Mate Choice* (pp. 109-138). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Bradshaw, B. (2003). Questioning the credibility and capacity of community-based resource management. *The Canadian Geographer*, 47, 137-150.
- Bravo, A., Harms, K. E., Stevens, R. D. y Emmons, L. H. (2008). Collpas: activity hotspots for frugivorous bats (Phyllostomidae) in the Peruvian Amazon. *Biotropica*, 40, 203-210.
- Bravo, A., Harms, K. E. y Emmons, L. H. (2010). Puddles created by geophagous mammals are potential mineral sources for frugivorous bats (Stenodermatinae) in the Peruvian Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, 26, 173-184.

- Brightsmith, D. J. (2004) Effects of weather on parrot geophagy in Tambopata, Peru. *Wilson Bulletin* 116:134-145.
- Brightsmith, D. J. y Muñoz-Najar, R. A. (2004). Avian geophagy and soil characteristics in southeastern Peru. *Biotropica*, 36, 534-543.
- Burgess, W. (1989). An atlas of freshwater and marine catfishes. Neptune City: T. F. H. Publications, Inc.
- *Burnham, R. J. (2002). Dominance, diversity and distribution of lianas in Yasuní, Ecuador: who is on top? *Journal of Tropical Ecology*, 18(06), 845-864.
- *Burnham, R. J., Pitman, N. C. A., Johnson, K. R. y Wilf, P. (2001). Habitat-related error in estimating temperatures from leaf margins in a Humid Tropical Forest. *American Journal of Botany*, 88(6), 1096-1102.
- Buschbacher, R. J. (1986). Tropical deforestation and pasture development. *Bioscience* 36(1), 22-28.
- * Bustamante, M.R., Menendez, P.A., Cisneros-Heredia, D.F. (2005) *Bufo guttatus* (Spotted Toad, Smooth-sided Toad) Geographic distribution. *Herpetological Review* 36(3), 331.
- Calabresse, E. J., y Stanek, E. J. S. (1995). A dog's tale – soil ingestion by a canine. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 32, 93-95.
- Calabresse, E. J., Stanek, E. J., Pellow, P. y Barnes, R. M. (1997). Soil ingestion estimates for children residing on a superfund site. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 36, 258-268.
- *Cameron, S. A. y Ramírez, S. (2001). Nest Architecture and Nesting Ecology of the Orchid Bee *Eulaema meriana* (Hymenoptera: Apinae: Euglossini). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 74(3), 142-165.
- * Caminer, M., & Ron, S.R. (2014) Systematics of treefrogs of the *Hypsiboas calcaratus* and *Hypsiboas fasciatus* species complex (Anura, Hylidae) with the description of four new species. *ZooKeys* 370, 1–68.
- *Capps, K. A., Graca, M. A. S., Encalada, A. C. y Flecker, A. S. (2011). Leaf-litter decomposition across three flooding regimes in a seasonally flooded Amazonian watershed. *Journal of Tropical Ecology*, 27, 205-210.
- Carbone, C. y Gittleman J. L. (2002). A common rule for the scaling of carnivore density. *Science*, 295, 2273-2276.
- *Carranco, A. S. (2015). Determinación de la diversidad genética de la población de tortugas *Podocnemis unifilis* en la zona de la Estación de Biodiversidad Tiputini (EBT). Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- *Carrillo-Bilbao, G., Di Fiore, A. y Fernández-Duque, E. (2005). Dieta, forrajeo y presupuesto de tiempo en cotoncillos (*Callicebus discolor*) del Parque Nacional Yasuní en la Amazonia Ecuatoriana. *Neotropical Primates*, 13(2), 7-11.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Caso, A., López-González, C., Payan, E. et al. (2010). *Leopardus pardalis*. En IUCN. IUCN red list of threatened species. Version 2010.1.
- Caso, A., De Oliveira, T. y Carvajal, S.V. (2015). *Herpailurus yagouaroundi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T9948A50653167. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T9948A50653167.en>
- Catenazzi, A., Lehr, E., y May, R. von. (2013). The amphibians and reptiles of Manu National Park and its buffer zone, Amazon basin and eastern slopes of the Andes, Peru. *Biota Neotropica* 13(4), 269–283.

- *Caterino, M., Tishechkin, A. y Degallier, N. (2012). A revision of the genus *Mecistostethus* Marseul (Histeridae, Histerinae, Exosternini). *ZooKeys*, 213, 63.
- Ceballos, G., Rurik, L., Medellín, R., Bonacic, C., Pacheco, J. (2010). *Los felinos de América. Cazadores sorprendentes*. México D.F.: Editorial Grupo Cars.
- Chapman, F. M. (1929) *My Tropical Air Castle*. New York: D. Appleton
- Chávez, V. (1998). *Distribución espacial de nidos y patrones reproductivos de las charapas (Podocnemis unifilis y Podocnemis expansa), en el Cuyabeno, Amazonía Ecuatoriana*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- *Cisneros-Heredia, D. F. (2003). Herpetofauna de la Estación de Biodiversidad Tiputini, Amazonía Ecuatoriana: ecología de una comunidad taxonómicamente diversa con comentarios sobre metodologías de inventario. En De la Torre, S. y Reck, G. (eds.). *Ecología y ambiente en el Ecuador: memorias del I Congreso de Ecología y Ambiente, Ecuador país megadiverso*. CD. Universidad San Francisco de Quito. Quito.
- * Cisneros-Heredia, D. F. (2005a) On the distribution and natural history of *Hyla miyatai* Vigle & Goberdhan-Vigle, 1990 in Amazonian Ecuador. *Herpetozoa* 18(1/2), 71–72.
- * Cisneros-Heredia, D. F. (2005b) Notas sobre las serpientes del genero *Hydrops* en Ecuador. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 16(1–2), 4–6.
- *Cisneros-Heredia, D. F. (2006a). Turtles of the Tiputini Biodiversity Station with remarks on the diversity and distribution of the Testudines from Ecuador. *Biota Neotropica*, 6(1).
- *Cisneros-Heredia, D. F. (2006b). Amphibia, Brachycephalidae, *Eleutherodactylus skydmainos*: First country record, Ecuador. Notes on Geographic Distribution. *Check List*, 2(2).
- *Cisneros-Heredia, D. F. (2006). Amphibia, Caudata, Plethodontidae: *Bolitoglossa equatoriana* and *Bolitoglossa biseriata*: range extensions, new provincial records from Ecuador, and natural history. Notes on Geographic Distribution. *Check List*, 2(3).
- *Cisneros-Heredia, D. F. (2006). Notes on breeding, behaviour and distribution of some birds in Ecuador. *Bull. B.O.C.*, 126(2).
- * Cisneros-Heredia, D. F. (2015) La Herpetofauna de la Estación de Biodiversidad Tiputini, Ecuador: Diversidad y Ecología de los Anfibios & Reptiles de una Comunidad Taxonómicamente Diversa. figshare. doi: 10.6084/m9.figshare.1348835.v1
- *Cisneros-Heredia, D. F., Armijos-Ojeda, D. y Valarezo, K. (2009). First country record of *Pristimantis metabates* (Duellman and Pramuk) and distribution extension of *Pristimantis skydmainos* (Flores and Rodríguez) in eastern Ecuador (Amphibia: Anura: Strabomantidae). *Herpetology Notes*, 2, 185-188.
- *Cisneros-Heredia, D. F., Borja, M. J., Proaño, D. y Touzet, J. M. (2006). Distribution and natural history of the Ecuadorian Toad-headed Pitvipers of the genus *Bothrocophias* (Squamata: Serpentes: Viperidae: Crotalinae). *Herpetozoa*, 19 (1/2), 17-26.
- *Cisneros-Heredia, D. F. y Mcdiarmid, R. W. (2005). Amphibia, Centrolenidae, *Centrolene peristictum*, *Centrolene prosoblepon*, *Cochranella cochranae*, *Cochranella midas*, *Cochranella resplendens*, *Cochranella spinosa*, *Hyalinobatrachium munozorum*: Range extensions and new provincial records. Notes on Geographic Distribution. *Check List*, 1(1).
- *Cisneros-Heredia, D. F. y Mcdiarmid, R. W. (2006). Primer registro de *Hyalinobatrachium ruedai* (Amphibia: Centrolenidae) en Ecuador, con notas sobre otras especies congénicas. *Herpetotopicos*, 3(1), 21-28.

- * Cisneros-Heredia, D.F. y McDiarmid, R.W. (2007) Revision of the characters of Centrolenidae (Amphibia: Anura: Athesphatanura), with comments on its taxonomy and the description of new taxa of glassfrogs. *Zootaxa* 1572, 1–82.
- *Cisneros-Heredia, D. F. y Meza-Ramos, P. (2007). An enigmatic new species of Glassfrog (Amphibia: Anura: Centrolenidae) from the Amazonian Andean slopes of Ecuador. *Zootaxa*, 1485, 33–41.
- *Cisneros-Heredia, D. F. y Reynolds, R. P. (2007). New records of *Phyllonastes* Heyer, 1977 from Ecuador and Peru. *Herpetozoa* 19(3/4), 184–186.
- Clare, E. L. (2011). Cryptic species? Patterns of maternal and paternal gene flow in eight neotropical bats. *PLoS One*, 6, e21460.
- Clare, E. L., Lim, B. M., Fenton, M. B., Hebert, P. D. N. (2011). Neotropical bats: estimating species diversity with DNA barcodes. *PLoS ONE*, 6, e22648.
- Clayton, L. y Macdonald, D. W. (1999). Social organization of the babirusa (*Babyrusa babyrussa*) and their use of salt licks in Sulawesi, Indonesia. *Journal of Mammalogy* 80, 1147–1157.
- Conrad, C. C. y Hilchey, K. G. (2011). A Review of Citizen Science and Community-Based Environmental Monitoring: Issues and Opportunities. *Environmental Monitoring and Assessment*, 176(1-4), 273–91. doi:10.1007/s10661-010-1582-5.
- Constantino, P., Carlos, H., Ramalho, E., Rostant, L., Marinelli, C., Teles, D., Fonseca-Junior, S., Fernandes, R. y Valsecchi, J. (2012). Empowering Local People through Community-Based Resource Monitoring: A Comparison of Brazil and Namibia. *Ecology and Society*, 17 (4), 1–19
- Crawshaw Jr., P. G. y Quigley, H. B. (1991). Jaguar spacing, activity and habitat use in a seasonally flooded environment in Brazil. *Journal of Zoology*, 223, 357–370.
- Crooks, K. R. y Soulé, M. E. (1999). Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature*, 400, 563–566.
- Crump, M.K., y Scott, Jr., N.J. (1994). Visual encounter surveys. En R. Heyer, Donnely, M., y Foster, M. Methods for Measuring and Monitoring Amphibians. *Smithsonian Press*, New York.
- Cueva, R. (2005). *Diagnóstico de los recursos naturales en el territorio de seis comunidades Kichwas asentadas en la zona noroccidental del Parque Nacional Yasuní, Río Napo, Orellana, Ecuador*. Quito, Ecuador: Wildlife Conservation Society, WCS Programa- Ecuador.
- Currier, M. J. P. (1983). *Felis concolor*. *Mammalian Species*, 200, 1–7.
- *Dalgo, D. (2012). Effects of the presence of *Myrmelachista schumanni* ants on the abundance and diversity of edaphic macro invertebrates within “Devil’s Gardens” Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- *Dammer, K. (2005). Distribución y uso de hábitat de *Caiman crocodilus* y *Paleosuchus trigonatus* en el río Tiputini. Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- Danielsen, F., Burgess, N. D., Balmford, A., Donald, P. F., Funder, M., Jones, J. P. G., Alviola, P. et al. (2009). Local Participation in Natural Resource Monitoring: A Characterization of Approaches. *Conservation Biology*, 23(1), 31–42. doi:10.1111/j.1523-1739.2008.01063.x.
- Danielsen, F., Burgess, N. D., Jensen, P. M. y Pirhofer-Walzl, K. (2010). Environmental Monitoring: The Scale and Speed of Implementation Varies according to the Degree of Peoples Involvement. *Journal of Applied Ecology*, 47(6), 1166–1168. doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01874.x.

- Danielsen, F., Jensen, P. M., Burgess, N. D., Altamirano, R., Alviola, P. A., Andrianandrasana, H., Brashares, J. S. et al. (2014). A Multicountry Assessment of Tropical Resource Monitoring by Local Communities. *BioScience*, 64(3), 236-251. doi:10.1093/biosci/biu001.
- Davies, A. G. y Baillie, I. C. (1988). Soileating by red leaf monkeys (*Presbytis rubicunda*) in Sabah, northern Borneo. *Biotropica* 20, 252-258.
- *Deichmann, J. L., Duellman, W. E. y Williamson, G. B. (2008). Predicting Biomass from Snout-Vent Length in New World Frogs. *Journal of Herpetology*, 42(2), 238-245.
- *Deichmann, J. L., Lima, A. P. y Williamson, G. B. (2010). Effects of Geomorphology and Primary Productivity on Amazonian Leaf Litter Herpetofauna. *Biotropica*, 1-8.
- De la Torre, S. (2010). Los primates ecuatorianos, estudios y perspectivas. *Avances en Ciencia y Tecnología*, 2, B4-B8
- *De la Torre, S. (2012). Conservation of Neotropical primates: Ecuador – a case study. *Int. Zoo Yb.*, 46, 1-11.
- De la Torre, J.A., González-Maya, J.F., Zarza, H., Ceballos, G. y Medellín, R. (2017). The jaguar's spots are darker than they appear: assessing the global conservation status of the jaguar *Panthera onca*. *Oryx*, 1-16 doi:10.1017/S0030605316001046
- De la Torre, S. y Snowdon, C. T. (2009). Dialects in pygmy marmosets? Inter-population variation in call structure. *American Journal of Primatology*, 72, 333-342
- De la Torre, S., Snowdon, C. T. y Bejarano, M. (2000). Effects of human activities on pygmy marmosets in Ecuadorian Amazon. *Biological Conservation*, 94, 153-163.
- De la Torre, S., Yépez, P. y Snowdon, C. T. (2009). Ecology and conservation of pygmy marmosets in Amazonian Ecuador. En Davis, L. C., Ford, S. M. y Porter L. (eds.). *The Smallest Anthropoids: The Marmoset/Callimico Radiation* (pp. 451-464). Nueva York: Springer Verlag.
- *De Luna, A. G., Sanmiguel, R., Di Fiore, A. y Fernández-Duque, E. (2010). Predation and Predation Attempts on Red Titi Monkeys (*Callicebus discolor*) and Equatorial Sakis (*Pithecia aequatorialis*) in Amazonian Ecuador. *Folia Primatol*, 81, 86-95.
- De Mello Beisiegel, B. y Ades, C. (2002). The behaviour of the bush dog (*Speothos venaticus*, Lund 1842) in the field: a review. *Revista de Etologia* 4, 1723
- De Oliveira, T. G. (1998). *Herpailurus yagouaroundi*. *Mammalian species*, 578, 1-6.
- De Oliveira, T., Paviolo, A., Schipper, J., Bianchi, R., Payan, E. y Carvajal, S. V. (2015). *Leopardus wiedii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T11511A50654216. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T11511A50654216.en>.
- De Oliveira, T., Tortato, M.A., Silveira, L., Benhur Kasper, C., Mazim, F. D., Lucherini, M., Jácomo, A., Bonifacio, J., Soares, G., Marques, R.V. y Sunquist, M. (2010). Ocelot ecology and its effect on the small-felid guild in the lowland neotropics. En Macdonald, D. W. y Loveridge, A. J. (eds.). *Biology and Conservation of Wild Felids* (pp. 559-580). Oxford: Oxford University Press.
- *Deichmann, J. L., Duellman, W. E. y Bruce Williamson, G. (2008). Predicting biomass from snout-vent length in New World frogs. *Journal of Herpetology*, 42(2), 238-245.
- *Deichmann, J. L., Lima, A. P. y Williamson, G. B. (2011). Effects of geomorphology and primary productivity on Amazonian leaf litter herpetofauna. *Biotropica*, 43(2), 149-156.

- *Dentinger, B. T. M., Lodge, D. J., Munkacsi, A. B., Desjardin, D. E. y McLaughlin, D. J. (2009). Phylogenetic placement of an unusual coral mushroom challenges the classic hypothesis of strict coevolution in the *Apterostigma pilosum* group ant-fungus mutualism. *Evolution*, 63(8), 2172-2178.
- Di Bitetti, M.S., Paviolo, A. y De Angelo, C. (2006). Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *J. Zoo. (London)*, 270, 153-163.
- *Di Fiore, A. (2005). A rapid genetic method for sex assignment in non-human primates. *Conservation Genetics*, 6(6), 1053-1058.
- *Di Fiore, A. (2009). Genetic approaches to the study of dispersal and kinship in New World primates. En *South American Primates* (pp. 211-250). Nueva York: Springer.
- *Di Fiore, A. y Campbell, C. J. (2006). Variation in Ecology, Behavior, and Social Organization. The Atelines. *Primates in perspective*, 155-185.
- *Di Fiore, A., Chaves, P. B., Cornejo, F. M., Schmitt, C. A., Shanee, S., Cortes-Ortiz, L. y Pacheco, V. (2015). The rise and fall of a genus: Complete mtDNA genomes shed light on the phylogenetic position of yellow-tailed woolly monkeys, *Lagothrix flavicauda*, and on the evolutionary history of the family Atelidae (Primates: Platyrrhini). *Molecular phylogenetics and evolution*, 82, 495-510.
- *Di Fiore, A., Fernández-Duque, E. y Hurst, D. (2007). Adult Male Replacement in Socially Monogamous Equatorial Saki Monkeys (*Pithecia aequatorialis*). *Folia Primatol*, 78, 88-98.
- *Di Fiore, A. y Fleischer, R. C. (2004). Microsatellite markers for woolly monkeys (*Lagothrix lagotricha*) and their amplification in other New World primates (Primates: Platyrrhini). *Molecular Ecology Notes*, 4, 246-249.
- *Di Fiore, A. y Fleischer, R. C. (2005). Social Behavior, Reproductive Strategies, and Population Genetic Structure of *Lagothrix poeppigii*. *International Journal of Primatology*, 26(5), 1137-1173.
- *Di Fiore, A., Link, A. y Stevenson, P. R. (2006). Scent Marking in Two Western Amazonian Populations of Woolly Monkeys (*Lagothrix lagotricha*). *American Journal of Primatology*, 68, 637-649.
- *Di Fiore, A., Link, A., Schmitt, C. A. y Spehar, S. N. (2009). Dispersal patterns in sympatric woolly and spider monkeys: integrating molecular and observational data. *Behaviour*, 146, 437-470.
- *Di Fiore, A. y Rodman, P. S. (2001). Time Allocation Patterns of Lowland Woolly Monkeys (*Lagothrix lagotricha poeppigii*) in a Neotropical Terra Firma Forest. *International Journal of Primatology*, 22(3), 449-480.
- *Di Fiore, A. y Suárez, S. A. (2007). Route-based travel and shared routes in sympatric spider and woolly monkeys: cognitive and evolutionary implications. *Animal cognition*, 10(3), 317-329.
- Diamond, J., Bishop, K. D. y Gilardi, J. D. (1999). Geophagy in New Guinea birds. *Ibis* 141,181-193.
- Dillon, A. (2005). Ocelot Density and Home Range in Belize, Central America: Camera-Trapping and Radio Telemetry. Disertación de maestría. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Dillon A. y Kelly M. (2008). Ocelot home range, overlap and density: comparing radio telemetry with camera trapping. *J. Zool.* 275, 391-398.
- Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Webster, A. L., & Primm, S. A. (1995). *Conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean* (No. PB--96-116470/XAB). International Bank for Reconstruction and Development, Washington, DC (United States). Country Dept. I, Latin America and the Caribbean Regional Office.

- Dirzo, R., & P. Raven (2003) Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Natural Resources*, 28, 137–167.
- Doan, T. M. & Arizábal-Arriaga, W. (2002). Microgeographic Variation in Species Composition of the Herpetofaunal Communities of Tambopata Region, Peru. *Biotropica*, 34(1), 101–117.
- Duellman, W. E. (1978). The biology of an equatorial herpetofauna in amazonian Ecuador. *Miscellaneous Publications* (65). University of Kansas, Museum of Natural History 65, 1-352.
- *Durães, R. (2009). Lek structure and male display repertoire of Blue-Crowned Manakins in Eastern Ecuador. *The Condor*, 111(3), 453-461.
- *Durães, R., Greeney, H. y Hidalgo, J. R. (2008). First description of the nest and eggs of the Western striped manakin (*Machaeropterus regulus striolatus*), with observations on nesting behavior. *Ornitologia Neotropical*, 19, 287-292.
- *Durães, R., Loiselle, B. A. y Blake, J.G. (2007). Intersexual spatial relationships in a lekking species: blue-crowned manakins and female hot spots. *Behav Ecol*, 18, 1029-1039.
- *Durães, R., Loiselle, B. A. y Blake, J.G. (2008). Spatial and temporal dynamics at manakin leks: reconciling lek traditionality with male turnover. *Behav Ecol Sociobiol*, 62, 1947-1957.
- *Durães, R., Loiselle, B. A., Parker, P. G. y Blake, J. G. (2009). Female mate choice across spatial scales: influence of lek and male attributes on mating success of blue-crowned manakins. *Proc. R. Soc. B.*, 1-7.
- Dudley, R., Kaspari, M. y S. P. Yanoviak. (2012). Lust for salt in the Western Amazon. *Biotropica*, 44, 6-9.
- Dumont, E., Dávalos, L. M., Goldberg, A., Santana, S. E., Rex, K., Voigt, C. C. (2012). Morphological innovation, diversification and invasion of a new adaptive zone. *Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences*. doi 10.1098/rspb.2011.2005.
- Dunn R. (2010). *Every Living Thing: man's obsessive quest to catalog life, from nanobacteria to new monkeys*. Harper, Smithsonian Books.
- DuVal, E. H. (2007a). Adaptive advantages of cooperative courtship for subordinate male lance-tailed manakins. *American Naturalist*, 169, 423-432.
- DuVal, E. H. (2007b). Cooperative display and lekking behavior of the lance-tailed manakin (*Chiroxiphia lanceolata*). *Auk*, 124, 1168-1185.
- DuVal, E. H. (2007c). Social organization and variation in cooperative alliances among male lance-tailed manakins. *Animal Behaviour*, 73, 391-401.
- *Encalada, A. C. y Peckarsky, B. L. 2011. The influence of recruitment on within-generation population dynamics of a mayfly. *Ecosphere*, 2(10).
- Efford M., Dawson, D. y Robbins C. (2004). Density: software for analyzing capture–recapture data from passive detector arrays. *Animal Biodiversity and Conservation*, 27(1), 217-228.
- * Elmer, K. R., Bonett, R. M., Wake, D. B., y Lougheed, S. C. (2013). Early Miocene origin and cryptic diversification of South American salamanders. *BMC Evolutionary Biology*, 13(1), 59.
- Emmons, L. H. (1988). A field study of ocelots (*Felis pardalis*) in Peru. *Revue D' Ecologie- La Terre Et La Vie*, 43, 133-158.
- Emmons, L. H. y Feer, F. (1997). *Neotropical Rainforest Mammals. A Field Guide* (2.^a edition). Chicago, Illinois: University of Chicago Press.

Erwin, T. L. (1982). Tropical forests: Their richness in Coleoptera and other arthropod species. *Coleopterists Bulletin*, 36, 74-75.

Erwin, T. L. (1983). Beetles and other arthropods of the tropical forest canopies at Manaus, Brasil, sampled with insecticidal fogging techniques. En Sutton, S. L., Whitmore, T. C. y Chadwick, A. C. (eds.). *Tropical Rain Forests: Ecology and Management* (pp. 59-75). Oxford, United Kingdom: Blackwell Scientific Publications.

Erwin, T. L. (1989). Canopy arthropod biodiversity: A chronology of sampling techniques and results. *Revista Peruana de Entomología*, 32, 71-77.

Erwin, T. L. (1991). Natural History of the Carabid Beetles at the BIOLAT Rio Manu, Pakitza, Peru. *Revista Peruana de Entomología*, 33,1-85.

*Erwin, T. L. (2001). Forest Canopies, Animal Diversity. *Encyclopedia of Biodiversity* (Vol 3). Academic Press.

*Erwin, T. L. (2004). The Biodiversity Question: How many species of terrestrial arthropods are there? In, Lowman, M. & B. Rinker, (eds.). *Forest Canopies*, 259-269.

*Erwin, T. L. (2010). Agra, arboreal beetles of Neotropical forests: *pusilla* group and *piranha* group systematics and notes on their ways of life (Coleoptera, Carabidae, Lebiini, Agrina). *ZooKeys*, 66, 1-28.

*Erwin, T. L. y Ball, G. E. (2012). *Hybopteroides*, a new genus in the Cryptobatida group of subtribe Agrina, with three new species and notes on their way of life (Insecta: Coleoptera, Carabidae, Lebiini). *Pan-Pacific Entomologist*, 88(2),188 – 201.

*Erwin, T. L. y Geraci, C. J. (2008). New genera of Western Hemisphere Pseudomorphini (Insecta: Coleoptera, Carabidae), pp 77-100. In, Penev, L., Erwin, T., Assmann, T. *Back to the Roots and back to the future: towards a new synthesis between taxonomic, ecological, and biogeographical approaches in carabidology. Proceedings of the XIII European Carabidologists Meeting, Blagoevgrad, August 20-24, 2007*. Pensoft Publishers, Sofia, Bugaria.

*Erwin, T. L. y Geraci, C. J. (2009). Amazonian rainforests and their richness of Coleoptera, a dominant life form in the *Critical Zone* of the Neotropics. Pp. 49-67. In, Footitt, R. & Adler, P. (Eds.) *Insect Biodiversity: Science and Society*. Blackwell Publishing, New Jersey.

*Erwin, T. L., Pimienta, M. C., Murillo, O. E. y Aschero, V. (2005). Mapping Patterns of Beta Diversity for Beetles Across the Western Amazon Basin: A Preliminary Case for Improving Inventory Methods and Conservation Strategies. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 56(Suppl. 1, 7), 72-85.

Escalona, T., Engstrom, T. N., Hernández, O. E., Bock, B. C., Vogt, R. C., Valenzuela, N. (2009). Population genetics of the endangered South American freshwater turtle, *Podocnemis unifilis*, inferred from microsatellite DNA data. *Conservation Genetics*, 10, 1683-1696.

Escalona, T. y Fa, J. E. (1998). Survival of nests of the terecay turtle (*Podocnemis unifilis*) in the Nichare-Tawadu Rivers, Venezuela. *The Zoological Society of London*, 244, 303-312.

Espinosa, S., Zapata Ríos, G., Saavedra, M. A., Álava, J. J. y Tirira, D. G. (2011a). *Panthera onca centrali*. En Tirira, D. G. (comp.). *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador* (pp. 94-95). Quito: Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Espinosa, S., Zapata Ríos, G., Saavedra, M. A., Álava J. J. y Tirira, D. G. (2011b). *Panthera onca onca*. En Tirira, D. G. (comp.). *Libro rojo de los mamíferos del Ecuador* (pp. 129-130). Quito: Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Espinosa, S., Albuja, L., Tirira, D., Zapata Ríos, G., Araguillín, E., Utreras, V. y Noss, A. (2016). Análisis del estado de conservación del jaguar en el Ecuador. En Medellín, R. A., De la Torre, J. A., Zarza, H., Chávez, C. y Ceballos G. (coords). *El jaguar en el siglo XXI. La perspectiva continental* (pp. 320-339). México: FCE, UNAM, Instituto de Ecología.

*Faivovich, J., Moravec, J., Cisneros-Heredia, D. F., y Köhler, J. (2006). A new species of the *Hypsiboas benitezi* group from the western Amazon Basin (Amphibia: Anura: Hylidae). *Herpetologica* 62, 96-108.

Farrell, B. D. (1998). "Inordinate fondness" explained: Why are there so many beetles? *Science*, 281, 555-559.

*Fernández-Duque, E., Di Fiore, A. y Carrillo-Bilbao, G. (2008). Behavior, Ecology, and Demography of *Aotus vociferans* in Yasuní National Park, Ecuador. *Int J Primatol*, 29, 421-431.

*Fernández-Duque, E., Di Fiore, A. y De Luna, A. G. Pair-Mate Relationships and Parenting in Equatorial Saki Monkeys (*Pithecia aequatorialis*) and Red Titi Monkeys (*Callicebus discolor*) of Ecuador. *Evolutionary biology and conservation of titis, sakis and uacaris*. Cambridge University Press, New York, 295-302.

*Ferreira, V., Encalada, A. C. y Graça, M. A. (2012). Effects of litter diversity on decomposition and biological colonization of submerged litter in temperate and tropical streams. *Freshwater Science*, 31(3), 945-962.

Finer, M., Jenkins, C. N., Pimm, S. L., Keane, B. y Ross, C. (2008). Oil and gas projects in the western Amazon: threats to wilderness, biodiversity, and indigenous peoples. *PLoS ONE* 3(8), e2932.

Fonseca, R., Pinto, M. (2004). A new *Lophostoma* (Chiroptera: Phyllostomidae: Phyllostominae) from the Amazonia of Ecuador. *Museum of Texas and Tech University, Occasional papers*, 242, 1-9.

Foster, R. J., Harmsen, B. J., Valdes, B., Pomilla y Doncaster, C. (2010). Food habits of sympatric jaguars and pumas across a gradient of human disturbance. *Journal of Zoology* 280, 309-318.

Foster, V. C., Sarmiento, P., Sollmann, R., Tôrres, N., Jácomo, A. T. A., Negrões, N., Fonseca, C. y Silveira, L. (2013). Jaguar and puma activity patterns and predator-prey interactions in four Brazilian biomes. *Biotropica*, 45, 373-379.

Foster, J. R., Townsend, P. A. y Zganjar, C. E. (2008). Spatial and temporal patterns of gap dominance by low-canopy lianas detected using EO-1 Hyperion and Landsat Thematic Mapper. *Remote Sensing of Environment*, 112, 2104-2117.

Franklin, W. L. (1991). Feeding ecology of the Patagonia puma in southernmost Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 64, 145-156.

Galacatos, K., Stewart, D. J. y Ibarra, M. (1996). Fish community patterns and associated tributaries in the Ecuadorian Amazon. *Copeia*, 4, 875-894.

*Galvis, N., Link, A., Di Fiore, A. (2014). A novel use of camera traps to study demography and life history in wild animals: A case study of spider monkeys (*Ateles belzebuth*). *International Journal of Primatology*, 35, 908-918.

*Garrido, S. (2015). Plan de difusión de las investigaciones para la conservación del Parque Nacional Yasuní: aporte de las estrategias de comunicación del Ministerio del Ambiente. Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

Gery, J. R. (1972). Contribution a l'étude des poissons characoides de l'Equateur. *Acta Humboldtiana, Series Geologica, Series Paleontologica, et Biologica*, 2, 1-110.

- Gery, J. (1977). *Characoids of the World*. EE.UU.: T.H.F. Publications, Inc. Ltd.
- Gentry, A. H. (1982). Neotropical floristic diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69, 557-593.
- Gentry, A. H. (1991a). Distribution and evolution of climbing plants. En Putz, F. E. y Mooney, H. A. (eds). *The Biology of Vines* (pp. 3-49). Cambridge, UK: University of Cambridge Press.
- Gentry, A. H. (1991b). Breeding and dispersal systems of lianas. En Putz, F. E. y Mooney, H. A. (eds). *The Biology of Vines* (pp. 393-423). Cambridge, UK: University of Cambridge Press.
- Gerwing, J. J. (2004). Life history diversity among six species of canopy lianas in an old-growth forest of the eastern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 190, 57-72.
- Gerwing, J. J. y Farias, D. L. (2000). Integrating liana abundance and forest stature into an estimate of total aboveground biomass for an eastern Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology*, 16, 327-335.
- Ghanem, S. J. y C. C. Voigt. (2012). Increasing Awareness of Ecosystem Services Provided by Bats. *Advances in the Study of Behavior*, 44, in press.
- Gilardi, J. D., Duffey, S. S., Munn, C. A. y Tell L. A. (1999). Biochemical functions of geophagy in parrots: detoxification of dietary toxins and cytoprotective effects. *Journal of Chemical Ecology*, 25, 897-922.
- Gilbert, R. J. y Roberts, T. (1972). A preliminary survey of the freshwater food fishes of Ecuador. Project A.I.D./csd2780, iii49pp.
- Gilbert, B., Wright, S. J., Muller-Landau, H.C., Kitajima, K. y Hernández A. (2006). Life history trade-offs in tropical trees and lianas. *Ecology*, 87, 1281-1288.
- Goldizen, A. W. (1987). Tamarins and marmosets: communal care of offspring. En Smuts, B., Cheney, D., Seyfarth, R., Wrangham, R y Struhsaker, T. (eds.). *Primate Societies* (pp. 34-43). Chicago: University of Chicago Press.
- González-Maya, J., Finegan, B. G., Schipper, J., Casanoves, F. (2008). Densidad absoluta y conservación del jaguar y sus presas en la región Talamanca Pacífico, Costa Rica. *Apoyando los esfuerzos en el manejo y protección de la biodiversidad tropical*. Serie Técnica No. 7. San José, Costa Rica: The Nature Conservancy.
- *González-Orozco, C. E., Mulligan, M., Trichon, V. y Jarvis, A. (2010). Taxonomic identification of Amazonian tree crowns from aerial photography. *Applied Vegetation Science*, 13, 510-519.
- Gorchov, D. L., Cornejo, F., Ascorra, C. y Jaramillo, M. (1993). The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. *Vegetatio*, 107/108, 339-349.
- Goulding, M. (1980). *The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history*. Berkeley: University of California Press.
- Gouveia, C., Fonseca, A., Camara, A. y Ferrira, F. (2004). Promoting the use of environmental data collected by concerned citizens through information and communication technologies. *Journal of Environmental Management*, 71, 135-154.
- Greenberg, J. A., Kefauver, S. C., Stimson, H. C., Yeaton, C. J., y Ustin, S. L. (2005). Survival analysis of a neotropical rainforest using multitemporal satellite imagery. *Remote Sensing of Environment* 96(2), 202-211.
- *Greeney, H. F. (2007). Observations on the nesting of Spot-backed Antbird (*Hylophylax naevia*) in Eastern Ecuador. *Ornitología Neotropical*, 18, 301-303.
- *Greeney, H. F. y Port, J. (2010). A nest of Brown Nunlet (*Nonnula brunnea*) and observations on the nesting of other ecuadorian puffbirds. *Ornitología Colombiana*, (9), 31-37.

- *Grefa, J. (2006). Colección e incubación de huevos de charapa (*Podocnemis unifilis*) en la zona de influencia de la Estación de Biodiversidad Tiputini (USFQ). Tesis. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- Griffiths, M. y van Schaik, C. P. (1993a). Camera-trapping: a new tool for the study of elusive rain forest animals. *Tropical Biodiversity* 1, 131-135.
- Griffiths, M. y van Schaik, C. P. (1993b). The impact of human traffic on the abundance and activity periods of Sumatran rain forest wildlife. *Conservation Biology* 7, 623-626.
- *Guayasamin, J. M., Cisneros-Heredia, D. F. y Castroviejo-Fisher, S. (2008). Taxonomic identity of *Cochranella petersi* Goin, 1961 and *Centrolenella ametarsia* Flores, 1987. *Zootaxa*, 1815, 25-34.
- * Guayasamin, J. M., Cisneros-Heredia, D. F., Yanez-Muñoz, H. M., Bustamante, M. (2006a). Amphibia, Centrolenidae, *Centrolene ilex*, *Centrolene litorale*, *Centrolene medemi*, *Cochranella albomaculata*, *Cochranella ametarsia*: Range extensions and new country records. *Check List* 2(1), 24-26.
- *Guayasamin, J. M., Ron, S. R., Cisneros-Heredia, D. F., Lamar, W., and Mcracken, S. F. (2006b). A New Species of Frog of the *Eleutherodactylus lacrimosus* Assemblage (Leptodactylidae) From the Western Amazon Basin, With Comments on The Utility of Canopy Surveys in Lowland Rainforest. *Herpetologica*, 62(2), 191-202.
- *Guerra, N. E. (2014). Evaluación de la comunidad de murciélagos (orden: Chiroptera) en función de sus gremios alimenticios y edades reproductivas en distintos hábitats de la Estación de Biodiversidad Tiputini. Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- Guerrero, S., Badii, M. H., Zalapa, S. S. y Flores, A. E. (2002). Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana Nueva Serie*, 119-137.
- Haffer J. (1969). Speciation in Amazonian forest birds. *Science*, 165(3889), 131-137.
- Haines, A.M., Janecka, J.E., Tewes, M.E., Grassman, L.I. Jr. y Morton, P. (2006). The importance of private lands for ocelot *Leopardus pardalis* conservation in the United States. *Oryx*, 40, 1-5.
- Harmsen, B. J., Foster, R. J., Gutiérrez S., Marín S. y Doncaster, P. (2010). Scrape-marking behavior of jaguars (*Panthera onca*) and pumas (*Puma concolor*). *J Mammal.* 91(5), 1225-1234. DOI: <https://doi.org/10.1644/09-MAMM-A-416.1>
- Harmsen, B. J., Foster, R. J., Silver, S. C., Ostro, L. E. T., y Doncaster, C. P. (2009). Spatial and temporal interactions of two sympatric cats in a neotropical forest: the jaguar (*Panthera onca*) and the puma (*Puma concolor*). *Journal of Mammalogy*, 90, 612-620.
- Harmsen, B. J., Foster, R. J., Silver, S. C., Ostro, L. E. T. y Doncaster, C. P. (2010) The ecology of jaguars in the Cockscomb Basin Wildlife Sanctuary, Belize. En: Macdonald, D. W. y Loveridge, A. J. (eds.). *Biology and Conservation of Wild Felids* (pp. 403-416). Oxford: Oxford University Press.
- *Harrison, B. A., Ruiz-López, F., Falero, G. C., Savage, H. M., Pecor, J. E. y Wilkerson, R. C. (2012). *Anopheles* (*Kerteszia*) *lepidotus* (Diptera: Culicidae), not the malaria vector we thought it was: Revised male and female morphology; larva, pupa, and male genitalia characters; and molecular verification. *Zootaxa*, 3218, 1.
- *Herbertson, P. (2004). *A pilot study using a topographical wetness index to model amphibian distribution in a GIS*. Londres: Kings College London.
- *Herdoíza, N. (2008). Actividad, comportamientos de pareja y aspectos ecológicos de un grupo en formación de leoncillos *Cebuella pygmaeae* en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

- Herfindal, I., Linnell, J. D. C., Odden, J. (2005). Prey density, environmental productivity and home-range size in the Eurasian lynx (*Lynx lynx*). *J. Zool*, 265, 63-71.
- Heyer, R., Donnely, M., y Foster, M. (1994). *Methods for Measuring and Monitoring Amphibians*. Smithsonian Press, New York.
- *Hidalgo, J. R., Ryder, T. B., Tori, W. P., Durães, R., Blake, J.G. y Loiselle, B. A. (2007). Nest architecture and placement of three manakin species in lowland Ecuador. *Cotinga*, 29(2), 57-61.
- Höglund, J. y Alatalo, R. V. (1995). *Leks*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Hogue, CL. (1993). *Latin American Insects and Entomology*. Univ. of Cal. Press.
- *Holbrook, K. M. (2003). Seed Dispersal by Toucans in Amazonia Ecuador. St. Louis Zoo Final Report.
- *Holbrook K. M. y Loiselle, B. A. (2009). Dispersal in a Neotropical tree, *Virola flexuosa* (Myristicaceae): Does hunting of large vertebrates limit seed removal? *Ecology*, 90(6), 1449-1455.
- *Holbrook, K. M., Loiselle B.A. and Clark, A. M. (2007). Eight polymorphic microsatellite loci for a Neotropical nutmeg, *Virola flexuosa* (Myristicaceae). *Molecular Ecology Notes*, 7, 248-250.
- Hoorn C. (1993). Marine incursions and the influence of Andean tectonics on the Miocene depositional history of northwestern Amazonia: Results of a palynostratigraphic study. *Palaeoclimatology, Palaeogeography, Palaeoecology*, 105, 267-309.
- Hovi, M., Alatalo, R. V., Höglund, J. y Lundberg, A. (1996). Traditionality of black grouse *Tetrao tetrix* leks. *Ornis Fennica*, 73, 119-123.
- Ibarra, M. y D.J. Stewart. (1989). Longitudinal zonation of sandy beach fishes in the Napo River, eastern Ecuador. *Copeia*, 2, 364-381.
- *Inward, D. J. G., Davies, R. G., Pergande, C., Denham, A. J. y Vogler, A. P. (2011). Local and regional ecological morphology of dung beetle assemblages across four biogeographic regions. *Journal of Biogeography*.
- Izawa, K. (1993). Soileating by *Alouatta* and *Ateles*. *International Journal of Primatology* 14, 229242.
- Jackson, V. L. (2002). Use of Gis and Remote Sensing Technologies to Study Habitat Requirements of Ocelots, *Leopardus pardalis* in South Texas. Dissertation University of North Texas.
- Jácomo, A. T. A., Silveira, L. y Diniz-Filho, J. A. F. (2004). Niche separation between the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*), the crab-eating fox (*Dusicyon thous*) and the hoary fox (*Dusicyon vetulus*) in central Brazil. *Journal of Zoology*, 262, 99-106.
- Jaeger, R. G., y Inger, R. F. (1994). Quadrats. En R. Heyer, Donnelly, M. y Foster, M. *Methods for Measuring and Monitoring Amphibians*. Smithsonian Press, New York.
- *Janes, D., Swing, K. y Cataldo L. M. (2011). From Cambridge to the Amazon in a few simple steps. *The American Biology Teacher*, 73(7), 401-406.
- Jaramillo, J., C.K. Swing, H. Valdebenito, C.A. Valle y T. De Vries. (1997). Evaluación de los componentes ambientales: flora y fauna. Informe interno, Maxus.
- Jongkind, C. C. H. y Hawthorne, W. D. (2005). A botanical synopsis of the lianes and other forest climbers. En Bongers, F., Parren, M. P. E. y Traoré, D. (eds.). *Forest Climbing Plants of West Africa: Diversity, Ecology and Management*. (pp. 19-40). Oxfordshire, UK: Cabi Publishing.

Jordan, C. F. y Herrera, R. (1981). Tropical rain forests: are nutrients really critical? *American Naturalist*, 117, 167-180.

*Josephine J., Rodríguez, J. L., Fernández-Triana, M., Smith, A., Janzen, D. H., Hallwachs, W., Erwin, T. L., Whitfield, J. B. (2012). Extrapolations from field studies and known faunas converge on dramatically increased estimates of global microgastrine parasitoid wasp species richness (Hymenoptera: Braconidae). *Insect Conservation and Diversity*. doi: 10.1111/icad.12003.

Karubian, J., Ottewell, K., Link, A., Di Fiore, A. (2015). Genetic consequences of seed dispersal to sleeping trees by white-bellied spider monkeys. *Acta Oecologica*, 68, 50-58.

Karanth, K. U. (1995). Estimating tiger *Panthera tigris* populations from camera trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation* 71, 333-338.

Karanth, K. U. y Nichols, J. D. (1998). Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*, 79, 2852-2862.

Karanth, U. y Nichols, J. D. (2002). *Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in Tropical Asia*. Bangalore: Centre for Wildlife Studies.

*Karubian, J., Fabara, J., Yunes, D., Jorgenson, J. P., Romo, D. y Smith, T. B. (2005). Temporal and spatial patterns of macaw abundance in the Ecuadorian Amazon. *The Condor*, 107, 617-626.

Kaspari, M., Yanoviak, S. P. y Dudley, R. (2008). On the biogeography of salt limitation: a study of ant communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 17848-17851.

*Katz, L. A., McManus, G. B., Snoeyenbos-West O. L. O., Griffin, A., Pirog, K., Costas, B., Foissner, W. (2005). Reframing the 'Everything is everywhere' debate: evidence for high gene flow and diversity in ciliate morphospecies. *Aquat Microb Ecol*, 41, 55-65.

Keefe, K. M., Schulze, D., Pinheiro, C., Zweede, J. C. y Zarin, D. (2009). Enrichment planting as a silvicultural option in the eastern Amazon: case study of Fazenda Cauaxi. *Forest Ecology and Management*, 258, 1950-1959.

Kemmit, S.J., Wright, D., Goulding, K. W. T. y Jones, D. L. (2006). pH regulation of carbon and nitrogen dynamics in two agricultural soils. *Soil Biology & Biochemistry*, 38, 898-911

Kilgore, A., Lambert, T. D. y Adler, G. H. (2010). Lianas influence fruit and seed use by rodents in a tropical forest. *Tropical Ecology*, 51(2), 265-271.

Killeen, T. J., Jardim, A., Mamani, F., Rojas, N. y Saravia, P. (1998). Diversity, composition, and structure of a tropical semi-deciduous forest in the Chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*, 14, 803-827.

Kinnaird, M. F., Sanderson, E. W., O'Brien, T. G., Wibisono, H. T. y Woolmer, G. (2003). Deforestation trends in a tropical landscape and implications for endangered large mammals. *Conservation Biology* 17, 245-257.

Kitchener, A. C., Van Valkenburgh, B. y Yamaguchi, N. (2010). Felid form and function. En Macdonald, D. W. y Loveridge, A. J. (eds.). *Biology and Conservation of Wild Felids* (pp. 83-106). Oxford: Oxford University Press.

*Knudsen, J. T. (2002). Variation in floral scent composition within and between populations of *Geonoma macrostachys* (Arecaceae) in the Western Amazon. *American Journal of Botany*, 89(11), 1772-1778.

*Knudsen, J. T., Andersson, S. y Bergman, P. (1999). Floral Scent Attraction in *Geonoma macrostachys*, an Understorey Palm of the Amazonian Rain Forest. *Oikos*, 85(3), 409-418.

Korning, J. y Balslev, H. (1994a). Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. *J. Veg. Sci*, 5(1), 77-86

Korning J. y Balslev, H. (1994b). Growth rates and mortality patterns of tropical lowland tree species and the relation to forest structure in Amazonian Ecuador. *J. Trop. Ecol.*, 10(2), 151-166. Cambridge University Press

*Kostrub, C. E. (2003). The Social Organization and Behavior of Golden-Mantled Tamarins, *Saguinus tripartitus*, in Eastern Ecuador. Doctoral Dissertation. University of California Davis.

*Kreft, H., Köster, N., Küper, W., Nieder, J. y Barthlott, W. (2004). Diversity and biogeography of vascular epiphytes in Western Amazonia, Yasuni, Ecuador. *Journal of Biogeography*, 31, 1463-1476.

*Kremen, C., Colwell, R. K., Erwin, T. L., Murphy, D. D., Noss, R. F. y Sanjayan, M. A. (1993). Terrestrial arthropod assemblages: Their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7(4),796-808

Kremen, C., Lees, D., Razafimahatratra, V. y Raharitsimba, H. (2001). *Designing a new national park in Madagascar: The use of biodiversity data*. Pp. 400-428. In: Weber, W., White, L. J. T., Vedder, A. & Naughton-Treves, L. (Eds). *African Rain Forest Ecology and Conservation*. New Haven, Connecticut: Yale University Press.

*Kretzschmar, A. S. and Rümmler, M. (2007). *Nasutitermes – a termite suffering bats*. Humboldt-Universität zu Berlin. 1-9.

Krishnamani, R., y Mahaney, W. C. (2000). Geophagy among primates: adaptive significance and ecological consequences. *Animal Behaviour*. 59, 899-915.

*Küper, W., Kreft, H., Nieder, J., Köster, N. and Barthlott, W. (2004). Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rainforests. *Journal of Biogeography*, 31, 1477-1487.

Lamarck, J. B. (1809). *Des Considerations relative a l'histoire naturelle des Animaux; a la diversite' de leur organisation et des facultes qu'ils en obtiennent; aux causes physiques que maintiennent en aux la vie et donnent lieu aux mouvemens qu'ils executent; enfin, a celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doues*. Philosophie Zoologique. Tome Premier.

Laundré, J. W. y Hernández, L. (2010). What we know about pumas in Latin America. En Hornocker, M. y Negri, S. (eds.). *Cougar Ecology and Conservation* (pp. 76-90). Chicago: The University of Chicago Press.

Laurance, W.F., Pérez-Salicrup, D., Delamônica, P., Fearnside, P. M., D'Angelo, S., Jerzolinski, A., Pohl, L. y Lovejoy, T. E. (2001). Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology*, 82(1), 105-116.

Lawton, R. O., Nair, U. S., Pielke, R. A., y Welch, R. M. (2001). Climatic impact of tropical lowland deforestation on nearby montane cloud forests. *Science* 294(5542), 584-587.

Lim, B., Engstrom, M. D., Reid, F., Simmons, N. B., Voss, R. S., Fleck, D. W. (2010) A new species of *Peropteryx* (Chiroptera, Emballonuridae) from western Amazonia with comments on phylogenetic relationships within the genus. *American Museum novitates*, 3686, 1-20.

*Link, A. y Di Fiore, A. (2006). Seed dispersal by spider monkeys and its importance in the maintenance of neotropical rain-forest diversity. *Journal of Tropical Ecology*, 22, 235-246.

*Link, A., Di Fiore, A. (2013). Effects of predation risk on the grouping patterns of white-bellied spider monkeys (*Ateles belzebuth belzebuth*) in western Amazonia: Predation risk and grouping patterns in spider monkeys. *American Journal of Physical Anthropology*, 150, 579-590.

- *Link, A., Di Fiore, A. y Spehar, S. (2006). Predation Risk Affects Subgroup Size in Spider Monkeys (*Ateles belzebuth*) at Yasuní National Park, Ecuador. *Folia Primatol*, 77, 302-331.
- *Link, A., Galvis, N., Fleming, E., Di Fiore, A. (2011). Patterns of mineral lick visitation by spider monkeys and howler monkeys in Amazonia: are licks perceived as risky areas? *American Journal of Primatology*, 73, 386-396
- Lips, K., Reaser, J. K., Young, B., & Ibañez, R. (2001). El monitoreo de anfibios en América Latina: manual de protocolos. *Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Herpetological Circular*, 30(11), 1-115.
- Lizcano, D. J. y Cavelier, J. (2000). Daily and seasonal activity of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in the Central Andes of Colombia. *Journal of Zoology* 252, 429435.
- Lizcano, D. J. y Cavelier, J. (2004). Chemical characteristics of salt licks and feeding habits of mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in the Central Andes of Colombia. *Mastozoología Neotropical* 11, 193201.
- *Loiselle, B.A. y Blake, J. G. (1999). Dispersal of melastome seeds by fruiteating birds of tropical forest understory. *Ecology*, 80, 330336.
- *Loiselle B. A., Blake, J. G., Durães, R., Ryder, T. B. y Tori, W. P. (2007b). Environmental and spatial segregation of leks among six co-occurring species of manakins (Pipridae) in Eastern Ecuador. *The Auk*, 124(2), 420-431.
- *Loiselle, B. A., Blendinger, P. G., Blake, J. G. y Ryder, T. B. (2008). Ecological Redundancy in Seed Dispersal Systems: A Comparison Between Manakins (Aves: Pipridae) in Two Tropical Forests. Dennis, A. J. et al. (eds.). *Seed Dispersal: Theory and its Application in a Changing World*. 8, 178-196.
- *Loiselle B. A., Ryder, T. B., Durães, R., Tori, W. P., Blake, J. G. y Parker, P. G. (2006). Kin selection does not explain male aggregation at leks of 4 manakin species. *Behav Ecol*, 18, 287-291.
- *Loiselle, B. A., Ryder, T. B., Durães, R., Tori, W., Blake, J. G. y Parker, P. G. (2007c). Genetic relatedness of males at leks of four Pipridae species: no evidence for kin selection. *Behavioral Ecology*, 18, 287291.
- *Lucky, A., Erwin, T. L. y Witman, J. D. (2002). Temporal and spatial diversity of arboreal Carabidae (Coleoptera) in a western Amazonian Rain Forest. *Biotropica*, 34(3), 376-386.
- Lynch, J.D. (1979). The amphibians of the lowland tropical forests. En W.E. Duellman (Ed.). *The South American herpetofauna: its origin, evolution, and dispersal*, pp. 189-215. Museum of Natural History, University of Kansas, Lawrence, Kansas.
- Lynch, J.D. (2005). Discovery of the richest frog fauna in the World—an exploration of the forests to the north of Leticia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 29(113): 581-588
- *Lynch Alfaro, J. W., Cortés-Ortiz, L., Di Fiore, A. y Boubli, J. P. (2015). Special issue: Comparative biogeography of Neotropical primates. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 82(PB), 518-529.
- Machado-Allison, A. (1993). *Los peces de los llanos de Venezuela*. Caracas: Editorial Litopar, C.A.
- Macdonald, D. W., Loveridge, A. J. y Nowell, K. (2010). *Dramatis personae: an introduction to the wild felids*. En Macdonald, D. W. y Loveridge, A. J. (eds.). *Biology and Conservation of Wild Felids* (pp. 3-58). Oxford: Oxford University Press.
- Mackenzie, A., Reynolds, J. D., Brown, V. J. y Sutherland, W. J. (1995). Variation in male mating success on leks. *American Naturalist*, 145, 633-652.
- Maffei, L., Cuéllar, E. y Noss, A. (2002). Uso de trampas-cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco Chiquitanía. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 11, 55 65.

- Maffei, L., Cuéllar, E. y Noss, A. (2004). One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. *Journal of Zoology*, 262, 295-304.
- Maffei, L., Noss, A. J., Cuéllar, E. (1999). Ocelot (*Felis pardalis*) population densities, activity, and ranging behavior in the dry forests of eastern Bolivia: data from camera trapping. *J. Trop. Eco.*, 21, 349-353.
- Maffei, L., Noss, A. J. (2008). How small is too small? Camera trap survey areas and density estimates for ocelots in the Bolivian Chaco. *Biotropica*, 40, 71-75.
- Maffei, L., Noss, A. J., Silver, S. C. y Kelly, M. J. (2011). Abundance/density case study: Jaguars in the Americas. En O'Connell, A. F., Nichols, J. D. y Karanth, K. U. (eds.). *Camera traps in animal ecology - methods and analyses* (pp. 119-144). Nueva York, EE. UU.: Springer.
- *Mahé, F., de Vargas, C., Bass, D., Czech, L., Stamatakis, A., Lara, E. y Siemensemeyer, T. (2017). Parasites dominate hyperdiverse soil protist communities in Neotropical rainforests. *Nature Ecology & Evolution*, 1, 0091.
- *Malhi, Y., Baker, T. R., Phillips, O. L., Almeida, S., Álvarez, E., Arroyo, L. y Killeen, T. J. (2004). The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest plots. *Global Change Biology*, 10(5), 563-591.
- *Mallon, J. M., Swing, K. y Mosquera, D. (2013). Neotropical vulture scavenging succession at a capybara carcass in Eastern Ecuador. *Ornitología Neotropical*, 24(4), 475-480.
- Marchini, S., Luciano, R. y Hoogesteijn, R. (2010). *People and Jaguars. A Guide for Coexistence*. Cristalino Ecological Foundation. Sao Paulo, Brasil: Amazonarium Press.
- *Marsh, L. K. (2004). Primate species at the Tiputini Biodiversity Station, Ecuador. *Neotropical Primates*, 12(2), 75.
- *Matthews, L. J. (2009). Activity patterns, home range size, and intergroup encounters in *Cebus albifrons* support existing models of capuchin socioecology. *International Journal of Primatology*, 30(5), 709-728.
- *McCracken, S. F. y Forstner, M. R. J. (2006). Reproductive ecology and behavior of *Eleutherodactylus aureolineatus* (Anura, Brachycephalidae) in the canopy of the Upper Amazon Basin, Ecuador. *Phyllomedusa*, 5(2), 135-143.
- *McCracken, S. F. y Forstner, M. R. J. (2006). Ecology notes on the new species *Eleutherodactylus aureolineatus* – Sexual size dimorphism, Habitat, Vocalization, Reproductive behavior and Egg deposition. *Phyllomedusa – Journal of Neotropical Herpetology*.
- *McCracken, S. F. y Forstner, M. R. J. (2008). Bromeliad Patch Sampling Technique for Canopy Herpetofauna in Neotropical Forests. *Herpetological Review*, 39(2), 170-174.
- *McCracken, S. F. y Forstner, M. R. J. (2013). Oil Road Effects on the Anuran Community of a High Canopy Tank Bromeliad (*Aechmea zebrina*) in the Upper Amazon Basin, Ecuador. *PLOS ONE*, 9(1), e85470
- *McCracken, S. F., Forstner, M. R. J. y Dixon, J. R. (2007). A new species of the *Eleutherodactylus lacrimosus assemblage* (Anura, Brachycephalidae) from the lowland rainforest canopy of Yasuni National Park, Amazonian Ecuador. *Phyllomedusa*, 6(1), 23-35.
- *McCracken, S., Gaertner, J. P., Forstner, M. R. J., and Hahn, D. (2009). Detection of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Amphibians from the Forest Floor to the Upper Canopy of an Ecuadorian Amazon Lowland Rainforest. *Herpetological Review*, 40(2), 190-195.
- McDonald, D. B. (1989). Cooperation under sexual selection: age-graded changes in a lekking bird. *American Naturalist*, 134, 709-730.

McDonald, D. B. (2007). Predicting fate from early connectivity in a social network. *Proceeding National Academy Science*, 104, 10910-10914.

McGavin, G. C. (2000). *Insects, spiders and other terrestrial arthropods*. Nueva York: Smithsonian Handbooks. DK Publishing.

McKamey, S. (1998). Taxonomic Catalogue of the Membracoidea (exclusive of leafhoppers): Second Supplement to Fascicle 1 – Membracidae of the General Catalogue of the Hemiptera. *Mem. Amer. Entomol. Inst.* 60, 1-377.

*Melo, P. (2011). El efecto del microhabitat en la diversidad de mariposas de los bosques en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

Mena, V. P., Stallings, J. R., Regalado, J. B. y Cueva, R. L. (2000). The sustainability of current hunting practices by the Huaorani. Pp. 57-78. In: Robinson, J. G. & Bennett, E. L. (Eds). *Hunting for Sustainability in Tropical Forests*. New York: Columbia University Press.

Mendes-Pontes, A. R. y Chivers, D. J. (2007). Peccary movements as determinants of the movements of large cats in Brazilian Amazonia. *Journal of Zoology*, 273, 257-265.

Merry, E. A. (2001) Effects of vine cutting on understory birds in a Bolivian lowland forest: implications for management. MS Thesis. University of Florida, Gainesville.

*Mertl, A. L., Sorenson, M. D. y Traniello, J. F. A. (2010). Community-level interactions and functional ecology of major workers in the hyperdiverse ground-foraging *Pheidole* (Hymenoptera, Formicidae) of Amazonian Ecuador. *Insect. Soc.*, 57, 441-452.

*Mertl, A. L. y Traniello, J. F. A. (2009). Behavioral evolution in the major worker subcaste of twig-nesting *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae): does morphological specialization influence task plasticity? *Behav Ecol Sociobiol*, 63, 1411-1426.

*Mertl, A. L., Wilkie, K. T. R. y Traniello, J. F. A. (2009). Impact of Flooding on the Species Richness, Density and Composition of Amazonian Litter-Nesting Ants. *Biotropica*, 41(5), 633-641.

*Meyer, C. F. J., Aguiar, L. M. S., Aguirre, L. F., Baumgarten, J., Clarke, F. M., Cosson, J. F., Estrada Villegas, S., Fahr, J., Faria, D., Furey, N., Henry, M., Hodgkinson, R., Jenkins, R. K. B., Jung, K. G., Kingston, T., Kunz, T. H., MacSwiney Gonzalez, M. C., Moya, I., Patterson, B. D., Pons, J. M., Racey, P. A., Rex, K., Sampaio, E. M., Stoner, K. E., Voigt, C. C., Von Staden, D., Weise, C. D. y Kalko, E. K. V. (2010). Long-term monitoring of tropical bats for anthropogenic impact assessment: Gauging the statistical power to detect population change. *Biol. Conserv.*, 1-11.

*Meyer, C. F. J., Aguiar, L. M. S., Aguirre, L. F., Baumgarten, J., Clarke, F. M., Cosson, J. F., Estrada Villegas, S., Fahr, J., Faria, D., Furey, N., Henry, M., Hodgkinson, R., Jenkins, R. K. B., Jung, K. G., Kingston, T., Kunz, T. H., MacSwiney Gonzalez, M. C., Moya, I., Patterson, B. D., Pons, J. M., Racey, P. A., Rex, K., Sampaio, E. M., Solari, S., Stoner, K. E., Voigt, C. C., Von Staden, D., Weise, C. D. y Kalko, E. K. V. (2011). Accounting for detectability improves estimates of species richness in tropical bat surveys. *Journal of Applied Ecology*, 48, 777-787.

Ministerio del Ambiente (2008). Reconocimiento de las Reservas de Biosfera designadas por organismos competentes, Acuerdo Ministerial 168 del Ministerio del Ambiente del 13 de noviembre del 2008.

Ministerio del Ambiente. (2011). Plan de Manejo del Parque Nacional Yasuní. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Conservación Internacional Colombia. (2010). Guía de campo para la conservación de los felinos del Caribe colombiano. Felinos del Caribe: identidad biológica y cultural en una ecoregión felina.

Mittermeier, R., Myers, N., Thomsen, J., Da Fonseca, G., y Olivieri, S. (1998). Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12(3), 516–520.

*Molina, Y., Harris, R. M. y O'Donnell, S. (2009). Brain organization mirrors caste differences, colony founding and nest architecture in paper wasps (Hymenoptera: Vespidae). *Proc. R. Soc. B*, 276, 3345–3351.

*Monaghan, M. T., Inward, D. J. G., Hunt, T., and Vogler, A. P. (2007). A molecular phylogenetic analysis of the Scarabaeinae (dung beetles). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 45, 674–692.

*Moncayo, C. (2011). Investigaciones de las actividades turísticas sostenibles manejadas por comunidades indígenas en tres provincias amazónicas del Ecuador: Orellana, Sucumbíos y Zamora Chinchipe. Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

Mora, C., Tittensor, D.P., Adl, S., Simpson, A.G.B. y Worm, B. (2011). How many species are there on Earth and in the Ocean? *PLoS Biology*, 9(8).

*Morales-Jiménez, A. L., Disotell, T., & Di Fiore, A. (2015). Revisiting the phylogenetic relationships, biogeography, and taxonomy of spider monkeys (genus *Ateles*) in light of new molecular data. *Molecular phylogenetics and evolution*, 82, 467–483.

Moreau, C. S. (2008). Unraveling the evolutionary history of the hyperdiverse ant genus *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48, 224–239.

*Moreau, C. S., Bell, C. D., Vila, R., Archibald, S. B. y Pierce, N. E. (2006). Phylogeny of the Ants: Diversification in the Age of Angiosperms. *Science*, 312, 101–104.

*Mosquera, D., Blake, J. G., Romo, D. y Swing, K. (2016). Ocelot (*Leopardus pardalis*) density in eastern Ecuador based on capture-recapture analyses of camera-trap data. *Neotropical Biodiversity*, 2, 51–58.

*Mosquera, D., Blake, J. G., Romo, D. y Swing, K. (2016). New observations, activity and first videos of living *Echimyus saturnus* (dark tree rat, Echimyidae) from eastern Ecuador. *Mastozoología Neotropical*, 23, 87–91.

*Mullo, B. A. (2014). Identificación de las preferencias alimenticias de la fauna del género *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) de la Estación de Biodiversidad Tiputini. Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

Murphy T. y Macdonald, D. (2010). Pumas and people: lessons in the landscape of tolerance from a widely distributed felid. En Macdonald, D. W. y Loveridge, A. J. (eds.). *Biology and Conservation of Wild Felids* (pp. 431–452). Oxford: Oxford University Press.

Myers, N. (1984). *The primary source: Tropical forests and our future*. W.W. Norton and Co., New York.

Myers, N. (1988). Threatened biotas: 'hot-spots' in tropical forests. *The Environmentalist*, 8, 187–208.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B., y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 813–926.

*Nabe-Nielsen, J. (2001). Diversity and distribution of lianas in a neotropical rain forest, Yasuní National Park, Ecuador. *Journal of Tropical Ecology*, 17, 1–19.

Nielson, E. S. y Mound L. A. (2000). Global diversity of insects: The problems of estimating numbers. En PH Raven, P. H. y Williams, T. (eds.). *Nature and Human Society: The Quest for a Sustainable World* (pp. 213–222). Washington: National Academic Press.

Nowell, K., y Jackson, P. (eds.). (1996). *Wild Cats: Status Survey and Conservation Action Plan*. UICN/SSC Cat Specialist Group. UICN.

Núñez, R., Miller, B. y Lindzey, F. (2000). Food habits of jaguars and pumas in Jalisco, Mexico. *Journal of Zoology*, 252, 373-379.

Oates, J. F. (1978). Water-plant and soil consumption by guereza monkeys *Colobus guereza*: A relationship with minerals and toxins in the diet? *Biotropica*, 10, 241-253.

*O'Donnell, S., Kaspari, M., Kumar, A., Lattke, J. y Powell, S. (2010). Elevational and geographic variation in army ant swarm raid rates. *Insectes Sociaux*, 58(3), 293-298.

*O'Donnell, S., Kaspari, M. y Lattke, J. (2005). Extraordinary Predation by the Neotropical Army Ant *Cheliomyrmex andicola*: Implications for the Evolution of the Army Ant Syndrome. *Biotropica*, 37(4), 706-709.

*O'Donnell, S., Lattke, J., Powell, S. y Kaspari, M. (2007). Army ants in four forests: geographic variation in raid rates and species composition. *Journal of Animal Ecology*, 76, 580-589.

*O'Donnell, S., Lattke, J., Powell, S. y Kaspari, M. (2009). Species and site differences in Neotropical army ant emigration behaviour. *Ecological Entomology*, 34, 476-482.

Olson, D. M., y Dinerstein, E. (1998). The Global 200: a representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology*, 12(3), 502-515.

Olson, D.M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. et al. (2002). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. *Bioscience*, 51(11), 933-945.

Orcés Villagómez, G. (1980). Contribuciones al conocimiento de los Peces del Ecuador. II Distribución de algunos géneros de peces en los ríos ecuatorianos. *Politécnica*, 5(1), 5363.

Ortega-Andrade, H. M., y Ron, S. R. (2013). A new species of small tree frog, genus *Dendropsophus* (Anura: Hylidae) from the eastern Amazon lowlands of Ecuador. *Zootaxa*, 3652, 163-178.

*Ortega-Andrade, H. M., Rojas-Soto, O. R., Valencia, J. H., Espinosa de los Monteros, A., Morrone, J. J., Ron, S. R., y Cannatella, D. C. (2015). Insights from integrative systematics reveal cryptic diversity in *Pristimantis* frogs (Anura: Craugastoridae) from the Upper Amazon Basin. *PLoS ONE*, 10(11), e0143392, 1-43.

Otis, D., Burnham, K., White, G. y Anderson, D. (1978). Statistical inference from the capture data on closed animal populations. *Wildlife Monogr*, 62, 1-135.

Ovchynnyk, M. M. (1967). Freshwater fishes of Ecuador, Monograph Series No.1, Latin American Studies Center, Michigan State University, 144.

Ovchynnyk, M. M. (1968). Annotated list of the freshwater fishes of Ecuador. *Sonderdruck aus "Zoologischer Anzeiger" Bd. 8(3/4)*, 237-268.

*Oxford, P., Bish, R. y Swing, K. (2014). Yasuní, Tiputini y la Red de la Vida. Quito, Ecuador: Mariscal.

*Páez-Vacas, M., Coloma, L. A., y Santos, J. C. (2010). Systematics of the *Hyloxalus bocagei* complex (Anura: Dendrobatidae), description of two new cryptic species, and recognition of *H. maculosus*. *Zootaxa*, 2711, 1-75.

Pärssinen, M., Schaan, D. y Ranzi, A. (2009). Pre-Columbian geometric earthworks in the upper Purús: a complex society in western Amazonia. *Antiquity*, 83, 1084-1095.

Payán, E. (2013). La Densidad como herramienta para la conservación del jaguar en Colombia. En Payán Garrido E. y Castaño Uribe, C. *Grandes Felinos de Colombia*. Vol. 1. (pp. 73-82). Panthera Colombia, Fundación Herencia Ambiental Caribe, Conservación International & Cat Specialist Group UICN/SSC.

Payán, E. y Soto Vargas, C. (2012). *Los felinos de Colombia*. Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia.

Pearson, D. L. (1977). A pantropical comparison of bird community structure of six lowland forest sites. *The Condor*, 79 (2), 232-244.

Pérez-Salicrup, D. R., Sork, V. L. y Putz F. E. (2001). Lianas and trees in a liana forest of Amazonian Bolivia. *Biotropica*, 33, 34-47.

Phillips, O. (1991). The ethnobotany and economic botany of tropical vines. En Putz, F.E. y Mooney, H.A. (eds.). *The Biology of Vines* (pp. 427-475). Cambridge, UK: University of Cambridge Press.

*Phillips, O. L., Baker, T. R., Arroyo, L., Higuchi, N., Killeen, T. J., Laurance, W. F., Lewis, S. L., Lloyd, J., Malhi, Y., Monteagudo, A., Neill, D. A., Núñez Vargas, P., Silva, J. N. M., Terborgh, J., Vásquez Martínez, R., Alexiades, M., Almeida, S., Brown, S., Chave, J., Comiskey, J. A., Czimczik, C. I., Di Fiore, A., Erwin, T., Kuebler, C., Laurance, S. G., Nascimento, H. E.M., Olivier, J., Palacios, W., Patiño S., Pitman, N. C. A., Quesada, C. A., Saldias, M., Torres Lezama A., and Vinceti B. (2004). Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976-2001. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 359, 381-407.

*Phillips, O. L., Baker, T. R., Arroyo, L., Higuchi, N., Killeen, T., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Malhi, Y., Monteagudo, A., Neill, D. A., Núñez Vargas, P., Silva, J. N., Terborgh, J., Vasquez Martinez, R., Alexiades, M., Almeida, S., Brown, S., Chave, J., Comiskey, J. A., Czimczik, C. I., Di Fiore, A., Erwin, T., Kuebler, C., Laurance, S. G., Nascimento, H. E. M., Olivier, J., Palacios, W., Saldias, M., Torres Lezama, A. y Vicenti, B. (2005). Late twentieth-century patterns and trends in Amazon tree turnover. *Tropical forests and global atmospheric change*. 107-128.

Pires, J. M. y Prance G. T. (1985). The vegetation types of the Brazilian Amazon. En Prance, G.T. y Lovejoy, T. J. (eds.). *Key Environments: Amazonia* (pp. 109-145). Oxford: Pergamon Press.

*Pitman, N. (2000). A large-scale inventory of two Amazonian tree communities. Ph.D. thesis. Department of Botany, Duke University.

*Pitman, N.C.A., J. Terborgh, M.R. Silman, P. Núñez V., D.A. Neill, C.E. Cerón, W. Palacios, & M. Aulestia (2001). Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology* 82(8), 2101–2117.

*Pitman, N., Terborgh, J. W., Silman, M. R., Núñez, P., Neill, D. A., Cerón, C. E., Palacios, W. A. y Aulestia, M. (2002). A comparison of tree species diversity in two Amazonian forests. *Ecology*, 83(11), 3210-3224.

Pitman, N. C. A., Widmer, J., Jenkins, C. N., Stocks, G., Seales, L., Paniagua, F. y Bruna, E. M. (2011). Volume and geographical distribution of ecological research in the Andes and the Amazon, 1995-2008. *Tropical Conservation Science*, 4(1), 64-81.

Portela, R., y Rademacher, I. (2001). A dynamic model of patterns of deforestation and their effect on the ability of the Brazilian Amazonia to provide ecosystem services. *Ecological Modelling*, 143(1), 115-146.

*Porter AM, Grote MN, Isbell LA, Fernandez-Duque E, Di Fiore A. (2015). A saki saga: Dynamic and disruptive relationships among *Pithecia aequatorialis* in Ecuador. *Folia Primatologica*, 86, 455-473.

Prance, G.T. (1982). Forest Refuges: evidence from woody angiosperms. En Prance, G. T. (ed.). *Biological Diversification in the Tropics* (pp. 137-158). Nueva York: Colombia University Press.

Pringle, C.M. (2001). Hydrological connectivity and the management of biological reserves: a global perspective. *Ecol. Applications*, 11, 981-999

- Prum, R. O. (1990). Phylogenetic analysis of the evolution of display behavior in the Neotropical manakins (Aves: Pipridae). *Ethology*, 84, 202-231.
- Puertas, C. (2000). Caracterización comparativa de la ictiofauna litoral en cuatro lagunas de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, Amazonía ecuatoriana. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.
- Putz, F. E., Pinard, M. A., Fredericksen, T. S. y Peña-Claros M. (2004). Forest science and the BOLFOR experience: lessons learned about natural forest management in Bolivia En Zarin, D. J., Alavalapati, J. R. R., Putz, F. E. y Schmink, M. (eds.). *Working forests in the neotropics: conservation through sustainable management?* (pp. 64-96). Nueva York: Columbia University Press.
- Raafat, S. M., Swing, K. (2016). Context and perspectives, introductory chapter. En Furze, J. N., Gupta, A. K., Reynolds, D. C., McClatchey, R., Swing, K. (eds.). *Mathematical advances towards sustainable environmental systems*. Springer.
- Rabinowitz, A. R. y Nottingham B. G. Jr. (1986). Ecology and behaviour of the Jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. *Journal of Zoology*, 210, 149-159.
- *Radtke, M. G. (2007). Tropical pyramids: dung beetle richness, abundance and biomass. Arizona State University.
- *Radtke, M. G. (2007). Forest fragment size effects on dung beetle communities? *Biological conservation*. *Biological conservation*, 141(3), 613-614.
- *Radtke, M. G., and Williamson, G. B. (2005). Volume and Linear Measurements as Predictors of Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Biomass. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 98(4), 548-551.
- *Radtke, M. G., Da Fonseca, C. R. V. y Williamson, G. B. (2006). Volume as a Predictor for Biomass: Equations for Neotropical Scarabaeidae. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 99(5), 831-836.
- *Radtke, M. G., Da Fonseca, C. R. V. y Williamson, G. B. (2007). The Old and Young Amazon: Dung Beetle Biomass, Abundance, Species Diversity. *Biotropica*, 39(6), 725-730.
- *Radtke, M. G., Da Fonseca, C. R. V. y Williamson, G. B. (2010). Dung Beetle Communities: a Neotropical-North Temperate Comparison. *Neotropical Entomology*, 39(1), 019-027.
- Rao, M. H., Myint, T., Zaw, T. y Htun, S. (2005). Hunting patterns in tropical forests adjoining the Hkakaborazi National Park, north Myanmar. *Oryx*, 39, 292-300.
- Rau, J. y Jiménez, J. (2002). Diet of Puma (*Puma concolor*, Carnivora: Felidae) in Coastal and Andean Ranges of Southern Chile. *Studies on Neotropical Fauna & Environment*, 37, 201-205.
- Reid, F. A., Engstrom, M. D. y Lim, B. K. (2000). Noteworthy records of bats from Ecuador. *Acta Chiropterologica*, 2, 37-51.
- *Renninger, H. J. y Phillips, N. (2010). Intrinsic and extrinsic hydraulic factors in varying sizes of two Amazonian palm species (*Iriartea deltoidea* and *Mauritia flexuosa*) differing in development and growing environment. *American Journal of Botany*, 97(12), 1-11.
- *Renninger, H. J. y Phillips, N. (2011). Hydraulic properties of fronds from palms of varying height and habitat. *Oecologia*, 167(4), 925-935.
- *Renninger, H. J. y Phillips, N. (2012). "Secondary stem lengthening" in the palm *Iriartea deltoidea* (Arecaceae) provides an efficient and novel method for height growth in a tree form. *American journal of botany*, 99(4), 607-613.

- *Renninger, H. J., Phillips, N. y Salvucci, G. D. (2010). Wet- vs. Dry-Season Transpiration in an Amazonian Rain Forest Palm *Iriartea deltoidea*. *Biotropica*, 42(4), 470-478.
- *Rex, K., Czaczkes, B. I., Michener, R., Kunz, T. H. and Voigt, C. C. (2010). Specialization and omnivory in diverse mammalian assemblages. *Ecoscience*, 17(1), 37-46.
- *Rex, K., Kelm, D. H., Wiesner, K., Kunz, T. H. y Voigt, C. C. (2008). Species richness and structure of three Neotropical bat assemblages. *Biological Journal of the Linnean Society*, 94, 617-629.
- *Rex, K., Michener, R., Kunz, T. H. y Voigt, C. C. (2011). Vertical stratification of Neotropical leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae) revealed by stable carbon isotopes. *Journal of Tropical Ecology*, 27, 211-222.
- Rexstad, E., Burnham, K. (1991). *User's guide for interactive program CAPTURE abundance estimation of closed population animal populations*. Colorado: Colorado State University.
- Richtisarm Cía Ltda. (1998). Estudio de impacto ambiental de Obe-1X y Pozo Nashiño. Informe no publicado. Quito, Ecuador.
- Rivera, C. y Soini, P. (2003). La herpetofauna de Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú. Resúmenes VI Congreso Latinoamericano de Herpetología. Lima.
- *Rivera, M. (2010). Análisis de una estrategia de conservación para *Podocnemis unifilis* en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- Rodríguez, F. y De Vries, T. (1994). Área de vida, hábitos alimenticios y preferencias de hábitat de los ocelotes (*Felis pardalis*) en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. *Revista de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. 22(58).
- Rodríguez, R. L., Sullivan, L. E., Crockett, R. B. y Shaw, K. (2004). Vibrational communication and reproductive isolation in the *Echenopa binotata* species complex of treehoppers (Hemiptera: Membracidae). *Evolution*, 58(3), 571-578.
- *Romo, D. (2001). Development of a computerized sound analysis method for monitoring anuran diversity in the Amazon Basin of Ecuador. Disertación doctoral. University of Minnesota, EE. UU.
- *Romo, D. (2013). Expedición por el Yasuní. *Ecuador Infinito*, 15-21.
- Ron, S. R. (2011). Anfibios de Parque Nacional Yasuní, Amazonía ecuatoriana. [en línea]. Ver. 1.7 (2011). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. <<http://tropicalfrogs.net/yasuni/>> [Consulta: 25 de Diciembre de 2012]
- * Ron, S. R., y Pramuk, J. B. (1999). A new species of *Osteocephalus* (Anura: Hylidae) from Amazonian Ecuador and Peru. *Herpetologica*, 55, 433-446.
- Rovero, F., Jones, T. y Sanderson, J. (2005). Notes on Abbott's duiker (*Cephalophus spadix* True 1890) and other forest antelopes of Mwanihana Forest, Udzungwa Mountains, Tanzania, as revealed by cameratrapping and direct observations. *Tropical Zoology*, 18, 1323.
- Royle J., Karanth, K., Gopalaswamy, A. y Kumar, N. (2009). Bayesian inference in camera trapping studies for a class of spatial capture-recapture models. *Ecology*, 90(11), 3233-3244.
- Rozza, A. F., Farah, F. T., Rodrigues, R. R. y Gandolfi, S. (2007). Ecological management of degraded forest fragments. En Rodrigues, R. R. y Martins, S. V. (eds.). *High Diversity Forest Restoration in Degraded Areas: Methods and Projects in Brazil* (pp. 171-196). Nueva York: Nova Science Publishers.

- *Ryder, T. B., Blake, J.G. y Loiselle B. A. (2006). A test of the environmental hotspot hypothesis for lek placement in three species of manakins (Pipridae) in Ecuador. *The Auk*, 123(1), 247-258.
- *Ryder, T. B., Blake, J. G., Parker, P. G. y Loiselle B. A. (2011). The composition, stability, and kinship of reproductive coalitions in a lekking bird. *Behav Ecol*, 22, 282-290.
- *Ryder, T. B. y Durães, R. (2005). It's not easy being green: using molt and morphological criteria to age and sex greenplumaged Manakins (Aves: Pipridae). *Ornitologia Neotropical*, 16, 481-491.
- * Ryder, T. B., Durães, R., Tori, W. P., Hidalgo, J. R., Loiselle, B. A., y Blake, J. G. (2008a). Nest survival for two species of manakins (Pipridae) in lowland Ecuador. *Journal of Avian Biology*, 39(3), 355-358.
- *Ryder, T. B., Horton, B. M. y Moore, I. T. (2011). Understanding testosterone variation in a tropical lek-breeding bird. *Biol. Lett.*, 1-4.
- *Ryder, T. B., McDonald, D. B., Blake, J. G., Parker, P. G., y Loiselle, B. A. (2008b). Social networks in the lek-mating wire-tailed manakin (*Pipra filicauda*). *Proc. R. Soc. B.*, 275, 1367-1374.
- *Ryder, T. B., Parker, P. G., Blake, J. G., y Loiselle, B. A. (2009). It takes two to tango: reproductive skew and social correlates of male mating success in a lek-breeding bird. *Proc. R. Soc. B*, 276, 2377-2384.
- *Ryder, T.B., Tori, W.P., Blake, J.G., Loiselle, B.A. y Parker, P.G. (2009). Mate choice for genetic quality: a test of the heterozygosity and compatibility hypotheses in a lek-breeding bird. *Behavioral Ecology*, 1-8.
- *Ryder, T. B., Wilkie, K. T. Mertl, A. L. y Traniello, J. F. A. (2007). Biodiversity below ground: probing the subterranean ant fauna of Amazonia. *Naturwissenschaften*, 94, 725-731.
- *Ryder T. B., Wilkie, K. T. Mertl, A. L. y Traniello, J. F. A. (2009). Diversity of ground-dwelling ants (Hymenoptera: Formicidae) in primary and secondary forests in Amazonian Ecuador. *Myrmecological News*, 12, 139-147.
- *Ryder T. B., Wilkie, K. T., Mertl, A. L. y Traniello, J. F. A. (2010). Species Diversity and Distribution Patterns of the Ants of Amazonian Ecuador. *PLoS One*, 5(10), 1-12.
- *Ryder, T. B., y Wolfe, J. D. (2009). The current state of knowledge on molt and plumage sequences in selected neotropical bird families: a review. *Ornitologia Neotropical*, 20, 1-18.
- *Rylands, A. B., Matauschek, C., Aquino, R., Encarnación, F., Heymann, E. W., De la Torre, S. y Mittermeier, R. A. (2010). The range of the golden-mantle tamarin, *Saguinus tripartitus* (Milne Edwards, 1878): distributions and sympatry of four tamarin species in Colombia, Ecuador, and northern Peru. *Primates*. 52(1), 25-39.
- Sabrosky, CW. (1952). How many insects are there? En Steferud, A. (ed.). *Insects: The Yearbook of Agriculture* (pp. 1-7). Washington: Government Printing Office.
- Salati E., y Vose, P. B. (1984). Amazon Basin: A system in equilibrium. *Science*, 225, 129-137.
- Salomão, R. P., Vieira, I. C. G., Suemitsu, C., Rosa, N. A., Almeida, S. S., Amaral, D. D. y Menezes, M. P. M. (2007). The forests of Belo Monte on the great curve of the Xingu River, Eastern Amazon. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, Belém, 2(3), 57-153.
- Salvador, P. (1998). *Patrones de movimiento de juveniles de Podocnemis unifilis (Testudinata: Pelomedusidae) en el Río Sábalo, Amazonía ecuatoriana*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Salvador, J. y Espinosa, S. (2015). Density and activity patterns of ocelot populations in Yasuní National Park, Ecuador. *Mammalia*. ISSN (Online) 1864-1547, ISSN (Print) 0025-1461, doi:10.1515/mammalia-2014-0172.

- *Salvador-Van Eysenrode, D. (2000). Gaps, diversity and canopy dynamics, in a terra firme rainforest in Amazonian Ecuador (Doctoral dissertation). Universiteit Antwerpen, Antwerpen, Netherlands.
- *Salvador-Van Eysenrode, D., Bogaert, J., Van Hecke, P. y Impens, I. (1998). Influence of Tree-Fall Orientation on Canopy Gap Shape in an Ecuadorian Rain Forest. *Journal of Tropical Ecology*, 14(6), 865-869.
- Sanderson, E.W., Chetkiewicz, C., Rabinowitz, A., Redford, K. H., Robinson, J. G., Taber, A. B. (1999). Un análisis geográfico del estado de conservación y distribución de los jaguares a través de su área de distribución. En Medellín, R. A., Equihua, C., Chetkiewicz, C., Crawshaw, P.G., Rabinowitz, A., Redford, K. H., Robinson, J. G., Sanderson, E.W., Taber, A. B. (eds.). *El Jaguar en el Nuevo Milenio* (pp. 551-600). Nueva York: Ediciones Científicas Universitarias, Universidad Nacional Autónoma de México/ Wildlife Conservation Society.
- Saul, W.G. (1975). An ecological study of fishes at a site in Upper Amazonian Ecuador. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 127(12), 93-134.
- Schaffner C. M. y French, J. A. (2004). Behavioral and endocrine responses in male marmosets to the establishment of multimale breeding groups: Evidence for non-monopolizing facultative polyandry. *International Journal of Primatology*, 25, 709-732.
- * Schargel, W. E., Lamar, W. W., Passos, P., Valencia, J. H., Cisneros-Heredia, D. F. y Campbell, J. A. (2013). A new giant *Atractus* (Serpentes: Dipsadidae) from Ecuador, with notes on some other large Amazonian congeners. *Zootaxa*, 3721(5), 455-474.
- *Schmitt, C. A., Di Fiore, A. (2014). Life history, behavior, and development of wild immature lowland woolly monkeys (*Lagothrix poeppigii*) in Amazonian Ecuador. En Defler, T. R., Stevenson, P. R. (eds.). *The Woolly Monkey: Behavior, Ecology, Systematics, and Captive Research* (pp. 113-146). Nueva York: Springer.
- *Schmitt, C., Di Fiore, A., Hurst, D. y Fernández-Duque E. Maternally-initiated babysitting by wild adult male equatorial sakis (*Pithecia aequatorialis*) in Yasuní National Park, Ecuador. In *1st Annual NYCEP Symposium: 'Monkeys: Old and New'*, New York.
- *Schmitt, C. A., Di Fiore, A. (2015). Predation risk sensitivity and the spatial organization of primate groups: A case study using GIS in lowland woolly monkeys (*Lagothrix lagotricha poeppigii*). *American Journal of Physical Anthropology*, 156, 158-165.
- Schnitzer, S. A., Dalling, J. W. y Carson, W. P. (2000). The impact of lianas on tree regeneration in tropical forests canopy gaps: evidence for an alternative pathway of gap-phase regeneration. *Journal of Ecology*, 88, 655-666.
- Schnitzer, S. A. y Bongers, F. (2002). The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology and Evolution*, 17, 223-230.
- Schnitzer, S. A. y Carson, W. P. (2010). Lianas suppress tree regeneration and diversity in treefall gaps. *Ecology Letters*, 13, 849-857.
- Schnitzer, S. A., Parren, M. P. E. y Bongers, F. (2004). Recruitment of lianas into logging gaps and the effects of pre-harvest liana cutting in a Cameroon lowland forest. *Forest Ecology and Management*, 190, 87-98.
- Scognamillo, D., Maxit, I., Sunquist, M. y Polisar, J. (2003). Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *Journal of Zoology*, 259, 269-279.
- *Segovia, R. (2006). Escatología molecular en *Lagothrix lagotricha* (Primates: Platyrrhini): un método no invasivo de amplificación de ADN. Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

- Shuster, S. M. y Wade, M. J. (2003). *Mating systems and strategies*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Silveira, L., Jácomo, A. T. A. y DinizFilho, J. A. F. (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation*, 114, 351-355.
- Silver, S. (2004). *Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara*. Wildlife Conservation Society.
- Silver, S., Ostro, L., Marsh, L., Maffei, L., Noss, A., Kelly, M., Wallace, R., Gómez, H., Ayala, G. (2004). The use of camera traps for estimating jaguar (*Panthera onca*) abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 38(2), 1-7.
- Simmons, N. B. y Voss, R. S. (1998). The mammals of Paracaou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna part 1, Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 237, 1-219.
- Slater, G. J. y Van Valkenburgh, B. (2008). Long in the tooth: evolution of sabertooth cat cranial shape. *Paleobiology*, 34, 403-419.
- Smith, R. J., Veríssimo, D., Leader-Williams, N., Cowling, R. M. y Knight, A. T. (2009). "Let the Locals Lead." *Nature*, 462(11): 280-81.
- Snow, D. W. (1962). A field study of the Black and White Manakin, *Manacus manacus*, in Trinidad. *Zoologica* (NY), 47, 65-104.
- Soares-Filho, B. S., Nepstad, D. C., Curran, L. M., Cerqueira, G. C., Garcia, R. A., Ramos, C. A., Voll, E., McDonald, A., Lefebvre, P., y Schlesinger, P. (2006) Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, 440(7083), 520-523.
- Soisalo, M. y Cavalcanti, S. (2006). Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biol. Conserv*, 129, 487-496.
- Sombroek, W. G. (1984). Soils of the Amazon Region. En Sioli (ed.). *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and Its Basin* (pp. 521-535). W. Junk, Dordrecht.
- *Spehar, S. N., Link, A. y Di Fiore, A. (2010). Male and Female Range Use in a Group of White-Bellied Spider Monkeys (*Ateles belzebuth*) in Yasuni National Park, Ecuador. *American Journal of Primatology*, 72, 129-141.
- *Spence-Aizenberg, A. (2010). Affiliative behaviors in pairbonded Red titi monkeys (*Callicebus discolor*). University of Pennsylvania. *Publicly accessible Penn Dissertations*. Paper 95.
- *Spence-Aizenberg, A., Di Fiore, A. y Fernández-Duque, E. (2016). Social monogamy, male-female relationships, and biparental care in wild titi monkeys (*Callicebus discolor*). *Primates*, 57, 103-112.
- SrbekAraujo, A. C. y Chiarello, A. G. (2005). Is cameratrapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 21, 121125.
- *Staton, S. J., Woodward, A., Castillo, J. A., Swing, K., y Hayes, M. A. (2015). Ground level environmental protein concentrations in various Ecuadorian environments: Potential uses of aerosolized protein for ecological research. *Ecological Indicators*, 48, 389-395.
- Stewart, D. y Barriga, R. (1997). Peces migratorios de la Alta Amazonía (Cuenca del río Napo, Ecuador). Proyecto Financiado por National Geographic y National Science Foundation. Informe interno.

- Stewart, D. J., Barriga, R. y Ibarra, M. (1987). Ictiofauna de la cuenca del Río Napo, Ecuador Oriental: Lista Anotada de Especies. *Politécnica*, 12 (4), 963
- Stewart, D. J., Ibarra, M. y Barriga-Salazar, R. (2002). Comparison of deep-river and adjacent sandy-beach fish assemblages in the Napo River Basin, eastern Ecuador. *Copeia*, 2, 333-343.
- Stocks, G., Seales, L., Paniagua, V., Maehr, E. y Bruna, E. M. (2008). The geographical and institutional distribution of ecological research in the tropics. *Biotropica*, 40, 397-404.
- Stuart, S. N., Wilson, E. O., McNeely, J. A., Mittermeier, R. A. y Rodriguez, J. P. (2010). Ecology: The barometer of life. *Science*, 328(5975), 177.
- Suárez, E., Morales, M. y Cueva, R. (2009). Oil industry, wild meat trade, and roads: indirect effects of oil extraction activities in a protected area in Northeastern Ecuador. *Anim. Conserv.* 12, 364-373.
- Sunquist, M. E. y Sunquist, F. C. (2002). *Wild Cats of the World*. Chicago: University of Chicago Press.
- Swing, C. K. (1992). Influences on the instream distribution of *Astyanax fasciatus* in a small river in Costa Rica. Tesis doctoral. Louisiana State University
- Swing, C. K. (1994-1995). Evaluaciones ecológicas sobre las comunidades ícticas en la zona de influencia de las operaciones petroleras en el Parque Nacional Yasuní por el consorcio Maxus. Tomos I-IV Ecuambiente.
- Swing, K. (2001). Impactos ambientales de la operacion de Perez/Companc sobre la comunidad íctica en el Bloque 31. Informe técnico para el Ministerio de Medio Ambiente a través de Daimi Services.
- Swing, K. (2004). Evaluacion ambiental de la campaña sísmica en el Bloque 14. EnCan, Ecuador.
- *Swing, K., (2008). Determinación de la extensión de los impactos ambientales de un derrame de crudo en la zona de la plataforma Amo A en el Bloque 16, Parque Nacional Yasuní y asesoría para su manejo y remediación, componente íctico. *Ecuambiente Consulting Group*, 1-9.
- *Swing, K. (2011a). Fight for Yasuní far from finished. *Science, Commentary* 331, 29.
- *Swing, K. (2011b). Day of reckoning for Ecuador's biodiversity. *Nature*, 469(7330), 267.
- *Swing, K. (2011c). Endangered cultures need protection too. *Nature, Correspondence*, 476, 283.
- *Swing K. (2012a). Preliminary observations on the natural history of representative treehoppers (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cicadomorpha: Membracidae and Aetalionidae) in the Yasuní Biosphere Reserve, including first reports of 13 genera for Ecuador and the Province of Orellana. *Avances en Ciencias e Ingenierías*. 4(2), B17-30.
- *Swing, K. (2012b). Periodontal abscess in a wild Amazon tapir *Tapirus terrestris*. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 4(2), 2-4.
- *Swing, K. (2013). Yasuní oil plans call for vigilance. *Nature*, 499, 394-396.
- *Swing, K. (2014). Evolution in Relation to Environmental Impacts and Extreme Species Loss, Chapter 5. En Trueba, G. (ed.). *Why does evolution matter? The importance of understanding evolution* (pp. 77-86). Cambridge Scholars Publishing. ISBN (10): 1-4438-6518-4, ISBN (13): 978-1-4438-6518-0.
- *Swing, K. (2016a). The vocabulary of nature, preface. En Furze, J.N., Gupta, A.K., Reynolds, D. C., McClatchey, R. y Swing, K. (eds.). *Mathematical advances towards sustainable environmental systems* (pp. vii-ix). Springer.
- *Swing, K. (2016b). Introduction to biodiversity. En Furze, J. N., Gupta, A. K., Reynolds, D. C., McClatchey, R., Swing, K. (eds.). *Mathematical advances towards sustainable environmental systems* (pp. 89-107). Springer.

- *Swing K. (2016c). Challenges to conservation. En Furze, J. N., Gupta, A. K., Reynolds, D. C., McClatchey, R., Swing, K. (eds.). *Mathematical advances towards sustainable environmental systems*. Springer.
- *Swing, K., Davidov, V. y Schwartz, B. (2012). Oil developmental on traditional lands of indigenous peoples; coinciding perceptions on two continents. *Journal of Developing Societies*, 28(2), 257-280.
- *Swing, K., Denkinger, J., Carvajal, V., Encalada, A., Silva, X., Coloma, L. A., Guerra, J. F., Campos Yáñez, F., Zak, V., Riera, P., Rivadeneira, J. F. y Valdebenito, H. (2014). Las colecciones científicas: percepciones y verdades sobre su valor y necesidad. *Bitácora Académica*, 1, 1-46.
- Swing, C. K. y Ramsey, J. S. (1989). A field key to fish families reported from South American freshwaters/ Una clave para las familias de peces reportadas de aguas dulces sudamericanas. *Occ. Pap. LSU Mus. Nat. Sci*, 64, 1-73.
- *Swing, K. y Sempértegui, L. (2012). Problems enforcing Ecuador ecology law. *Nature, Correspondence*, 491, 40.
- *Taerum, S. J., Cafaro, M. J., Little, A. E. F., Schultz, T. R. y Currie, C. R. (2007). Low host-pathogen specificity in the leaf-cutting ant-microbe symbiosis. *Proc. R. Soc. B*, 274, 1971-1978.
- *Taylor, O. M. and Cameron, S. A. (2003). Nest construction and architecture of the Amazonian bumble bee (Hymenoptera: Apidae). *Apidologie*, 34, 321-331.
- Terborgh, J. (1992). Diversity and the tropical rain forest. Scientific American Library, New York, USA.
- Terborgh, J., Núñez-Iturri, G., Pitman, N. C., Valverde, F. H., Álvarez, P., Swamy, V., Pringle, E. G. y Paine, C. E. (2008). Tree recruitment in an empty forest. *Ecology*, 89, 1757-1768.
- The Fading Call of the Wild. A Status Update on 15 Species of Disappearing Wild Cats & Canids. A Report by the International Fund for Animal Welfare, Panthera, the IUCN/SSC Canid Specialist Group, the IUCN/SSC Cat Specialist Group, and the Wildlife Conservation Society.
- Thorbjarnarson, J. V., Pérez, N., Escalona, T. (1993). Nesting of *Podocnemis unifilis* in the Capanaparo River, Venezuela. *Journal of Herpetology*. 27(3), 344-347.
- Tirira, D. G. (2007). *Mamíferos del Ecuador: guía de campo*. Quito: Ediciones Murciélagos Blanco.
- Tirira, D. G. (2016). *Mamíferos del Ecuador: lista actualizada de especies / Mammals of Ecuador: Updated checklist species*. Versión 2016.2. Quito: Fundación Mamíferos y Conservación. Recuperado de <http://mamiferosdeecuador.com> (actualización/updated: 2016-12-30). doi: 10.13140/RG.2.1.1508.2489
- Tobler, M. W., Carrillo-Percestequi, S. E. y Powell, G. (2009). Habitat use, activity patterns and use of mineral licks by five species of ungulate in south-eastern Peru. *Journal of Tropical Ecology*, 25, 261-270.
- Tobler, M. W., Carrillo-Percestequi, S. E., Zúñiga Hartley, A., y Powell, G. V. N. (2013). High jaguar densities and large population sizes in the core habitat of the southwestern Amazon. *Biological Conservation*, 159, 375-381.
- Tobler, M., y Powell, W. (2013). Estimating jaguar densities with camera traps: problems with current designs and recommendations for future studies. *Biol. Conserv.*, 159, 109-118.
- Tófoli, C., Rohe, F. y Setz, E. (2009). Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) (Geoffroy, 1803) (Carnivora, Felidae) food habits in a mosaic of Atlantic Rainforest and eucalypt plantations of southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69, 871.
- *Tori, W. P. (2008). Sexual selection in an exploded lekking species: the white-crowned manakin (*Pipra pipra*). Disertación PhD. University of Missouri, St. Louis.

- *Tori, W. P., Durães, R. D., Ryder, T. B., Anciães, M., Karubian, J., Macedo, R. H., Uy, A. C., Parker, P. G., Smith, T. B., Stein, A. C., Webster, M. C., Blake, J. G. y Loiselle, B. A. (2008). Advances in sexual selection theory: insights from tropical avifauna. *Ornitología Neotropical*, 19(Supplement), 151-163.
- *Tori, W. P., Ryder, T. B., Durães, R., Hidalgo, J. R., Loiselle, B. A., and Blake, J. G. (2006). Obtaining Offspring Genetic Material: A New Method for Species with High Nest Predation Rates. *The Condor*, 108(4), 948-952.
- *Torres, C. P., Suárez, J. y Cisneros-Heredia, D. F. (2007). *Cochranella erminea*, a new species of Centrolenidae (Amphibia: Anura: Athesphatanura) from Amazonian Peru. *Journal of the National Museum, Natural History Series*, 176(1), 1-12.
- Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group (1996). *Podocnemis unifilis* & *Podocnemis expansa*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e.T17825A97397562.
- Trail, P. y Adams, E. (1989). Active mate choice at cock-of-the-rock leks: tactics of sampling and comparison. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 25, 283-292.
- Trolle, M. (2003). Mammal survey in the southeastern Pantanal, Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 12, 823-836.
- Trolle, M. y Kéry, M. (2003). Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mammalogy*, 84, 607-614.
- *Troya, E.D. (2016). Diferencias etarias en las estrategias de cacería de *Cebuella pygmaea*. Tesis de licenciatura. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- Tuomisto, H., Ruokolainen, K., Kalliola, R., Linna, A., Danjoy W., y Rodríguez, Z. (1995). Dissecting Amazonian biodiversity. *Science*, 269, 63-66.
- Tuttle, M. D. (1974). Unusual drinking behavior of some stenodermine bats. *Mammalia*, 38, 141-144.
- Val, A. L., Marcon, J. L., Costa, O. T. F., Barcelos, J. F. M., García, J. T. M. y Almeida-Val, V.M.F. (1999). Fish of the Amazon: surviving environmental changes. En Sakesena, D.N., (ed.). *Ichthyology: recent research advances* (pp. 389-402). New Hampshire: Science Publishers, Inc., Enfield.
- Valencia, R., Foster, R.B., Villa, G., Condit, R., Svenning, J-C., Hernandez, C., Romoleroux, K., Losos, E., Magard, E. y Balslev, H. (2004). Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: large forest plot in eastern Ecuador. *J. Ecol.* 92, 214-229.
- *Van Belle S, Fernandez-Duque E, Di Fiore A. 2016. Demography and life history of wild red titi monkeys (*Callicebus discolor*) and equatorial sakis (*Pithecia aequatorialis*) in Amazonian Ecuador: A 12-year study. *American Journal of Primatology* 78:204-215.
- Vanzolini, P. E. (2003). On clutch size and hatching success of the South American turtles *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) and *P. unifilis* Troschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 75(4), 415-430.
- *Veijalainen, A., Sääksjärvi, I. E, Erwin, T. L., Gómez, I. C., y Longino, J. T. (2012). Subfamily composition of Ichneumonidae (Hymenoptera) from western Amazonia: Insights into diversity of tropical parasitoid wasps. *Insect Conservation and Diversity*. doi: 10.1111/j.1752-4598.2012.00185.x
- *Veijalainen, A., Wahlberg, N., Broad, G. R., Erwin, T. L., Longino, J. T. y Sääksjärvi, I. E. (2012). Unprecedented ichneumonid parasitoid wasp diversity in tropical forests. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 279(1748), 4694-4698.
- Vidal, E., Johns, J., Gerwing, J. J., Barreto, P. y Uhl, C. (1997) Vine management for reduced impact logging in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 98, 105-114.

- Viana, V. M. y Tabanez, A. A. J. (1996). Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. En Schelhas, J. y Greenberg, R. (eds.) *Forest patches in tropical landscapes* (pp. 151-167). Washington, D.C.: Island Press.
- Vieira, I. C. G. y Proctor, J. (2007). Mechanisms of plant regeneration during succession after shifting cultivation in eastern Amazonia. *Plant Ecology*, 192, 303-315.
- Vigle, G. O. (2008). The Amphibians and Reptiles of the Estación Biológica Jatun Sacha in the Lowland Rainforest of Amazonian Ecuador: A 20-Year Record. *Breviora*, 514, 1-30.
- *Voigt, C.C. (2010) Insights into strata use of forest animals using the Canopy Effect. *Biotropica*, 42, 634-637.
- *Voigt, C. C., Capps, K. A., Dechmann, D. K. N., Michener, R. H. y Kunz, T. H. (2008). Nutrition or Detoxification: Why Bats Visit Mineral Licks of the Amazonian Rainforest. *PLoS One*, 3(4), 1-4.
- *Voigt, C. C., Dechmann, D. K. N., Bender, J., Rinehart, B. J., Michener, R. H. y Kunz, T. H. (2007). Mineral Licks Attract Neotropical Seed-Dispersing Bats. *Research Letters in Ecology*, 1-4.
- *Voigt, C. C., Zubaid, A., Kunz, T. H. y Kingston, T. (2010). Sources of Assimilated Proteins in Old and New World Phytophagous Bats. *Biotropica*, 1-6.
- *Von Ellenrieder, N. y Garrison, R. W. (2011). Odonata from Tiputini, Orellana Province, Ecuador. *Agrion*, 15(2), 40-46.
- Weckel, M., Giuliano, W. y Silver, S. (2006). Jaguar (*Panthera onca*) feeding ecology: distribution of predator and prey through time and space. *Journal of Zoology*, 270, 25-30.
- Weitzman, S.H y Weitzman, M. (1982). Biogeography and evolutionary diversification in Neotropical freshwater fishes, with comments on the Refuge Theory. En Prance, G.T. *Biological diversification in the tropics* (pp. 403-422). Columbia Univ. Press.
- Whitmore, T. C. (1998). *An Introduction to Tropical Rain Forests*. Second Edition. Oxford University Press, Oxford.
- Whitmore, T. C. y Prance, G. T. (eds.). (1987). Biogeography and Quaternary History in Tropical America. *Oxford Monographs on Biogeography*, 3, 214 pp.
- Wildlife Conservation Society, World Wildlife Fund y Panthera. (2016). *Memorias del Taller Internacional: Planificando la Conservación del Jaguar en la Amazonía*. La Paz, Bolivia: Wildlife Conservation Society (WCS), World Wildlife Fund (WWF) y Panthera.
- Wiley, R. H. (1991). Lekking birds and mammals: behavioral and evolutionary issues. *Advances in the Study of Behavior*, 20, 201-291.
- *Wolfe, J. D., Ryder, T. B. y Pyle, P. (2010). Using molt cycles to categorize the age of tropical birds: an integrative new system. *J. Field Ornithol.*, 81(2), 186-194.
- Won, H. y Renner, S. S. (2006). Dating dispersal and radiation in the gymnosperm *Gnetum* (Gnetales) clock calibration when outgroup relationships are uncertain. *Systematic Biology*, 55(4), 610-622.
- Wood, T. K. (1993). Diversity in the New World Membracidae. *Ann. Rev. Entomol.* 38, 409-435.
- Woodward, C. (1996). Soil compaction and topsoil effects on soil properties and seedling growth in Amazonian Ecuador. *Forest Ecology and Management*, 82, 197-209.

*Woodward, C. L., Berry, P. E., Maas-van de Kamer, H., & Swing, K. (2007). *Tiputinia foetida*, a new mycoheterotrophic genus of Thismiaceae from Amazonian Ecuador, and a likely case of deceit pollination. *Taxon*, 56(1), 157-162.

Worthington, A. H. (1982). Population sizes and breeding rhythms of two species of manakins in relation to food supply. En Rand, A. S., Windsor Jr., D. M. y Leigh, E. G. (eds.). *The Ecology of a Tropical Forest: Seasonal Rhythms and Long-term Changes* (pp. 213-226). Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press.

Wright, S. J., Hernández, A. y Condit, R. (2007). The bushmeat harvest alters seedling banks by favoring lianas, large seeds, and seeds dispersed by bats, birds, and wind. *Biotropica*, 39(3), 363-371.

Yépez, P., De la Torre, S. y Snowdon, C. T. (2005). Interpopulation differences in exudate feeding of pygmy marmosets in Ecuadorian Amazonia. *American Journal of Primatology*, 66, 145-158.

Young, S. P. y Goldman, E. A. (1946). *The Puma, Mysterious American Cat*. Part I. History, Life Habits, Economic Status, and Control. Washington D.C.: The American Wildlife Institute.

*Zook, D. (2010). Tropical rainforests as dynamic symbiospheres of life. *Symbiosis*, 51, 27-36.

Autores



Hernán G. Álvarez. Hernán es biólogo interesado en la conservación de vida silvestre y sus hábitats asociados. En 2015, obtuvo su título de maestría en Conservación y Ecología de Vida Silvestre con una especialización en el estudio de las Dimensiones Humanas de la Conservación, en la Universidad de Florida, Gainesville, EE. UU. Su investigación de maestría se enfocó en evaluar las percepciones de éxito de programas de conservación con base comunitaria dentro de la Reserva de Biosfera Yasuní, con la finalidad de entender los factores que influyen el éxito o el fracaso de proyectos de conservación con base comunitaria. Hernán empezó a trabajar en el mundo de la conservación en 2010 involucrando a comunidades indígenas amazónicas en temas de educación ambiental y monitoreo de vida silvestre. Antes de esto, Hernán había trabajado con genética de aves para entender procesos evolutivos de selección sexual. En la actualidad, se encuentra trabajando en WCS-Ecuador, evaluando la cacería de subsistencia y comercial de comunidades indígenas amazónicas, y trabajando con temas relacionados con conflicto gente-fauna en los Andes del Ecuador.



John G. Blake. John es profesor del Departamento de Ecología de la Vida Silvestre y Conservación, y también de la Escuela de Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad de Florida, EE. UU. Es editor de la revista científica *Biotrópica* de la Asociación para la Conservación y Biología Tropical. Él está interesado en la estructura y organización de las comunidades de aves en los bosque bajos del oriente ecuatoriano en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Su principal proyecto busca entender los patrones espaciales y temporales de la diversidad de aves, así como también aspectos relacionados con la composición de las comunidades, dinámica de poblaciones y sus movimientos. Este proyecto lo lleva a cabo en dos parcelas

de 100 hectáreas establecidas en bosque de terra firme en 2001. El estudio combina el uso de redes de neblina y observaciones directas para registrar la presencia y ubicación de aves dentro y fuera de las dos parcelas. Otro proyecto de importancia, que lo lleva a cabo en colaboración con personal de la Estación de Biodiversidad Tiputini, es el de cámaras trampa enfocado en la fauna terrestre de mamíferos y aves grandes. John fue investigador y profesor fundador de la Estación Biológica La Selva en Costa Rica. Cabe destacar que el Dr. Blake ha fomentado la integración y formación de biólogos latinoamericanos entre los que se incluyen varios ecuatorianos.



Robyn Burnham. Robyn obtuvo su PhD de la Universidad de Washington y actualmente es curadora asociada de plantas vasculares del Herbario de la Universidad de Michigan, donde también ocupa el cargo de profesora asociada. Robyn está involucrada con la investigación de las plantas trepadoras de la Amazonía con especialización en los flancos bajos de la cordillera de los Andes de Ecuador, Perú y Bolivia. Sus intereses incluyen la estructura de la comunidad y la composición de especies de los bosques tropicales, desde el punto de vista de las lianas y enredaderas que habitan dichos bosques. Recientemente amplió su interés para enfocarse en los impactos de la intervención humana en los bosques amazónicos debido a la explotación de petróleo, la agricultura y la minería de oro. Ella continúa trabajando activamente en su laboratorio para investigar la historia paleobotánica del norte de Sudamérica con trabajo en las llanuras intermontanas de Ecuador y las llanuras del Este de Bolivia.



Diego F. Cisneros-Heredia. Diego está actualmente completando sus estudios de PhD en King's College de Londres, Inglaterra con especialidad en Biogeografía. Tiene una maestría de la misma universidad en Monitoreo y Manejo Ambiental. Es coordinador del área de Biología del Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad San Francisco de Quito. Diego es uno de los investigadores

jóvenes con mayor cantidad de publicaciones científicas, superando las 100 hasta la fecha. Recibió el premio Matilde Hidalgo de la Senescyt por investigador becario con mayor producción científica 2016. Es investigador asociado del National History Museum de Londres y autoridad nacional de la lista roja de anfibios y reptiles de la IUCN. Sus intereses son la evolución, historia natural y conservación de la biodiversidad con énfasis en aves, anfibios, reptiles, arañas y onicóforos, así como con temas relacionados a ecología urbana.



Stella de la Torre. Stella es ecóloga con 30 años de experiencia en investigación y enseñanza. Obtuvo su doctorado en la Universidad de Wisconsin, Madison. Actualmente es Decana y Profesora del Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de San Francisco de Quito. Ha realizado investigaciones en ecología y comportamiento de varios taxones de animales en la Amazonía ecuatoriana, con especial énfasis en primates. Tiene más de 60 artículos publicados en revistas y libros especializados con los resultados de su investigación.

Es miembro de Grupo de Especialistas en Primates de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y presidenta del Grupo de Especialistas de Primates del Ecuador (GEPE). Fue becaria de la National Geographic Society y de la Comisión Fulbright, entre otros. Ha desarrollado programas de educación ambiental a nivel local y regional para apoyar a la conservación de los primates ecuatorianos y de sus hábitats. Desarrolló también un programa de investigación participativa y apoyo a la implementación de actividades de producción sustentable para la conservación del ambiente y la cultura Secoya, una minoría étnica de la Amazonía.



Anthony Di Fiore. Anthony obtuvo su PhD de la Universidad de California, Davis. Actualmente es Director y profesor del Departamento de Antropología de la Universidad de Texas, Austin, EE. UU. Él realiza estudios de campo de largo plazo sobre el comportamiento y ecología de varias especies de primates de la

Amazonía ecuatoriana para investigar en qué forma las condiciones ecológicas (tales como la abundancia y distribución de los recursos alimenticios) y las estrategias de los primates conespecíficos moldean el comportamiento y relaciones sociales de los primates; para finalmente determinar en qué tipos de sociedades están viviendo ellos. Esto es un punto central del enfoque de la antropología evolutiva, ya que se busca entender las formas en las que el comportamiento y los sistemas sociales son moldeados por las presiones ambientales. Anthony complementa sus estudios de campo con el análisis molecular genético para complementar los casos que son típicamente difíciles de entender solo con la observación de los animales, incluyendo temas como el comportamiento de la dispersión social, flujo genético, patrones de apareamiento, estructura poblacional y éxito evolutivo como consecuencia del comportamiento individual. En colaboración con varios colegas, ha empezado a utilizar técnicas moleculares para investigar preguntas más amplias concernientes a la historia evolutiva, los sistemas sociales y los roles ecológicos de varios primates del nuevo mundo.



Terry Erwin. Terry es PhD en entomología, experto en biodiversidad y luchador del dosel de la selva tropical. Terry ha trabajado en los bosques neotropicales desde 1968 desde el sur de México hasta que llegó a la Estación de Biodiversidad Tiputini en 1997. Unos años antes empezó su trabajo en la vía Maxus monitoreando los cambios potenciales que podrían ocurrir en las poblaciones de insectos por la presencia de las actividades de la industria petrolera. Es un experto mundial en la familia Carabidae con más de 300 publicaciones enfocadas en su forma de vida y los biotopos en los que estos insectos viven, muchos de ellos de la llanura amazónica. Los datos generados de las parcelas de Tiputini y de la vía Maxus en el Km 39 han sido incorporadas en al menos 15 publicaciones, incluyendo las revistas *Science* y *Nature* con artículos enfocados en cómo la Amazonía reacciona a la invasión humana y el cambio climático.



Eduardo Fernández-Duque. Eduardo tiene un PhD en Comportamiento Animal de la Universidad de California, Davis, EE. UU. Actualmente es profesor del departamento de Antropología de la Universidad de Yale y, antes de esta posición, trabajó para el departamento de Antropología de la Universidad de Pennsylvania, EE. UU. Eduardo es de nacionalidad argentina y lleva gran parte de su investigación en ese país y en la Amazonía ecuatoriana, estudiando los monos sakis, titís y nocturnos porque son los tres géneros que presentan monogamia, un alto y fascinante grado de dimorfismo sexual, extienden su afiliación entre parejas y tienen un desarrollado cuidado parental. También realiza investigación comparativa en poblaciones de monos aulladores de Argentina y Venezuela donde está examinando los sistemas de apareamiento y selección sexual enfocándose en un grupo totalmente diferente que mantiene grupos de varias hembras.



Bette Loiselle. Bette es la actual directora del Programa para la Conservación Tropical y Desarrollo del Centro para Estudios Latinoamericanos de la Universidad de Florida. También es profesora del Departamento de Ecología de la Vida Silvestre y Conservación de dicha universidad. Bette trabajó antes en la Universidad de Missouri, St. Louis. Sus intereses de investigación incluyen la ecología y conservación tropical, la ecología de la dispersión de semillas desde el punto de vista de las plantas y de los animales, dinámica de poblaciones de aves, la estructura y organización social en los leks y sus consecuencias sobre la reproducción y estructura poblacional de los saltarines, así como también las aplicaciones de los Sistemas Geográficos de Información para la investigación en biodiversidad y conservación. Bette ha sido miembro de la Fundación Nacional para las Ciencias de los Estados Unidos y fue investigadora y profesora fundadora de la Estación Biológica La Selva, en Costa Rica. Cabe destacar que, durante toda su vida académica, Bette ha promovido y apoyado la formación de varias generaciones de biólogos latinoamericanos, entre los que se cuentan algunos ecuatorianos.



Andrés Link. Andrés es un biólogo dedicado al estudio y conservación de los primates y mamíferos neotropicales. Realizó sus estudios de pregrado en Biología e Ingeniería Industrial en la Universidad de Los Andes en Colombia, y obtuvo su título doctoral en Antropología Biológica en New York University. Actualmente es profesor asistente del departamento de Ciencias Biológicas y la facultad de Administración de la Universidad de Los Andes. Desde hace 17 años ha estudiado la ecología y comportamiento de varias especies de primates y se ha enfocado en comprender los factores que influyen sobre sus relaciones sociales y comportamiento social. Llegó por primera vez a Yasuní en 2002 y, desde entonces, ha mantenido una colaboración con el Dr. Anthony Di Fiore en el estudio de los monos araña (*Ateles belzebuth*), en uno de los estudios continuos más largos sobre estos primates en el Nuevo Mundo.



Diego Mosquera Bustillos. Diego es Ecólogo de la Universidad San Francisco y tiene una maestría en Sistemas Geográficos de Información. Ha trabajado en diferentes áreas protegidas del Ecuador y desde hace alrededor de 15 años trabaja en la Amazonía ecuatoriana. Desde 2005, se desempeña en la EBT como administrador residente y como investigador, liderando el Proyecto Cámaras. Está particularmente interesado en la ecología, diversidad y comportamiento de mamíferos, en especial los felinos, y en las relaciones que influyen en la composición de las comunidades animales. Es fotógrafo aficionado y últimamente también trabaja con drones, explorando sus aplicaciones para la conservación.



Nigel Pitman. Nigel es un botánico y conservacionista norteamericano que trabaja para el Chicago Field Museum de Chicago, Estados Unidos. Su trabajo científico y sus decenas de publicaciones se centran en la ecología de los árboles amazónicos, en las floras endémicas de Ecuador y Perú, y en los inventarios de biodiversidad como herramienta para la conservación. Para su estudio doctoral en la Universidad de Duke, realizó una comparación entre las comunidades arbóreas de los parques nacionales Yasuní y Manu de Perú.



Mayer Rodríguez. Mayer es guía naturalista y ha trabajado desde hace 21 años en la Estación de Biodiversidad Tiputini. Antes de esto trabajó para Yuturi Lodge. Mayer no tiene formación académica formal y es bachiller en Humanidades. Sin embargo su conocimiento del bosque lo convierte en una de las personas más sabias sobre la biodiversidad de Yasuní. Mayer comparte su pasión por la selva con estudiantes, científicos y todo aquel que muestra interés por el bosque.



David Romo Vallejo. David obtuvo su PhD en Biología para la Conservación en la Universidad de Minnesota. Actualmente trabaja para la Universidad San Francisco de Quito como profesor del Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales, es codirector de la Estación de Biodiversidad Tiputini y Director del Programa de Diversidad Étnica. Entre los intereses actuales de investigación de David están los saladeros como fuentes de sodio y potasio y, el uso de cámaras trampa para entender el comportamiento de animales grandes en el bosque amazónico. Ha sido miembro fundador del Grupo Asesor Técnico del Parque y Reserva de Biosfera Yasuní, asesor científico de la Iniciativa Yasuní-ITT y se declara como un promotor y defensor de la conservación y manejo del Yasuní. Dentro del programa de Diversidad Étnica de la USFQ, es responsable del ingreso y rendimiento académico de más de 500 estudiantes de todos los grupos étnicos ecuatorianos y otros grupos minoritarios como los refugiados.



Kelly Swing. Como amante innato de la naturaleza, y con particular interés en el mundo acuático, estudió Biología Marina al final de los años setenta en la Universidad de North Carolina en EE. UU. Luego siguió su formación con una maestría en zoología de la Universidad de Auburn habiendo realizado sus investigaciones ictiológicas en la Amazonía boliviana. En 1992, obtuvo el doctorado en Zoología de la Universidad Estatal de Luisiana enfocando los estudios para la tesis en la ecología y comportamiento de los peces continentales costarricenses. Al terminar sus estudios de posgrado, pasó a unirse a la facultad de la USFQ en 1990, becado por la Comisión Fulbright de los EE. UU. Vino al Ecuador con el plan de estar aquí durante un solo año y ya está por cumplir tres décadas en este país.

Desde 1994, ha sido director fundador de la Estación de Biodiversidad Tiputini, donde ha estado en contacto frecuente con la flora y fauna del Yasuní para seguir sus intereses específicos en los insectos, peces, anfibios y la conservación en general. Ha ofrecido más de 175 cursos de campo en varios ecosistemas terrestres y acuáticos en todas las regiones del Ecuador y, al mismo tiempo, ha intentado documentar una fracción de la biota ecuatoriana a través de la fotografía. Tantas oportunidades para explorar han resultado en decenas de publicaciones en libros y revistas científicas, varios artículos en periódicos y revistas populares, numerosas entrevistas para radio, televisión y documentales a nivel nacional e internacional.



Gabriela Vinuesa Hidalgo. Gabriela es ecóloga de la Universidad San Francisco de Quito y master en Ecología Marina y Pesquerías por la Universidad de Aberdeen, Escocia. Ha trabajado en diferentes instituciones dedicadas a la Conservación en el Ecuador y ha sido consultora independiente. Desde hace dos años, es parte del equipo de la EBT, donde lidera el programa de conservación de tortugas charapa y el Proyecto de Flujos de Carbono, único en el país, y que busca establecer las relaciones del bosque amazónico con la fijación de carbono y la dinámica vegetal. Está muy interesada en los invertebrados, particularmente mariposas. Es fotógrafa aficionada y también buzo certificado.



Christian C. Voigt. Christian es un biólogo con un PhD en vida silvestre con interés en los mecanismos funcionales que definen la resiliencia y resistencia de las poblaciones animales. Él estudia tanto los factores primarios (como la fisiología y ecología) así como los finales (evolutivos). En la mayoría de los casos, usa los murciélagos como su especie focal porque estos son ecológicamente diversos, tienen una historia natural interesante (longevidad, hibernación, vuelo poderoso) y porque son muy importantes para los ecosistemas. Christian tiene más de 160 publicaciones científicas y es el editor de un libro sobre la conservación de los murciélagos.



Laura Zamorano. El interés primordial de investigación de Laura se enfoca en preguntas acerca de la biodiversidad que apuntan a tratar de entender los procesos que promueven la diversificación de especies y cómo se construyen las comunidades ecológicas a lo largo del tiempo. Primero, durante su pregrado en la Universidad de los Andes, ella cultivó su interés por los insectos trabajando en las colecciones del museo de entomología de dicha universidad. Siguiendo este interés, fue en 2011 a trabajar en el laboratorio de hiperdiversidad del Dr. Terry Erwin. Ella ha estado trabajando con el Dr. Erwin en Tiptuni desde esa fecha. Al momento, desde la Academia de Ciencias de California, está investigando cómo la filtración de hábitats podría ser responsable por la promoción de la diversidad de especies en un grupo de escarabajos terrestres (Carabidae) en el bosque tropical amazónico. Su investigación integra patrones de la diversificación de especies con datos ecológicos y la morfología evolutiva.

Cap. 17: Programa de conservación de tortugas charapas (*Podocnemis*) en la Estación de Biodiversidad Tiputini

Las siguientes imágenes son parte del capítulo 17 que trata sobre el programa de conservación de tortugas charapas en la Estación de Biodiversidad Tiputini.



1. Tortuguitas recién nacidas. La primera, arriba, corresponde a *Podocnemis expansa*, la charapa grande. La diferencia es casi imperceptible pero noten que el caparazón es más negro y plano, así como el color de las manchas es un amarillo más intenso. La segunda, abajo, corresponde a *Podocnemis unifilis*, la charapa pequeña y la más común en la Amazonía ecuatoriana. Foto: David Romo.



2. *Podocnemis unifilis* saliendo del cascarón. En la naturaleza este proceso ocurre dentro del nido y las tortuguitas son atacadas por muchos predadores. Foto: Gabriela Vinuesa



3. Cuando se localizan los nidos en la arena, es importante remover con mucho cuidado la arena y transferir los huevos a tinas con arena fresca. Este proceso hay que hacerlo teniendo cuidado de que los huevos estén en la misma orientación. Foto: Gabriela Vinuesa



4. Camas con arena para la transferencia de los huevos. En los últimos dos años hemos reemplazado las camas por tinas de plástico con lo que hemos evitado la invasión de hormigas y otros insectos depredadores de los huevos. Foto: David Romo.



5. Cuando las tortuguitas nacen, las ponemos en tinas con agua para que puedan madurar. Cuando nacen suelen tener el ombligo suave y con restos de la yema. Esto parece atraer a ciertas avispas que podrían matarlas. En la imagen, personal del Ministerio del Ambiente observa nuestro trabajo. Foto: David Romo.



8. Cuando se liberan las tortuguitas, éstas corren hacia el agua instintivamente. Apenas logran llegar al río, se sumergen para así evitar la depredación de animales como gavilanes, cara caras, caimanes y tegús. Foto: David Romo



6 y 7. Charapitas tanto *expansa* como *unifilis* siendo transportadas para su liberación en las playas donde se colectaron los huevos. La primera Foto: Gabriela Vinueza y la segunda Foto: David Romo.



9. *Podocnemis unifilis* en el río Tiputini. Es común ver que las mariposas se posen en las cabezas de las tortugas. Las mariposas buscan sales que pueden ser exudadas por los reptiles. Foto: Gabriela Vinueza.



Cap. 18: Importancia del involucramiento de la gente local en procesos de monitoreo biológico como estrategias para conservar la Reserva de Biosfera Yasuní

Estas imágenes son parte del capítulo 18 que nos habla de la importancia del monitoreo participativo. Las imágenes son del autor, Hernán Álvarez.



1. Campaña de Educación Ambiental en la comunidad de Pompeya Marzo 2010.



2. Juego sobre la importancia de las leyes ambientales como parte de la campaña de Educación Ambiental en la comunidad Kichwa de Pompeya, Marzo 2010.



3. Campaña de Educación Ambiental en la Comunidad Waorani de Dikaro, Marzo 2010.



4. Monitores locales registrando puntos de huellas para estimar la abundancia relativa de fauna silvestre.



5. Monitor local midiendo el diámetro de los árboles para estimar el estado del bosque.



6. Monitores locales analizando los datos colectados en el campo para luego generar reportes del estado de conservaciones de sus comunidades.

Cap. 19: Reflexiones de un guía naturalista

Aunque no tenemos un capítulo dedicado a todas las aves, compartimos aquí imágenes captadas por Mayer Rodríguez, nuestro guía naturalista con más experiencia.



1. Ardeidae. Garza pileada. *Pilherodius pileatus*.



4. Cracidae. Pava común o silvosa. *Pipile pipile*.



2. Falconidae. Caracara ventrablanca. *Ibycter americanus*.



5. Cracidae. Pava de Spix. *Penelope jacquacu*.



3. Falconidae. Halcón reidor. *Herpetotheres cachinnans*.



6. Cracidae. Paujil. *Mitu salvini*.



7. Psittacidae. Loro cabeciazul. *Pionus mentruus*.



8. Psittacidae. Dos especies compartiendo el mismo árbol. El perico de cabeza azul *Pionus mentruus*, y la lora cabeciamarilla *Amazona ochrocephala*.



9. Psittacidae. Varias especies de loros en saladero.



10. Cuculidae. Cuco ventrinegro. *Piaya melanogaster*.



13. Trochilidae. Colibrí brillante frentijoya. *Heliodoxa aurescens*.



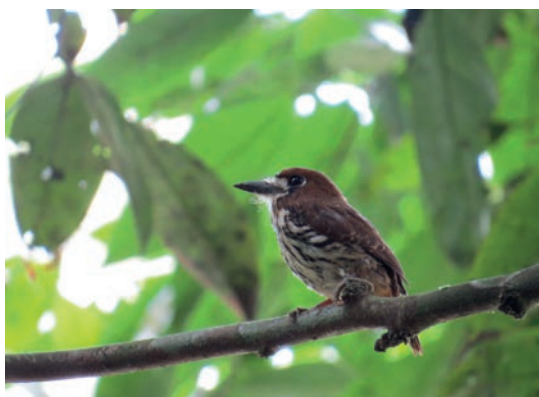
11. Opisthocomidae. Hoazin o pava hedionda. *Opisthocomus hoazin*.



14. Bucconidae. Monja frentiblanca. *Monasa morphoeus*.



12. Strigidae. Buho de anteojos. *Pulsatrix perspicillata*.



15. Bucconidae. Monjecito lanceolado. *Micromonacha lanceolata*.



16. Capitonidae. Barbudo filigrana. *Capito auratus*.



17. Rhamphastidae. Tucán de cuello blanco. *Rhamphastos tucanus*.



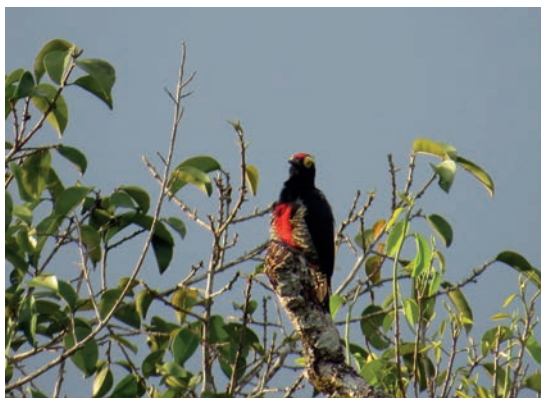
18. Rhamphastidae. Arasari bifajeado. *Pteroglossus pluricinctus*.



19. Rhamphastidae. Arasaris bifajeados. *Pteroglossus pluricinctus* agrupados para comer frutas.



20. Picidae. Carpintero crestirrojo. *Campephilus melanoleucos*.



21. Picidae. Carpintero penachiamarillo. *Melanerpes cruentatus*.



23. Hirudinidae. Golondrina aliblanca. *Tachycineta albiventer*



22. Picidae. Carpintero verdidorado. *Piculus chrysochloros*.



24. Thraupidae. Tangara paraíso. *Tangara chilensis*.



25. Thraupidae. Tangara lomiopalina. *Tangara velia*.



26. Icteridae. Cacique lomiamarillo. *Cacicus cela*.



27. Icteridae. Oropéndola oliva. *Psarocolius yuracares*.



28. Icteridae. Oropéndola verde. *Psarocolius viridis*.

Personal EBT



Personal de la Estación de Biodiversidad Tiputini. Empezando de izquierda a derecha en la fila posterior y de pie: Mariano Grefa, Ramiro San Miguel, Remigio Papa, Santiago Shiguango, Juan Carlos Rodríguez, David Conforme, Fermín Llerena, Ovidio Godoy, Enrique Llerena, Gabriela Vinuesa Administradora 2. En la segunda línea, sentados: Kelly Swing, Director Fundador, Wilmer Usama, Froilan Macanilla, Alexander Andy, Tomas Alvarado, José Macanilla y Diego Mosquera, Administrador 1.

Nuestro personal que labora con base en Francisco de Orellana: Juan Carlos Pérez, motorista, José Luis Alvarado encargado del transporte terrestre y Javier Andy encargado de logística.



En la ciudad de Quito laboramos: David Romo, Codirector. Zoila Rivera, contadora, Tomi Sugahara, Asistente de Directores y Consuelo Barriga, Administradora General



Personal de la EBT en marzo 1998. Izquierda a derecha; primera fila arriba - Neptali' Mora, Ovidio Godoy, Franklin Narvaez Segunda fila - Kelly Swing, Jaime Guerra, Rolando Narvaez, Daniel Burgos, Jose' Loor, Jendri Narvaez, Felipe Ahua, Mingui Ahua, Alvaro Garcia, Carlos Klein Fila abajo - Ruben Bustamante, Juan Loor, Helmer Mora, Mayer Rodriguez, Carol Walton



La Torre 1 mide unos 40 metros de altura y da acceso al dosel para la colección de datos sobre la flora más alta del bosque tanto como los primates y aves. Foto: Kelly Swing



Las cabañas para grupos estudiantiles pueden acomodar a 4 personas en cada habitación, dando una capacidad total de 40 alumnos en cualquier momento. Foto: Kelly Swing



El laboratorio de 600m² de construcción dividido entre dos pisos, ubicado en el centro del campamento, cuenta con dos aulas amplias, una biblioteca, y varias oficinas para los científicos y la administración. Hay electricidad las 24 horas y acceso al internet. Foto: Kelly Swing



Las nuevas residencias para los estudiantes de post-grado proveen más espacio y mayor comodidad para los investigadores de largo plazo en la Estación. Foto por Kelly Swing

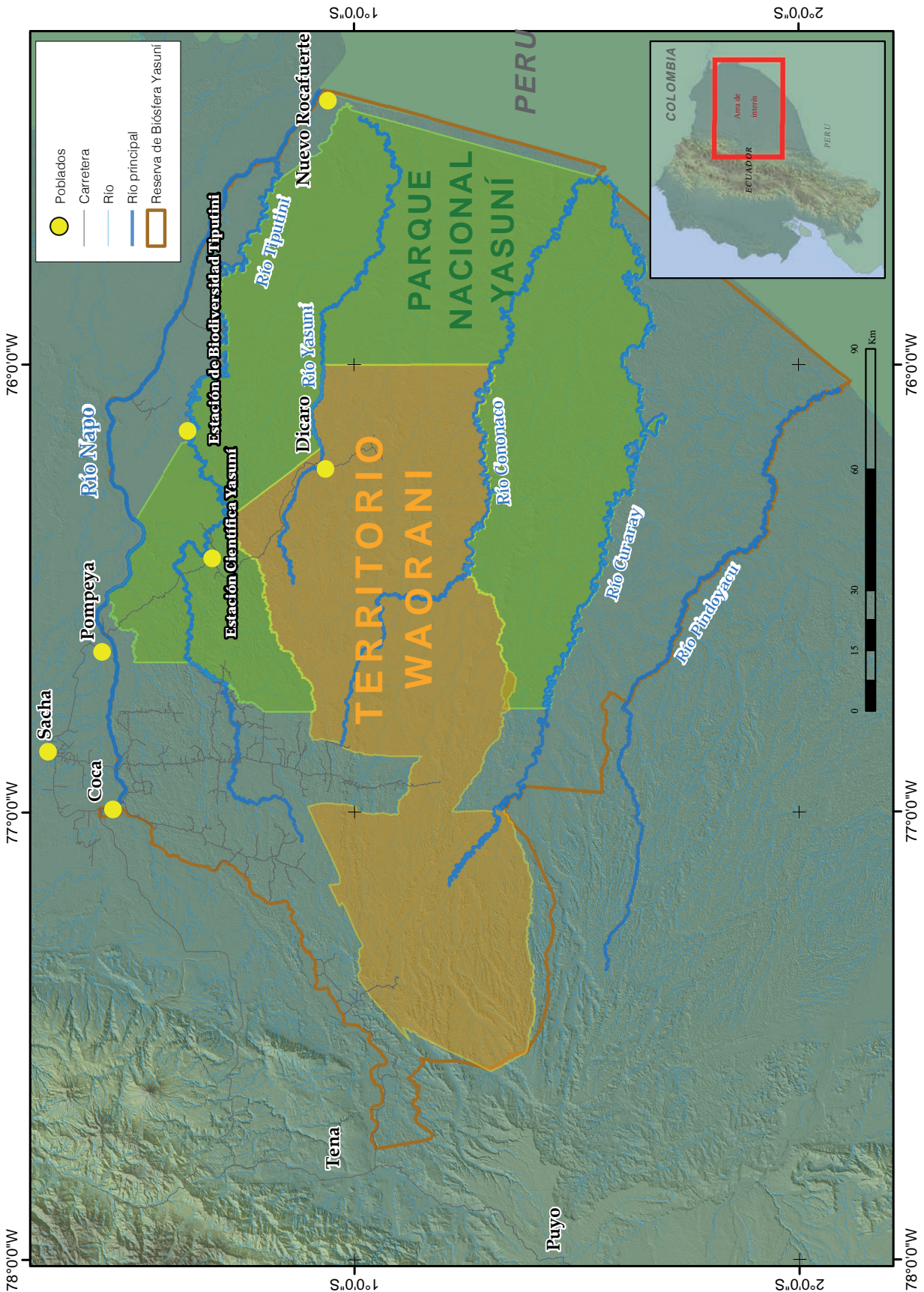
MAPAS

MAPA 1

Este mapa, elaborado por Leonardo Zurita, profesor de la Universidad San Francisco de Quito, sirve para que el lector pueda ubicarse dentro de la Reserva de Biosfera Yasuní representada por la línea más externa. La Reserva de Biosfera comprende el Parque Nacional Yasuní como zona núcleo, la Reserva Etnica Waorani y una zona de amortiguamiento que bordea a estos dos componentes. Hemos puesto con puntos exagerados los principales poblados que están dentro de la RBY.

MAPA 2

Este mapa, también elaborado por Leonardo Zurita, muestra la ubicación del campamento de la Estación de Biodiversidad Tiputini, los senderos, los puentes de dosel, la torre de observación, y la laguna. En varios capítulos se mencionan ciertos sitios e instalaciones que están relacionadas.





Los secretos del Yasuní

AVANCES EN INVESTIGACIÓN EN LA
ESTACIÓN DE BIODIVERSIDAD TIPUTINI,
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

La Estación de Biodiversidad Tiputini presenta aquí un resumen de algunas de las investigaciones más importantes que se realizan o se han realizado durante sus casi 23 años de vida. También presentamos nuestra labor en ciertas tareas de conservación. Nuestra audiencia meta son los jóvenes de secundaria, los tomadores de decisiones y los guías naturalistas de la Reserva de Biosfera Yasuní. Este libro no habría sido posible sin el apoyo constante del Ministerio del Ambiente y específicamente el Parque Nacional Yasuní. La producción editorial del libro ha sido financiada por el Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo del Gobierno de Alemania a través de la GIZ.

Este documento fue elaborado y financiado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por encargo del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) del Gobierno Federal de Alemania a través del Programa Conservación de la Biodiversidad, Bosques, Mitigación y Adaptación al cambio Climático Amazonía Norte.

El componente de Comunicación y Gestión del Conocimiento es ejecutado por el Consorcio Eco Consult/Mentefactura por encargo de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente la opinión de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.



UNIVERSIDAD
SAN FRANCISCO
DE QUITO



Estación de
Biodiversidad Tiputini

ISBN: 978-9978-68-105-3



9 789978 681053