

Historia natural de Golfito

Costa Rica

Jorge Lobo

Federico Bolaños

Editores científicos



508.728

H673b Historia natural de Golfito – Costa Rica / Editado por
Jorge Lobo Segura y Federico Bolaños Vives.-
Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto
Nacional de Biodiversidad, INBio, 2005
264 p.; ils.; 15x 22,8 cm

Incluye fotografías a color

ISBN 9968-927-07-4

1. Ciencias naturales. 2. Conservación de los recursos naturales.
3. Biodiversidad (Golfito – Costa Rica). I. Lobo Segura, Jorge,
Ed. científico. II. Bolaños Vives, Federico, Ed. científico. III Título

Esta publicación se hizo gracias a la colaboración financiera del proyecto
Desarrollo del conocimiento y uso sostenible de la biodiversidad en Costa Rica,
del Gobierno de los Países Bajos.

Gerente editorial: Fabio Rojas Carballo

Editora: Diana Ávila Solera

Diseño y diagramación: Esteban Ocampo Cubero

Revisión científica: Jorge Lobo, Federico Bolaños

Primera edición 2005

© Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio)

Hecho el depósito de ley.

Reservados todos los derechos.

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro.

Hecho en Costa Rica por la
Editorial INBio

Contenido

<i>Agradecimientos</i>	7
<i>Prefacio</i>	9
<i>Lista de autores participantes</i>	11
Introducción	13
Características geográficas de la región de Golfo	19
Historia de la región de Golfo Dulce	25
Ecosistemas acuáticos	
Plancton	45
Manglares	55
Los ríos de la cuenca del Golfo Dulce	67
Diversidad, ecología e importancia de los insectos acuáticos	81
Plantas	
Aspectos generales del bosque del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfo	97
La estructura vertical del bosque de Golfo	107
Las platanillas del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfo	119
Insectos	
Los machos de la libélula <i>Hetaerina</i> en Golfo: ¿por qué pelean tanto?	131
Las moscas Sepsidae: una curiosa atracción	139
Las abejas euglosinas del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfo	149
Las abejas sin aguijón del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfo	159
Las hormigas zompopas	169

Vertebrados terrestres

Los anfibios de Golfito	181
Los reptiles de Golfito	193
La avifauna de Golfito	215
Los murciélagos de Golfito	229

Conservación y deforestación

Protección de áreas silvestres en el bosque lluvioso del Pacífico húmedo de Costa Rica	241
<i>Glosario de términos biológicos</i>	253

Agradecimientos

Esta obra no habría podido realizarse sin la participación de muchas personas e instituciones. En especial, queremos agradecer a todos los profesores y estudiantes que hicieron posible que el curso “Biología de campo” de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica (UCR) se haya impartido siete veces entre enero de 1995 y 2003. De este curso provienen todos los trabajos que se presentan en este libro.

En el curso ha participado un total de 41 profesores (entre conferencistas, profesores de campo y coordinadores), en su mayoría de la UCR, pero también colaboran funcionarios del Museo Nacional, el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Organización para Estudios Tropicales, la Universidad Nacional Autónoma de México y profesionales independientes.

Aunque la mayor parte de los profesores participantes son de la Escuela de Biología de la UCR (Sede Central y Sede de Occidente), también se contó con docentes de las escuelas de Física, Geología, Geografía y Estadística. El curso se impartió a 97 estudiantes de grado y posgrado en Biología y algunos de Geografía y Agronomía.

Es difícil citar nombres cuando son tantas las personas a las que hay que reconocerles su aporte, sin embargo, es necesario mencionar a los tres directores de la Escuela de Biología que apoyaron este importante curso: Oscar Rocha, Hernán Camacho y Daniel Briceño, quienes aportaron los recursos humanos y los materiales necesarios para la realización del mismo en Golfito.

Tampoco se hubiera podido desarrollar esta actividad sin contar con un área de alojamiento y trabajo en Golfito, que fue proporcionada por la UCR y su personal en ese lugar. Esa área la administra actualmente la Fundación de la Universidad de Costa Rica para la Investigación (FUNDEVI).

La oficina de la UCR en Golfito ha tenido tres directores que le dieron todo su apoyo al curso: Claudio Barrantes, Marcos Chaves y Julio Urcuyo. En especial, queremos agradecer al señor Barrantes por su interés permanente en el proyecto y por considerarlo siempre una muestra concreta de la deseada proyección de la UCR en la comunidad de Golfito.

Son muchas las dependencias de la UCR que hacen posible que este curso se siga ofreciendo, entre ellas es importante destacar el papel de la Sección de Transportes, que provee los vehículos necesarios para el transporte de los estudiantes y profesores al lugar, así como la movilización en el campo. El Programa de la Universidad de Kansas en Gollito y el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la UCR han facilitado parte del equipo y el material para el desarrollo de varios proyectos del curso.

Finalmente, queremos agradecer al Área de Conservación Osa del Ministerio del Ambiente y Energía, la cual garantiza la protección del Refugio Nacional de Vida Silvestre Gollito y apoyó e hizo posible, junto con la editorial del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), el financiamiento y la publicación de esta obra.

Jorge Arturo Lobo Segura, Federico Bolaños Vives

Editores científicos

Prefacio

Golfito es uno de los lugares más interesantes de Costa Rica. Su paisaje se destaca por ser uno de esos casos raros donde encontramos una ciudad y un bosque conviviendo de manera muy cercana. A pesar de su actividad agrícola y comercial, caracterizada por el Depósito Libre, su tesoro más valioso es el bosque y el mar que lo rodea.

Las escarpadas pendientes del bosque tropical del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, así como las profundidades del Golfo Dulce, esconden miles y miles de especies de todos los tipos y tamaños. Una pequeña parcela de 100 m² en el bosque de El Naranjal, detrás del aeropuerto, puede albergar cientos de especies de plantas –incluyendo hierbas, arbustos, epífitas y árboles– y en un paseo por la bahía con una red de plancton se pueden recolectar cientos de pequeños organismos de muy diversos grupos taxonómicos, desde algas hasta larvas de peces. Lo más interesante de esta colección de especies no es solo la diversidad que representan o sus nombres taxonómicos sino sus historias, la manera en que se adaptaron al ambiente físico y biológico y las diferentes formas en que todas ellas se relacionan entre sí. Este aspecto, que se llama Historia natural, consiste en la descripción de las vidas de las plantas y los animales, especialmente lo que hacen, cómo se alimentan, adónde viven y cómo se las ingenian para cumplir su principal meta: dejar descendencia. El propósito de este libro es hacer un breve recorrido por estas interesantes y complejas historias.

Esta obra es una síntesis de los conocimientos generados por los estudiantes y profesores durante el curso Biología de Campo de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, en Golfito. Con el fin de divulgar esa valiosa información científica de la manera más completa posible, le pedimos a algunos profesores participantes que escribieran un capítulo sobre la historia natural del grupo taxonómico o ecosistema de su especialidad. Asimismo, contamos con la colaboración de especialistas en historia y geografía que nos ayudaron en los capítulos introductorios.

Los capítulos están organizados en un orden filogenético, es decir, según las relaciones entre los diferentes grupos de organismos. Esta es, a nuestro juicio, la

mejor manera de describir la historia natural de la región de Golfito. En primer lugar se describen los aspectos generales de su geografía, clima e historia. Luego se inicia la descripción de su biodiversidad, comenzando con los organismos y ambientes acuáticos (mar, ríos y manglares). Se continúa con la descripción de la compleja vegetación terrestre del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, para proseguir con algunos capítulos sobre varios grupos de insectos. Se concluye con los vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Consideramos apropiado que el capítulo final se dedicara a los problemas de conservación en el Área de Conservación Osa, como una manera de reflexionar sobre el futuro de toda esta biodiversidad ante la constante extensión de las actividades humanas.

Que este libro sirva como una contribución a la formación educativa de los jóvenes de nuestro país, en especial los del Pacífico Sur, esperando que de ellos surja la iniciativa que garantice la conservación de las riquezas naturales de Golfito en el futuro.

Lista de autores participantes

Claudio Barrantes Cartín
Historiador, Sede Golfito
Universidad de Costa Rica

Gilbert Barrantes Montero
Ornitólogo, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Federico Bolaños Vives
Herpetólogo, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Johel Chaves Campos
Ornitólogo, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

William Eberhard Crabtree
Entomólogo, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Eric J. Fuchs Castillo
Botánico, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Jorge Gómez-Laurito
Botánico, Escuela de Biología, UCR

Paul Hanson
Entomólogo, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Jorge Arturo Lobo Segura
Genetista, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Tirso Maldonado Ulloa
Geógrafo, Consultor independiente

José Manuel Mora Benavides
Mastozólogo, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Alvaro Morales Ramírez
Biólogo Marino
Centro de Investigaciones
en Ciencias del Mar (CIMAR),
Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Rodolfo Ortíz Vargas
Botánico, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Ana Pereira Pérez
Ornitóloga, Sede Guanacaste
Universidad de Costa Rica

Mauricio Quesada Avendaño
Botánico, Instituto de Ecología,
UNAM, México

Tatiana Robles Cordero
Botánica, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Margarita Silva Benavides
Bióloga Marina
Centro de Investigaciones
en Ciencias del Mar (CIMAR),
Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Mónika Springer
Entomóloga, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Gerardo Umaña Villalobos
Biólogo Marino y Limnólogo
Centro de Investigaciones
en Ciencias del Mar (CIMAR),
Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Ju-Lin Weng
Bióloga, Escuela de Biología,
Universidad de Costa Rica

Introducción

Jorge Lobo y Federico Bolaños

Costa Rica es un país de gran interés para el estudio de la biodiversidad. Aunque el número total de especies de organismos es menor que el de países cercanos con mayor territorio (como México, Colombia y Ecuador), si se compara el número de especies por unidad de área, Costa Rica posee una de las relaciones especies/área mayores del mundo en muchos grupos taxónomicos.

Este país también se caracteriza por tener una gran variedad de ambientes. El clima y la topografía son dos de los principales factores que promueven esta variedad de ambientes, que en general se pueden clasificar en función de la precipitación y la temperatura. Entre algunos de ellos se puede mencionar el bosque tropical húmedo, como se clasifica la zona de vida de la región de Golfito. En Costa Rica, este tipo de bosque existe tanto en las zonas bajas de la vertiente Caribe como en la zona sur del Pacífico y se caracteriza por una copiosa precipitación y altas temperaturas durante todo el año, con una estación seca relativamente breve.

Por qué existe un bosque tropical húmedo en Golfito

El clima de Golfito posee las características generales de las zonas bajas de la región del Pacífico húmedo de Costa Rica. Entre los factores determinantes de este clima tenemos su localización en el extremo sur del litoral Pacífico y la existencia de filas montañosas (la Cordillera de Talamanca y la Fila Cruces), que bordean el lado norte de esta región. La localización geográfica de la zona del Golfo Dulce permite que Golfito reciba la influencia directa y durante más tiempo de vientos lluviosos provenientes del océano Pacífico (oestes ecuatoriales). La influencia de estos vientos disminuye entre los meses de abril a mayo, debido a la oscilación de la Tierra, que aleja la zona de mayor precipitación en la región tropical hacia el sur del país. Como Golfito se encuentra en la vertiente pacífica y no recibe la humedad de la región Caribe directamente, se produce una breve estación seca durante los meses de diciembre a marzo. Pero esta estación seca es más corta y

no es tan marcada como en Guanacaste o el Valle Central. Esto se debe en parte a la topografía; las altas montañas de Talamanca no permiten que los vientos alisios provenientes del Atlántico tengan un efecto desecante como el que tienen en Guanacaste. Más bien, la Cordillera de Talamanca produce una turbulencia en los vientos alisios que bajan de la montaña, atrayendo humedad del mar. Este fenómeno es llamado “rotor” de vientos. Además, las escarpadas filas montañosas de Golfito, tan cercanas al mar, ofrecen condiciones ideales para desencadenar lluvias por el fenómeno de convección. Esto ocurre cuando el viento húmedo sube por las filas montañosas de la zona costera, atraído por el mayor calentamiento del área terrestre con relación a la marina durante el día.

En Golfito y en la región del Pacífico Sur, los vientos lluviosos del Pacífico producen fuertes precipitaciones en los meses de abril a diciembre. En Golfito, los niveles de lluvia llegan hasta 500 milímetros (mm) de agua durante el mes de octubre (5 litros por m² en sólo un mes), y en el Parque Nacional Esquinas, al norte de Golfito, se han registrado hasta 1.100 mm en el mes de septiembre. Durante estos meses el suelo está saturado de agua. Esto quiere decir que hay más agua en el suelo de la que se evapora y de lo que las plantas absorben por las raíces. Esta situación cambia un poco en los meses secos, cuando presenta un pequeño déficit de agua en el suelo, que solo dura unos dos meses. La lluvia total en un año oscila entre 3.000 mm en las áreas a nivel del mar hasta 5.000 mm en las filas montañosas más altas del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito.

Por otro lado, Golfito tiene una temperatura promedio alta (27° C), típica de las regiones bajas del país. La combinación de alta humedad, una corta estación seca y una alta precipitación favorecen el crecimiento de una abundante y diversa vegetación, que encuentra allí condiciones óptimas para la germinación, crecimiento y reproducción.

Los suelos de Golfito, así como de la mayoría del área montañosa que rodea el Golfo Dulce, son pobres en nutrientes para las plantas, y pertenecen a los llamados Ultisoles. La pobreza de nutrientes está asociada a que son suelos de consistencia arcillosa, donde predominan óxidos de hierro, que le dan su coloración rojiza. La arcilla, junto con la intensa lluvia y alta temperatura, les dan a los suelos de esta región una pobre capacidad de retención de los minerales que son nutrientes para las plantas. No deja de ser una paradoja que un suelo tan pobre sea capaz de soportar la abundante vegetación que crece sobre estos suelos. De hecho, las plantas de Golfito se han adaptado a suelos pobres en nutrientes. Estos nutrientes provienen principalmente de las plantas, que los absorben de las capas más profundas del suelo y los depositan en la superficie en forma de hojas que caen y forman una capa llamada mantillo.

De dónde provienen las especies de organismos que hay en Golfito

Desde un punto de vista geológico, Costa Rica es un país relativamente reciente. Por millones de años las dos grandes masas de tierra del actual continente americano, hoy Norteamérica y Suramérica, no se encontraban unidas. La América del Sur se origina en una gran masa de tierra o supercontinente llamado Gondwana, del cual también formaban parte África, Antártica, Australia, parte de la India y otras islas. De la misma forma, América del Norte, con parte de lo que hoy es Centroamérica y la mayor parte de Europa y Asia, constituyeron la Laurasia. América del Norte y América del Sur iniciaron la separación de sus respectivos supercontinentes hace 150 millones de años. Poco a poco, las masas de tierra que hoy constituyen la dos Américas se desplazaron a sus posiciones actuales, pero estuvieron aisladas tanto tiempo que poseían una constitución de seres vivos muy diferentes y propia de cada una. El surgimiento de la franja de tierra en la que hoy se encuentran Costa Rica y Panamá hizo posible que estas masas se comunicaran por un puente terrestre continuo. Esto ocurrió hace apenas cinco o seis millones de años.

La separación del norte y el sur de América tuvo grandes implicaciones para los seres vivos, tanto terrestres como marinos. Los organismos marinos no tenían una barrera que les impidiera moverse entre los océanos Atlántico y Pacífico, y por lo tanto ambos océanos debían tener más o menos los mismos organismos. En lo que se refiere a los organismos terrestres ocurría totalmente lo contrario, las especies y los grupos taxonómicos presentes en el norte y el sur se desarrollaron aisladamente, con intercambios casuales de especies que tenían posibilidad de atravesar grandes áreas marinas.

Al unirse esas masas de tierra por la formación de Costa Rica y Panamá los procesos se invirtieron, los océanos se aislaron y la unión del continente le permitió a los organismos terrestres trasladarse de norte a sur y viceversa. Esto tiene una implicación importante en los grupos taxonómicos que se observan en un sitio como Golfito, porque están influenciados por grupos que se desarrollaron tanto en América del Sur como en América del Norte, así como por algunas especies originadas en la misma región.

Además de la mezcla de organismos del norte y el sur de América, otro factor que añade diversidad a la zona sur del país es poseer varias especies que sólo se encuentran allí, llamadas especies endémicas. La razón de esto es que la zona sur costarricense se encuentra en la actualidad aislada de otras regiones por barreras geográficas y climáticas. Hacia el norte se encuentra la cordillera de Talamanca, lo cual impide el paso de la gran mayoría de las especies a la vertiente Caribe; hacia el noroeste se presenta el bosque seco típico de las partes bajas de la provincia de Guanacaste; hacia el sureste está Panamá, que muy cerca de la frontera con Costa Rica comienza a ser nuevamente seco. Muchos grupos, en especial aquellos que

tienen poca movilidad, están representados por una o varias especies endémicas de la zona. Sin embargo, es posible que algunas especies cuya distribución ha sido definida sólo para la zona sur costarricense, también se encuentren en Panamá, ya que la zona fronteriza con Costa Rica ha sido poco estudiada en ese vecino país.

Taxonomía

En una obra de este tipo, es importante recordar algunos aspectos básicos que rigen la clasificación de los seres vivos. Para esto es necesario referirse a Carlos Linneo, botánico sueco que desarrolló su obra en el siglo XVII y el primero en sugerir la nomenclatura que se utiliza en la actualidad. Esta nomenclatura establece dos palabras en latín (binomio) para denominar las especies. Este binomio está conformado por el Género y la Especie, que se escriben siempre con letra cursiva o subrayado para resaltar que se está escribiendo en latín. Por ejemplo, el nombre de la especie humana es *Homo sapiens*, que se refiere al nombre del género y de la especie, respectivamente. Una especie es el conjunto de todos aquellos organismos capaces de reproducirse entre sí. Al clasificar los seres vivos también se trata de reconocer las relaciones que tienen entre sí y es por esto que varias especies parecidas o relacionadas forman un género. Varios géneros parecidos forman una familia. Varias familias un orden. Los órdenes forman clases. Las clases se unen en Filos (en la clasificación de los animales) o Divisiones (en la clasificación de las plantas) y estos constituyen los reinos. Como ejemplo se puede mencionar al ser humano y como se clasifica:

Reino:	Animalia o Metazoa , incluye a todos los animales, que se caracterizan por ser de cuerpos formados por muchas células y tener por lo menos alguna fase del ciclo de vida móvil.
Filo:	Chordata , en este se reconocen a los vertebrados (con vértebras), donde está el ser humano; pero también hay grupos marinos de invertebrados.
Clase:	Mammalia , incluye a todos los mamíferos.
Orden:	Primates , considerando en este grupo a todos los monos y al ser humano.

Familia:	Hominidae , incluye a varios de los simios y al ser humano. Entre los simios están el chimpancé, que es el más relacionado con el ser humano, pero incluye también al gorila y al orangután.
Género:	Homo , que en la actualidad incluye solo a la especie del ser humano, pero hay otras especies ya extintas muy relacionadas y de las cuales se origina nuestra especie.
Especie:	sapiens

El nombre de la especie es *Homo sapiens* y al referirse a ella después de la primera vez –en un texto– generalmente se prefiere usar *H. sapiens*.

Una de las grandes dificultades en la biología es reconocer, dentro del sistema de clasificación empleado, cuales son los grupos que conforman cada uno de los *taxa* mencionados. Conforme se genera conocimiento sobre las relaciones entre las especies, pueden cambiar mucho los nombres con los cuales se denominan las especies y los grupos a los que pertenecen. También, la clasificación presentada es jerárquica, esto quiere decir que entre más alto el nivel taxonómico, mayor y más diverso es el conjunto de especies incluidas en él.

Lecturas de referencia

- Coen, E. 1983. Climate. *In*: Janzen, D.H. (ed.). Costa Rican Natural History. The University of Chicago Press, p. 35-46.
- Gómez, L.D.; Herrera, W. 1985. Vegetación y Clima de Costa Rica. San José, EUNED.
- Weissenhofer, A.; Huber, W. 2001. Basic Geographical and Climatic Features of the Golfo Dulce Region. *In*: Weber, A. (ed.). An Introductory Field Guide to the Flowering Plants of the Golfo Dulce Rainforests, Costa Rica. Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums. Linz, p. 11-14.

Características geográficas de la región de Golfito

Tirso Maldonado
Geógrafo, Consultor independiente

La Tierra es un planeta dinámico y quienes la habitamos pasamos un tiempo relativamente breve en su historia. Lo que hoy observamos y podemos medir es el resultado de diversos procesos, algunos de los cuales transcurren en escala casi imperceptible para nuestros sentidos, otros son más rápidos. En los próximos párrafos se presenta una pincelada de la Bahía de Golfito y sus alrededores, que forma parte de este esfuerzo de síntesis. A los lectores les sugiero seguir buscando información y tratar de formar su propia síntesis a partir de este punto de partida.

La bahía de Golfito forma un puerto protegido ubicado al interior del Golfo Dulce (Fig. 1). Golfito y su área adyacente inmediata es una especie de enclave enmarcado entre el mar, un área plana estrecha y una zona montañosa abrupta y alta hacia el este y hacia el norte, que se eleva por sobre los 500 m de altitud (ver Fig. 2, topografía¹ y altitud²).

Las aguas de la bahía son relativamente poco profundas y no pasan de 20 metros de profundidad. La entrada es estrechada por la presencia de bancos de sedimentos móviles, sobre los cuales se han asentado algunos habitantes, como es el caso de Puntarenitas. Esos sedimentos que se extienden con dirección norte son

-
1. La topografía se relaciona con el relieve o las formas de la Tierra. Una montaña que tiene un aspecto macizo, con paredes verticales y poco accesibles, presenta una topografía quebrada. En general, para poder describir mejor estas formas se usan los mapas topográficos, que muestran en forma gráfica la distribución de las curvas de nivel. Estas curvas unen puntos de igual altitud. Curvas de nivel muy juntas unas de otras significa que el relieve o topografía se eleva en cortas distancias. Curvas de nivel muy espaciadas significa que la topografía es relativamente plana.
 2. La altitud se refiere a la altura medida sobre el nivel del mar. La altura está referida a otro punto de referencia. Se puede decir que Golfito, en promedio, está a una altitud de 20 metros. Las Torres de Golfito están a 505 metros de altitud y a 485 metros de altura sobre Golfito.



Figura 1. La línea de manglar de Punta Arenitas, el Golfo Dulce y, al fondo, la Península de Osa.

FOTO DE LEONORA RODRÍGUEZ

un indicador de las corrientes de deriva³ predominantes. En este caso las corrientes provienen del sur y empujan los sedimentos hacia el norte.

En general, por su posición cercana a la línea ecuatorial y su ubicación entre dos grandes océanos, las temperaturas en Costa Rica son relativamente homogéneas. En Golfito, la temperatura promedio anual llega a 26° Celsius,⁴ con una mínima promedio de 21° C y una máxima de entre 29° y 32° C. La zona presenta alta humedad, y la precipitación anual oscila entre 4.500 mm en la parte exterior de la

-
3. Cuando las olas se aproximan a la línea de costa bajo la influencia de los vientos fuertes, el nivel del agua se eleva ligeramente cerca de la playa. Existe así un exceso de agua empujada hacia la costa que debe escapar. Una corriente de deriva litoral se forma paralela a la playa siguiendo la dirección del viento. Cuando las condiciones del viento y las olas son favorables, esta corriente es capaz de transportar arena y sedimentos a lo largo del fondo del mar en dirección paralela a la costa (Strahler, A. 1975. Geografía física, p. 571).
 4. Anders Celsius (1701-1744) fue un astrónomo sueco que en 1742 inventó la que ahora se conoce como escala Celsius para la temperatura. Esta escala fue adoptada como estándar de temperatura en 1948. En el diseño original de la escala inventada por Celsius, el valor 0 era asignado al punto de ebullición del agua y 100 al punto de congelamiento. Estos valores fueron revertidos varios años más tarde por el botánico Carlos Linneo.

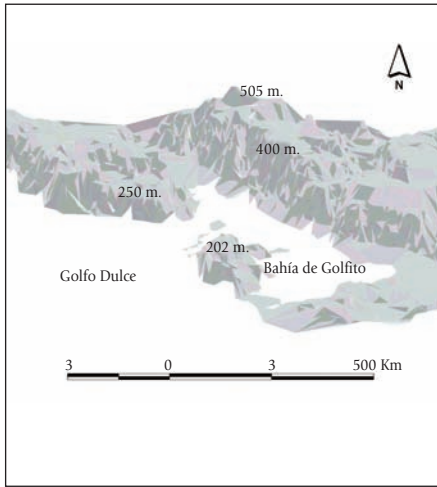


Figura 2. Topografía y altitud.

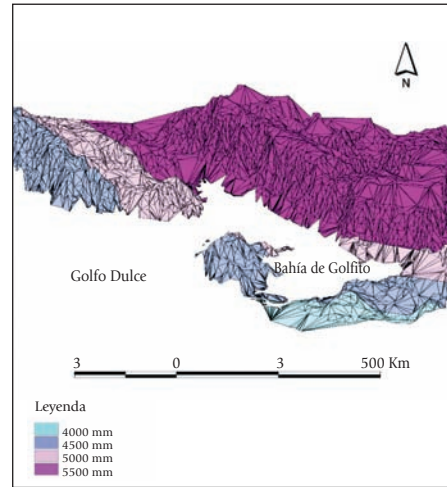


Figura 3. Pluviometría.

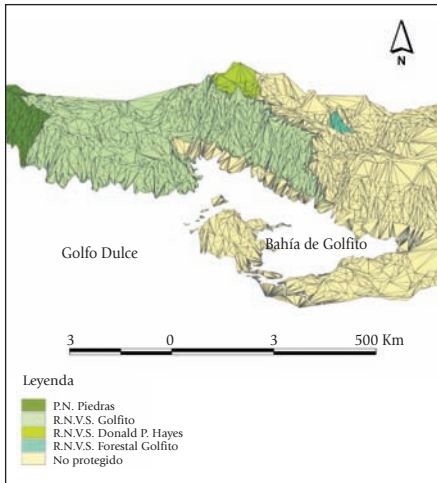


Figura 4. Áreas protegidas.

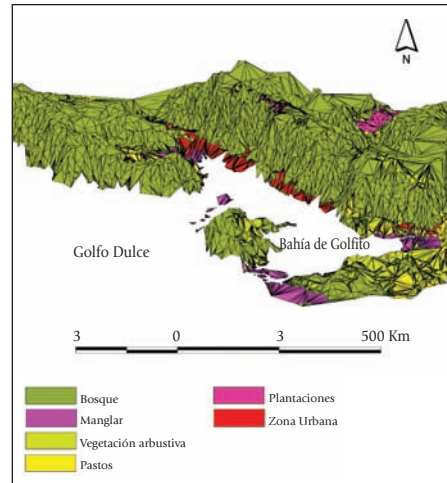


Figura 5. Uso de la tierra.

DIBUJOS DE TIRSO MALDONADO

bahía y 5.000-5.500 en la parte interior (Fig. 3, pluviometría⁵). Recordemos que 1 mm de agua caída registrada equivale a un litro de agua por metro cuadrado. En otras palabras, en la mayor parte de la zona caen más de 4.500 litros de agua por metro cuadrado. Si un estañón tiene capacidad para 200 litros, con lo que llueve en un año por metro cuadrado en Golfito sería suficiente para llenar más de 22 estañones.

La composición geológica es diversa y se pueden distinguir las tierras altas quebradas (con fuertes variaciones de pendiente) y algunos islotes formados por

5. La información del mapa de pluviometría es del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

rocas basálticas⁶ del fondo del mar con edades del Jurásico al Eoceno (entre 208 a 55 millones de años), rocas sedimentarias⁷ de aguas profundas con edades del Cretácico al Plioceno (entre 146 a 5 millones de años) y tierras con sedimentos aluviales y coluviales del Cuaternario (entre 1.5 millones de años hasta épocas recientes).

En las tierras más quebradas predominan los bosques intervenidos, que aún presentan mayor compactación que el que se encuentra en las tierras planas, sobre las cuales el bosque está fragmentado. El bosque de las zonas quebradas presenta en su mayor proporción características para protección más que para uso productivo en actividades tradicionales como la explotación forestal. En la región se han establecido varias áreas protegidas, entre ellas el Parque Nacional Piedras Blancas (14.025 ha) y los refugios nacionales de vida silvestre Golfito (2.877 ha), Donald Peter Hayes (211 ha) y Forestal Golfito S.A. (87 ha). El Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito tiene un perímetro compartido con el Parque Nacional Piedras Blancas de siete kilómetros (Fig. 4, áreas protegidas⁸). Es importante destacar que en la Fig. 4 no se muestran los manglares, que por ley constituyen áreas protegidas.

Hasta 1984, la actividad bananera fue el principal motor económico de Golfito. Para 1997, la compañía bananera ya había abandonado el área y el principal cultivo era la palma africana.

La zona urbana de Golfito se extiende en forma alargada por poco más de seis km (ciudad calle). Al fondo del golfo, la presencia de algunas secciones de tierras planas ha facilitado la ampliación de la zona urbana, heredada por las instalaciones de la compañía bananera que ocupó la zona hasta 1984. Uno de los problemas que presenta la bahía de Golfito es que recibe desechos orgánicos humanos directamente, por medio de tuberías que conectan las viviendas con el océano. Las mareas interiores acarrean estos desechos hacia la bahía exterior. Esta "solución de dilución" de la disposición de los desechos urbanos contamina las zonas de pesca de las cuales dependen los pescadores artesanales. La contaminación

-
6. Rocas densas y duras, que constituyen posiblemente la más extendida y común de las lavas. De color muy oscuro a negras, pero cambiando a pardos y rojos en partes en que el flujo haya sido alterado por oxidación. Si las rocas basálticas (lavas) entran en contacto con agua dulce o aguas saladas someras se enfrían rápidamente, dando origen a rocas que son completamente "vidriosas", muy fracturadas. Los basaltos se usan para la construcción de caminos y como materia prima en la producción de lana de vidrio o fibra de vidrio.
 7. Rocas compuestas por partículas derivadas de rocas que existían previamente y que fueron depositadas después de ser transportadas por ríos, océanos, corrientes, viento o hielo. Las rocas sedimentarias presentan, en general, horizontes resultantes de los cambios de composición y tamaño del sedimento. A estas capas se les llama estratos.
 8. La información de las áreas protegidas es del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio del Ambiente y Energía.





Figura 6. La bahía de Golfofito limitada por la isla Grande. A la izquierda, la isla Pelicano, al fondo la boca del río Coto y más allá la Península de Burica en el sector de Pavones. A la derecha, parte del manglar de Punta Arenitas, al centro el muelle de Golfofito.

FOTO DE LEONORA RODRÍGUEZ

de la bahía se agrava por otros desechos sólidos, que incluyen contenedores de papel, botellas plásticas y llantas de automóviles.

En términos de red vial, Golfofito se encuentra al final de la ruta N14, a una distancia de casi 22 km de la carretera Interamericana. La constante búsqueda de un polo de atracción para atraer gente e inversiones es típica de este tipo de características geográficas, donde priva la naturaleza. Entre las opciones que se han intentado están convertir Golfofito en un puerto principal, una marina, un depósito libre comercial y un destino turístico. Este proceso de desarrollo continúa, en medio de las cambiantes condiciones económicas nacionales e internacionales.

Historia de la región de Golfo Dulce

*Claudio Barrantes, Historiador
Universidad de Costa Rica, Sede Golfito*

La cuenca del Golfo Dulce es un sector geográfico al sur de Costa Rica, donde el avance de la frontera agrícola data de inicios del siglo XX, antes que en otras localidades de esa región. Sin embargo, el proceso de colonización agrícola de la cuenca del Golfo Dulce no concluyó sino hasta la construcción de los últimos puentes de la península en 1989. A lo largo de siglo y medio, diferentes sucesos tuvieron un mismo escenario, encadenados por su relación con el ambiente, algunas veces para bien, otras para mal. Lo cierto es que esta parte del país tiene una historia muy particular, que debe conocerse mejor para visualizar si la relación de estas comunidades con el medio natural puede traer un mejor futuro.

En la visión de muchos de los habitantes de Golfito también existe una distorsión cultural, según la cual la historia de esta región comenzó con la llegada de la Compañía Bananera de Costa Rica S.A. Nada más alejado de la realidad, ya que desde la primera mitad del siglo XIX hay una presencia sostenida de habitantes en diversos puntos de la costa del Golfo Dulce, allí donde existían terrenos cultivables. Ellos dieron origen a un tipo de poblador costeño que ha mirado impasible transcurrir los años, hasta que el desarrollo de la sociedad modificó el ambiente en el que vivía. Sin embargo, sus descendientes forman parte importante de estos lugares, aunque no tengan claro el papel que jugaron sus antecesores en la colonización de esta parte del territorio nacional. Por las venas de muchos golfitoños sigue corriendo la sangre de aquella gente.

¿Osa o Golfo Dulce?

¿Por qué los nombres de Osa y Golfo Dulce?

Es sabido que la conquista española en Costa Rica se inició en 1522, con la expedición a lo largo de la costa del Pacífico de Gil González Dávila, quien conoció en esta región a un cacique de nombre Osa. Aunque la ubicación de su pueblo es incierta, la crónica dice que era ocho leguas adelante de Burica;¹ esto nos hace pensar que debió estar entre Pavones y Esquinas y difícilmente en la península que lleva su nombre. Probablemente este asunto nunca se aclare.

El nombre de Golfo de Osa se mantuvo hasta inicios del siglo XVII, ¿cuándo y por qué cambió?

El ex presidente Cleto González Víquez lo explica así: *"El señor Pittier me dio alguna vez una explicación bastante satisfactoria. La transformación fue puramente fonética en un principio. Los pilotos, que por lo común eran de Génova, en vez de Golfo Dossa comenzaron a decir Golfo Dose, y como los genoveses, según parece, pronuncian dose o dolce por dulce, no hicieron luego más que traducir al español el significado italiano. El hecho es que el vocablo Osa no vuelve a oírse por siglos con aplicación al Golfo. Con el estudio y publicación de documentos antiguos se supo cual fue el nombre primero, y el Sr. Peralta fue el que comenzó en su mapa histórico la restauración del Osa. El mapa del Sr. Pittier ya lo pone al golfo y a la península".²*

Las comunidades nativas hicieron de los terrenos aledaños al Golfo Dulce un área de refugio durante la colonia, aunque paulatinamente fueron desapareciendo. Posteriormente, las riberas del golfo fueron ocupadas, al menos a partir de los años treinta del siglo XIX, por grupos provenientes de Chiriquí, entonces Colombia, ya fuera que escaparan de los conflictos bélicos de la época en esa región o por la dificultad de acceder a la tierra por la ganadería extensiva, muy típica en Chiriquí desde la colonia. Esta gente combinaba la agricultura de subsistencia con la pesca, llegando a mantener una actividad comercial mínima pero fluida con Chiriquí, incluso de trasiego de ganado.

En 1844, el Gobierno fue informado de la existencia de una población en Golfo Dulce; entonces, un enviado comunicó que *"(...) los habitantes del Golfo Dulce son unas pocas familias que se ocupan en pequeños establecimientos de agricultura y de la pesca, y que no obstante ser de origen extranjero reconocen la autoridad del Gobierno y desean muy positivamente las relaciones con éste y con los habitantes del Estado"*.³

1. Manuel María de Peralta. Costa Rica, Nicaragua y Panamá en el siglo XVI, su historia y sus límites según los documentos del Archivo de Indias de Sevilla, del de Simancas..., recogidos y publicados con notas y aclaraciones históricas y geográficas. Librería de M. Murillo, Madrid, Librería de J. I. Ferrer, París, 1883, p. 28.

2. Véase Revista de Costa Rica. Año II, N° 8 y 9, abril y mayo 1921, p. 227.

3. Archivo Nacional de Costa Rica, Serie Gobernación, Expediente N° 8.200, folios 119 y 119 vuelto.



Figura 1. En Santo Domingo, camino al futuro Puerto Jiménez, 1914. FOTO DE FRANCISCO MARÍA NÚÑEZ

La primera entrega

Un acto de entrega de la soberanía de esta parte del territorio nacional se dio el 16 de octubre de 1849, cuando el gobierno otorgó a la empresa Union des Ports, del francés Gabriel Lafond,⁴ Cónsul de Costa Rica en París, 12 leguas cuadradas de tierras para un proyecto de colonización agrícola, desde la orilla del mar en Golfo Dulce hacia el interior, excluyendo las poblaciones ya establecidas.

Con esto, el 24 de junio de 1850 los franceses tomaron posesión "(...) desde la punta de Salsipuedes diez y media leguas al este, y de donde acaban estas catorce y tres cuartas leguas al este, y de donde estas concluyen una línea recta al sur hasta la costa... quedando ya hecha la compensación de las diez caballerías y cincuenta manzanas de tierra ocupadas por los habitantes de esta población".⁵

Los terrenos excluidos eran dos caballerías y 43 manzanas "(...) desde la quebrada de la ciénega hasta los últimos plataneros que están frente al cogedero de agua de Faustino Conte, ocho caballerías entre el río Puntarenitas y el río de la Ensenadita, cinco manzanas a la orilla norte del río Ensenadita, una manzana a la orilla del río Tigre y una manzana en Golfito".⁶

4. Colección de las Leyes, Decretos y Ordenes expedidos por los Supremos Poderes Legislativo y Ejecutivo de Costa Rica en los años 1849 y 1850. Tomo XI, Imprenta de la Paz. 1865, p. 218.

5. Archivo Nacional de Costa Rica, Serie Relaciones Exteriores, Límites con Colombia, Caja 24, sin foliar.

6. *Ídem*.

Un informe del 25 de septiembre de 1851 que el Capitán León Colombel entregó a Lafond, indica que al 17 de mayo de ese año existían unas 20 casas, de las cuales siete pertenecían a los franceses, que la población ascendía entonces a 150 personas y que entre Salsipuedes y Matapalo *"se han hecho ya ensayos con semillas europeas que han dado muy buenos resultados"*.⁷

Juan Mercedes Fernández, costarricense,⁸ Jefe Político de Golfo Dulce, informó el 7 de agosto de 1852 que en el lugar habían 18 viviendas y 88 habitantes, en cuenta ocho niños cuya edad no llega a los 10 años *"(...) y si no hay más de doscientos ya es por la falta de embarcación para conducir una porción de chiricanos que desean venirse a trabajar aquí. Respecto al deseo de los chiricanos de venirse a este lugar, debo añadir que las pequeñas piraguas que van de este punto a aquel, tienen que rechazar los hombres y mujeres que buscan pasaje para conducirse a este Golfo, pero como he dicho son pequeñas y no admiten sino la poca carguita y una o dos personas más"*.⁹

A pesar de los esfuerzos emprendidos por los franceses, el proyecto fracasó; de lo contrario, probablemente otra sería la historia de los alrededores del Golfo Dulce. De esa experiencia se cuenta con un informe sobre la costa del Golfo y un buen mapa, publicado después en Francia cuando aquí no había rastro del proyecto y Lafond había traspasado sus derechos, que estuvieron a punto de llegar a manos del gobierno estadounidense, interesado entonces en conseguir un lugar adonde trasladar a su población de color y resolver así el problema de la esclavitud, que ya presagiaba la Guerra de Secesión.

Santo Domingo de Golfo Dulce

Hasta 1854 se mantuvo en el sitio conocido como Puntarenitas por estar en ese punto el caserío, topónimo que aún conserva; pero los pobladores se trasladaron más el oeste, hacia Pueblo Viejo, sitio habitado de 1854 a 1917 y nombrado simplemente Golfo Dulce. En julio de 1861 llegó en visita oficial el Gobernador de Puntarenas, don Carlos Moya, primera de una autoridad con ese rango:

"El veintitrés por la tarde llegué a Golfo Dulce, a donde desembarqué e incontinenti en un bote que con ese objeto me trajeron el Jefe Político y otros dos vecinos, los que ya esperaban mi visita por haber tenido anticipada noticia, me dirigí en tierra a casa de Fernando Sabal, de origen francés, el que me hizo un recibimiento tan generoso como

7. Moritz Wagner y Carl Scherzer. La República de Costa Rica en Centro América. Biblioteca Yorusti, N° 1. Imprenta Lehman, 1944, p. 349.

8. Era hijo de Pedro Fernández Alvarado, primo hermano de Juan Mora Fernández, primer Jefe de Estado, véase Archivo Histórico Arquidiocesano Mons. Bernardo Augusto Thiel, Fondos Antiguos, Caja N° 59, folios 632 a 634.

9. *Ibidem*.

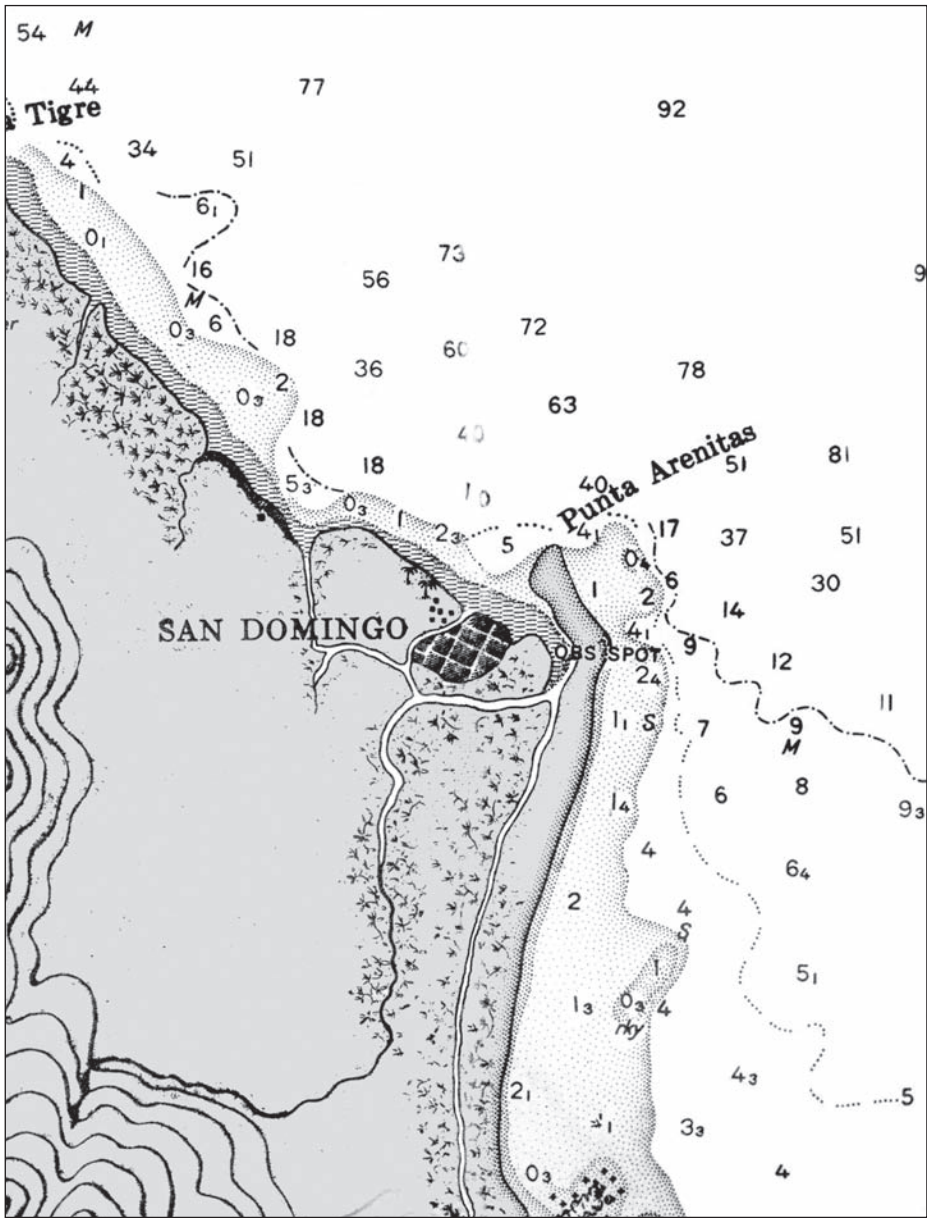


Figura 3. Santo Domingo de Golfo Dulce en 1885, según la expedición del Ranger de la U.S. Navy.
 DETALLE DEL MAPA GOLFO DULCE N.O. 21562

afluye a aquellas poblaciones incipientes".¹³ La visita prometía ser muy provechosa, ya que de común acuerdo con los pobladores dispuso trasladar la comunidad al sitio conocido entonces como San José, hoy San Josecito, lo que Guardia acordó el 9 de septiembre de 1878.

"El acuerdo tuvo en cuenta que la población de Golfo Dulce estaba mal situada en todos conceptos, lo cual impediría su progreso, y que San José era el lugar más aparente para el poblado por tener suelo firme, por estar al pie de un monte a propósito para agricultura y por hallarse dotado de una vertiente de agua potable. Se ordenó también delinear la nueva ciudad de la manera más perfecta, con calles tiradas a cordel que desembocasen en una plaza espaciosa de forma de herradura.

En la Memoria de 1879, el Ministro de Guerra informa que los vecinos de Golfo Dulce habían sido trasladados al nuevo asiento, en el vapor nacional Irazú.

Lástima grande que la población no se mantuviera en San José, situado en el lado opuesto del golfo cerca de Golfito, y el traslado durara poco, porque a haberse conservado habría habido mayor vigilancia de nuestros derechos en aquel año y en 1880, tan seriamente amenazados y perjudicados por el Gobierno Colombiano".¹⁴

Posteriormente, en febrero de 1887 estuvo en Golfo Dulce el General Bernardo Soto, Presidente de la República.¹⁵ A fines de abril de 1884 visitó por primera vez el lugar el Obispo Thiel, quien manifestó que:

"El cantón de Golfo Dulce tiene por lugar principal a Santo Domingo. Los barrios son por el lado derecho de la entrada al Golfo a Corredor o Conte y Pavón (es una entrada grande, boca de un río navegable hasta cierta distancia), Golfito, San José (a donde el Presidente Dn Tomás Guardia mandó trasladar el pueblo en 1878, comenzando con los edificios públicos del Gobierno y la Iglesia, que quedaron destruidos de este modo, porque la gente no quiso trasladarse), La Isidora, Agujas, Barrigones, El Tigre, el Rincón, El Ñeque, y a la izquierda de la entrada al Golfo: Santo Domingo, Platanares o Corozal, Tamales, La Ensenada, Las Esquinas y el Rincón. La villa tiene 65 casas con 246 habitantes y los trece barrios 28 casas con 131 habitantes, total 95 casas con 377 habitantes, hombres 142, mujeres 146, niños 89. Nacionales 35, extranjeros 342, todos son católicos. Las profesiones son la agricultura, comercio, marina, se hacen sombreros de palma. A la Jefatura pertenecen Térraba y Boruca. Al comenzar la visita había en Golfo Dulce: solteros 322, casados 28, viudos 27. Hay 24 que saben leer y escribir y 16 que solo saben leer".

Agrega que ofició 30 matrimonios, que exhortó a los vecinos a construir un puente de unas 80 varas sobre el manglar que debía cruzarse para el acarreo

13. La Gaceta, Diario Oficial, 28 agosto de 1878.

14. Cleto González Víquez. Nombres Geográficos de Costa Rica. Golfo Dulce. Revista de Costa Rica. Año II, N° 8 y 9, abril y mayo 1921, p. 227.

15. La Gaceta Oficial, 23 marzo de 1887.

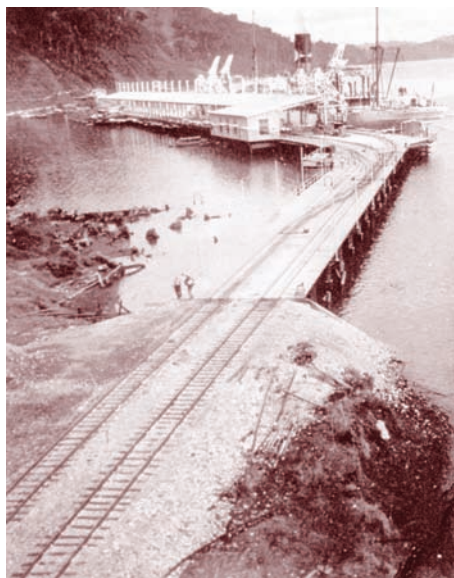


Figura 4. El muelle de Golfito recién construido, 1941.

Foto COLECCIÓN ANANÍAS GONZÁLEZ, GOLFITO

descuido absoluto, la plaza, calles, etc., están sin concluir y mal atendidas, no hay casa de gobierno ni de policía, ni de cabildo, la escuela es regular pero cerrada".¹⁸

del agua de consumo, que no había iglesia sino una capilla y que logró que cercaran de nuevo el panteón.¹⁶ Thiel regresó en misión el 13 de febrero de 1890 por cinco días.¹⁷

El padre Vicente Krautwig, primer paulino en la región, visitó Golfo Dulce a principios de 1900 y describe el lugar así:

"La mayoría son colombianos, pocos los costarricenses, es una población de frontera y de tránsito, pero esto sólo explica lo estacionario de aquel lugar, fundado unos 60 años ha. Uno de los primeros pobladores vive todavía, es el Sr. Rosario Cruz, varias veces, según me han referido los habitantes de este lugar, estuvieron a punto de abandonarlo. Todo aquí está en

Puerto Jiménez

El Ministro de Gobernación, Lic. Carlos María Jiménez, visitó Santo Domingo en febrero de 1914,¹⁹ acompañado de una delegación que incluía al Gobernador de Cartago y personeros de la Municipalidad de Puntarenas, junto con otros acompañantes. Durante su gestión, dispuso el traslado de Santo Domingo a un nuevo sitio, el actual Puerto Jiménez, llamado así en su honor, aunque esto fue posible hasta 1917. El cronista que le acompañó describe Santo Domingo al final de sus días así:

"La población principal, llamada Santo Domingo, está situada en el fondo del Golfo, a orillas de un estero que forma el mismo con la desventaja de secarse cada vez que

16. Archivo Histórico Arquidiocesano Mons. Bernardo Augusto Thiel, Libro IV° de Santa Visita del Ilm° Sr. Thiel, folios 62 y 63.

17. El Eco Católico de Costa Rica, 21 junio de 1890, Año III°, N° 124, p. 234.

18. El Eco Católico de Costa Rica, 30 junio 1900, Año VIII, N° 22, p. 175.

19. Francisco M^a Núñez Monge. De Puntarenas a Golfo Dulce. Crónica de viaje. Imprenta San José, 1914.

baja la marea, formando entonces un pantano, lo que da origen a la insalubridad de la población. Santo Domingo es una preciosa y pintoresca población formada por chiricanos que habitan como en treinta ranchos”.

“Tiene algunos edificios de madera como la Jefatura Política, una casa ocupada con un establecimiento chino, antigua propiedad del Dr. Don Pánfilo J. Valverde y otras casas particulares. También tiene una pequeña ermita de madera, donde celebran la misa y demás oficios religiosos los padres alemanes que residen en Buenos Aires... Toda la población asciende como a ochocientos habitantes, que viven no solamente en Santo Domingo sino en

ranchos colocados a orillas de la costa. Esos habitantes, chiricanos de origen en su mayoría, puntarenenses unos pocos y algunos de otras nacionalidades, han logrado formar sus fincas en las cercanías, después de muchos años de privaciones y trabajos (...). Por vía de salubridad se está trasladando el pueblecito más al sur, en una inmensa planicie cubierta de sabana, que llevará el nombre de Puerto Jiménez. El agua la toman de los pozos por medio de bombas, cada vecino tiene sus animalitos y sus pedazos de potrero lleno de árboles frutales.

La población se alumbra en las noches con canfín, y los sábados se anima con la llegada de las gentes que trabajan en las orillas de la costa. No hay sábado que falten los bailes con acordeón, y particularmente el tambor para el baile llamado el tamborito, también bailan cumbia y punto.

Sábado 14 En la mañana, después de visitar la Alcaldía servida por don Virgilio Chinchilla, dos pulperías de poco movimiento, la pulpería, taquilla y vinatería de un chino donde encontramos de todo lo que podría pedirse en una cantina o pulpería de uno de los pueblos del interior, vamos a pie a conocer el Puerto Jiménez.

El lugar es muy pintoresco, dista como 30 minutos del pueblo, está ya dividido en manzanas, con sus calles anchas y el Gobierno se encargará de repartirlo entre los pobladores del viejo caserío de Santo Domingo. El local que servirá de Jefatura Política está ya en construcción, será de madera, dirige el trabajo el joven don Luis Figueroa, de Cartago”.

En 1916 Santo Domingo se mantenía, ya que Puerto Jiménez no estaba ocupado del todo. El 10 de febrero visitó ambos lugares el Obispo Stork y en la crónica de su visita se manifiesta que Golfo Dulce:

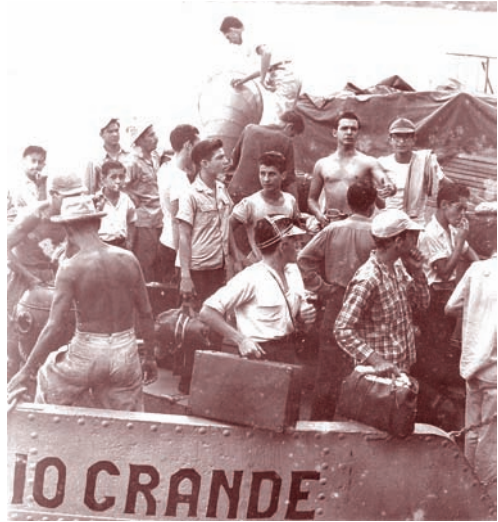


Figura 5. Futuros obreros bananeros desembarcando en Golfito, a principios de la década de 1950. FOTO COLECCIÓN VICENTE, GOLFITO



Figura 6. Máquina del ferrocarril del sur de la Compañía Bananera de Costa Rica.

Foto COLECCIÓN ANANÍAS GONZÁLEZ, GOLFITO

"(...) era de preciosa situación topográfica pero situado entre dos o más pequeños esteros, que despiden miasmas en las vaciantes y convertían a Golfo Dulce en recurtidero de fiebres palúdicas y disenterías. Gracias a los esfuerzos del Licenciado don Carlos M^a Jiménez en su actuación como Ministro de Gobernación y al celo y tesonería sin acritud del joven Jefe Político don Zenón Castro Quesada, se hizo el cuadrante de la nueva población en un lugar más pintoresco, un poco más alto y seco, y hoy el vecindario que llegó a comprender el bien que se le buscaba levantó sus casitas, algunas de madera y de bonita construcción en la nueva demarcación, con provecho de toda la comunidad".²⁰

La Guerra de Coto

Este ingrato suceso se originó debido a la ausencia de un arreglo con Panamá para establecer una frontera definitiva, asunto heredado desde que colindábamos con Colombia. La presencia sostenida de pobladores de origen panameño en las riberas del Golfo hizo que dicho país nunca abandonara las pretensiones de adueñarse del mismo, a pesar de que el Laudo Loubet en 1900, el tratado Anderson-Porras en 1910 y el Laudo White en 1913 nunca contemplaron semejante posibilidad. Los panameños llevaban sus pretensiones hasta el propio río Golfito.

20. Rosendo de J. Valenciano. Visita Canónica del Ilmo. Y Revmo. Señor Obispo de Costa Rica Dr. D. Juan G. Stork a los Pueblos Indígenas de Golfo Dulce, Térraba , Boruca y Buenos Aires. Febrero de 1916. Tip. Lehmann, p. 6 y 7.

En 1917 se consideró que una concesión de cocales a favor del Secretario de Guerra en ese momento, Joaquín Tinoco, *"atrajo la atención de las autoridades panameñas, quienes han colocado destacamentos o agencias policiales avanzadas hasta donde ellos creen señalada la frontera de Costa Rica"*.²¹

El 16 de diciembre de ese mismo año, llegó a Pueblo Nuevo de Coto un grupo de enemigos políticos del gobierno de Tinoco escapando hacia Panamá. Describen el lugar como *"una población de treinta a cuarenta habitantes que se albergan en seis u ocho casas pajizas. No tiene más autoridad que el Corregidor, quien habita en la primera vivienda a la derecha, orilla del río"*; dicho funcionario es *"un joven delgado, pequeño, pálido y no mal figurado, con cierto atildamiento. Se llama Benigno Romero y recibe con relativa cortesía a nuestro Jefe y a Zenón"*.²¹

Allí pernoctaron, y al otro día *"Muy de madrugada oímos la marcha de un motor. Era la embarcación de servicio ordinario que procedente de Pedregal llega a Coto cada quince días"*.²²

Esto indica que Costa Rica había abandonado a su suerte la porción que nos correspondía en la disputa de límites con Panamá. Sin embargo, la ocupación panameña de Coto trascendió, volviéndose muy incómoda para nuestro Gobierno y el "estira y encoge" en que derivó este asunto terminó llevando la sangre al río. El 20 de febrero de 1921, el gobierno decretó atentatoria contra nuestra soberanía dicha ocupación, por lo que inmediatamente se nombró al coronel Héctor Zúñiga Mora Comandante Militar y Civil de la zona y se le trasladó al sitio.²³

El 21 de febrero estaba don Héctor en Pueblo Nuevo y tomó posesión enarbolando la bandera nacional, solicitando a su vez el retiro de las autoridades panameñas. Sin embargo, seis días después fuerzas panameñas asaltaron el pueblo, capturando a Zúñiga y los suyos, quienes fueron trasladados hasta Panamá.

Ese mismo día, al filo de la tarde subía por el río Coto, a bordo de la lancha Sultana, una fuerza militar costarricense que ignoraba lo sucedido, sin advertir la presencia de retenes que a propósito los dejaron pasar. Un poco más arriba de donde está el actual ferry que permite cruzar el río, en El Higuerón, fueron emboscados y la lancha encalló, en un incidente en el que murieron cuatro soldados y nueve quedaron heridos.

Dos días después se presentó otra lancha costarricense con más soldados, y de nuevo, ignorantes de lo sucedido, cayeron en la trampa, ahora con más pérdida de

21. Memorias de un héroe. El Diario de Selim Arias D. *El Renacimiento*, 21 abril 1920, Año VI°, N° 701, p. 2.

22. Memorias de un héroe. El Diario de Selim Arias D. *El Renacimiento*, 25 abril 1920, Año VI°, N° 705, p. 2.

23. Rafael Obregón Loría. *Conflictos Militares y Políticos de Costa Rica*. Imprenta La Nación, 1951, p. 108 y 109.



Figura 7. Cargando banano en el muelle de Golfito, década de 1950.

Foto COLECCIÓN VICENTE, GOLFITO

vidas humanas, 28 incluyendo al mexicano Daniel Herrera Irigoyen,²⁴ entonces Jefe Político de Puerto Jiménez que se había sumado a la expedición.

Al conocerse estos acontecimientos en San José, hubo una reacción generalizada de repudio que exigía una respuesta contundente. Pero cuando todos la esperaban intervino el gobierno de Estados Unidos, impidiendo más enfrentamientos. La única baja que tuvieron los panameños fue la del coronel Tomás Armuelles, en un accidente de ferrocarril lejos del campo de batalla, el 18 de marzo, cuando ya había concluido el

conflicto. Los panameños bautizaron con su nombre el antiguo Rabo de Puerco, Puerto Armuelles, luego cabecera del Distrito de Barú.²⁵

El movimiento migratorio en ambos sentidos se interrumpió a raíz de estos sucesos, pero luego se reanudó por los lazos filiales entre los chiricanos, aunque nunca fue el mismo. Posteriormente, en 1941 se estableció la actual frontera.

La Osa Productos Forestales S. A.

Durante la década de los años veinte se inició un proceso de acaparamiento de tierras en la Península de Osa, a cargo de costarricenses que luego las vendieron a alguna empresa transnacional, para que finalmente pasaran a engrosar los terrenos que llegaron a manos de la Osa Productos Forestales S.A. en 1958. Un testimonio del Ing. Jaime Gutiérrez Braun indica sus esfuerzos en la medición de terrenos para titularlos:

“Fue en las cabeceras del río Rincón, Golfo Dulce, el día miércoles 12 de octubre de 1927, estando en el ejercicio de mis trabajos de ingeniero. Para esos trabajos en plena montaña, nos toca siempre construir nuestros propios campamentos (ranchos pajizos), llevar provisión propia y desde luego, los peones necesarios para el trabajo. En ese tiempo me acompañaban como tales los hermanos Félix y Fermín Camaño (alias Chavarría), Valentín Santamaría, Pedro Muñoz, Lorenzo Cortés y Máximo Ríos, de los

24. Herrera vino a Costa Rica en 1915 tras participar en la revuelta militar de entonces en su país, era poeta y periodista, su casa era la mejor de Puerto Jiménez en 1921 según lo menciona José Marín Cañas en Coto (La guerra del 21 con Panamá) 3ª edición, Editorial Costa Rica, 1976, p. 44 y 45.

25. Ernesto J. Castillero. Chiriquí. Ensayo de Monografía de la Provincia de Chiriquí. Impresora Panamá S.A., 1968, p. 16 y 17.

cuales únicamente el último sabía leer y escribir. Tenía próximamente dos meses de estar ejecutando ese trabajo, exploración de las cabeceras del río Rincón, y como el invierno era tan riguroso, no debe olvidarse que el mes de octubre es el más lluvioso de todo el año en la costa del Pacífico de Costa Rica, ya había pensado seriamente en suspender el trabajo para reanudarlo en el verano siguiente".²⁶

También la versión de una pobladora de San Juan de Sierpe indica que, cuando en 1932 sus abuelos alcanzaron Drake con la intención de poblar en las cercanías, *"Al día siguiente de estar ahí vieron venir a un hombre por el río, era un cocinero que trabajaba para los ingenieros que andaban midiendo la tierra de la Osa Forestal. Aprovecharon y coordinaron la salida para río Sierpe".²⁷*

Otro caso es el de Fernando Castro Cervantes, reconocido colaborador de la United Fruit Co., que desde 1933 tenía instalado un aserradero en Playa Blanca, La Palma, para exportar madera a Perú. Para entonces, ya había titulado grandes extensiones de tierra en el interior de la península, incluyendo cerca de 14.000 hectáreas (ha) en la llanura de Corcovado (actual Parque Nacional). Parte de estas tierras se las vendió a la Compañía Bananera de Costa Rica S.A. en 1943, que había proyectado sembrar banano en Corcovado, pero luego, al descubrir que los terrenos no eran aptos, se limitó a extraer las maderas valiosas.

La Compañía Bananera de Costa Rica S. A. vendió estas tierras en 1947 a la Arawak Co. Ltd., y un año después pasaron a manos de la Transnational Trust Co. Ltd., que ya había comprado 11 fincas al Ing. Federico Gutiérrez Braun y a Alberto Echandi, por lo que llegó a poseer en ese año más de 47.000 ha de bosque, que finalmente fueron traspasadas a la Osa Productos Forestales S. A.²⁸ Estos bosques habían sido ampliados con otros terrenos del Ing. Jaime Gutiérrez Braun vendidos por su viuda.

Las empresas Arawak, Transnational Trust y Osa Productos Forestales tenían un origen común en Bahamas; su dueño, Wilford H. Gonyea, vivía en Oregon, Estados Unidos, donde era un importante empresario maderero, además de poseer la cadena Wyatt House-Regency Hotel.

En el Golfo Dulce, la Osa inició operaciones a fines de la década de los cincuenta, construyendo la infraestructura en Rincón que le permitió explotar las maderas finas de los alrededores. El resto de sus terrenos permanecieron intactos hasta que la construcción de la carretera Interamericana permitió la llegada de

26. El texto se llama "Relación de la mordedura de culebra (Terciopelo) que sufrí en Golfo Dulce", y está incluido en el libro del Dr. Clodomiro Picado Serpientes Venenosas de Costa Rica, 2^a edición, Editorial Universidad de Costa Rica y Editorial Costa Rica, 1976, p. 207 a 210.

27. La historia de San Juan de Sierpe y sus habitantes. Proyecto Educación Participativa sobre la Gente y la Naturaleza, UICN, UNA, UNED, MINAE. Master Litho S.A., 2000, p. 13.

28. ADEPAS. La Osa Productos Forestales, Informe de consultoría para el CONACOOOP, enero 2001, p. 6 y 7.

campesinos sin tierra, iniciándose una de las últimas etapas de desarrollo de la frontera agrícola en la zona sur.

En 1965, algunos campesinos se instalan cerca de la laguna de Chocuaco, originando el actual Rancho Quemado, y para entonces se había generalizado el conflicto de los ocupantes en precario con la Osa. A raíz de esto y por la presión que el asunto generó, esta empresa entregó los terrenos en Corcovado, lo cual permitió un proyecto de asentamientos campesinos del ITCO y luego la creación del Parque Nacional Corcovado, el 24 de octubre de 1975, por Decreto N° 5357-A.

Sin embargo, la confrontación recrudesció con el resto de los grupos de ocupantes en precario, por lo que finalmente el Estado expropió a la Osa en 1978, creando a su vez la Reserva Forestal de Osa, con lo que facilitó la desaparición en la región de la Osa Productos Forestales S.A.

Siempre se mantuvo la impresión de que la Osa Productos Forestales S.A. no era más que la fachada de una gestión para otros asuntos completamente diferentes a los que pregonaba, incluso desde que apareció la Arawak Trust Co. Ltd. El viraje que emprendió la empresa en 1973 al dedicarse a un gran proyecto turístico en Rincón lo confirma, ya que este último proyecto no tenía ninguna relación con el proyecto forestal divulgado por la empresa por tantos años. Las verdaderas razones que llevaron a esta empresa a adquirir áreas tan extensas en la Península de Osa podrían ser el objetivo de futuras investigaciones sobre la historia de la región. Pero es innegable que la actitud de los campesinos que se le enfrentaron por adquirir un pedazo de tierra, devolvió a la patria el patrimonio que le había sido escamoteado.

La Compañía Bananera de Costa Rica

Desde los años veinte, la United Fruit Co. se había propuesto acaparar los terrenos bajos propensos a la explotación industrial entre las riberas del Golfo Dulce y la desembocadura del río Grande de Térraba, donde luego instaló una economía de enclave, lo cual determinó el desarrollo regional de los siguientes 50 años.

Para ello, en 1928 había enviado al Dr. V. C. Dunlop desde Puerto Armuelles a inspeccionar las vegas del río Coto, como previsión para disponer de nuevos terrenos para el cultivo industrial del banano ante alguna eventualidad en la costa Atlántica.

Los informes de Dunlop fueron positivos y solo fue cuestión de tiempo para que la empresa hiciera los arreglos necesarios con el Gobierno para su explotación. A todo esto se le sumaban las excelentes condiciones naturales que brinda el Golfo Dulce para el atracadero de embarcaciones.

Sin embargo, el proceso para que la United adquiriera las tierras necesarias para su proyecto fue difícil, puesto que la mayoría estaban ocupadas por campesinos. Al principio se valió de Fernando Castro Cervantes, fundando la Golfo Dulce Land

Co., y de la Ley de Gracias, creada casi para beneficiar a la empresa a través de terceros, ya que obtuvo más de 70.000 ha, incluso en Golfito. Este asunto llegó al extremo de titular las tierras donde estaba El Pozo, Balzar y Palmar (Norte) sin atender los derechos de los viejos ocupantes, la ancestral comunidad de indígenas borucas de la familia Díaz, quienes perdieron todas sus tierras en Palmar.



Figura 8. Preparando banano, década de 1950.
FOTO COLECCIÓN VICENTE, GOLFITO

También a raíz de la Guerra de Coto, la United Fruit Co. aprovechó el vacío jurisdiccional imperante y por medio de la Chiriquí Land Co. adquirió casi 7.000 ha mediante un título de propiedad panameño entre La Cuesta y Pueblo Nuevo de Coto, pueblo este que pasó a ser de su propiedad junto con los terrenos de ese sector que formaron parte de la División Puerto González Víquez.²⁹

El Contrato Cortés-Chittenden, Ley 133 del 23 de julio de 1938, autorizó a dicha empresa a construir un muelle. Al iniciar operaciones regionales en 1937, la Compañía Bananera de Costa Rica S.A., antigua United Fruit Co., ubicó su centro de operaciones en Puerto Jiménez y El Pozo (hoy Ciudad Cortés), desde donde embarcaba el banano adquirido a los lugareños.

La compra de banano a los pobladores muestra las posibilidades de la economía local, puesto que abastecían a la empresa para llevar el producto hasta Puntarenas y luego a Limón, para exportarlo como parte de su línea de producción. Esta situación se mantuvo hasta principios de 1942.

Paralelamente, la empresa inició la construcción de la infraestructura del nuevo enclave, poniendo en operación el ferrocarril, el muelle de Golfito y las nuevas plantaciones en Palmar, con lo cual interrumpió la adquisición de banano a los pobladores locales, puesto que ya disponía de su propia producción. Ni qué decir que eso fue un duro golpe para los campesinos de entonces.

En 1939, la empresa trasladó sus oficinas de Puerto Jiménez a Golfito, sitio habitado apenas por unas cuantas familias de pescadores artesanales, y originó una nueva población. Para entonces, la Compañía Bananera ya poseía más de 100.000 ha de tierras en la zona sur.

"A la llegada de los primeros ingenieros portuarios y agrimensores a Golfito, no había en los alrededores una sola casa de habitación. Se instaló un campamento rústico y de inmediato comenzaron los estudios para el muelle, bajo la dirección de Thomas J. Barnett y

29. Ana Luisa Cerdas Albertazzi. El Nacimiento del Enclave Bananero en el Pacífico Sur. Avance de Investigación, Universidad de Costa Rica, Sistema de Estudios de Posgrado, Maestría Centroamericana de Historia, 1990, p. 31 y 32.

con la participación, entre otros, de los yugoslavos Steve Boscovich, Frank Glavas, Stankos Brijlevich, el ingeniero austriaco Emil Streichem y varios norteamericanos, incluyendo a J.W. Moore, primer gerente de la División Golfito".³⁰

Al principio, un barco estaba anclado en el puerto para dar alojamiento a estos empleados y almacenar el material mientras se construían las instalaciones elementales en tierra firme. A pesar de que los preparativos se iniciaron en 1938, el muelle no se terminó sino hasta febrero de 1941, con un costo de más de medio millón de dólares.

"La cuadrilla para la construcción del ferrocarril arribó en 1937, y se instaló unos cuatro kilómetros al sureste del sitio del muelle una pequeña cabaña con techo de paja, troncos y hojas de palma traídos de la exuberante selva tropical cuya vegetación se extendía hasta la orilla del agua. Pronto un rancho más amplio y confortable servía como campamento base. No obstante las condiciones continuaban siendo extremas. El plato de costumbre era arroz y frijoles con plátanos, pero el menú frecuentemente incluía jabalí, venado, tepezcuinte y pescado.

Con el objeto de acortar el paso a Palmar, los ingenieros consideraron originalmente abrir un túnel al lado noroeste del actual aeropuerto de Golfito y hasta el río La Gamba, para continuar luego a Palmar. Pero el trazado final siguió la línea alrededor de la montaña en Golfito con dirección a Coto. Conforme continuaba la inspección a lo largo de la costa por la bahía, se hizo desalentadoramente evidente que sería necesario dinamitar y cortar a través de los escarpados cerros que en pendiente bajaban hasta el agua. Los continuos deslizamientos de lodo sepultaban su trabajo, aun después de la colocación de los rieles. En ocasiones tales problemas eran inspeccionados por el veterano ejecutivo George P. Chittenden, Gerente General de Operaciones en Costa Rica, estacionado en San José.

La cuadrilla de jornaleros había penetrado quince kilómetros tierra adentro cuando ya cerca del valle de Coto, se encontró con un pantano prácticamente impenetrable a mitad de los cerros. Esta ciénega sin fondo fue conocida luego como Llano Seco, nombre que resultaba obviamente contradictorio con la realidad (la denominación provino de un juego humorístico de la palabras "ya no seca"). Se abrió un profundo canal pero no surtió el efecto deseado, al no drenar un terreno tan problemático, por lo que la línea férrea tuvo que ser ubicada al lado de los altos cerros, paralela al pantano. Este pantano aun subsiste hoy en día, y sirve como importante refugio a las aves y fauna silvestre en general".³⁰

"La mayoría de los capataces del ferrocarril venían de España. Los ingenieros del proyecto eran norteamericanos, pero los topógrafos y agrimensores en su mayor parte eran costarricenses. El manejo del equipo pesado y la construcción de los edificios estaba a cargo de los yugoslavos, reclutados en la Zona del Canal de Panamá en los años treinta. No podían faltar los europeos, Henry "Scotty" Crichton, escocés, era electricista, su padre construyó la fábrica de hielo en Golfito. Paul Hari, un franco-suizo, fue contratado para diseñar

30. Clyde Stephens. Golfito, orígenes de una División Bananera. Notas para la historia. Manuscrito, págs. 3 y 4.

la División. Tiempo después Golfito vino a ser el puerto de la Compañía de más exótico diseño, gracias a Paul Hari y a su jefe que le tenía gran aprecio, el gerente Norman Sanderson, un inglés con gran experiencia en el Africa".³¹

"A bordo del barco San Bruno fue la primera exportación que se hizo por el muelle recién terminado de Golfito, el 2 de marzo de 1941".³²

Para entonces, Golfito había adquirido otro aspecto, ya que el poblado fue segregado en áreas exclusivas para los funcionarios estadounidenses -la Zona Americana-, mientras en el otro extremo ubicaron las viviendas de los trabajadores -la Zona Gris y más tarde el Km 1-, ambas divididas por la Zona Amarilla, residencia de algunos empleados de confianza. El diseño del emplazamiento se complementó con la infraestructura requerida, como el aeropuerto, la lechería, la fábrica de lácteos, El Naranjal y otros.

A partir de ese año, 1941, Golfito creció como el centro desde el cual se controlaba todo el proceso bananero de la transnacional, abarcando Quepos y aun algunas operaciones en el Atlántico.

Para poder atender la demanda de mano de obra que requería la Compañía Bananera, la región se vio inundada de gente procedente de Guanacaste, Nicaragua y Honduras, que rápidamente superaron a los pobladores antiguos. De estos grupos, muchas personas retornaron a sus lugares o simplemente se fueron, pero otras se quedaron y fueron las que dieron origen al tipo de habitante característico de esta región.

El enclave bananero cumplió su ciclo y desapareció, dejando una huella profunda en la región que marcó indeleblemente a esta sociedad. En tanto, el resto de la cuenca mostraba poblaciones costeras deprimidas que, por no incidir en la cadena de producción de aquella economía, apenas han subsistido manteniendo rasgos del habitante original casi con las mismas características de marginalidad, ahora empeorada por el acaparamiento de los últimos años por parte de extranjeros de la zona marítimo terrestre.



Figura 9. Muelle de la empresa Osa Productos Forestales en Rincón de Osa, 1960.

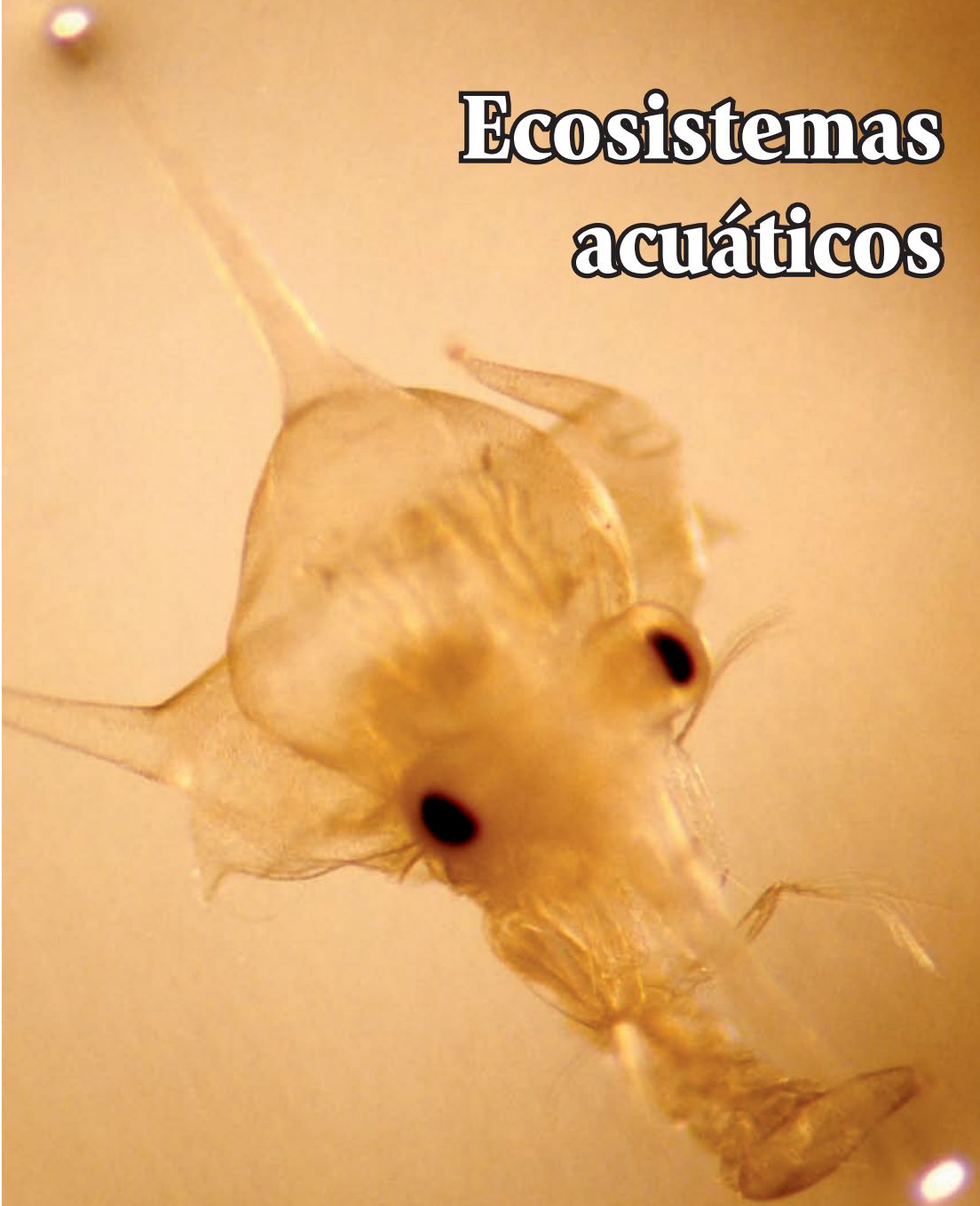
Foto COLECCIÓN CARLOS LIEBHABER, ALAJUELA

31. *Ídem*, p. 14.

32. *Ibidem*, p. 17.



Ecosistemas acuáticos



Plancton

Alvaro Morales R., *Biólogo Marino*
Centro de Investigaciones de Ciencias del Mar (CIMAR)
Escuela de Biología, UCR

La palabra “plancton” proviene del griego *planktos*, que significa “a la deriva”. Este término fue introducido en la ciencia en 1887 por el naturalista y médico alemán Víctor Hensen y define a todos aquellos organismos vivos, sean animales, plantas, bacterias u hongos, que habitan en la columna de agua y son transportados pasivamente por las corrientes marinas; ya que no poseen, como los peces, la capacidad de nadar contra la corriente. El plancton puede encontrarse en la superficie del mar o estar distribuido verticalmente hasta varias decenas o centenas de metros de profundidad. La mayor parte del plancton es de tamaño muy pequeño, por eso es prácticamente imposible verlo suspendido en el mar. Su tamaño se mide en micras (μm , en un milímetro hay 1.000 μm) y varía desde 0,2 μm hasta 2 mm, aunque algunas medusas podrían medir varios centímetros de longitud y seguir perteneciendo al zooplancton. El plancton en ocasiones alcanza enormes abundancias que le dan un color característico al agua. Los tonos verduscos de las aguas costeras, casi siempre, nos indican la presencia de una buena cantidad de plancton, como se observa en la parte interna del Golfo de Nicoya. En el Golfo Dulce es posible observar estos tonos especialmente en regiones próximas a la desembocadura del río Coto-Colorado y en la bahía de Golfito.

Por su tamaño, el plancton se puede dividir en diferentes grupos (picoplancton, nanoplancton, microplancton y mesoplancton) y por su función ecológica lo podemos categorizar en bacterioplancton (bacterias marinas), fitoplancton (productores primarios o microalgas: diatomeas, dinoflagelados, donde encontramos algunas especies que producen las mareas rojas) y zooplancton (productores secundarios: microcrustáceos y larvas de invertebrados y peces, entre otros). Muchos de los organismos del zooplancton, grupo en el cual nos vamos a concentrar, no podemos verlos a simple vista, pero es casi seguro que se encuentran muy cerca de nosotros cuando nos zambullimos en el mar. El plancton constituye la base de las cadenas y marañas alimentarias en los océanos y en los cuerpos de agua dulce. Es decir, mediante procesos de fotosíntesis, las

microalgas generan suficiente biomasa para alimentar al zooplancton; éste a su vez alimenta a las larvas de peces e invertebrados o bien a los adultos, de los cuales se alimentan los humanos. Sin el plancton, no tendríamos los recursos marinos que tenemos, especialmente en las zonas costeras. Por esta razón, el plancton tiene una inmensa importancia para la vida en los océanos. Esto se debe principalmente a que muchos organismos del plancton, especialmente del zooplancton (animales) son el alimento preferido de las larvas de las especies de peces de interés comercial. Si hay suficiente plancton y de buena calidad, las larvas de los peces tendrán suficiente alimento para crecer, llegar a adultos y conformar los cardúmenes de peces que van a ser pescados. En los países de mucha tradición pesquera, los estudios de plancton son fundamentales para planificar estrategias de manejo y explotación de una determinada especie. Aunque son estudios complejos, muchas veces sólo se necesita de cierta información cualitativa. Así, por ejemplo, a principios del siglo XX los pescadores de los países nórdicos tenían la costumbre de lanzar unas redes de plancton poco antes de echar las redes de pesca en el lugar escogido. Si éstas salían rojas, se debía a la presencia abundante de una especie de la cual se alimenta una especie de sardina muy consumida en esos países; esto les aseguraba tener una excelente pesca.

Estudiar el plancton no es sencillo. Se necesita un equipo para tomar muestras de agua que lo contengan (botellas especiales para fitoplancton y bacterias, así como redes para el zooplancton). A la vez, se requieren métodos químicos para preservar los organismos y técnicas de laboratorio para procesar las muestras y poder observarlas en un microscopio (bacterias y microalgas) o bien en un estereoscopio (zooplancton).

Pero quizás uno de los mayores problemas al que nos enfrentamos los planctólogos (estudiosos del plancton) es que el plancton se distribuye en forma de parches en el agua, y como esos parches no se ven a simple vista, debemos tomar en cuenta todos aquellos factores que puedan influir en la distribución, composición y abundancia del plancton. Algunos de estos factores son la condición de marea (alta, baja, subiendo, bajando), el tipo y forma de la red con que se toma la muestra (red de boca cónica, rectangular, cuadrada), el tamaño del poro de la red (poro de 100, 200, 500 μm), hora del día (temprano por la mañana, entrada la mañana, tarde o bien de noche), la forma de tomar la muestra, ya sean arrastres horizontales (de manera lineal o circular) o arrastres verticales. En los arrastres horizontales, la red es halada por un bote sobre la superficie del mar, mientras que en los arrastres verticales la red se sumerge a una profundidad determinada y se sube hacia el bote, capturando el plancton desde abajo hacia arriba.

El plancton tropical se caracteriza por una alta diversidad morfológica y biológica, poca abundancia (aunque puede ser significativa en las zonas costeras) y estar dominado especialmente por microcrustáceos. En muchos organismos del zooplancton tropical y de otras latitudes se observan adaptaciones anatómicas y

fisiológicas, que son importantes para poder subsistir en el ambiente marino. Hay que pensar que la temperatura, la luz, la salinidad y la concentración de oxígeno son factores fundamentales en la biología de los organismos vivos. Por ejemplo, en el Golfo Dulce, cuando llueve mucho se forma un espejo de agua menos salada en la superficie, con respecto al agua por debajo de los 5-10 m. Esto podría tener un efecto importante en la presencia o ausencia de ciertos organismos, que necesitan menos o más concentración de sales para crecer o vivir. Igualmente, el oxígeno se concentra en los primeros 50 m de profundidad, después de ahí disminuye drásticamente. También es importante considerar que los animales del zooplancton deben mantenerse suspendidos en el agua, alimentándose y reproduciéndose, por lo que muchas veces se observan formas corporales que oponen resistencia al hundimiento, o bien se observan espinas, setas, sétulas y otras prolongaciones en sus cuerpos para aumentar su superficie de sustentación. Las medusas, por ejemplo poseen una estructura en forma de sombrilla, que funcionaría como paracaídas y así no se hunden a profundidades no deseadas. Otras adaptaciones interesantes se dan en aquellos organismos con concha, como algunos pterópodos (moluscos), ya que en lugar de carbonato de calcio, la concha es de aragonita, un compuesto mucho más ligero. Además, muchas especies tienen gotas de aceite para la flotabilidad, o cuerpos transparentes para pasar desapercibidas ante los ojos de sus depredadores.

En Golfito, como parte de las actividades del curso de Biología de Campo de la Escuela de Biología de la UCR, desde 1995 se está investigando el plancton, en especial el zooplancton, considerando algunos de los factores que influyen en su distribución, composición, diversidad y abundancia.

Zooplancton

Con respecto al zooplancton de Golfito (Fig. 1), se han evaluado diferentes aspectos. En términos generales, este zooplancton es típicamente tropical y está dominado por microcrustáceos, en especial copépodos (Fig. 2); algunos otros grupos como los ostrácodos y quetognatos (Fig. 3) y también son comunes las larvas de cangrejos y camarones (Fig. 4).

Los primeros trabajos con el zooplancton en la bahía de Golfito, en 1995, demostraron que la diversidad biológica era similar al comparar los grupos presentes en la marea baja y alta, pero las mayores concentraciones de organismos se dieron durante la marea baja, probablemente como consecuencia de un mayor flujo de agua en contra de la posición de la red a la hora de realizar el muestreo.

En 1997, frente a Punta Mala, se comparó la composición y abundancia del zooplancton utilizando una red de poro fino (280 μm) y otra de poro grueso

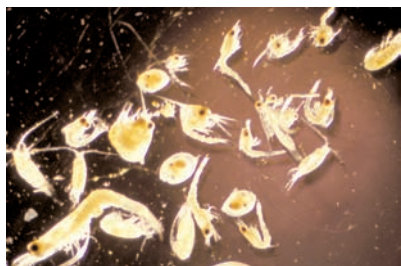


Figura 1. Zooplankton de Golfo de Itzamal y áreas adyacentes. La mayoría de los organismos no supera 2 mm de tamaño.

FOTO DE ÁLVARO MORALES



Figura 2. Especies de copépodos típicos de Golfo de Itzamal y áreas adyacentes. A estos organismos se les llama "los insectos del mar" por su gran abundancia y diversidad.

FOTO DE ÁLVARO MORALES

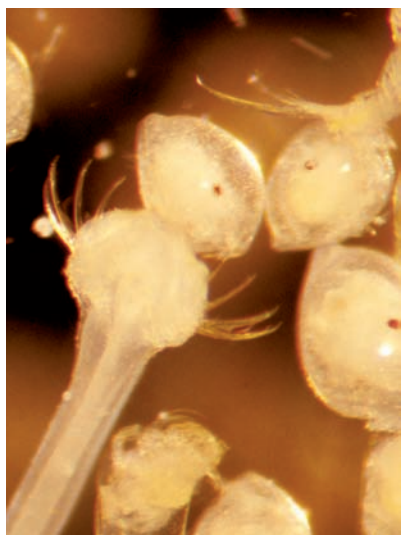


Figura 3. Ostrácodos y quetognatos (gusanos flecha) de Golfo de Itzamal y zonas adyacentes.

FOTO DE ÁLVARO MORALES

(1000 μ m), con arrastres verticales y horizontales. Con la red fina, los copépodos y los ostrácodos, fueron los grupos más abundantes, seguidos de las larvas y huevos de peces. En la red de por grueso empezó a observarse el zooplankton gelatinoso y el radiolario *Orbulina universa* contribuyó hasta en un 20% del total. Aunque los radiolarios son pequeños y no debieran ser encontrados en esta red, se adhieren fácilmente a otros organismos. En algunos grupos, como en las larvas de decápodos (cangrejos, camarones), las abundancias fueron mucho mayores en el arrastre horizontal que en el vertical, debido a que la gran mayoría de las poblaciones se encontraba en las aguas superficiales.

Durante ese mismo año, se realizó un estudio para determinar la distribución vertical de la clorofila y el zooplankton. La concentración de clorofila se determina sumergiendo botellas cuya apertura y cierre se controlan desde la superficie. De esta manera se recolectan muestras de agua en diferentes profundidades, las cuales se llevan al laboratorio para determinar la concentración de clorofila por métodos químicos. También existen redes de plancton que pueden tomar muestras a profundidades específicas. Los estudios de la distribución de la clorofila y el plancton realizados ese año dieron resultados muy interesantes: se obtuvo un máximo de clorofila a 30 m de profundidad, con otro pequeño a 10 m. La especie más común en todos los estratos fue el copépodo *Paracalanus parvus*. Se distinguieron claramente dos grupos de zooplankton: a) el zooplankton sobre los 30 m, caracterizado por la presencia del copépodo *Corycaeus*, el pterópodo *Cuvierina* (Fig. 5) (ambos carnívoros) y el cladócero

filtrador *Evadne tergestina*, que aparentemente prefiere aguas menos saladas; y b) el zooplancton en los 30 m, dominado por los copépodos herbívoros *Paracalanus parvus* y *Centropages furcatus*, las apendicularias del género *Oikopleura* (Fig. 6), el ostrácodo *Euconchaecia chierchiaie* y los quetognatos. Por otra parte, otros organismos, como el ostrácodo *Cypridina americana* (Fig. 7) y las hidromedusas, se distribuyeron por debajo del máximo de los 30 m. La existencia permanente de un máximo por debajo de la superficie es un rasgo característico de los océanos tropicales. En este estudio fue clara la relación directa entre el máximo de clorofila y la mayor concentración promedio de organismos zooplácticos.

En 1998, se estudió el zooplancton del manglar de Llano Bonito, en Golfo. El resultado más importante fue la comprobación de un gradiente de distribución y abundancia de los estadios larvales de decápodos (cangrejos y camarones, Fig. 4). Se observaron diferencias significativas en las abundancias de las larvas, al compararse la estación de la boca del manglar con aquellas más internas. Las larvas fueron más abundantes en la boca del manglar que en el interior, debido a que las aguas fuera del manglar son ligeramente más saladas, lo cual favorece un mejor crecimiento y desarrollo de las larvas de crustáceos. Es conocido que la salinidad es la principal variable ambiental que determina la distribución y abundancia de las larvas de cangrejos y camarones. También se confirmaron diferencias dentro de la misma estación de muestreo entre los días, entre las estaciones de un mismo día y en todo el período de muestreo. Estas diferencias no fueron explicadas por las variables ambientales, sino por la biología de las especies. Por ejemplo, los cladóceros (*Evadne tergestina* y *Penilia avirostris*) dominaron los primeros períodos

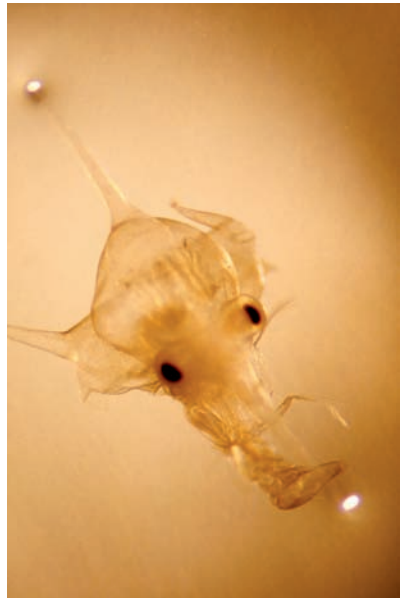
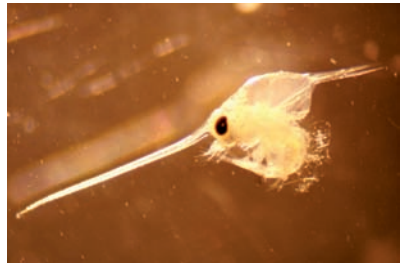


Figura 4. Algunas larvas de cangrejos y camarones encontradas en el zooplancton de Golfo y áreas adyacentes. Su tamaño es de apenas 2-3 mm.

FOTOS DE ÁLVARO MORALES

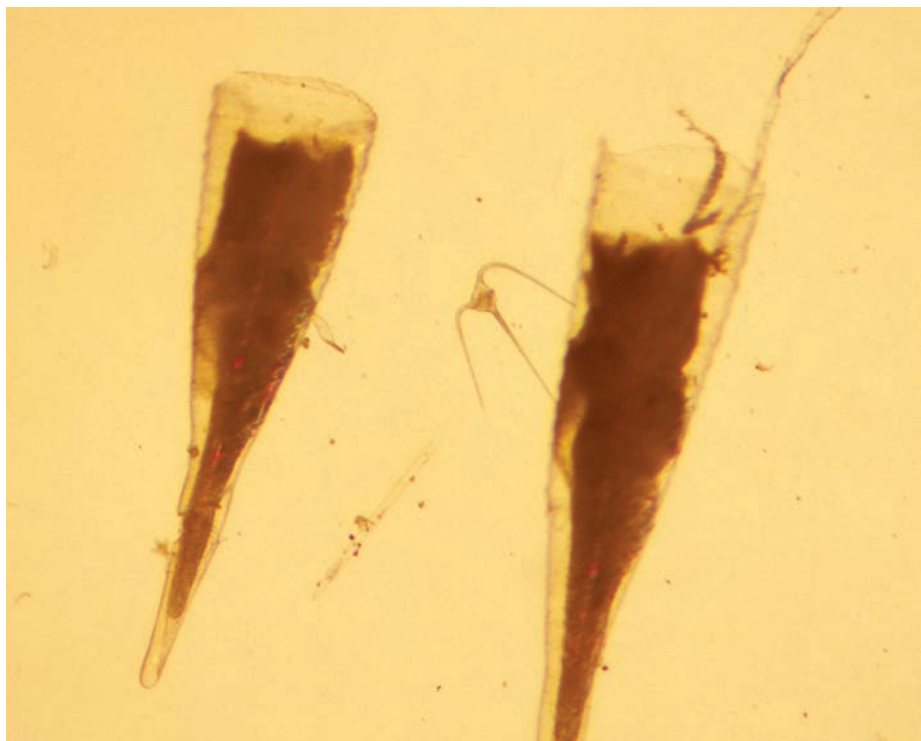


Figura 5. Pterópodo (molusco) del género *Cuvierina* que se ha encontrado principalmente en la bahía de Golfito. FOTO DE ÁLVARO MORALES

de muestreo. Se conoce que los cambios drásticos en la salinidad favorecen la reproducción partenogénica de los cladóceros, y en consecuencia originan grandes abundancias y dominancias efímeras en el plancton. Aunque no se hayan dado diferencias significativas en las salinidades entre los días, los cambios *per se* podrían ser tal variabilidad que ocasionaron la respuesta biológica observada. Dentro de los copépodos, el género dominante fue *Acartia*, algo de esperar dadas las particularidades del mismo, que lo hacen dueño de las áreas estuarinas. Se sabe que las larvas de este copépodo son eurihalinas, es decir, se adaptan muy bien a cambios bruscos de salinidad, algo que es típico en los estuarios, esto les permite tener ventaja con respecto a las larvas de otras especies de copépodos o crustáceos en general. También se sabe que *Acartia* es un género que se ve favorecido en los ambientes estuarinos por mantener altas tasas de "limpieza" del agua, es decir, acumula constantemente partículas alimenticias cerca de su boca, por lo que "nunca le faltará" el alimento.

En los años subsiguientes las investigaciones se siguieron concentrando en la boca del manglar de Llano Bonito, Golfito y frente a Punta Mala, en la parte media del Golfo.



Figura 6. Apendicularia del género *Oikopleura* encontrada en las aguas de Golfito y zonas adyacentes. FOTO DE ÁLVARO MORALES

Uno de los resultados interesantes obtenidos durante estos años fue conocer mejor la distribución vertical del zooplancton en Golfito. Al comparar los arrastres horizontales y verticales, estos últimos nos brindaron una mayor información acerca de la composición y diversidad del zooplancton: los arrastres verticales fueron más diversos que aquellos horizontales, ya que algunos grupos del zooplancton permanecen durante el día por debajo de la superficie (5-10-15-20 o más metros) y migran a la superficie durante la noche. Esto fue observado para el zooplancton gelatinoso (Fig. 8), algunas larvas de decápodos y algunas especies de copépodos. Aunque nunca se realizaron muestreos nocturnos, si fue evidente que algunos grupos “faltaron” en los muestreos horizontales. La migración vertical del zooplancton es uno de los aspectos más relevantes de su estudio. Muchas especies se mantienen durante el día en la profundidad del sitio y por la noche migran a la superficie para alimentarse. Al respecto se han ofrecido varias hipótesis, las más aceptadas son las que indican que lo hacen para evitar la depredación visual o por ventaja metabólica. Si los depredadores se orientan visualmente, es conveniente permanecer durante el día en la oscuridad y migrar a la superficie cuando haya menos luz, o no haya del todo, para alimentarse. La ventaja metabólica ocurre

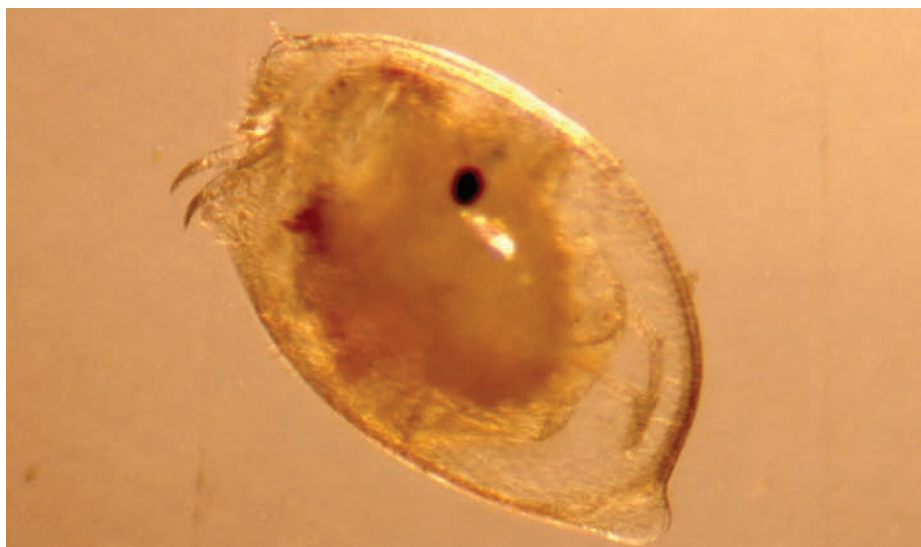


Figura 7. El ostrácodo *Cypridina americana*, una especie gigante dentro del grupo (tamaño máximo 5 mm).
FOTO DE ÁLVARO MORALES

de la siguiente manera: si por la noche me alimento y bajo a aguas más frías durante el día (como suele suceder), mi metabolismo baja y aprovecho mejor mi alimento. Curiosamente, también se da la migración inversa, es decir, los organismos permanecen durante el día en la superficie y migran unas decenas de metros en la noche hacia el fondo. Las explicaciones en este caso tienen que ver con los patrones de iridiscencia que presentan algunas hembras y que solo pueden ser reconocidos por sus machos en presencia de luz. Evolutivamente, si la presión de depredación no ha sido tan intensa, el comportamiento se mantiene pues ha sido exitoso para la especie. Otra hipótesis sobre la migración vertical diurna es el hecho de permanecer durante las horas de luz a varias decenas de metros de profundidad y así evitar el daño que pueda provocar la radiación ultravioleta. Al respecto, se cuenta con alguna información, especialmente para copépodos y ciliados marinos, sin embargo, se necesitan más estudios.

En términos generales, durante los años de estudio se encontró mayor cantidad de zooplancton en la parte interna de Golfito (estación Boca del Manglar) que en la parte externa (frente a Punta Mala). Esto se debe a la mayor disponibilidad de alimento cerca del manglar que en la parte media del Golfo. A los manglares llega una gran cantidad de materia orgánica acarreada por los ríos, incrementándose especialmente durante períodos de lluvia. Esto permite una mayor disponibilidad de nutrientes para el fitoplancton y aumenta su abundancia, lo cual es aprovechado por los organismos herbívoros del zooplancton y así sucesivamente. La dinámica del plancton se lleva a cabo rápidamente: en pocos días la abundancia, la biomasa, el crecimiento y la estructura de sus poblaciones pueden cambiar.

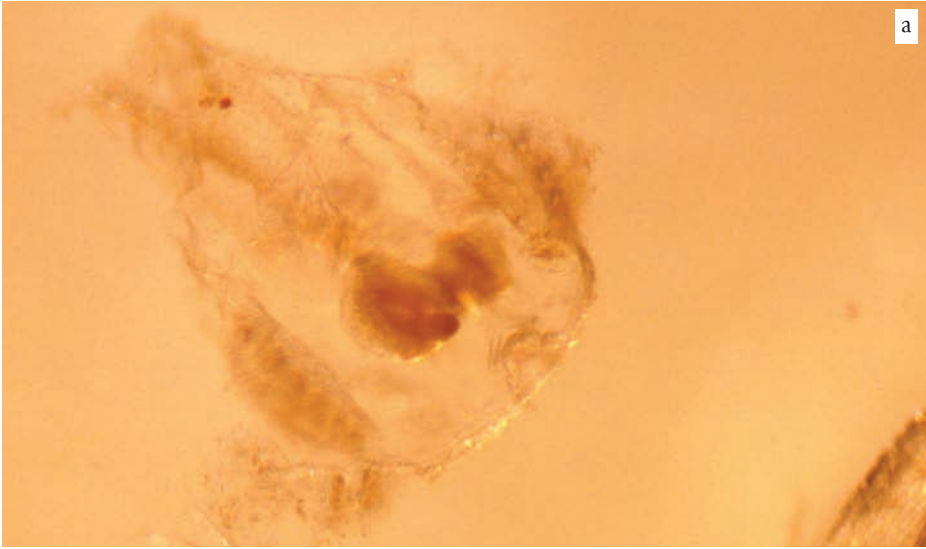
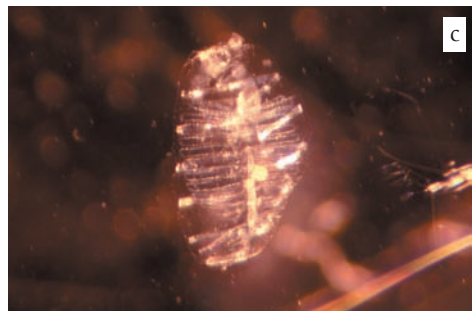
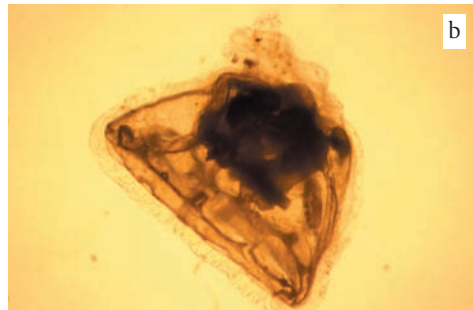


Figura 8. Zooplancton gelatinoso de Golfo Dulce: a. ctenóforo (peines de mar), b. hidromedusas, c. salpa. FOTOS DE ÁLVARO MORALES

Sin embargo, aunque nosotros obtenemos una fotografía en un espacio y tiempo determinado, los cambios probablemente empezaron a darse unos días antes. La forma en cómo podemos “imprimir” mejor esa fotografía hará la diferencia en la calidad de nuestra información, calidad que podemos aumentar si conocemos previamente todos aquellos factores metodológicos que influyen en la composición, distribución y abundancia del plancton, pero también si conocemos apropiadamente su biología. De esta forma, nuestros resultados lo que nos están indicando es que las fotografías que hemos obtenido del plancton en Golfito, especialmente del zooplancton, tienen una buena resolución y nos ofrecen una importante información sobre sus características ecológicas. Así, con esta información es posible fundamentar otros tipos de estudio, con miras a entender mejor la función del zooplancton en el ecosistema del Golfo Dulce.



Lecturas de referencia

- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino. Mar del Plata, Argentina, INIDEP, 939 p.
- Harris, R.P.; Wiebe, P.H.; Lenz, J.; Skjoldal, H.R.; Hundley, M. 2000. Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, 684 p.

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

- Bermúdez, T. 1998. Comparación de muestreos de zooplancton marino utilizando dos tipos diferentes de red, p. 98-106.
- Cordero, A. 1998. Distribución y abundancia de copépodos y cladóceros (Crustacea) en tres estaciones del manglar de Llano Bonito, Golfito, p. 76-88.
- Estrada, E. 1997. Distribución vertical de clorofila y zooplancton en el Golfo Dulce, Costa Rica, p. 87-92
- May, L.; Arias, V. 1995. Composición del zooplancton del Golfo Dulce, Golfito, 1995, p. 14-21.
- Muñoz, C. 1998. Comparación de la composición y abundancia de larcas de crustáceos en una zona interior y exterior de un manglar en Golfito, Puntarenas, p. 89-98
- Rodríguez, L. 1999. Variación espacial y producción del fitoplancton en la bahía de Golfito, p. 77-83.
- Rojas, F. 2000. Variación en la composición y abundancia del zooplancton por la aplicación de diferentes técnicas de muestreo, p. 121-132.
- Rojas, L. 2001. Métodos de muestreo y su efecto en los estudios de composición y abundancia del zooplancton marino, p. 87-92.
- Rojas, Y. 1999. Composición y abundancia de zooplancton marino en dos sitios: un análisis metodológico, p. 85- 96.
- Thiele, G. 1998. Factores que afectan la productividad primaria del fitoplancton en Golfito, p. 5-11.
- Villavicencio, C. 1997. Comparación de dos tipos de red en un arrastre vertical en la abundancia y composición del zooplancton, Golfito, Puntarenas, p. 2.38-2.41.

Manglares

Margarita Silva, *Bióloga Marina*
Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar (CIMAR)
Escuela de Biología, UCR

El bosque de mangle es un ecosistema costero exclusivo de las zonas tropicales y subtropicales, con una temperatura del agua superior a 20° C. Este tipo de bosque está conformado por especies de árboles de una gran variedad de familias y poseen adaptaciones que los hacen tolerantes de aguas y suelos salinos y diferentes períodos de inundación sin encontrarse totalmente sumergidos (Figs. 1 y 2). La mayor riqueza en términos de diversidad de especies de mangle se encuentra en el Sureste de Asia y Australia, con más de 70, mientras que el Pacífico occidental, que incluye África y las costas del Caribe y Pacífica de América, presenta la menor diversidad.

Las especies de mangle han desarrollado varias estrategias anatómicas y fisiológicas, que les permiten sobrevivir en condiciones fluctuantes de salinidad y suelos casi anaeróbicos. Por ejemplo, tienen glándulas secretoras de sal en la superficie de las hojas o mecanismos de filtración que impiden la entrada de grandes cantidades de sal a través de las raíces. El sistema radical en forma de raíces aéreas (*Rhizophora mangle*) (Fig. 3) o en forma de pirámide (*Pelliciera rhizophorae*) (Fig. 4), les confiere a los árboles una mayor capacidad de sostén en suelos inestables y, por otro lado, les permite un mayor intercambio de gases a través de poros -llamados lenticelas-, los cuales absorben el oxígeno del aire durante la marea baja (Fig. 5). Algunas especies poseen estrategias reproductivas como la viviparidad, que significa que la semilla germina y crece en la planta madre antes de desprenderse; o la criptoviviparidad, donde la semilla que está dentro de una cápsula germina cuando encuentra las condiciones adecuadas.

Los manglares son la base de una cadena alimentaria. Al caer al agua, las hojas y las ramas de los árboles se descomponen por acción de la temperatura, las bacterias y los hongos (Fig. 6). Como resultado de este proceso, se liberan sustancias nutritivas que proveen alimento a una gran variedad de animales, como peces, cangrejos, camarones y moluscos, y estos a su vez forman parte del alimento de otros organismos, como aves y seres humanos (Fig. 7). El manglar

también es un hábitat o refugio para las larvas y juveniles de muchas especies de peces y crustáceos; así como de aves migratorias o permanentes que encuentran en estas zonas un lugar ideal para anidar o vivir.

Los bosques de mangle actúan como una barrera estabilizadora e impiden la erosión a lo largo de la costa. También juegan un papel importante en el funcionamiento de otros ecosistemas adyacentes, como pastos marinos y arrecifes de coral. A los manglares se les han dado muchos usos, tantos que en algunas ocasiones han sido destruidos totalmente. Por ejemplo, se deforestan bosques de mangle para sembrar arroz o construir estanques para prácticas de acuicultura y salinas; se cortan árboles para extraer taninos y usarlos como tintura, leña o carbón. La extracción de moluscos es otra práctica bastante generalizada, especialmente en Costa Rica.

Costa Rica posee bosques de mangle en las costas Pacífica y del Caribe. Se estima que existen aproximadamente 41.290 hectáreas (ha) de vegetación de mangle en la Pacífica y 40 ha en el Caribe. Esta desigualdad se debe principalmente a las diferencias geomorfológicas y climáticas entre ambas costas.

En el Pacífico Norte y el Pacífico Central, los bosques de mangle están influenciados por el clima estacional de la zona; hay una época seca y una lluviosa bien definidas y una vegetación adaptada a suelos de alta salinidad e inundados periódicamente. Por otro lado, en el Pacífico Sur están los manglares más diversos y mejor estructurados del país; esto se debe al aporte de agua dulce resultado de la alta precipitación que prevalece en la zona durante todo el año y a la alta escorrentía superficial. Este incremento del agua dulce disminuye la concentración de salinidad en los suelos, lo cual favorece un aumento en la diversidad de la vegetación del manglar.

Los manglares del Golfo Dulce se distribuyen principalmente en Puerto Jiménez, Rincón, Golfito y el delta del río Coto y su vegetación está dominada por las especies *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Pelliciera rhizophorae*.

En Golfito, se ha estudiado el manglar de Purruja, incluyendo los estudios realizados por los estudiantes del curso de Biología de Campo de la Universidad de Costa Rica. Este manglar se encuentra en el Distrito Central de Golfito, a 7 km de esta ciudad y tiene un área de unas 70 ha. Durante muchos años, los vecinos de la comunidad de Purruja y lugares aledaños se han dedicado a la extracción del molusco conocido popularmente como piangua (*Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*).



Figura 1. El manglar de Purruja, Golfo, durante la marea baja.

FOTO DE MARGARITA SILVA

El manglar de Purruja

Para que se forme un manglar debe existir un sistema costero, que esté parcialmente aislado del mar, pero con una entrada de agua marina y la consecuente mezcla con agua dulce proveniente de ríos, agua subterránea o lluvia. Este tipo de formación se llama estuario.

El manglar de Purruja está formado principalmente por dos estuarios, el primero está alimentado por el río Golfito y el segundo por el río Purruja. El estuario del río Golfito tiene una longitud aproximada de dos kilómetros (km) y una profundidad promedio en marea alta de 2.5 m. El estuario del río Purruja tiene 1.5 km de largo y una profundidad promedio de 2 m. Ambos presentan un gradiente horizontal, donde la salinidad aumenta a 34‰ en la unión de los estuarios con el mar y disminuye a un valor de entre 5‰ y 0‰ a medida que se acerca a los ríos. Además, la salinidad tiende a aumentar en la época seca, cuando el aporte de agua dulce es mínimo, y disminuye durante la lluviosa, cuando la descarga de los ríos y la precipitación diluyen la concentración de sal en el agua.

El nitrógeno, el fósforo y el sílice son nutrimentos que se encuentran en forma disuelta en el agua de los ríos y el mar, resultado de los procesos de erosión y actividad biótica, así como de las descargas producidas por los humanos. En el manglar, los nutrimentos juegan un papel importante en la dinámica del ecosistema, pues son utilizados por organismos como algas, radiolarios y esponjas; otra parte se deposita en los sedimentos, los cuales constituyen depósitos de nutrimentos que se regeneran por procesos físicos y biológicos para ser usados nuevamente.



Figura 2. El manglar de Purruja, Golfo, durante la marea alta.

FOTO DE MARGARITA SILVA

En general, el manglar de Purruja no presenta una contaminación severa que requiera tomar medidas urgentes por parte de las autoridades. Sin embargo, hay sitios dentro del manglar donde se han detectado altas concentraciones de nitrato y fosfato, especialmente, debido a su uso como lugares receptores de desechos de aguas domésticas y de porquerizas. La poca circulación del agua produce un efecto de acumulación de estos nutrientes, que provoca malos olores y un aspecto desagradable en el agua, especialmente en la época seca.

La vegetación del manglar de Purruja

Las especies de mangle que habitan en el manglar de Purruja son *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Rhizophora racemosa* (mangle blanco), *Pelliciera rhizophorae* (mangle piñuela), *Avicennia germinans* (palo de sal) y *Laguncularia racemosa* (mangle mariquita), siendo las dos primeras las más abundantes. Es común encontrar en las partes de atrás del manglar extensiones relativamente grandes del helecho mangle o negra forra (*Acrostichum aureum*) (Figs. 8, 9, 10 y 11).

La distribución de cada especie depende, por lo general, de sus adaptaciones para soportar diferentes grados de salinidad en el suelo. Por ejemplo, el ámbito de tolerancia a la salinidad reportada en otros manglares para *R. racemosa* y *R. mangle* se encuentra entre 0‰ y 65‰, *P. rhizophorae* tiene una tolerancia de entre 0‰ y 37‰ y *A. germinans* de 0‰ y 100 ‰. El manglar de Purruja recibe la influencia de agua dulce de dos cuerpos de agua permanentes: los ríos Golfo y Purruja, los



Figura 3. Raíces de *Rhizophora* sp.

FOTO DE MARGARITA SILVA

cuales forman los estuarios mayores que se conectan con el mar.

En los bordes de los estuarios hacia la desembocadura, donde la salinidad del suelo es entre 18‰ y 34 ‰, se encuentran parches de árboles de 5-10 m de altura, en los cuales la especie dominante es *R. mangle*. En sectores más internos, donde la salinidad es del ámbito de 0‰-30‰, existe otro parche denso de vegetación conformado principalmente por *R. racemosa*, el cual se distingue por tener una altura promedio de 30 m. En las partes internas del canal del río Golfito y formando un continuo hasta alcanzar sectores cercanos a la vía pública, se notan parches de *R. racemosa* y *A. germinans*.

También existen áreas que fueron zonas de mangle y sufrieron el efecto de la tala; actualmente presentan parches poco densos de *L. racemosa*, *Acrostichum aureum*, algunos géneros de la familia Cyperaceae y la especie *Mora oleifera*, cuyos



Figura 4. Raíces de *Pelliciera rhizophorae*.

FOTO DE MARGARITA SILVA

árboles alcanzan alturas de unos 30 m y poseen gambas prominentes. Es común encontrar en estas áreas árboles de mango, palmas, cítricos y plantas de banano e *Hibiscus rosa-sinensis*. En las partes más internas del manglar predominan las áreas cortadas o potrero y arbustos de pequeño tamaño (Fig. 12).

Elementos de la fauna del manglar de Purruja

Pianguas (Mollusca, Bivalvia)

Los manglares son importantes como sitio de refugio de muchas especies de animales, varias de ellas importantes desde el punto de vista económico. Se pueden mencionar los moluscos *Anadara tuberculosa* y *A. similis* (Mollusca, Bivalvia), cuya extracción y venta constituyen un medio de subsistencia para las personas. Esto se refleja claramente en el manglar de Purruja, por el impacto de una pequeña comunidad ubicada 4 km al este de la ciudad de Golfito.

Observaciones realizadas han mostrado que *A. tuberculosa* presenta una densidad de 0.9 pianguas/m², comparado con *A. similis*, cuya densidad es de 0.2 pianguas/m². El mayor número de individuos se encuentra cerca de la desembocadura de los estuarios, en comparación con los sectores internos del manglar. El sustrato cercano a la desembocadura es suave y lodoso, óptimo para el hábito excavador de estos organismos. Por otro lado, la alta salinidad de este sitio (25‰-35‰) favorece el proceso de reproducción de ambas especies.

Con respecto a la estructura de la población, el tamaño promedio de las pianguas –medidas durante las observaciones realizadas en los cursos de Biología de Campo de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica– muestra que *A. tuberculosa* y *A. similis* tienen una longitud de 43.26 mm y 42.75 mm, respectivamente. Estos resultados indican que el tamaño promedio de las pianguas que extraen los piangueros (grupo de personas que se dedican a extraer este molusco) se encuentra entre los márgenes de longitud anotados anteriormente, lo cual corresponde a un tamaño menor del estipulado por ley (47 mm según decreto No. 13371-A, Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura). Esta situación, aunada a la baja densidad de individuos, podría estar indicando que eventualmente se puede llegar a la sobreexplotación del recurso.



Figura 5. Raíces de *Rhizophora* sp. mostrando las lenticelas.
FOTO DE MARGARITA SILVA



Figura 6. Hojas de árboles de mangle.

FOTO DE MARGARITA SILVA

Rendimiento de la carne de Anadara similis y A. tuberculosa

El rendimiento se define como la capacidad del individuo para producir la máxima cantidad de carne. Este índice relaciona el peso fresco y el peso total del individuo; así, existe una relación directa entre la producción de la carne y el incremento del tamaño. Sin embargo, a una determinada longitud, el crecimiento de la carne cesa mientras la concha sigue creciendo. El peso total es afectado por agentes externos, como partículas adheridas a la concha, que lo pueden modificar. Por el contrario, el peso fresco es menos variable y refleja mejor la condición de gordura de la carne del animal. Los resultados de las observaciones indican un máximo en el rendimiento en la talla de longitud de 31-35 mm; a partir de este tamaño, el rendimiento disminuye.

A. similis presenta el mayor porcentaje de rendimiento de carne comparado con *A. tuberculosa*; no obstante, la primera posee una talla menor. Esto parece indicar que *A. tuberculosa* experimenta un mayor incremento de la concha por incorporación de carbonato de calcio en forma más rápida que el crecimiento de la carne. Así, desde el punto de vista de comercialización, *A. similis* es más rentable que *A. tuberculosa*; sin embargo, en términos de densidad es la especie menos abundante. Se deben considerar estas dos variables, si se quiere diseñar un plan de manejo con ambas especies.

El siguiente cuadro presenta un resumen de los promedios de longitud (mm), peso total (g), peso fresco (g) y rendimiento de carne (%) de *A. tuberculosa* y *A. similis*.

ESPECIE	LONGITUD (MM)	PESO TOTAL (G)	PESO FRESCO (G)	RENDIMIENTO DE CARNE (%)
<i>A. tuberculosa</i>	43,3	26,2	4,1	17,2
<i>A. similis</i>	42,7	19,1	4,4	21,2

Camarones

Los manglares juegan un importante papel en el ciclo de vida de los camarones. La mayoría desova en aguas de mayor salinidad y profundidad que los manglares; después, las post-larvas penetran a los esteros para pasar allí su etapa juvenil. Esta inmigración es constante todo el año, ya que los camarones permanecen unos cinco meses en los manglares durante sus etapas post-larvales y juveniles, antes de regresar al mar para completar su vida adulta.

La especie más común en el manglar de Purruja es *Penaeus stylirostris*. Observaciones realizadas en el tamaño de los individuos han demostrado que las tallas de longitud dominantes son 20-30 mm y 30-40 mm. Los estadios juveniles poseen una longitud máxima de 40 mm. Así, de acuerdo con las observaciones y considerando el tipo de arte utilizado en el muestreo, se puede concluir que la mayoría de los individuos encontrados corresponden a estadios de post-larvas y juveniles.

Estas observaciones confirman la importancia del caso específico del manglar de Purruja como refugio y criadero de camarones, ya que este ecosistema constituye un hábitat importante para esta especie durante sus primeras etapas de vida. Este es un aspecto que se debe considerar en las políticas de manejo y protección del manglar.



Figura 7. Aves alimentándose de organismos bentónicos del manglar.

FOTO DE MARGARITA SILVA



Figura 8. Raíces de *Rhizophora racemosa*.

FOTO DE MARGARITA SILVA



Figura 9. Flor de *Pelliciera rhizophorae*.

FOTO DE MARGARITA SILVA

Aprovechamiento y protección del manglar de Purruja

“Antes no había tantos piangueros. Sólo se pianguaba en la orilla del manglar y se encontraban pianguas hasta en la arena sin mangle. Uno podía sacar 40 docenas en una marea. Cuando la Compañía (Bananera) se fue, mucha gente se quedó sin trabajo y muchos empezaron a pianguar” (Fig. 13). Este testimonio, de una persona que se dedica a sacar pianguas del manglar, muestra una situación típica de hace algunos años, cuando la extracción de pianguas representaba una buena entrada de dinero para la familia. Actualmente, la situación ha cambiado, como bien lo expresan los mismos piangueros: *“El tamaño legal es de 47 mm, pero eso no es posible ahora porque casi no hay de este tamaño y nosotros tenemos que sobrevivir”*.

Estudios físicos y biológicos indican que, en general, el manglar de Purruja no tiene fuertes aportes de contaminación. Sin embargo, a manera de prevención, es importante considerar el impacto que las actividades humanas ejercen sobre sus recursos, lo cual se refleja en la basura que transportan los ríos y en las altas concentraciones de sustancias químicas disueltas en algunos sitios del manglar. Esta situación, junto con la presión que ejercen las personas sobre la población de pianguas, ha llevado a la disminución paulatina de este recurso, lo cual podría causar su sobreexplotación.



Figura 10. Raíces de *Rhizophora* sp. y pneumatóforos de *Avicennia germinans*. Manglar de Purruja, Golfito. FOTO DE MARGARITA SILVA



Figura 11. *Laguncularia racemosa*, manglar de Purruja, Golfito.

FOTO DE MARGARITA SILVA

Conscientes de esta situación, los vecinos crearon la Asociación Mixta de Piangueros de Purruja (APIAPU), conformada por habitantes de la comunidad de la Purruja cuya principal actividad económica es la extracción y venta de pianguas. El objetivo de sus miembros es dejar de ser simples extractores de pianguas y convertirse en productores y así aprovechar de manera sostenible los recursos que ofrece el manglar.

Los integrantes de la APIAPU han desarrollado con éxito varias actividades en el manglar, demostrando que la cooperación y el trabajo son las herramientas fundamentales para convivir en armonía con este ecosistema. Tras constatar la necesidad de mejorar

el estado del manglar y las condiciones de vida de los pobladores, se inició el cultivo de pianguas y la construcción de un centro de acopio, donde los usuarios pueden entregar, procesar y comercializar directamente el producto terminado.

De manera paralela a estas actividades, se desarrolla un programa de capacitación para los miembros de la APIAPU, a fin de fomentar los conocimientos sobre el manglar, su importancia y cuidado. El propósito fundamental es lograr un adecuado rendimiento económico y ambiental, y así disminuir la presión sobre las especies sobreexplotadas y aumentar los ingresos económicos de los piangüeros.



Figura 12. *Acrostichum aureum* (helecho mangle).
FOTO DE MARGARITA SILVA



Figura 13. Piangüera extrayendo pianguas.
FOTO DE MARGARITA SILVA

Lecturas de referencia

- Silva, A.M.; Chávez, M. 2001. Cuantificación sociobiológica del manglar de Purruja, Golfito. Recomendaciones para su manejo. Puntarenas, Costa Rica, p. 82-87. In: Pizarro, F.; Córdoba, R.; Gómez, C. (eds.). Humedales de Centroamérica: Síntesis de veintisiete estudios e iniciativas sobre educación, investigación, manejo y conservación de humedales y zonas costeras. San José, UICN/HORMA, 2001.
- Silva, A.M.; Bonilla, R. 2001. Aspectos biológicos de la piangua *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* en el manglar de Purruja, Golfito, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 40. Supl. 2: 315-320.
- Silva, A.M.; Acuña, J. Caracterización de aspectos físico-químicos y clorofila en el manglar de Purruja, Golfito, Costa Rica. *En preparación*

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

- Bermúdez, T. 1998. Efecto de la salinidad sobre la composición florística y estructural del manglar la Purruja, Golfito, Puntarenas, p. 118-122.
- Fernández, M. 2000. Distribución y características morfométricas de *Anadara similis* y *A. tuberculosa* (Bivalvia, Arcidae) en el manglar La Purruja, p. 47-68.
- Picado, J. 2001. Comparación biométrica de *Anadara similis* y *A. tuberculosa* (Bivalvia, Arcidae) en dos manglares, p. 75-80.

Los ríos de la cuenca del Golfo Dulce

*Gerardo Umaña, Biólogo Marino y Limnólogo
Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar (CIMAR)
Escuela de Biología, UCR*

Ecología de los ríos

Para estudiar la ecología de los ríos es necesario conocer primero el ambiente físico que los caracteriza. El primer aspecto que viene a la mente es la existencia de una corriente que fluye prácticamente en una sola dirección. Esta característica influye en todo lo que sucede en los ríos, desde su estructura física hasta el tipo de organismos que los habitan, pasando por la distribución y los compuestos químicos disueltos en el agua.

La velocidad del flujo del agua depende de varios factores, entre ellos están la inclinación del cauce, el tipo de material del fondo y la cantidad de agua que fluye (caudal). Se estima que la velocidad máxima que puede alcanzar el agua en un río es de 300 cm/s (10.8 km/h), aunque normalmente es mucho menor. Esta velocidad varía a lo ancho del cauce y con la profundidad, porque las paredes del cauce ejercen una resistencia al movimiento del agua.

Como todo cuerpo en movimiento, el agua, al correr por el cauce de un río ejerce una fuerza sobre todo objeto que esté sumergido, incluyendo las piedras del fondo. En general, cuanto mayor sea la velocidad del agua, mayor será la fuerza de arrastre; por eso, en ríos con corriente fuerte el agua lava todas las partículas pequeñas y quedan solamente las rocas más gruesas. Por otro lado, cuando el río llega a un remanso, un lago o la llanura, la velocidad disminuye y se depositan en el fondo las partículas que arrastra, empezando por las más gruesas. De manera que existe una relación muy estrecha entre la velocidad de la corriente y el tipo de material o sustrato que cubre el fondo del río. Este es un factor importante en la ecología del río, ya que los diferentes grosores de las partículas que componen el fondo constituyen distintos hábitats para los organismos que viven en el río. Esto se debe a que es más difícil compactar las rocas más grandes y entre ellas quedan muchos espacios que los organismos aprovechan como refugio. Por otro lado, las rocas más grandes provocan cambios en la dirección y fuerza de la corriente,

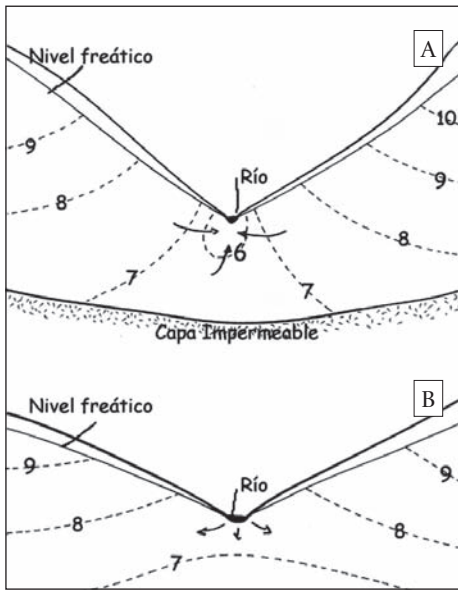


Figura 1. Esquemas de la relación entre el agua subterránea o acuífero y un río. Las líneas punteadas son las líneas de igual presión (equipotenciales) del agua subterránea. El agua fluye de mayor a menor presión. A. Situación en la cual el río recibe agua del acuífero. Generalmente la presencia de capas impermeables, y de una alta pendiente en las laderas del valle, hacen que el acuífero alimente al río. B. Situación en la cual el río alimenta al acuífero. Esto sucede cuando el terreno es poroso y hay poca pendiente en las laderas del valle. Con el tiempo también pueden ocurrir cambios, según se trate de la estación seca o de la lluviosa.

DIBUJO DE GERARDO UMAÑA

creando remansos pequeños, pozas y pequeñas cascadas que contribuyen a la complejidad de los hábitats disponibles en un río.

Otro aspecto importante de la corriente de un río es que constantemente arrastra todo lo que esté disuelto o en suspensión en el agua en una sola dirección. Por este motivo, los trechos del río corriente abajo reciben el impacto de todo lo que suceda aguas arriba. Este transporte incluye sustancias disueltas, partículas en suspensión –algunas de las cuales sirven de alimento a algunos organismos acuáticos– e incluso organismos pequeños como insectos y plantas acuáticas. Es por esto que se estima que el río es un continuo de variación desde su nacimiento hasta su desembocadura en el mar, a lo largo del cual se suceden diferentes condiciones ambientales y comunidades biológicas.

Otro factor importante, el cual cambia gradualmente a lo largo del río, es la sombra que el cauce recibe de los árboles que crecen en sus orillas. Cerca de la naciente, el río lleva poca agua y los árboles logran cubrir todo el cauce, por lo cual

llega poca luz directa hasta su lecho. Esto tiene varios efectos, primero que nada, evita que el río se caliente con la luz del sol, y como el agua está en constante movimiento hacia abajo, su temperatura siempre es más baja de lo que sería si estuviera quieta. Por otro lado, la falta de luz limita el crecimiento de algas en el fondo del cauce; por este motivo los organismos que habitan estas zonas del río se alimentan principalmente de la materia orgánica: hojarasca, ramas, frutos y otros desechos que caen en él y se descomponen en el agua; estos organismos contribuyen a su degradación. Corriente abajo, el río recibe otros tributarios y el cauce se va ensanchando, con lo cual se abre la cobertura de árboles sobre el cauce y la luz logra iluminar directamente su lecho. Esto permite sobre todo el

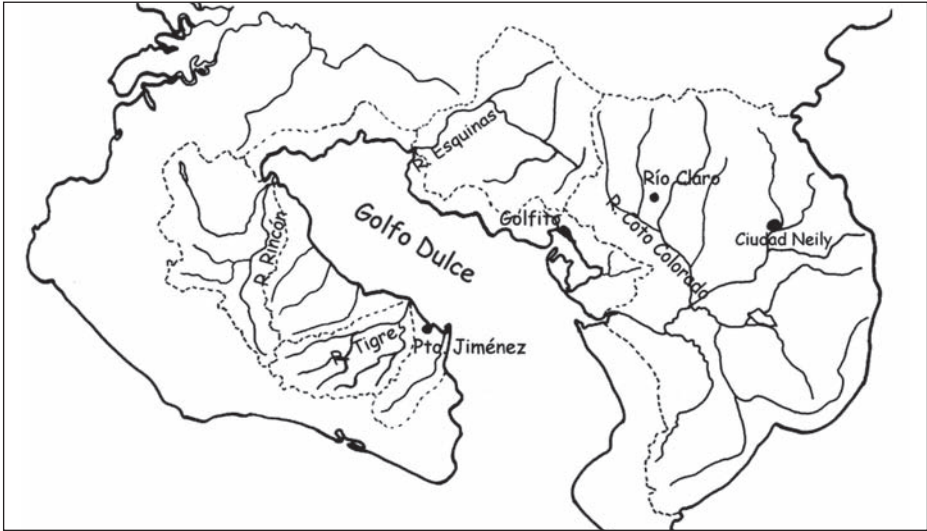


Figura 2. Mapa de la cuenca del Golfo Dulce, mostrando los principales cursos de agua y las líneas limítrofes entre las principales subcuencas de la zona. DIBUJO DE GERARDO UMAÑA

crecimiento de algas en el cauce, con lo cual aparecen organismos capaces de alimentarse raspando la superficie de rocas sumergidas. También hasta aquí llega la materia orgánica particulada, que es el detrito o basura que cae al río y ha sido cortado en partículas muy pequeñas y parcialmente descompuesto río arriba. Este detrito particulado es aprovechado por insectos que se alimentan filtrando el agua. Por otro lado, cada vez es más importante el aporte de la vegetación acuática, con lo cual aparecen organismos que se alimentan de ella. Esto es lo que se conoce como la teoría del continuo riverino.

Sustancias disueltas en el agua

De las sustancias disueltas en el agua de un río, quizás la más importante es el oxígeno. En la mayor parte de los casos este oxígeno proviene de la atmósfera y su cantidad depende principalmente de la temperatura y turbulencia del agua y de la presión atmosférica. Cuando las rocas reciben suficiente luz y están cubiertas por una densa capa de algas, éstas pueden contribuir con oxígeno producto de la fotosíntesis; esta contribución es más importante en quebradas de poco caudal en zonas de llanura o expuestas al sol. Los organismos acuáticos utilizan el oxígeno disuelto en el agua y lo gastan; este gasto es más severo en ríos con una alta concentración de materia orgánica, la cual es oxidada por bacterias aeróbicas, gastando el oxígeno en el proceso. En sitios donde hay aportes exageradamente altos

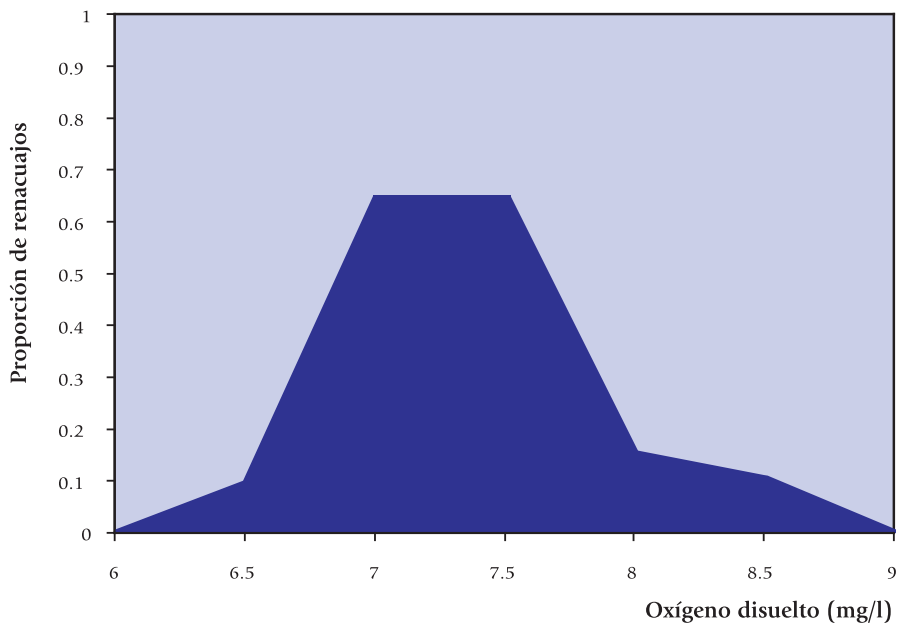
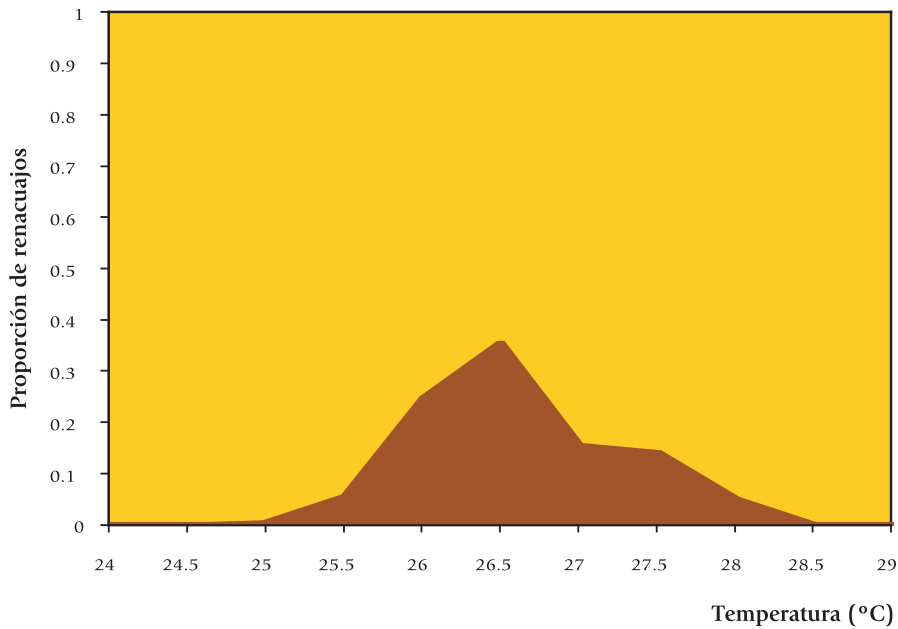


Figura 3. Distribución de los renacuajos del sapo *Bufo melanochloris* en la quebrada Cañaza, Golfito, de acuerdo a la temperatura del agua y el nivel de oxígeno disuelto (Modificado de Valverde 1999).
 GRÁFICOS DE GERARDO UMAÑA



Figura 4. Vista del río Caracol desde el puente sobre la carretera Interamericana. Se observan los diques construidos para la contención de las inundaciones. Este río tuvo normalmente una baja turbidez durante el período de estudio. FOTO DE GERARDO UMAÑA

de materia orgánica, generalmente debido a contaminación, la actividad de las bacterias puede gastar el oxígeno del río de forma completa.

Se ha ideado una medida de esta contaminación orgánica tomando en cuenta este hecho antes anotado, que se conoce como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), que no es otra cosa que la cantidad de oxígeno que las bacterias requieren por un período determinado (usualmente 5 días) a 20° C. Un valor de $1 \text{ mg O}_2/\text{l}$ de DBO_5 se considera el óptimo.

Otras sustancias importantes que determinan la calidad del agua de un río son los sólidos en suspensión (mal llamados sedimentos); los nutrientes (nitrato, fosfato, silicato), que son vitales para el crecimiento de las



Figura 5. Quebrada Gamba, Golfito, fluyendo bajo la cobertura del bosque tropical lluvioso primario. FOTO DE GERARDO UMAÑA

algas pero pueden provocar un crecimiento anormal de las algas; y los carbonatos (CO_3^{2-} , HCO_3^-), que se relacionan con el pH del agua (medida de la acidez o basicidad del agua). El carbonato proviene tanto de la disolución del dióxido de carbono del aire en el agua así como de la respiración de los organismos acuáticos que liberan CO_2 en el agua, que luego reacciona para formar ácido carbónico el cual se disocia liberando carbonato, y también de la disolución de rocas calcáreas en la cuenca.

También los ríos están expuestos a la entrada de un sinnúmero de sustancias, debido a los desagües y cañerías de casas e industrias que van a dar a sus aguas. Además de materia orgánica y nutrientes, éstas contribuyen con sustancias tóxicas que alteran gravemente el hábitat acuático. También es importante considerar la presencia de patógenos en el agua como resultado de la contaminación. Todos estos procesos de degradación no sólo afectan el ecosistema sino también la calidad del agua, ya sea la destinada al consumo humano, el riego o los procesos industriales.

Organismos que habitan en los ríos

Los organismos que habitan los ríos están sujetos al continuo arrastre de la corriente y deben sobreponerse a su constante empuje. Existen diversas maneras de enfrentar este dilema. Algunos organismos son aplanados, lo cual les permite caminar por la superficie de las rocas aprovechando la capa de velocidad mínima que existe debido a la fricción al movimiento. Otros tienen ventosas que les permiten adherirse a las rocas, hilos de seguridad de seda para regresar si son arrastrados, otros poseen uñas fuertes, algunos son fuertes nadadores capaces de remontar la corriente. También existen adaptaciones en el comportamiento de los organismos que habitan ríos, como la reotaxis positiva, es decir, que nadan con la cabeza dirigida corriente arriba o contra la corriente, evitando ser arrastrados río abajo.

Sin embargo, aparte de algunos peces que logran vivir nadando en la columna de agua, la mayoría de los organismos habitan sobre el fondo y se conocen como organismos del bentos. Estos viven adheridos a las rocas o escondidos bajo ellas, entre los granos del fondo y entre la vegetación del río.

La comunidad que crece formando una cubierta sobre las rocas y otros sustratos duros en el río se conoce como perifiton y consiste en una mezcla variable de algas –como diatomeas, algas verdes y cianobacteria–, hongos, bacterias, protozoos –como ciliados y rizópodos– y animales microscópicos como rotíferos y gastrótricos.

Otros habitantes importantes de los ríos son vertebrados, como los cocodrilos y algunas serpientes, renacuajos, ciertas salamandras, mamíferos como la nutria y el mapache, y aves como garzas, areneros y algunos mosqueros, que viven capturando insectos acuáticos entre las rocas en ríos de fuerte corriente.



Figura 6. Río Rincón, Península de Osa, cerca del camino a la Estación Los Patos, Parque Nacional Corcovado. Se observa una gran cantidad de material que el río arrastró en crecidas anteriores.

FOTO DE GERARDO UMAÑA

Los ríos como formadores del paisaje

Los ríos cumplen una función importante en la formación del paisaje, ya que son agentes importantes de erosión en las laderas más empinadas y de deposición de materiales en zonas más planas. Esto contribuye a la formación de los valles y las llanuras. Las inundaciones periódicas suelen aumentar el transporte de materiales hacia las zonas bajas, donde usualmente los depositan, contribuyendo al mantenimiento de las llanuras y su fertilización. Estas llanuras son resultado de inundaciones pasadas y pueden seguirse inundando periódicamente. En algunos casos, las inundaciones anuales son parte normal de la dinámica de los ecosistemas de la llanura, como el Amazonas y el Orinoco en América del Sur. Estas inundaciones aportan a las llanuras nuevas capas de suelo y nutrientes provenientes de las montañas y pueden ser parte normal y necesaria de la dinámica natural del paisaje. Es necesario tomar en cuenta estas inundaciones al planear las actividades que se realizan en estas zonas, a fin de evitar desastres.

Los materiales arrastrados también contribuyen a la formación de la línea de costa, como sucede en la desembocadura de algunos ríos, donde se forman deltas y estuarios protegidos por barras de arena construidas con material aportado por los ríos y redistribuido luego por las corrientes marinas.

Los ríos y el agua subterránea

Los ríos constituyen los canales de drenaje naturales por donde el agua que llueve sobre el continente fluye hacia el mar. Los ríos son porciones de aguas superficiales que se alimentan directamente de la precipitación o de fuentes subterráneas. En general, los ríos se encuentran en el fondo de los valles, donde el nivel freático toca la superficie o se encuentra muy cerca de ella. Por lo tanto, los ríos están en muchos casos en contacto directo con el agua subterránea, a menos que fluyan por sitios de rocas impermeables. La relación que existe entre el agua subterránea y los ríos no es siempre la misma; en algunos casos, el río alimenta al acuífero, en otros, éste es el que alimenta al río (Fig. 1). Esto no depende tanto de la porosidad del fondo del río sino de la estructura y distribución de las rocas que contienen al acuífero y de la cantidad de agua que contenga en un momento dado. Es por eso que la relación entre el acuífero y el río puede variar estacionalmente, según las condiciones en cada sitio. Esto quiere decir que si los ríos se contaminan, también algunos acuíferos se pueden llegar a contaminar, al menos en sus partes más bajas. Esto es un peligro grave, ya que es más difícil y a veces imposible limpiar un acuífero contaminado.

Los ríos en torno al Golfo Dulce y en Golfito

El Golfo Dulce es alimentado por cuatro cuencas hidrográficas principales: la del río Coto Colorado, la del río Esquinas, el arco interno de la Península de Osa y el arco interno de Golfito (Fig. 2). Estas áreas de drenaje están formadas por rocas de tipo tanto sedimentario de origen marino como ígneo (Tournon & Alvarado, 1997).

Las rocas de la zona tienen un origen variado. Las más antiguas datan del Campaniano, hace más de 63 millones de años, y se formaron por coladas masivas de basalto, tanto en la parte norte de la Península de Osa y la costa norte del Golfo Dulce (cerros de Mogos) como en los cerros de Golfito. La Fila Costera – donde nacen los ríos Esquinas y Coto Colorado y la mayoría de sus afluentes– está constituida por rocas sedimentarias de origen marino, con algunas zonas de calizas en la base de los cerros. Estas rocas se formaron en diversos momentos, siendo los más antiguos de la misma edad que los flujos de magma antes descritos. La mayor parte de la Península de Osa está formada por sedimentos marinos más recientes, del Plioceno (menos de 13 millones de años) y aluviones también recientes.

Este origen geológico variado influye en la calidad química de las aguas de los ríos, que poseen en términos generales una dureza (concentración de calcio y magnesio) que oscila entre 68.4 y 188.3 mg·l⁻¹ y una alcalinidad (capacidad de neutralizar ácidos) de entre 51.3 y 248.2 mg·l⁻¹. Estos valores son algo más altos que el promedio de los ríos del país, con un promedio de dureza de 51.8 ± mg·l⁻¹,

y un promedio de alcalinidad de $62.4 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, con valores comparables a los que se encuentran en algunos cuerpos de agua de Guanacaste.

Las zonas bajas de los ríos Esquinas y Coto Colorado son depósitos aluvionales recientes, acumulados por la acción de estos mismos ríos, y presentan algunos humedales, actualmente muy llenos de sedimentos o colmatados (por ejemplo, Laguna Hedionda), típicos de estas zonas de llanura que son zonas potencialmente inundables durante eventos extraordinarios.

Se han realizado algunos estudios sobre la comunidad del perifiton, compuesta por las algas que crecen adheridas a sustratos duros como rocas u otros objetos sumergidos. En la quebrada Cañaza se ha observado que la comunidad varía de un sitio a otro, y está dominada por diatomeas (Bacillariophyta), algas verdes (Chlorophyta) o algas azul verdosas (Cyanobacteria) en especial en los sitios de mayor impacto por entrada de aguas servidas domésticas. Se han encontrado algas de los géneros *Navicula*, *Denticula* (diatomeas), *Chroococcus*, *Lyngbya* (Cyanobacteria), *Cladophora* (Chlorophyta), *Euglena* (Euglenophyta).

Los ríos Esquinas y Coto Colorado albergan comunidades acuáticas típicas de otros ríos del país, con una variada fauna de insectos acuáticos, langostinos y peces. Las listas de especies encontradas hasta el momento, agrupadas por cuenca, se muestra en el capítulo sobre los insectos acuáticos

Se ha registrado un total de 110 especies de invertebrados del bentos en los ríos del Golfo Dulce; estos incluyen crustáceos como los langostinos (*Macrobrachium* sp. y *Syncharis* sp.), caracoles (gastropodos de las familias Ancyliidae y Limnaeidae) y sobre todo insectos acuáticos. De estos últimos, los más frecuentes y abundantes pertenecen a las familias Baetidae, Leptophlebiidae y Leptohyphidae del orden Ephemeroptera, Naucoridae y Veliidae del orden Hemiptera (chinchas), Pyralidae del orden Lepidoptera (mariposas) e Hydropsychidae del orden Trichoptera.

Estas familias son las más comunes en los ríos de todo Costa Rica, aunque es posible que algunos géneros o especies sean propios de la zona y no estén todavía descritos formalmente. En varios estudios de las quebradas Cañaza, Naranjal y Gamba, en Golfito, se han encontrado alrededor de 126 tipos diferentes de invertebrados, clasificados hasta género, los cuales se discuten en más detalle en otro capítulo de este libro.

En la quebrada Cañaza se han encontrado langostinos y camarones de río de dos tipos diferentes. Los más grandes, con quelas azules, pertenecen al género *Macrobrachium* sp. (Fam. Palaemonidae). La otra especie, de menor tamaño, también llamados camarones de cristal por ser transparentes y sin grandes quelas o pinzas, son del género *Syncharis* (Fam. Atyidae). Estos langostinos se ocultan entre las rocas de día y salen de noche para alimentarse. Prefieren sustratos medios (de arena a bloques) y sitios con sombra. Se distribuyen a todo lo largo de la quebrada, aunque *Syncharis* fue más abundante en remansos en los sitios altos de la quebrada. Estos organismos están amenazados debido a la pesca ilegal, sobre

todo cuando se utilizan venenos para sacarlos de los ríos, práctica que afecta a la fauna en general y no sólo a los langostinos. Estos organismos pasan la mayor parte de su vida en las quebradas y bajan a los estuarios solo a reproducirse; los juveniles suben río arriba al llegar a cierto estado de desarrollo. El veneno no solo destruye a los adultos sino también a los juveniles, lo cual reduce enormemente la capacidad de la población de recuperarse.

Se ha reportado la presencia de 55 especies de peces de agua dulce en la zona. Estos peces pertenecen a familias como Cichlidae (mojarras), Poeciliidae y Cyprinodontidae (olominas), Characidae (machacas, sardinas), Ariidae y Pimelodidae (barbudos), Gobiidae y Gobiesocidae (chupapiedras) y Mugilidae (tepemechín), entre otras. La distribución y dieta de los peces en las quebradas La Gamba y La Presa (Lechería) en Golfito se ha estudiado con cierto detalle. En este trabajo se encontraron 14 especies de peces (Cuadro 1), de los cuales los más abundantes fueron *Astyanax aeneus* (sardina), *Poeciliopsis retropinna* (olomina) y *Brachyrhaphis rhabdophora* (olomina). Se encontró que la fauna es más abundante y diversa en las partes bajas de la quebrada Gamba. En la Quebrada La Presa, se estudió la fauna en pozas y rápidos en una zona de baja altitud, y se observó que la mayoría de los peces están en pozas. En las zonas de rápidos solamente se encontraron algunas especies de poco tamaño.

CUADRO 1. LISTA DE LOS PECES QUE SE ENCUENTRAN EN LOS RÍOS DE GOLFITO (SEGÚN MEUCHE 2001)

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
CHARACIDAE	<i>Astyanax aeneus</i>	Sardina
CICHLIDAE	<i>Archocentrus sajica</i>	Mojarra
ELEOTRIDAE	<i>Eleotris picta</i>	Vieja
	<i>Gobiomorus maculatus</i>	Guavina
	<i>Hemieleotris latifasciatus</i>	Guavinita
MUGILIDAE	<i>Agonostomus monticola</i>	Tepemechín
PIMELODIDAE	<i>Pimelodella chagresi</i>	Barbudo
	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Barbudo
POECILIDAE	<i>Brachyrhaphis rhabdophora</i>	Olomina
	<i>Poecilia gillii</i>	Olomina
	<i>Poeciliopsis retropinna</i>	Olomina
	<i>Poeciliopsis paucimaculata</i>	Olomina
SYNGNATHIDAE	<i>Pseudophallus starksi</i>	Pez palo

Se estudiaron cuatro especies que tienen una dieta variada. El tepemechín (*Agonostomus monticola*) es omnívoro, alimentándose principalmente de insectos acuáticos, algas y otros peces más pequeños. La sardina *Astyanax aeneus* se alimentó de insectos acuáticos, algas y detritos. La guavina (*Gobiomorus maculatus*) tenía insectos acuáticos, algas y detrito en su tracto digestivo. Por último, la olomina *Poeciliopsis retropinna* contenía solo algas en su tubo digestivo.

El tepemechín migra anualmente a la zona de estuarios o la desembocadura de los ríos, durante su época de mayor caudal, para desovar. Este comportamiento no se ha reportado formalmente para los ríos de Costa Rica, aunque existen relatos anecdóticos de personas que han visto grupos de estos peces movilizarse en el río. Los datos sobre la migración de este pez se basan principalmente en la observación de los indígenas en Honduras, según la cual este desaparece de los ríos en la época lluviosa y aumenta su abundancia en la zona de la desembocadura en esa misma época. No obstante, se podría esperar un comportamiento similar para los ríos de Costa Rica.

En la quebrada Cañaza se ha estudiado la ecología de tres especies de renacuajos: *Bufo marinus* (sapo común), *Bufo melanochloris* (Familia Bufonidae) y la rana *Smilisca sordida* (Familia Hylidae). Estas especies utilizan el río como sitio de oviposición y sus renacuajos se desarrollan en el agua. La distribución de los adultos es uniforme a lo largo del trecho de la quebrada más estudiado, que se localiza aguas arriba del Barrio Ureña. Los renacuajos tienden a congregarse en sitios de corriente moderada o remansos, siendo este el factor que más influyó en su distribución. Sin embargo, se observaron mayores abundancias a temperaturas intermedias (26-27° C) y concentración de oxígeno alta pero no en exceso (~8 mg^l⁻¹) (ver Fig. 3).

Los principales depredadores de los renacuajos son langostinos y peces, aunque también se han observado cangrejos, garzas azules y zanates alimentándose de ellos. Existen asimismo reportes de canibalismo en los renacuajos de *Bufo marinus*. Aunque los renacuajos presentan un comportamiento de agregación ante la amenaza de un depredador, los parches más grandes de renacuajos atrajeron un mayor número de depredadores. Estos renacuajos se alimentan del perifiton, sin embargo, no existen estimaciones de su impacto sobre esta comunidad.

Los estudios que se han realizado hasta el momento detectaron signos evidentes de contaminación únicamente en algunos trechos de ríos como el Coto Colorado y los ríos en la subcuenca de Golfito (quebrada Cañaza).

En un estudio de la quebrada Cañaza, se logró determinar que la diversidad de insectos acuáticos disminuye en los sitios que reciben agua contaminada por efluentes domésticos. El mayor cambio se dio sobre todo en la ausencia de algunos grupos muy sensibles de insectos acuáticos en los sitios de mayor impacto en el río. También fue alta la correspondencia entre los grupos de insectos encontrados y su tolerancia teórica a condiciones de contaminación, reforzando la idea de que

esta quebrada llega contaminada hasta el mar luego de pasar por la zona urbana contigua a la misma. Los cambios en la comunidad del bentos se corresponden con los cambios observados en la composición del perifiton, que presenta grupos más tolerantes a la contaminación en los sitios de impacto más directo.

La distribución de la contaminación tiene mucha relación con la distribución de la población humana en la cuenca del Golfo Dulce. Las principales ciudades (Golfito, Ciudad Neilly, Río Claro, etc.) se ubican en la cuenca del río Coto Colorado. (ver Fig. 2). Los ríos que se han estudiado a la altura de la Carretera Interamericana muestran aún pocos signos de contaminación, a juzgar por la comunidad de insectos acuáticos que los habitan, lo mismo que de diatomeas, grupos de organismos que se han utilizado mucho como indicadores de contaminación. Esto se debe a que la densidad de población humana en las faldas de la Fila Costera todavía es reducida, pero esto no quiere decir que esos ríos no estén recibiendo contaminación, principalmente por aguas servidas de origen doméstico.

Otro efecto dañino que se ha observado en la zona es el uso de los cauces para extracción de material para construcción, o el reacomodo de los sedimentos para formar diques con el fin de evitar inundaciones y proteger puentes. Estas acciones destruyen el hábitat de la fauna del río y generan una alta turbiedad por la resuspensión de material fino; además, pueden provocar contaminación por hidrocarburos si la maquinaria entra al agua.

Las actividades agrícolas en la zona también tienen un impacto en los ecosistemas riberos. La aplicación de plaguicidas en fincas de banano, palma africana o arroz produce contaminación en los cursos de agua, ya que las sustancias utilizadas suelen terminar en el agua de los ríos al ser lavadas por la lluvia, ya sea como escorrentía superficial o a través de los acuíferos, por caída directa sobre el agua durante las aplicaciones o por lavado de utensilios en los ríos. Aunque no hay datos disponibles sobre la concentración de estos compuestos en el agua de los ríos de la cuenca del Golfo Dulce, es de esperar que sean valores altos en las épocas de mayor producción y actividad en las fincas. Es necesario hacer estudios que midan la concentración de los residuos de plaguicidas y metales pesados en los sedimentos de los ríos y estuarios y en los tejidos de organismos como peces y aves acuáticas.

Lecturas de referencia

Cruz, G.A. 1987. Reproductive biology and feeding habits of Cuyamel, *Joturus pichardi* and Tepemechín, *Agonostomus monticola* (Pisces: Mugilidae) from Río Plátano, Mosquitia, Honduras. Bull. Mar. Sci. 40(1): 63-72.

*Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo"
de la Escuela de Biología de la UCR*

- Allen Monge, P.E. 2001. Composición de la comunidad de insectos acuáticos en pozas de cataratas, p. 99-106.
- Allen, P.E. 2001. Efecto de velocidad de corriente y disponibilidad de alimento sobre el comportamiento de hemípteros patinadores, p. 3-9.
- Arias, H. 1997. Interacciones depredador-presa en poblaciones de ranacuajos de tres especies de anuros en una quebrada, p. 78-84.
- Barrantes, D. 1999. Variación de la abundancia y distribución de langostinos en una quebrada, p. 25-36.
- Castro, O. 1997. Presencia de perifiton en dos sitios de una quebrada, p. 38-40.
- Castro, N.; Segura, S. 1995. Comparación de los macroinvertebrados del bentos, de acuerdo al hábitat, para tres sitios distintos de la quebrada Cañaza. Golfito, Puntarenas, p. 25-36.
- Chacón, E. 2000. Efecto de la duración, del colector y del sustrato en el muestreo de macroinvertebrados acuáticos, p. 27-40.
- Meuche, I. 2001a. Agregación de renacuajos de *Bufo melanochloris* (Anura, Bufonidae) con relación a algunos factores abióticos y bióticos, p. 189-193.
- Meuche, I. 2001b. Distribución de longitud y hábitat alimenticios en la comunidad de peces de dos ríos, p. 67-73.
- Puschendorf, R. 2000. Factores abióticos que influyen en el comportamiento de dos chinches semiacuáticas, Guerridae y Veliidae, p. 97-102.
- Retana, M.V. 1999. Efecto de la contaminación en la presencia de perifiton, p. 71-76.
- Rodríguez, A. 2001. Efecto del sustrato, corriente y luminosidad en la distribución, diversidad y abundancia de macroinvertebrados acuáticos, p. 81-86.
- Solera, P.M. 1998. Distribución, diversidad y funcionalidad de macroinvertebrados acuáticos, en sol y sombra para tres quebradas de Golfito, p. 47-53.
- Ugalde, C. 1995. Distribución diferencial en machos de *Bufo melanochloris* para el aprovechamiento del hábitat de la quebrada Cañaza. Golfito, Puntarenas, p. 184-188.
- Ulate, D. 1997. Comparación de insectos acuáticos en áreas de sol y sombra en la quebrada Cañaza, p. 33-37.
- Valverde, R. 1999. Relación de algunos factores abióticos con la densidad de renacuajos de *Bufo melanochloris*, p. 225-230.
- Villalobos, A. 1997. Comparación de dos métodos en insectos acuáticos en una quebrada, p. 15-20.
- Villalobos, A. 1997. Insectos acuáticos y calidad del agua en una quebrada, p. 154-164.

Diversidad, ecología e importancia de los insectos acuáticos

Mónika Springer, Entomóloga, Escuela de Biología, UCR

Los insectos acuáticos son todos aquellos que pasan por lo menos una parte de su ciclo de vida asociados a un ambiente acuático. Existen insectos acuáticos que pasan toda su vida en el agua, otros sólo viven en este hábitat durante sus estadios juveniles, como huevos, ninfas, larvas y pupas. Algunos de estos órdenes de insectos son enteramente acuáticos, eso quiere decir que la totalidad de sus especies necesita de ese medio para su desarrollo y supervivencia; es el caso de las libélulas (Orden Odonata, Figs. 1-4), los plecópteros o moscas de piedra (Orden Plecoptera, Figs. 5-6), los efímeros (Orden Ephemeroptera, Figs. 7-8) y los tricópteros (Orden Trichoptera, Figs. 9-14). Sin embargo, en todos estos órdenes únicamente los estadios juveniles están en el agua, mientras que los adultos son voladores terrestres y a menudo viven mucho menos tiempo que sus respectivas ninfas o larvas.

Los insectos acuáticos se encuentran en una gran variedad de ambientes de agua dulce, como ríos, quebradas, cataratas, lagos, lagunas, charcos, pozas y casi cualquier ambiente acuático formados por agua acumulada en depresiones naturales en plantas vivas o muertas (a los que se les llama fitotelmata); también hay algunas especies en ambientes marinos. Cada especie posee adaptaciones muy específicas que les permiten vivir en ese hábitat, tanto para la locomoción como para la respiración bajo el agua y la alimentación.

Los insectos y otros macroinvertebrados juegan un papel ecológico muy importante en los sistemas acuáticos, ya que son parte fundamental de las redes alimenticias y el ciclo de nutrientes. Para el ser humano también pueden ser de gran importancia, ya que algunas especies tienen la capacidad de transmitir enfermedades, como los mosquitos, los bocones y las purrujas (familias Culicidae, Simuliidae y Ceratopogoniidae, todas del orden Diptera). Por otro lado, el estudio de estos organismos puede ser de gran beneficio, pues se utilizan como indicadores biológicos y eso permite evaluar y monitorear la calidad del agua y la contaminación en un ecosistema acuático, en especial ríos y quebradas.

Métodos de recolección

La metodología que se utiliza para recolectar insectos acuáticos depende del lugar y el objetivo del estudio. Existen métodos cualitativos, mediante los cuales se obtiene un inventario de las especies de un sitio; y métodos cuantitativos, con los que se obtiene la abundancia (número de individuos) por área de cada especie que se encuentre en una determinada área.

El uso de los métodos cuantitativos presenta dificultades, sobre todo en estudios a corto plazo. Por esta razón, para la mayoría de los estudios se prefiere el llamado método sistemático o semicuantitativo, con el cual se obtienen las abundancias relativas de las especies de un sitio específico, recolectando por un tiempo fijo. En este caso, la cantidad de los organismos encontrados depende en gran medida de la experiencia y el "buen ojo" del recolector, como han demostrado algunos estudios realizados por estudiantes del curso Biología de campo de la Universidad de Costa Rica

En todo caso, cualquiera sea el método que se use, es necesario recolectar el material mediante redes, coladores y pinzas y fijarlo en el campo en alcohol al 70%, para su posterior identificación en un laboratorio. Los organismos se pueden recolectar directamente con las pinzas de la superficie del sustrato, si se trata de piedras o rocas; si el sustrato es hojarasca o arena, se puede poner en una bandeja blanca con un poco de agua y eso permite encontrar a los insectos con mayor facilidad.

A veces es necesario recolectar todos los organismos que se encuentren y llevarlos al laboratorio, porque en muchos casos no es posible reconocer en el campo si los individuos representan familias o géneros diferentes. Para la identificación hay que utilizar una lupa o estereoscopio y tener a mano literatura especializada. También es recomendable contar con el apoyo de una persona con experiencia, sobre todo si se quiere llegar a nivel de género. En muchos grupos de insectos, la identificación a nivel de especie es posible sólo en los adultos, ya que las ninfas o larvas de la gran mayoría todavía no se conocen.



Figura 1. Libélulas adultas (Odonata, Anisoptera).
FOTO DE MÓNICA SPRINGER



Figura 2. Parejas de libélulas adultas (Odonata, Zygoptera) poniendo huevos.

FOTO DE ANDREA BERNECKER



Figura 3. Ninfa de libélula (Odonata, Anisoptera, Aeshnidae).

FOTO DE ANDREA BERNECKER

Los órdenes de insectos acuáticos

De todas las especies de insectos que se conocen, apenas entre el 3% y el 5% se han adaptado a la vida en el agua; sin embargo, estas especies pertenecen a diversos órdenes, por lo que poseen una gran variedad de adaptaciones.

Los insectos acuáticos presentan dos tipos de desarrollo: 1) directo (hemimetábolos), los cuales se desarrollan directamente sin formar una pupa; y 2) indirecto (holometábolos), los cuales pasan por el estadio de pupa para llegar a adultos. En el caso de los hemimetábolos, la ninfa (o larva) muchas veces se parece mucho al adulto, con la diferencia de que no tiene las alas desarrolladas y no puede reproducirse.

En algunos de estos órdenes, las ninfas o larvas son acuáticas y los adultos son terrestres, mientras que en otros ambos ocupan el mismo hábitat. Este aspecto se detalla en el siguiente cuadro, donde se consideran solamente las especies con alguna fase de su ciclo de vida acuática:

ÓRDENES HEMIMETÁBOLOS	NINFAS	ADULTOS
EPHEMEROPTERA	acuáticas	terrestres
ODONATA	acuáticas	terrestres
PLECOPTERA	acuáticas	terrestres
HEMIPTERA	acuáticas	acuáticos

ÓRDENES HOLOMETÁBOLOS	LARVAS	PUPAS	ADULTOS
MEGALOPTERA	acuáticas	terrestres	terrestres
NEUROPTERA	acuáticas	terrestres	terrestres
COLEOPTERA	acuáticas	terrestres	acuáticos ó terrestres*
TRICHOPTERA	acuáticas	acuáticas	terrestres
LEPIDOPTERA	acuáticas	acuáticas	terrestres
DIPTERA	acuáticas	acuáticas	terrestres

* Según la familia.



Figura 4. Ninfas de libélulas. A. Libellulidae (Anisoptera), B. Calopterygidae (Zygoptera).

FOTO DE MÓNICA SPRINGER

La diversidad de los insectos acuáticos

Los estudios hechos por los estudiantes del curso de Biología de campo durante varios años (1997-2001), revelaron una impresionante diversidad de insectos acuáticos en los ambientes de agua dulce de Golfito. Los principales sitios estudiados fueron las quebradas La Gamba, La Cañaza, La Purruja y El Naranjal. En las cuatro se registraron en total más de 90 géneros, pertenecientes a 59 familias y 10 órdenes. Las quebradas con mayor diversidad resultaron ser aquellas con menos intervención humana. Además de los insectos, se encontraron otros macroinvertebrados, como moluscos, gusanos planos (planarias) y ácaros acuáticos, además de crustáceos como cangrejos y camarones. A continuación se describen los órdenes de insectos acuáticos que se registraron en las cuatro quebradas de Golfito.

Los insectos del orden Ephemeroptera (efemerópteros), llamados efímeras o cachipollos, se caracterizan por la corta vida de los adultos voladores (Fig 7), que en algunas especies no llegan a vivir un día. Sin embargo, las ninfas viven varios meses y hasta años cuando habitan en aguas frías. La mayor diversidad de especies



Figura 5. Adulto de *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae).
FOTO DE FEDERICO RIZO-PATRÓN



Figura 6. Ninfa de *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae). FOTO DE MÓNICA SPRINGER

está en los ríos y quebradas limpias, donde se alimentan principalmente de algas y sustancias orgánicas. Las efímeras se pueden reconocer por sus largas colas (generalmente tres) y una serie de branquias o agallas a lo largo del abdomen, que ayudan en la respiración. De las nueve familias y 30 géneros de este orden registrados para Costa Rica, en las quebradas estudiadas se encontraron cinco familias y 12 géneros. Las tres familias más comunes son Baetidae, Leptohyphidae y Leptophlebiidae (Figs. 8a,b,c,d,e).

Otro grupo que se distingue por sus apéndices o colas es el orden Plecoptera, cuyos miembros se conocen comúnmente como moscas de piedra. En Costa Rica, como en la mayor parte de Centroamérica, sólo existe una familia con un género (Perlidae: *Anacroneuria*), aunque en las zonas templadas este grupo puede llegar a ser muy diverso. Las ninfas (Fig. 6) se diferencian de los efemerópteros en que soloposeendoscolasynotienenbranquias en el abdomen. Estos insectos viven exclusivamente en aguas bien oxigenadas de corriente fuerte y no se encuentran en ríos o quebradas contaminadas, por lo que se consideran indicadores de la buena calidad del agua. Se alimentan de sustancias orgánicas cuando son jóvenes, pero las ninfas más maduras llegan a ser depredadoras de otros organismos

acuáticos pequeños. En Golfito se han encontrado principalmente en la corriente de las quebradas limpias y con cobertura boscosa en las orillas.

Otro grupo bien conocido de insectos acuáticos es el de las libélulas (Fig. 1), caballitos del diablo o gallegos (Fig. 2), que representan el orden Odonata. Los adultos son ágiles voladores y se pueden ver con facilidad cerca de cualquier ambiente acuático, donde cazan a otros insectos en vuelo. Igual que los adultos, las ninfas (Figs. 3, 4) son depredadoras y se alimentan de una gran variedad de

organismos, incluyendo peces y renacuajos (cabezones). Según sea el género al que pertenecen, habitan en aguas estancadas o ríos y quebradas, donde viven camufladas en el fondo o agarradas a plantas o raíces debajo del agua. En Costa Rica se registran 14 familias con más de 60 géneros, de los cuales se encontraron 10 familias y unos 15 géneros en los cuatro ríos estudiados. La Fig. 4 muestra las ninfas de dos de las familias más comunes: Calopterygidae, del suborden Zygoptera, y Libellulidae del suborden Anisoptera.

Un grupo que no se ha registrado anteriormente como acuático es el de las cucarachas (orden Blattodea), donde casi la totalidad de las especies es terrestre. Sin embargo, se encontraron ninfas en acumulaciones de sustancias orgánicas como hojarasca, en la corriente de las quebradas La Gamba y La Cañaza. Estas ninfas también se han encontrado en otros ríos del país, pero aún no se han podido identificar.

En los llamados chinches (orden Hemiptera) existe una gran diversidad de familias y especies terrestres; sin embargo, varias familias se adaptaron a la vida



Figura 7. Adulto (macho) del orden Ephemeroptera.

FOTO DE FEDERICO RIZO-PATRÓN

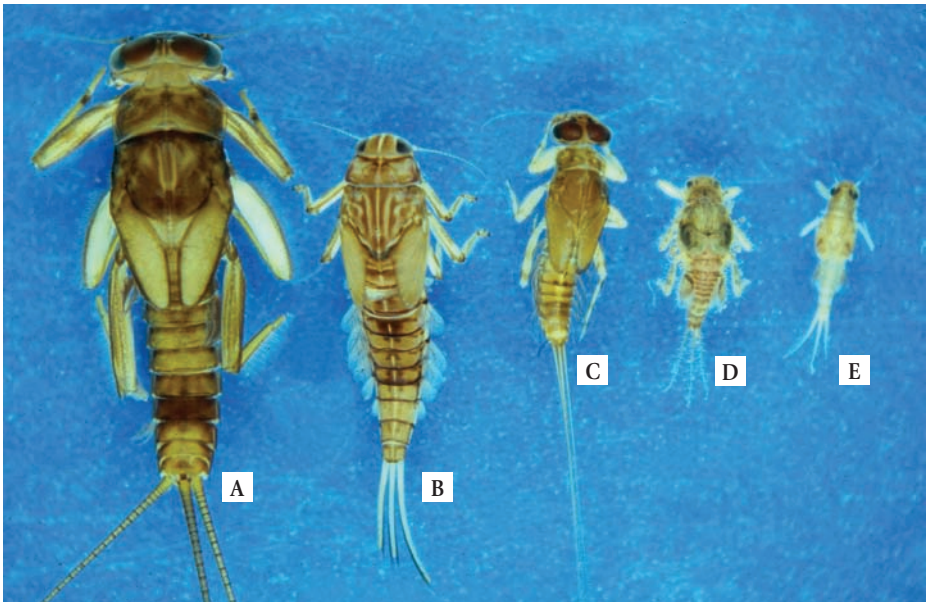


Figura 8. Ninfas del orden Ephemeroptera. A y C. Leptophlebiidae, B. Baetidae, D y E. Leptohyphidae.

FOTO DE MÓNICA SPRINGER



Figura 9. Hembra de tricóptero adulto (Leptoceridae) sobre una masa de huevos.

FOTO DE MÓNICA SPRINGER

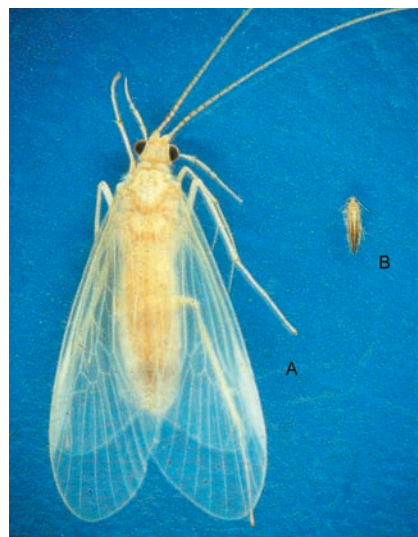


Figura 10. Adultos de tricópteros:

A. Hydropsychidae

B. Hydroptilidae

FOTO DE MÓNICA SPRINGER

en el agua. Con excepción de una familia (Corixidae), todos los chinches acuáticos son depredadores y poseen un pico con el cual pueden picar a su presa, inyectándole un veneno para paralizarla y luego chupar su contenido. Algunas familias (por ej. Gerridae y Veliidae, Fig. 15) viven como “patinadores” sobre la superficie de aguas estancadas y corrientes, mientras que otras viven debajo del agua, como buenos nadadores (por ej. Belostomatidae, Fig. 16). Los chinches acuáticos son comunes en charcos y lagunas y algunos se encuentran en ríos y quebradas. De estos últimos, en las cuatro quebradas estudiadas en Golfito se encontraron ocho géneros de cinco familias, de las cuales Naucoridae (Fig. 17) fue la más común.

El orden Coleoptera, el de los abejones y escarabajos, también es terrestre en su mayoría, con algunas familias adaptadas al medio acuático. Los ambientes donde se encuentran son igual de diversos que sus distintas adaptaciones para la vida en el agua. Hay familias que se encuentran en el agua tanto durante su desarrollo larval como en su vida adulta, mientras que otras salen del agua después de concluir su etapa larval. Las pupas se forman siempre en la tierra húmeda cerca de su hábitat. Existen especies depredadoras, omnívoras, detritívoras y herbívoras. Todavía no se conoce con exactitud el número de géneros y especies que habitan en Costa Rica. Durante los estudios en Golfito se encontraron más de 20 géneros

y 11 familias, de las cuales Elmidae (Fig. 19c-l) fue la más diversa. Las larvas y los adultos de Elmidae se encuentran en las corrientes de ríos y quebradas, donde se alimentan de materia orgánica en descomposición, sobre todo de hojarasca que cae en el agua. Otras dos familias con larvas acuáticas comunes en los ríos limpios de la zona son Psephenidae y Ptilodactylidae (Fig. 19a,b).

El orden Megaloptera es uno de los menos diversos, con sólo una familia (Corydalidae) y pocas especies presentes en el país. Los adultos se conocen en algunas partes como mulitas del diablo (Fig. 18). Las larvas (Fig. 2) alcanzan un gran tamaño -unos 8 cm- y son depredadoras voraces en los ríos, donde viven debajo de piedras y rocas en la zona de corrientes fuertes. Se reconocen por su abdomen blando con un par de apéndices en cada segmento y la cabeza aplanada con mandíbulas fuertes. De los tres géneros conocidos para Costa Rica, se encontraron dos en las quebradas estudiadas, con *Corydalis* como el más común.



Figura 11. Estuche y larva de tricóptero (Trichoptera: Leptoceridae).

FOTO DE MÓNICA SPRINGER

Un orden muy diverso, especialmente en los ríos y quebradas, es Trichoptera. Las larvas producen seda con sus glándulas bucales, la cual utilizan como pegamento para construir casas de distintos materiales (Figs. 11 y 12), y cada especie tiene una forma característica. Estas

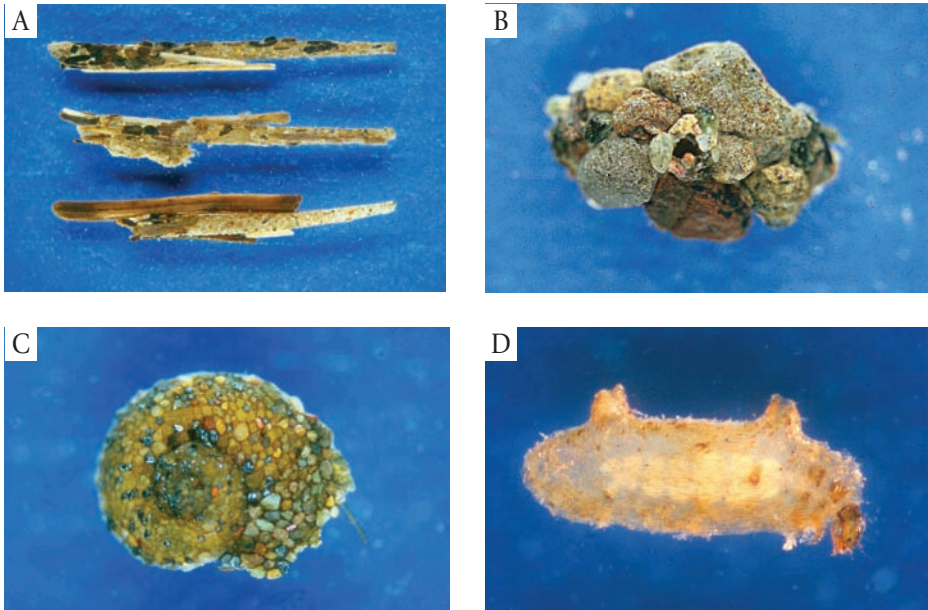


Figura 12. Estuches y casitas de varios tricópteros. A. Familia Leptoceridae, B. Familia Glossosomatidae, C. Familia Helicopsychidae, D. Familia Hydroptilidae.

FOTOS DE MÓNICA SPRINGER



Figura 13. Larva de la familia Hydropsychidae (O. Trichoptera).

FOTO DE MÓNICA SPRINGER

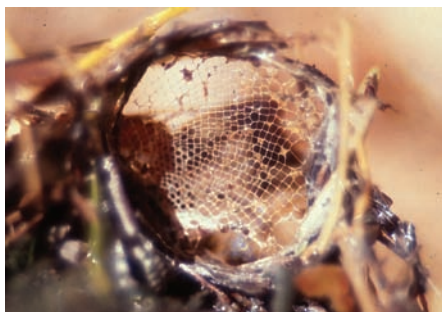


Figura 14. Red para filtrar el agua, construida por la larva de la familia Hydropsychidae (O. Trichoptera).

FOTO DE MÓNICA SPRINGER



Figura 15. Patinadores de las familias Gerridae y Veliidae (O. Hemiptera).

FOTO DE MÓNICA SPRINGER



Figura 16. Chinche acuática de la familia Belostomatidae (O. Hemiptera).

FOTO DE MÓNICA SPRINGER



Figura 17. Chinchas acuáticas de la familia Naucoridae (O. Hemiptera).

FOTO DE MÓNICA SPRINGER



Figura 18. Adulto de la familia Corydalidae (O. Megaloptera).

FOTO DE MÓNICA SPRINGER

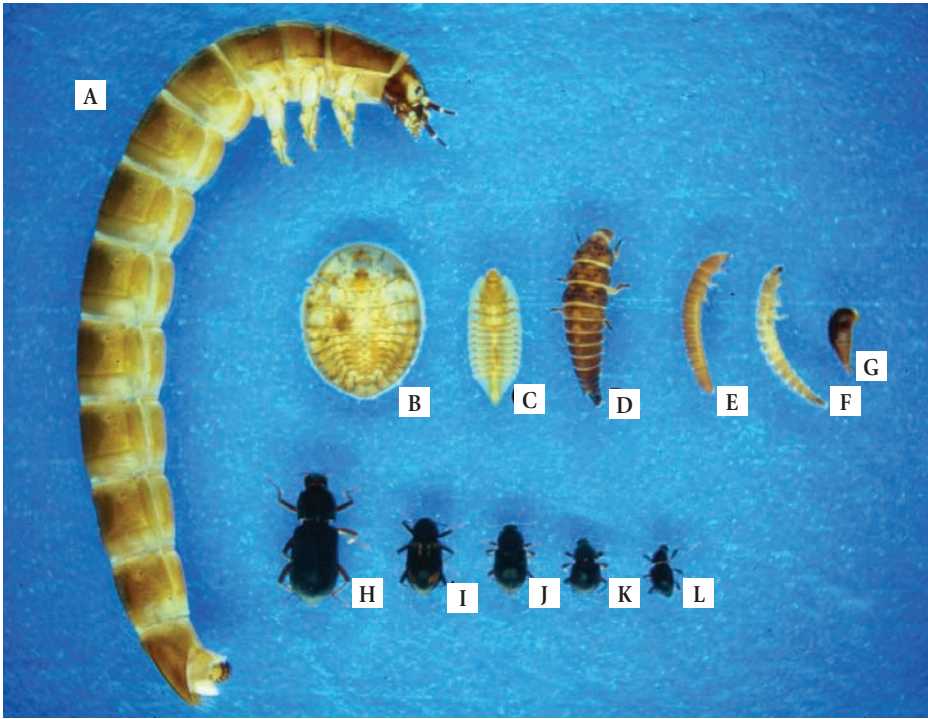


Figura 19. Larvas y adultos de escarabajos acuáticos (O. Coleoptera). A. larva Ptilodactylidae, Anchyrtarsus; B. larva Psephenidae, Psephenus; C-G. larvas Elmidae; H-L. adultos Elmidae (varios géneros). FOTO DE MÓNICA SPRINGER

casas protegen el cuerpo blando de la larva y además le brindan un excelente camuflaje. En muchos casos, las larvas caminan con su casa sobre el sustrato, pero otras especies construyen refugios fijos, pegados al sustrato. Según la familia a la cual pertenezcan, se alimentan de algas, materia orgánica (como hojarasca en descomposición o partículas finas en suspensión) o de otros organismos acuáticos. Las pupas también son acuáticas y se encuentran protegidas dentro de una casita o refugio pupal. Los adultos voladores se parecen a pequeñas polillas de colores no muy vistosos y a menudo tienen antenas muy largas (Figs. 9 y 10). Este orden se ha estudiado bien a nivel de adultos, registrándose más de 450 especies, 14 familias y más de 40 géneros. En las quebradas estudiadas en Golfito se encontraron representantes de 14 géneros y 10 familias. Una de las familias más comunes y fáciles de encontrar es Hydropsychidae (Fig. 13), cuyas larvas viven agarradas a las rocas y piedras en la zona de mayor corriente, donde filtran el agua mediante una pequeña red de seda que ellas mismas construyen (Fig. 14).

Un orden relacionado con los tricópteros es Lepidoptera, el de las mariposas y polillas, que tiene unas pocas especies que se desarrollan en el ambiente acuático. El género más común del país es *Petrophila* (Familia Pyralidae, Fig. 20), cuyas



Figura 20. Larva y capullo pupal de la mariposa acuática *Petrophila* (Lepidoptera: Pyralidae).
FOTO DE MÓNICA SPRINGER

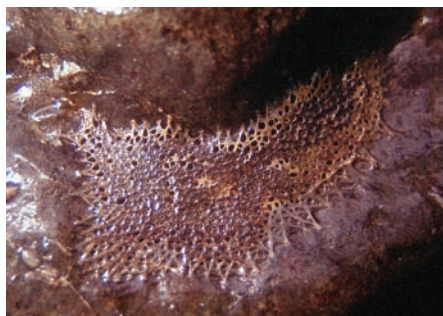


Figura 21. Refugio de seda de la larva de *Petrophila* (Lepidoptera: Pyralidae).
FOTO DE MÓNICA SPRINGER



Figura 22. Larva de la familia Corydalidae (O. Megaloptera).
FOTO DE MÓNICA SPRINGER

larvas forman refugios de seda encima de rocas sumergidas en las partes asoleadas de ríos y quebradas (Fig. 21). Las larvas se alimentan de algas que raspan de la superficie de las piedras. Por eso son abundantes en ríos con una ligera contaminación orgánica, la cual puede favorecer el crecimiento de algas bentónicas.

El último grupo, del orden Diptera, es quizá el menos estudiado entre los insectos acuáticos y uno de los más diversos, tanto en su taxonomía como en su ecología. La palabra "díptero" significa dos alas (un par) y este grupo incluye a los mosquitos, los zancudos, las purrujas, los bocones, los tábanos y las moscas, entre muchos otros. Las larvas y las pupas de los mosquitos y zancudos se encuentran en aguas estancadas, donde se desarrollan con gran rapidez. Sin embargo, existen muchas otras familias cuyas larvas viven

en el sustrato o adheridas a rocas y piedras en la corriente de ríos y quebradas. La familia más diversa es Chironomidae (quironómidos, Fig. 23d), aunque se desconoce la cantidad de especies y géneros que habitan en Costa Rica. Las larvas de los dípteros se distinguen de las demás larvas de insectos acuáticos por carecer de patas articuladas, aunque pueden tener uno o varios pares de pseudopatas



Figura 23. Larvas de varias familias del orden Diptera. A. Athericidae, B-C. Simuliidae, D. Psychodidae, E. Chironomidae: varios géneros. FOTO DE MÓNICA SPRINGER

carnosas. Las larvas presentan una gran variedad morfológica (Fig. 23), en varias familias la cabeza es muy reducida y muchas se parecen a un gusano. Durante el estudio en las quebradas de Golfito, se encontraron más de 13 familias y al menos 15 géneros (se desconoce el número exacto, ya que en algunos casos sólo se pudo identificar la familia).

Lecturas de referencia

- De la Lanza, G.; Hernández, S.; Carbajal, J.L. (eds.). 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua de la contaminación (Bioindicadores). Plaza y Valdéz S. A.
- Merritt, R.W.; Cummins, K.W. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 3 ed. Kendall/Hunt Publ.
- Roldán Pérez, G. 1996. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Colombia, Universidad de Antioquia, Fondo FEN Colombia y Colciencias, 217 p.

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

- Alfaro, O. 1999. Estudio de la comunidad biótica de charcos temporales, p. 139-147.
- Chacón, E. 2000. Efecto de la duración, del colector y del sustrato en el muestreo de macroinvertebrados acuáticos, p. 27-40.
- Miranda, X. 1999. Insectos acuáticos en fitotelmata de inflorescencias: importancia del color, presencia de materia orgánica y edad de la inflorescencia, p. 191-196.
- Mora, F. 1999. Efecto de la alteración humana y el sustrato en la distribución y abundancia de macroinvertebrados acuáticos en tres quebradas, p. 65-70.
- Solera, P.M. 1998. Distribución, diversidad, composición y funcionalidad de macroinvertebrados acuáticos, en sol y en sombra para tres quebradas en Golfito, p. 47-53.
- Ulate, D. 1997. Comparación de insectos acuáticos en área de sol y sombra en la quebrada Cañaza, p. 33- 37.
- Villalobos, A. 1997. Comparación de dos métodos de muestreo en insectos acuáticos en una quebrada, p. 15-20.

Plantas



Aspectos generales del bosque del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito

Tatiana Robles, Botánica, Escuela de Biología, UCR

Rodolfo Ortíz, Botánico, Escuela de Biología, UCR

Jorge Gómez-Laurito, Botánico, Escuela de Biología, UCR

El bosque del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito es del tipo “muy húmedo tropical”, según la clasificación de zonas de vida de Holdridge. Este bosque es característico de tierras bajas (hasta 250 metros sobre el nivel del mar [ms.n.m.]), donde la precipitación anual supera 4.000 mm. La vegetación es siempreverde, aunque algunos árboles –como ceiba (*Ceiba pentandra*), cachimbo (*Couratari guianensis*, Fig. 1), el gallinazo (*Schizolobium parahyba*) y el baco (*Brossimum utile*)– pierden las hojas en ciertas épocas del año. Los árboles son altos, rectos y muchos de ellos –como la caobilla o cedro macho (*Carapa guianensis*, Fig. 2) y el sangregao (*Dussia macrophyllata*)– desarrollan gambas prominentes.

Es común la presencia de palmas grandes, como el maquenque o palmito dulce (*Iriartea deltoides*), el palmito amargo (*Socratea exorrhiza*), *Welfia georgii*, palmas enanas como suita o chonta (*Asterogyne martiana*), caña de danta (*Geonoma congesta*) y platanillas (*Heliconia* spp. y *Calathea* spp.). También abundan los bejucos leñosos, los arbustos semihepífitos, las epífitas como bromelias y orquídeas, las trepadoras y los helechos. En Costa Rica, este tipo de bosque se distingue por ser el que presenta mayor riqueza en el número de especies; además, a escala mundial se considera que posee la mayor diversidad por unidad de área.

La situación de los bosques de la zona sur de Costa Rica es muy especial, ya que se considera que son el límite norte de muchas especies del sur del continente, como el cachimbo, el baco y el ajo (*Caryocar costaricense*, Fig. 3); además es posible encontrar especies características de zonas más altas, como el jaúl macho (*Ticodendron incognitum*). También se caracterizan por albergar gran cantidad de especies endémicas, como el camíbar (*Copaifera camibar*), el cornizuelo (*Acacia allenii*, Fig. 4), la hemiepífita *Clusia peninsulae* y algunas platanillas (*Calathea* spp.).

La composición del bosque de Golfito es muy variable

La composición y la estructura del bosque muy húmedo tropical es muy variable. Estas diferencias dependen de la combinación de varias condiciones ambientales, como el tipo de suelo, el factor hídrico, la inclinación de las laderas, la altitud y la exposición al viento, entre otras. Por esta razón, es posible que las especies presentes en un sitio estén ausentes en un lugar muy cercano. Por ejemplo, en la zona de La Gamba se han encontrado diferencias entre el bosque en las laderas de la Fila La Gamba y el bosque en las partes bajas, por donde atraviesa la quebrada La Gamba.

En la Fila La Gamba, a 250 ms.n.m., donde las laderas tienen un buen drenaje y pendientes de hasta 54°, se han cuantificado hasta 56 especies arbóreas y densidades de 101 individuos por hectárea (Fig. 5). La altura más común entre las especies del bosque, muy tupido, es de 20 m. Los árboles más importantes en esta zona son el guapinol (*Hymenea courbaril*), el manú plátano (*Vitex cooperi*), el baco, la caobilla, la fruta dorada (*Virola koschnii*), el peine de mico (*Apeiba tibourbou*), el cocora (*Guarea* sp.), las guabas (*Inga* spp.), el capulín blanco (*Trichospermum* sp. Fig. 6), *Ardisia* sp., *Dendropanax* sp., *Trophis* sp., el canfin (*Tetragastris panamensis*), *Tetrathylacium macrophyllum*, el hule (*Castilla elastica*), el cornizuelo, el indio desnudo (*Bursera simarouba*, Fig. 7), *Alchornea* sp., *Elaegia auriculata* y *Sorocea* sp. Llama la atención el caso de la palma maquenque o palmito dulce, una de las especies más comunes en esta zona, aunque la mayoría de los individuos son



Figura 1. A. *Couratari guianensis* (cachimbo), una especie que pertenece a una familia muy interesante (Lecythidaceae), donde se encuentran árboles como la nuez del Brasil y la bala de cañón. Este individuo muestra frutos en las ramas. B. Fruto de *Couratari guianensis*.

FOTO DE JORGE GÓMEZ-LAURITO



Figura 2. Tronco de *Carapa guianensis*, una especie que llega a ser frecuente en el bosque de Golfito. Su abundancia en áreas no protegidas se ha reducido debido a la intensa explotación maderera de este árbol.

FOTO DE MARVIN CASTILLO



Figura 3. Tronco de *Caryocar costaricense*. El diámetro de algunos individuos llega a superar los 2 metros.

FOTO DE TATIANA ROBLES

juveniles o tienen diámetros pequeños. La palma enana (suita o chonta) también es abundante en esta zona.

Por otra parte, en el valle que atraviesa la quebrada, las condiciones son más húmedas e incluso es posible encontrar zonas anegadas de manera temporal o permanente. Las alturas más comunes entre los árboles oscilan entre 15 y 30 m y el bosque es menos denso que el bosque de la Fila. Las especies más importantes son el abrojo (*Sloanea faginea*), el popenjoche (*Pachira aquatica*), la fruta dorada, la caobilla, *Licania* sp., *Ficus* sp., *Tetrathylacium macrophyllum*, el camarón (*Marila pluricostata*), el guapinol, el guarumo (*Cecropia* sp.), *Miconia* spp., *Swartzia* sp., *Rinorea* sp. y *Cordia* sp. En estos valles domina la palma *Welfia regia*, también está muy representado el palmito amargo (*Socratea exorrhiza*) y en menor cantidad el maquenque y el guagara (*Cryosophila guagara*); en las riberas es muy común encontrar palmas enanas y helechos arborescentes (*Cyathea* sp., Fig. 8).

Los dos sitios descritos presentan un gran número de especies, cada una representada por pocos individuos, por lo cual ambos lugares se asemejan mucho en diversidad. Sin embargo, al comparar la composición de las especies en cada sitio sí se observan diferencias, y se obtiene un coeficiente de similitud muy bajo entre ellos. Esto coincide con lo mencionado anteriormente acerca de esta zona de vida, la cual se caracteriza por su gran diversidad, que es favorecida por la presencia de pocos individuos por especie; en contraste con otros ecosistemas



Figura 4. *Acacia alleni* (cornizuelo) de la región sur de Costa Rica, que también vive en simbiosis con hormigas del género *Pseudomyrmex*. FOTO DE TATIANA ROBLES

menos diversos, donde unas pocas especies son las dominantes, como los bosques de las zonas templadas del Hemisferio Norte.

Además, los bosques tropicales son especialmente heterogéneos lo cual favorece la existencia de microclimas, cada uno con una flora asociada. Por ejemplo, la caobilla, el popenjoche y la palma *Welfia regia* son especies asociadas a zonas anegadas y pantanos, como los que existen en riberas o en valles mal drenados; asimismo, la caobilla, el guapinol e *Inga* spp. pueden ser comunes en pendientes acentuadas, donde se pueden sostener gracias a gambas bien desarrolladas; los helechos arborescentes están generalmente en lugares muy húmedos y abiertos.

Aunque se comparen sitios que presenten una topografía y un drenaje similares, es posible encontrar diferencias en la composición de especies. Esto se evidencia al comparar la flora del sector de La Gamba con la de El Naranjal, donde la Fila alcanza alturas inferiores a 200 ms.n.m. El bosque del sector de El Naranjal se encuentra en laderas con pendientes de hasta 60°. Las alturas más comunes de

los árboles oscilan entre 20 m y 30 m y algunas especies presentes allí son el almendro de montaña (*Andira inermis*), el peine de mico (*Apeiba membranacea*), el amargo o cara de tigre (*Aspidosperma spruceanum*), el cerillo (*Symphonia globulifera*), *Tetrathylacium macrophyllum*, el ojoche (*Brosimum* spp.), el cedro maría (*Calophyllum longifolium*), el sangrillo (*Compsonera sprucei*), el fosforillo o palomo (*Dendropanax arboreus*), el naranjito (*Heisteria concinna*), el pilón (*Hyeronima alchorneoides*, Fig. 9), el lagarto negro (*Lacmellea panamensis*), el yós (*Sapium laurifolium*), el gallinazo (*Schizolobium parahyba*), *Sorocea* spp., el manga larga (*Xylopia sericophylla*) y el lagartillo (*Zanthoxylum acuminatum*). También hay palmas como maquenque y *Chamaedorea* sp. Muchas de estas especies son menos comunes o están ausentes en la zona de La Gamba. Estas diferencias en la composición de especies pueden ser el resultado de diversos factores, tanto bióticos como abióticos, como la altitud, la exposición de las laderas a la acción del viento, la acción de los depredadores sobre plántulas y juveniles o la extracción selectiva de especies de interés comercial.

La variación de tamaños dentro de una especie

La situación de las poblaciones de las especies de árboles dentro de la Reserva se ha estudiado poco. En estudios realizados en la zona de La Gamba con miras a determinar la distribución de individuos por edad (plántulas, juveniles y adultos), sin discriminar entre especies, se observó que el grupo con mayor número de individuos era el de las plántulas, y el número disminuía gradualmente a medida que aumentaba la edad de los individuos, siendo el grupo de adultos grandes el de menor número de individuos. Esta distribución se considera típica de bosques maduros, las plántulas son abundantes pero sólo algunas sobreviven e ingresan en el grupo de los juveniles, los individuos juveniles generalmente necesitan condiciones muy específicas, como espacio y disponibilidad de luz, para continuar su desarrollo, por eso resulta normal que el grupo de adultos sea el menos abundante.

Sin embargo, la situación de la población de especies en particular sólo se ha estudiado en los casos de la caobilla y la palma *Welfia regia*. La densidad obtenida para la caobilla resultó mayor que la esperada para especies de bosque tropical muy húmedo -que se estima en 1 ind/ha o menos-; se cuantificaron densidades de tres a siete individuos en áreas menores a una hectárea, las mayores abundancias se encontraron en laderas y orillas de río y las menores en las partes altas de la Fila. En general, en un área de 0.6 ha se cuantificaron 280 plántulas, 12 juveniles y 21 adultos. Esta distribución parece indicar que, aunque la mortalidad de plántulas es alta, los juveniles encuentran las condiciones favorables para continuar su desarrollo y esto permite que se amplíe el grupo de los adultos.

En otro estudio con la palma *Welfia regia*, en un área de 0.7 ha que incluyó sitios anegados, potreros, cultivos abandonados y bosque, se localizaron 21



Figura 5. Fila montañosa del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito. Vista desde el mirador cercano a Las Torres. Estudios hechos en estas filas (por ej., en La Gamba) han mostrado que estos bosques son los más densos y diversos del refugio. En la parte superior de la fila se puede observar la floración de los árboles de *Vochysia*. FOTO DE TATIANA ROBLES

individuos adultos y 651 individuos entre plántulas y juveniles. Se observó mayor abundancia en los lugares anegados y con poca exposición a la luz que en zonas soleadas o en regeneración. Más estudios de este tipo serían de gran provecho, sobre todo para el caso de especies endémicas o de aquellas que están amenazadas o en extinción, pues aportan información sobre las condiciones de las diferentes poblaciones en determinado momento: indican qué tan abundante es una especie, si se está regenerando exitosamente, los microclimas más favorables para su establecimiento, etc.

La intervención humana en el bosque de Golfito

La extracción selectiva es una actividad común en los bosques de la zona. Muchas especies arbóreas del bosque muy húmedo tropical se utilizan por las propiedades de sus maderas, algunas de excelente calidad, lo cual aumenta su valor comercial.

Algunas de las especies maderables, como el baco, la ceiba, el tabacón, la caobilla, el guapinol, la fruta dorada, el indio desnudo, el pilón, el abrojo, el cerillo, la cara de tigre, el canfín, el chanco o botarrama (*Vochysia ferruginea*), el ajillo (*Pithecelobium* sp.), el espavel (*Anacardium excelsum*), todavía son relativamente comunes. Sin embargo, el estado asignado a otras especies fuertemente explotadas –como el ajo, el guayacán (*Tabebuia guayacan*), el cativo o guapinol negro (*Cynometra hemitomophylla*), el nazareno (*Peltogyne purpurea*), el reseo (*Tachigali versicolor*), el chiricano alegre (*Humiriastrum diguense*), chiricano triste (*Vantanea barbourii*), el manú (*Minquartia guianensis*) y el sangregao (*Dussia macrophyllata*)– es el de especie amenazada. Otras poco comunes como el camíbar, el ajo negro (*Anthodiscus chochoensis*), el quira (*Caryodaphnopsis burgeri*) y el cachimbo (*Couratari guinensis*), han sido declaradas especies en peligro de extinción.

Algunas palmas también son susceptibles de explotación por diferentes motivos. Por ejemplo, la palma *Welfia regia* es muy utilizada por el palmito de excelente gusto que se obtiene de ella; lo mismo sucede con el palmito dulce o



Figura 6. Frutos de *Trichospermum*, un arbusto que crece bien en áreas alteradas y claros en el bosque. FOTO DE TATIANA ROBLES



Figura 7. *Bursera simarouba* (indio desnudo), que se encuentra también en el bosque seco de Guanacaste. La presencia de esta especie en el sur de Costa Rica muestra las afinidades de la flora local con la del bosque seco del Pacífico de América Central.

FOTO DE TAIANA ROBLES



Figura 8. El helecho arborescente *Cyathea* sp., creciendo al lado de la quebrada La Gamba. FOTO DE TAIANA ROBLES

maquenque. La palma enana suitea o chonta es muy buscada por sus hojas, que se usan para la construcción de ranchos. A esto hay que agregar la situación de decenas de especies de atractivo ornamental, como orquídeas, platanillas, trepadoras y helechos, que se extraen constantemente para trasplantarlas a jardines o macetas. Cabe destacar el caso de las especies de *Zamia* (Fig. 10), que se encuentran en peligro de extinción.

Otro grupo considerado en peligro de extinción es el de los helechos arborescentes, ya que hasta hace pocos años sus vástagos se utilizaban como sustrato para cultivar orquídeas, una práctica que actualmente es ilegal. En conclusión, la lista de especies del bosque muy húmedo tropical que han sido sujetas de algún tipo de explotación puede resultar interminable.

El Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito es, por todo lo mencionado anteriormente, un sitio único en el país, de gran valor y exuberancia, que alberga



Figura 9. Tronco de *Hyeronima alchorneoides*, una especie que desarrolla amplias gambas en su base. Esta especie se distribuye desde el sur de México hasta Perú y Brasil. Se distingue por ser dioica, lo cual significa que hay individuos que producen sólo flores masculinas y otros que solo producen flores femeninas. FOTO DE TATIANA ROBLES



Figura 10. Una *Zamia fairchildiana* en las laderas del bosque cerca de El Naranjal. Esta especie es representante de un grupo de plantas con características muy primitivas, al cual pertenece también la *Cyca*, muy usada en jardinería. FOTO DE TATIANA ROBLES

y protege una gran cantidad de especies, las cuales deben conservarse por ser endémicas, estar amenazadas, en extinción o sencillamente por ser parte de esta zona de vida tan rica. Además, esta zona tiene un enorme potencial para realizar investigaciones sobre la dinámica e importancia de estos bosques, que permitan establecer prácticas para su conservación.

Lecturas de referencia

- Weissenhofer, A.; Huber, W. 2001. Basic Geographical and Climatic Features of the Golfo Dulce Region. In: Weber, A. (ed.). An Introductory Field Guide to the Flowering Plants of the Golfo Dulce Rainforests, Costa Rica. Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums. Linz, p. 11-14.
- Hammel, B. 1999. Plantas ornamentales nativas de Costa Rica. Santo Domingo de Heredia, INBio, 232 p.
- Jiménez, Q. 1995. Árboles maderables en peligro de extinción. San José, INCAFO, 124 p.
- Jiménez, Q.; Estrada, A.; Rodríguez, A.; Arroyo, P. 1996. Manual Dendrológico de Costa Rica. Cartago, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 165 p.

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

- Cartín, M. 2001. Uso del espacio por comunidades vegetales, p. 27-35.
- Esquivel, L. 2000. Métodos para el análisis fisionómico y estructural, mediante perfiles del Bosque El Naranjal, p. 41-46.
- Fallas, L. 1999. Similitudes dendrológicas entre la Fila y la Quebrada La Gamba, p. 47.
- Fuchs, E. 1998. Cambios en la composición y estructura florística en diferentes planos altitudinales del bosque húmedo tropical de la zona sur de Costa Rica, p. 18-26.
- Robles, T. 1997. Análisis Poblacional de *Carapa guianensis*: Evaluación del Modelo Janzen-Connell, p. 140-145.
- Robles, T. 1997. Aspectos generales de la composición y estructura de un Bosque Muy Húmedo Tropical e implicaciones para el manejo de especies de interés comercial, p. 2-9.
- Solera, P. 1998. Distribución espacial de *Welfia georgii* para tres sitios con diferente cantidad de luz, p. 99-104.

La estructura vertical del bosque de Golfito

Jorge Gómez-Laurito, Botánico, Escuela de Biología, UCR

Rodolfo Ortíz, Botánico, Escuela de Biología, UCR

Tatiana Robles, Botánica, Escuela de Biología, UCR

El bosque de Golfito, como todos los bosques del Pacífico húmedo de Costa Rica, se caracteriza por la frecuencia de árboles de gran altura y diámetro. Bajo ellos crece una densa variedad de especies de plantas, que se distribuyen a lo largo de un eje vertical que comienza en las capas más altas (30, 40 y hasta 50 m) y termina al nivel del suelo. El tipo de plantas de cada nivel altitudinal cambia dependiendo de su capacidad de crecer a cierta altura, lo cual puede hacer por sus propios medios (árboles, arbustos, hierbas y palmeras) o valiéndose del apoyo de otras plantas (es el caso de los bejucos, las trepadoras y las epífitas); a esto se le llama “estratificación del bosque”.

El bosque tropical húmedo es el ecosistema más complejo de la Tierra, y por eso es lógico que lleve mucho tiempo comenzar a entender una parte de su dinámica y su estructura. Después de seis años de trabajar en los bosques aledaños a Golfito, trataremos de interpretar su fisonomía y estructura. Al iniciar nuestro estudio del bosque de la Fila Gamba y de El Naranjal, lo primero que salta a la vista son las plantas mecánicamente independientes, las cuales incluyen árboles, arbustos y vegetación herbácea. Podemos dividir este tipo de plantas en cinco estratos de altura (Figs. 1 y 2):

- **Estrato A:** compuesto por los árboles más altos del bosque, mayores de 30 m. Son los árboles emergentes.
- **Estrato B:** los árboles que superan 20 m de altura, que ocupan los espacios que dejan los árboles del estrato A. Los estratos A y B forman el dosel del bosque.
- **Estrato C:** es un estrato continuo, con árboles mayores de 10 m de altura. Es el estrato más denso del bosque, con muchas ramas y follaje.
- **Estrato D:** compuesto por árboles y arbustos no mayores de 10 m de altura; incluye también algunas palmas, helechos y hierbas altas.
- **Estrato E:** incluye la vegetación herbácea, los helechos y plántulas de varios centímetros hasta 1 m ó más. Se le denomina sotobosque (Fig. 11).

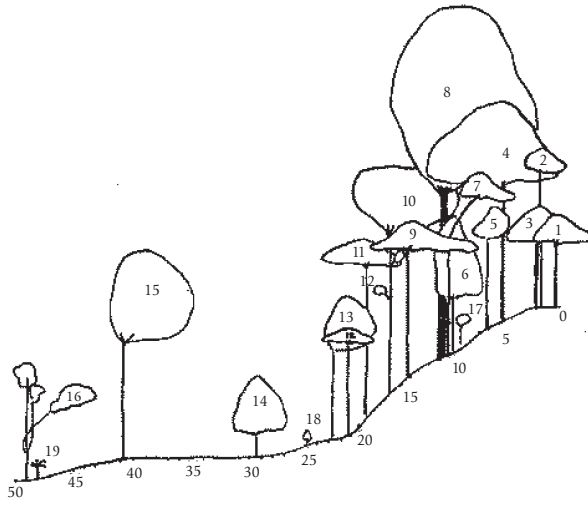


Figura 1. Perfil 1 del bosque de El Naranjal. Clave para la identificación de los árboles: (1 y 3) *Tetrathylacium macrophyllum*; (2) Fabaceae; (4) *Symphonia globulifera*; (5 y 11) *Dendropanax arboreus*; (6, 7 y 9) *Andira inermis*; (8) *Symphonia globulifera*; (10 y 15) *Inga* sp.; (12) Annonaceae; (13) *Apeiba membranacea*; (14) Lauraceae; (16) *Xylopia sericophylla*; (17) *Heliconia* sp.; (18) *Brosimum* sp.; (19) Moraceae. DIBUJO DE LAURA ESQUIVEL



Figura 2. Perfil 2 del bosque de El Naranjal, tomado en otro transecto diferente al de la Fig. 1. Clave para la identificación de los árboles: (1) *Lacmellea panamensis*; (2) *Calophyllum longifolium*; (3) *Inga* sp.; (4) *Compsonera sprucei*; (5) *Symphonia globulifera*; (6) *Brosimum alicastrum*; (7) Fabaceae; (8 y 11) *Spondias mombin*; (9) Rubiaceae; (10) *Schizolobium parahyba*; (12) *Zanthoxylum acuminatum*; (13) *Sorocea cf. odontisii*; (14 y 15) *Tetrathylacium macrophyllum*; (16) *Heisteria concinna*; y especies no arbóreas: (17) *Heliconia* sp.; (18) Annonaceae; (19) *Calathea* sp.; (20) *Calophyllum* sp.; (21) *Chamadorea* sp.; (22 y 24) *Piper* sp.; (23) *Zamia* sp.; (25) *Garcinia* sp.; (26) *Anthurium* sp. DIBUJO DE LAURA ESQUIVEL



Figura 3. Botones florales de *Symphonia globulifera*. Esta especie llega a tener mayor tamaño en los bosques de Golfito y la Península de Osa que los observados en la región caribeña y el norte de Costa Rica. FOTO DE JORGE GÓMEZ-LAURITO

Es lógico suponer que todos los estratos desde el suelo hasta el B tienen especies en desarrollo, sin que esto quiera decir que todas llegan a la madurez. A continuación, algunos ejemplos de las plantas que se pueden encontrar en cada uno de los estratos verticales en que hemos dividido el bosque de Golfito.

Estrato A

Es importante aclarar, antes de describir las especies que se encuentran en la capa más alta del bosque, que una misma especie de árbol puede ocupar diferentes estratos verticales dependiendo del lugar. Esto ocurre porque al final de cuentas la altura de un árbol depende tanto de la especie de que se trate como del medio donde el individuo crezca. Por ejemplo, el cerillo (*Symphonia globulifera*, Fig. 3) ocupa el estrato A en una sección del bosque de El Naranjal, mientras que en otros sitios, como el Cerro Gamba, ocupa estratos más bajos. Las copas de los árboles del estrato A tienen forma de sombrilla, es decir, la extensión horizontal de éstas es superior al desarrollo vertical; rara vez hay contacto lateral entre las copas, por eso forman un dosel discontinuo. Ejemplo de lo anterior son el pilón (*Hyeromina alchorneoides*) y el cedro María (*Calophyllum longifolium*) en el bosque de El Naranjal. Son muy comunes los árboles del género *Brosimum* (del griego *brosimus*: comestible), entre ellos ojoche (*Brosimum alicastrum*) y baco (*Brosimum*



Figura 4. Un árbol de *Brosimum utile*, mostrando la abundante secreción lechosa que emana de heridas en su tronco. Forma parte de los árboles más explotados por la actividad maderera en la región.

FOTO DE JORGE GÓMEZ-LAURITO

utile, Fig. 4). Otra especie conocida es el espavel (*Anacardium excelsum*), cuyo nombre genérico se refiere a que sus frutos se asemejan a la forma de un corazón, como el marañón y el mango, que pertenecen a la misma familia Anacardiaceae; el fruto del espavel es una fuente de alimento para monos, saínos y murciélagos. Otra especie de este estrato es el cedro bateo, cedro macho o caobilla (*Carapa guianensis*), que se reconoce por sus hojas grandes y un fuste exfoliante que deja cicatrices pálidas, además este fuste posee gambas medianamente desarrolladas. Vale la pena destacar el caso del volador (*Chaunochiton kappleri*, Fig. 5) que crece en las serranías de la fila Gamba y sobresale por la belleza y colorido de sus frutos, ya que éstos presentan un cáliz expandido redondeado de color rojizo y de 8-12 cm de diámetro.

Estrato B

En el estrato B, las copas de los árboles tienden a extenderse más en sentido vertical que horizontal, como quedó demostrado en los perfiles hechos en el bosque de El Naranjal (Fig. 2). Muchas de las especies del estrato B pertenecerán al estrato A al alcanzar su madurez, por lo que en realidad éste no es un estrato muy definido. Propios de éste son algunos representantes de las familias Lauraceae, Meliaceae, Fabaceae y otras más. Un ejemplo es el sangrillo (*Pterocarpus*, del griego



Figura 5. Fruto de *Chaunochiton kappleri*. Se observa el cáliz que rodea la base del pequeño fruto. Este cáliz funciona como una vela que ayuda a dispersar el fruto por la acción del viento.

FOTO DE JORGE GÓMEZ-LAURITO

pteros: ala, y *carpus*: fruto), un árbol de la familia Fabaceae que se caracteriza por su tronco con numerosas gambas conspicuas y corteza interna con savia rojiza. Otra especie del estrato B es el manglillo o amargo (*Aspidosperma spruceanum*, del griego *aspis*: escudo y *sperma*: semilla, Fig. 6), sus frutos son parecidos a una bota de vino español, cada semilla está dentro de un escudo en forma de hostia muy grande y apergaminada que le permite planear y ser dispersada por el viento cuando los frutos se abren antes de caer; no hay duda de que el nombre científico de este árbol describe muy bien sus frutos y semillas. En el bosque de El Naranjal otra especie importante es el yós (*Sapium laurifolium*, Fig. 7), de la familia Euphorbiaceae, que se reconoce fácilmente por la presencia de un par de glándulas en el pecíolo y la savia blanca abundante que presenta su fuste al cortársele. Muchos árboles de los estratos A y B tienen gambas o extensiones en forma de alas en la base de sus troncos. El número de gambas es muy variable y ellas son una característica que ha sido desarrollada por muchas especies de árboles de diversas familias. Existen varias teorías para explicar la razón de estas gambas, a primera vista, parece que son una adaptación para ayudar a sostener mejor el árbol, por lo que serían extensiones de apoyo.



Figura 6. Plántula de *Aspidosperma spruceanum*. Se observan todavía los cotiledones pegados al tallo de la plantita en desarrollo.

FOTO DE JORGE GÓMEZ-LAURITO



Figura 7. Frutos de *Sapium laurifolium*.

FOTO DE JORGE GÓMEZ-LAURITO



Figura 8. Fruto y flor de *Apeiba tibourbou*.

FOTO DE JORGE GÓMEZ-LAURITO

Estrato C

Las copas de los árboles y arbustos del estrato C son largas y de forma cónica. Algunas de sus especies pertenecen al estrato B, pero la mayoría son árboles que no alcanzan las alturas de otros estratos. Se pueden diferenciar algunas especies, tales como el carne asada o almendro de montaña (*Andira inermis*), que presenta flores moradas muy vistosas y se reconoce fácilmente por su follaje verde lustroso y el fuerte olor a frijol en toda la planta. El peine de mico (*Apeiba tibourbou*, Fig. 8), nombre de origen indígena, es una especie frecuente, se reconoce por sus frutos en forma de disco con numerosas proyecciones delgadas y flexibles que semejan las espinas de un erizo de mar. Un grupo de plantas típicas de este estrato son las pertenecientes a la familia *Arecaceae*, conocidas popularmente como palmitos, como el palmito dulce (*Iriartea gigantea*) y el palmito amargo (*Socratea durissima*). También se encuentra en este grupo de palmas el pejibaye de montaña (*Astrocaryum standleyanum*), que se reconoce por su tronco solitario cubierto por numerosas espinas negras, aplanadas e inclinadas hacia la base del tronco, y por su infrutescencia grande y péndula.

Estrato D

Una especie de amplia distribución en este estrato, tanto en la Fila Gamba como en el bosque de El Naranjal, es *Tetrathylacium macrophyllum* (Fig. 9), sin nombre común conocido, se podría decir que es endémica sólo de la costa



Figura 9. Inflorescencia de *Tetrathylacium macrophyllum*, un arbusto muy común en el bosque de Golfito.

FOTO DE JORGE GÓMEZ-LAURITO

pacífica de Costa Rica. Se reconoce por sus hojas grandes, que se disponen en un solo plano a lo largo de la ramita y en algunas ocasiones se ven asociadas con hormigas. El yayo (*Xylopia sericophylla*) es otra especie de este estrato, aunque poco frecuente, y se caracteriza por poseer frutos compuestos con numerosos frutitos cilíndricos en forma de riñón y de pequeños dedos; sus hojas están densamente cubiertas de pelos sedosos en la superficie inferior. Dos familias de árboles y arbustos de amplia distribución aquí son los higuerones (Moraceae) y el café (Rubiaceae). En el primer caso, cabe mencionar a *Sorocea cufodontisii*, con hojas grandes y con savia blanquecina; otra especie de la familia de los higuerones es el ojochillo (*Trophis racemosa*), que se

diferencia de la anterior por sus hojas ásperas en la superficie superior y su borde ondulado cuando son nuevas, su corteza exuda savia lechosa o blancuzca cuando se corta. La familia del café está representada en este estrato por la guayaba de mono (*Posoqueria latifolia*, Fig. 10), sus hojas son coriáceas, tiene flores blancas de corolas blancas y frutos al final de las ramitas semejando guayabas con semillas transparentes; la otra especie representante de Rubiaceae es *Pentagonia sprucei*, de nombre común desconocido, que se distingue por sus hojas grandes cubiertas con muchos pelos sedosos en el envés y estípulas que se forman a cada lado del pecíolo de la hoja.



Figura 10. Flores de *Posoqueria latifolia*. Las mariposas nocturnas son los principales visitantes de estas flores, lo cual explica sus largas y blancas corolas tubulares y el hecho de que la apertura de las mismas ocurre al anoecer. FOTO DE JORGE GÓMEZ-LAURITO

Estrato E (sotobosque)

Este estrato (Fig. 11) presenta una gran diversidad de especies, entre las cuales destacan las palmas (Arecaceae, Fig. 12) y las platanillas (Heliconiaceae, Maranthaceae, Costaceae). También encontramos el grupo de plantas llamadas cordoncillos (Piperaceae), en el cual están las “navajuelas” del género *Scleria* (Cyperaceae), con tallos y hojas provistos de dientecillos cortantes y que a veces forman parches impenetrables. También hay muchos helechos de diferentes formas y tamaños, los pavoncillos (*Justicia* y *Ruellia*) de la familia Acanthaceae; las chidras (*Carludovica*) de la familia Cyperaceae, parecidas a palmas pero sin tallo; muchos bejucos como las escaleras de mono (*Bauhinia*) de la familia Caesalpiniaceae, los agrás (*Vitis* y *Cissus*, Fig. 13) de la familia Vitaceae y las estococas o granadillas (*Passiflora*, Fig. 14) de la familia Passifloraceae.



Figura 11. Sotobosque de la fila situada al lado de El Naranjal.

FOTO DE TATIANA ROBLES

La importancia de la estratificación vertical para la vida de las plantas

La compleja estratificación del bosque húmedo afecta el ambiente físico de las plantas, ya que modifica las condiciones de temperatura, viento, humedad y luz. Sin embargo, la condición más variable entre los diferentes estratos verticales es la disponibilidad de luz. La luz proveniente del sol que incide sobre la vegetación experimenta un gradiente descendente a medida que atraviesa los estratos del bosque. Los árboles emergentes y los que están formando la bóveda continua del dosel (estratos A y B), experimentan la misma energía solar que árboles en zonas abiertas, por lo cual la temperatura en la cercanía de las hojas es muy alta en días despejados y está sujeta a mucha fluctuación; además están expuestos a la acción del viento.

En estratos inferiores, el efecto del viento y la energía solar es menos evidente, al punto de que en el sotobosque (estrato E) ambas variables ambientales varían poco durante el día y la temperatura de las hojas se mantiene cercana a la temperatura del aire. A medida que la luz atraviesa el bosque, es absorbida por las hojas. El patrón de interceptación de luz depende de la cantidad de follaje y de la distribución de las ramas, por lo que varía de un sitio al otro dentro del mismo bosque. Bajo un dosel continuo, la mayoría de la luz es filtrada y al suelo sólo llega un pequeño porcentaje; las condiciones son más oscuras y la mayor cantidad de energía aprovechada por las plantas proviene de destellos ocasionales de luz directa que logran filtrarse entre las ramas sin ser interceptados. Esto se refleja en

el tamaño de las hojas, que tiende a ser mayor a medida que se alcanzan los estratos más bajos, desde el dosel hasta el sotobosque.

Algunas especies, residentes permanentes del sotobosque, están especialmente adaptadas para sobrevivir en condiciones de oscuridad parcial. Sin embargo, son capaces de responder rápida y eficazmente a pequeños cambios en el nivel de luz y aprovechan los destellos, aunque una mayor cantidad de radiación por un tiempo prolongado podría afectarlas. La supervivencia de muchas plántulas de especies de estratos superiores en el piso del bosque es una función de su grado de adaptación a bajas intensidades de luz. La respuesta de estas especies a la disponibilidad de luz varía en los diferentes estadios de desarrollo, ya que individuos de



Figura 12. Una de las palmeras enanas (género *Asterogyne*) que pueden encontrarse abundantemente en el sotobosque de Golfito. FOTO DE TATIANA ROBLES



Figura 13. Planta del género *Vitis*, el mismo de las uvas.

FOTO DE JORGE GÓMEZ-LAURITO



Figura 14. La flor de *Passiflora ambigua*, una planta del sotobosque de bosques húmedos como el de Golfito, que también se cultiva para aprovechar su fruto. FOTO DE JORGE GÓMEZ-LAURITO

estratos superiores atravesarán por diferentes condiciones ambientales a medida que alcanzan mayores alturas hasta su completo desarrollo, por eso es común que los individuos muestren diferencias en las características de sus hojas, patrones de ramificación, tasas de crecimiento, etc.

Lecturas de referencia

- Allen, PH. 1956. The Rain Forest of Golfo Dulce. Florida, University of Florida Press, p. 416.
- Fournier, LA. 1970. Fundamentos de Ecología Vegetal. San José, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, p. 175.
- Quesada, J.F.; Jiménez, Q.; Zamora, N.; Aguilar, R.; Gonzáles, J. 1997. Árboles de la Península de Osa. Santo Domingo de Heredia, CR, INBio, p. 410.

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

- Robles, T. 1997. Aspectos generales de la composición y estructura de un bosque muy húmedo tropical e implicaciones en el manejo de especies de interés comercial, p. 2-7.
- Fallas, L. 1999. Similitudes dendrológicas entre la Fila La Gamba y la Quebrada La Gamba, p. 47-54.
- Esquivel, L. 2000. Métodos para el análisis fisionómico y estructural, mediante perfiles del bosque El Naranjal, p. 41-46.
- Cartín, M. 2001. Uso del espacio por comunidades vegetales, p. 27-35.

Las platanillas del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito

Eric J. Fuchs, Botánico, Escuela de Biología, UCR
Mauricio Quesada, Botánico, Instituto de Ecología, UNAM, México

El término “platanillas” está reservado para un grupo de plantas herbáceas con un tamaño promedio de 50 cm hasta poco más de 1 m, comunes en sotobosque, claros y orillas de los ríos. Se caracterizan por tener hojas grandes ovoides o elípticas, con pecíolos largos y una vena media muy marcada. Las hojas usualmente presentan una venación secundaria fina y paralela y el envés blanquecino típico de las hojas del banano. No obstante, su principal cualidad son las inflorescencias y las flores con brácteas grandes de coloración llamativa, por eso en muchos casos se han aprovechado comercialmente como plantas ornamentales.

Estas plantas pertenecen al orden Zingiberales, el cual en Costa Rica está compuesto por seis familias: Musaceae, Zingiberaceae, Costaceae, Heliconiaceae, Canaceae y Marantaceae. El representante más común de las Musáceas es el banano de explotación comercial, mientras que el jengibre es el principal exponente de las Zingiberáceas. Costaceae, Heliconiaceae, Canaceae y Marantaceae son familias características de bosques neotropicales, aunque también se pueden encontrar en el Viejo Mundo y el Pacífico Sur; se han cultivado ampliamente por su valor horticultural y comercial.

En este capítulo nos referiremos principalmente a la biología reproductiva de varias especies de las familias Heliconiaceae y Marantaceae.

Heliconiaceae está compuesta en Costa Rica por unas 37 especies del género *Heliconia*, de las cuales al menos 12 se encuentran en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito. Tres de las más comunes allí son *Heliconia danielsianna* (Fig. 1), que se caracteriza por tener inflorescencias colgantes con abundantes tricomas; *Heliconia pongonatha*, con inflorescencias colgantes sin tricomas (Fig. 2); y *Heliconia latispatha* (Fig. 3), con inflorescencias erectas anaranjado rojizo, común en las orillas de los ríos y claros del bosque.

En general, las heliconias son plantas comunes de las zonas bajas y costeras, pero pueden encontrarse hasta a 2.000 ms.n.m. Se distribuyen en ambas vertientes



Figura 1. *Heliconia danielsianna*.

FOTO DE TATIANA ROBLES

y son muy comunes en claros del bosque y orillas de ríos, aunque también están en el sotobosque. Su distribución es afectada fuertemente por la cantidad de luz solar que recibe, la capacidad del suelo para drenar el agua y la disponibilidad de los organismos dispersadores de sus semillas y sus patrones de forrajeo.

Las heliconias se caracterizan por sus inflorescencias coloridas, con flores especializadas para ser polinizadas por colibríes. Las inflorescencias son un grupo de brácteas grandes en forma de bote, que contienen numerosas flores que maduran secuencialmente por un período extenso de tiempo; pueden crecer de manera erecta en la parte terminal de la planta o ser colgantes. Las brácteas usualmente presentan coloración roja o amarilla; las flores son diurnas, inodoras y producen

grandes cantidades de néctar. Las flores de *Heliconia* sólo viven un día, aunque la floración puede continuar hasta por cuatro meses. Las flores abiertas están expuestas, mientras que los botones florales permanecen ocultos por las brácteas. La mayoría de las especies de *Heliconia* florece entre julio y septiembre, pero se pueden encontrar individuos floreciendo todo el año.

Las flores son polinizadas principalmente por colibríes (Familia Trochilidae) en el Nuevo Mundo y por murciélagos en el Viejo Mundo. El comportamiento de los colibríes define dos grupos distintos de polinizadores: ermitaños de la subfamilia Phaethorninae y no ermitaños o normales de la subfamilia Trochilinae. Los ermitaños son aves grandes de picos largos y curvos, que usualmente visitan varias plantas aisladas a lo largo de una ruta establecida de forrajeo, una estrategia conocida como de polinizadores “de línea” o “ruteros”. Las flores que son visitadas por ermitaños de ambos sexos se encuentran dentro del sotobosque o en los bordes de la vegetación; sin embargo, pero pocas veces se les observa fuera del bosque o ascendiendo al dosel. Varias flores -usualmente de periantos curvos- maduran por día y contienen pequeñas cantidades de un néctar muy diluido. Se ha especulado que la cantidad de néctar producido y su valor energético deben ser lo suficientemente altos como para que sea atractivo visitar el parche, pero no

tan elevados como para defenderlo. No obstante, se determinó mediante observaciones directas que, a pesar de que los ermitaños usualmente no mantienen territorios, el recurso energético provisto por el néctar de las Heliconias es lo bastante rico en nutrientes como para defender violentamente el acceso a las flores de esta especie. Se observó que los colibríes ermitaños que visitan más comúnmente las inflorescencias de *Heliconia danielsianna* son *Phaethornis superciliosus* y *Threnete ruckeri*, donde el primero se cree es el polinizador principal. *T. ruckeri* no es un polinizador confiable, ya que en la mayoría de los casos abre huecos en la base de las flores y roba el néctar sin polinizarlas adecuadamente. Las dos especies de aves visitan las inflorescencias antes de las ocho de la mañana, por lo que sus picos de



Figura 2. *Heliconia pogonantha*.

FOTO DE TATIANA ROBLES

actividad se traslapan. A pesar de que los ermitaños usualmente no mantienen territorios, esta coincidencia de horarios lleva a que sostengan fuertes peleas por alcanzar el néctar de las flores, donde *P. superciliosus* usualmente domina y desplaza a *T. ruckeri*. También se ha determinado que las flores de *H. danielsianna* producen 75 microlitros de néctar con un porcentaje de azúcar de alrededor del 30%. Este tipo de néctar, rico en sucrosa, es típico de polinizadores que requieren grandes cantidades de energía para sobrevivir. De esta manera, el recurso es valioso como para que organismos con rutas de forrajeo estén dispuestos a defenderlo, aunque inmediatamente después de alimentarse se dispersen a otro parche de plantas. Los patrones de forrajeo de los colibríes ermitaños fomentan el flujo de polen entre los parches, lo cual aumenta los niveles de exogamia y flujo génico.

El 90% de los colibríes no son ermitaños y tienen estrategias más variadas de forrajeo. Sin embargo, en su gran mayoría los machos se mantienen en sitios con mucho néctar, que defienden fuertemente de otros individuos. Las hembras tienen rutas de forrajeo, que no son tan extensas ni las siguen tan fielmente como los ermitaños. Las flores visitadas por individuos de la subfamilia Trochilinae son usualmente pequeñas, de periantos largos y muchas poseen grandes cantidades de un néctar rico en azúcares y proteínas.



Figura 3. *Heliconia latispatha*.

FOTO DE ERIC J. FUCHS

La riqueza y la abundancia del recurso promueven el establecimiento de territorios por parte de las aves, las cuales visitan un mayor número de flores dentro del parche, incrementando así la polinización. Se ha propuesto que estas estrategias de forrajeo son ventajosas para plantas colonizadoras o típicas de ambientes efímeros, donde la rápida reproducción requiere una polinización exitosa a expensas de una reducida diversidad génica. La mayoría de *Heliconias* que crecen en claros u orillas de bosque presentan autocompatibilidad, por lo que la polinización entre pocos individuos relacionados no debería afectar el éxito reproductivo.

Las flores de las especies de *Heliconia* varían según el polinizador. Las polinizadas por ermitaños poseen flores curvas y largas, de tal forma que los colibríes no ermitaños, con sus picos cortos y rectos, tienen mayor dificultad de extraer el néctar. Los ermitaños que visitan más comúnmente las flores de *Heliconia* pertenecen a los géneros *Phaetornis* y *Eutoxeres* y dependen fuertemente del néctar de estas flores para su reproducción y supervivencia. Se cree que estos colibríes son los polinizadores originales del género *Heliconia* (al menos en América Central) y han desarrollado adaptaciones especiales para evitar la polinización interespecífica; por ejemplo, cuando varias especies coexisten, depositan su polen en distintas partes del cuerpo del colibrí, de tal forma que el estigma de la planta toque la zona específica en la cual depositó su polen. Los mecanismos que evitan la polinización interespecífica son diversos, usualmente la coloración y forma de la inflorescencia le informan al colibrí la posibilidad de extraer néctar

eficientemente, de tal forma que pueda discriminar especies donde el esfuerzo no es lo suficientemente recompensado como para fomentar futuras visitas. De esta manera, se establecen relaciones fuertes entre la planta y su polinizador. No obstante, la forma de la flor y la zona donde se deposita el polen no son estrategias exclusivas y algunas especies de aves e insectos son capaces de robar néctar sin una polinización exitosa.

La producción de néctar en la mayoría de las especies de *Heliconia* se da antes del amanecer y decrece linealmente hacia media mañana. Este patrón de producción de néctar es compatible con el comportamiento de los polinizadores. La mayoría de los colibríes –en especial los ermitaños– polinizan las flores antes de las 7 de la mañana. Mientras que los ladrones de néctar, como las abejas y pájaros como los sargentos, visitan las flores entre media mañana y medio día. De esta manera, la probabilidad de que un ladrón encuentre una flor con recompensa disminuye al avanzar la mañana.

En la literatura científica se ha propuesto que las abejas, en especial las “enredapelo” (género *Trigona*), son los ladrones de néctar más comunes. No obstante, en un trabajo realizado en el curso de Biología de Campo en 1998 se determinó que no sólo roban néctar, sino que son capaces de polinizar eficientemente las flores de *Heliconia latispatha*. En este estudio, utilizando jaulas de cedazo, se excluyeron los colibríes de las inflorescencias de *H. latispatha*, pero se permitió que las abejas del género *Trigona* visitaran libremente las flores. Los resultados de este experimento demostraron que las abejas son capaces de depositar granos de polen en los estigmas de las flores de *Heliconia*. Además, en inflorescencias abiertas donde no se excluyeron visitantes, las abejas visitaron con mayor frecuencia las flores que los colibríes. Este estudio demostró que la polinización de Heliconias no es exclusiva de las aves y que las visitas de abejas y otros organismos no necesariamente implican el robo de néctar, sino la posible deposición de granos de polen viables en los estigmas de las flores.

Otra manera en que las Heliconias evitan los robos es sumergiendo la base de la corola en agua. Sus brácteas gruesas, en forma de bote, permiten almacenar agua de lluvia y eso evita que los ladrones de néctar perforen la base de la corola y lo roben. En muchos casos, estos “tanques” tienen una microfauna de larvas de insectos y ácaros que pueden alimentarse del polen, el néctar de las flores o el tejido floral, sin dañar el éxito reproductivo de la planta. Tal es el caso de los escarabajos de la Familia Chrysomelidae (subfamilia Hispinae), que pasan toda su vida en las plantas de Heliconia. Los crisomélidos *Cephalocia puncticollis* ponen sus larvas en los “tanques” que se forman en las brácteas de *Heliconia latispatha*, donde se desarrollan y se alimentan raspando tejido de la parte interna de las brácteas, las flores y los frutos. Por esta razón, las brácteas con flores y frutos tienen mayor probabilidad de presentar larvas de *C. puncticollis* que las brácteas que aún no poseen estructuras reproductivas.

Dispersión de los frutos de *Heliconia*

Los frutos de *Heliconia* son dispersados por un grupo diverso de aves que incluye tiránidos, ictéridos y trogones. La mayoría de especies tiene frutos de coloración azul violeta y no se conoce aún cuál es el atrayente principal, ya que no son dulces ni aceitosos, aunque no se han hecho análisis bioquímicos. Los frutos maduros se exponen cuando las brácteas se pudren, se doblan o la presión de los frutos en expansión las rompe. La maduración puede tomar de dos a tres meses y varios frutos maduran el mismo día. La coloración azul típica de los frutos sólo se alcanza el día de la maduración, antes tienen una coloración blanquizca. Los frutos tienen de dos a tres semillas y las aves los engullen enteros. La mayoría de las aves regurgita las semillas y éstas requieren hasta siete meses para germinar. Este período extenso de dormancia puede estar asociado con favorecer el que las plantas germinen en la época de mayor precipitación.

Las calatheas de Golfito

Las especies del orden Zingiberales comparten estructuras florales básicas, como las flores tubulares, por lo cual en muchos casos pueden compartir polinizadores. En otras ocasiones, visitantes oportunistas roban el néctar de especies a las que usualmente no polinizan. Cuando las especies tienen floración simultánea, pueden competir por los polinizadores y puede darse un flujo de polen interespecífico. En el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, las marantáceas más comunes son *Calathea lutea* (Fig. 4) y *C. crotalifera* (Fig. 5). Ambas especies son polinizadas por abejas y florecen al mismo tiempo que *Heliconia danielsianna*, *H. Pongonatha* y *H. Latispatha*, por eso durante estas épocas comparten las visitas de colibríes ermitaños como *Phaetornis supersilius*, *P. longuemarus* y *Threnete ruckeri*. En el curso de Biología de Campo de 1997, los estudiantes trataron de establecer si *C. lutea* y *H. danielsianna* compiten por polinizadores, midiendo la relación que existe entre las visitas de los colibríes y la cantidad de néctar producido por las flores de estas especies. El estudio determinó que *H. danielsianna* produce un mayor volumen de néctar por flor y una cantidad mayor de flores que *C. lutea*. Aunque la concentración de néctar en ambas especies es comparable, las visitas de los colibríes son mayores y duran más tiempo en las flores de *Heliconia*. Por esta razón, se asume que *Heliconia danielsianna* es más eficiente que *Calathea lutea* atrayendo a los colibríes ermitaños y existe poca competencia por los polinizadores.

Las plantas del género *Calathea* son las representantes más comunes de la familia Marantaceae. En Costa Rica se distribuyen ampliamente desde el nivel del mar hasta 1.500 m en ambas vertientes. Las inflorescencias consisten en un grupo de brácteas coriáceas arregladas en espiral, que se traslapan fuertemente formando una estructura comprimida lateralmente de color amarillo. Cada bráctea contiene





Figura 4. *Calathea lutea*.

FOTO DE TATIANA ROBLES

de ocho a diez flores con tres pétalos que se fusionan en la base para formar un tubo, del cual salen tres estaminoides infértiles -que son los llamativos en la flor- y un único estambre con antera fértil. El néctar se almacena en la base del tubo floral y es el atrayente principal para los polinizadores. La estructura floral está diseñada para la polinización por abejas y posee un mecanismo explosivo de presentación secundaria del polen. El polen no se queda en la antera, sino que se deposita detrás de la superficie estigmática en una depresión en forma de cuchara; cuando el estilo se mueve para obtener el polen que viene en el polinizador, la polinización con polen foráneo y la deposición de polen propio ocurren simultáneamente. El mecanismo explosivo se da cuando el estilo se libera por la acción del polinizador. El estilo está sujeto bajo tensión por un estaminoide encapuchado que tira en dirección opuesta. Cuando la abeja introduce su cabeza en la flor, mueve los apéndices del estaminoide de tal forma que el estilo se libera y se dispara fuertemente hacia arriba, depositando polen en el polinizador y, a su vez, poniendo el estilo en contacto con el polen.

Las flores son visitadas por su néctar y las abejas del género *Euglossa* son los polinizadores principales. Las flores son visitadas entre las seis y las diez de la mañana, aunque no todas ellas son visitadas y menos de la mitad de los estilos presentan granos de polen en sus estigmas. Esta variación se debe principalmente



Figura 5. *Calathea crotalifera*.

FOTO DE TATIANA ROBLES

a factores abióticos, como la presencia de lluvia, y bióticos, como los ladrones de néctar.

En el curso de 2000, mediante observaciones directas, se determinó cuáles son los organismos que visitan las flores de *Calathea lutea* en la zona de la Cañaza, en Golfito. Se concluyó que los polinizadores más probables son *Euglossa imperialis* y las abejas del género *Eulaema* sp. que visitan las flores en las primeras horas de la mañana. Las abejas *Trigona fulviventris* y los colibríes ermitaños usualmente visitan las

inflorescencias a media mañana y probablemente roban el néctar sin polinizar las flores. Las "enreda-pelo" usualmente no entran a la flor, sino que perforan la base de la corola y roban el néctar sin tocar el estigma. Lo contrario ocurre con los colibríes, que introducen su pico y disparan el mecanismo, por lo cual usualmente reciben polen en su cuerpo. *T. ruckeri* y *P. longemarus* poseen picos lo suficientemente largos como para alcanzar a polinizar las flores de *C. lutea*; no obstante, estos datos no se conocen aún.

Algunas hormigas y coleópteros disparan el mecanismo al robar néctar y quedan atrapados dentro de las flores. Otros organismos no roban néctar, pero necesitan de las flores ya que están asociados completamente a las inflorescencias y las requieren para alimentarse y reproducirse. Por ejemplo, los hemípteros (Familia Coreidae) *Leptoscelis quadrisignata* viven asociados a las inflorescencias de *Calathea lutea*. Se determinó, mediante observaciones directas, que los individuos de *L. quadrisignata* se alimentan de las inflorescencias de *C. lutea*, y que existe una asociación lineal entre el número de inflorescencias y la cantidad de hemípteros que se encuentran en ellas. Estos organismos se alimentan de los tejidos de las brácteas y flores y también de los frutos. Además, estos organismos no sólo necesitan las inflorescencias para alimentarse, ya que la cópula ocurre desde las 5:45 hasta las 13:00 horas y se da exclusivamente entre las brácteas de inflorescencias de edad media.

En conclusión, las platanillas del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito no sólo merecen atención por ser plantas hermosas, sino porque son imprescindibles para la supervivencia de muchos organismos, que dependen de ellas para su alimentación, hábitat y reproducción. Conocer la biología de estas especies nos permite dilucidar la importancia que tiene un pequeño grupo de especies sobre la comunidad del bosque tropical y el por qué debemos velar por su conservación.

Lecturas de referencia

- Kennedy, H. 1983. *Calathea insignis*. In: Janzen, D.H. (ed.). Costa Rican Natural History. Chicago and London, University of Chicago Press, p. 204.
- Stiles, F.G. 1979. Notes on the natural history of *Heliconia* (Musaceae) in Costa Rica. *Brenesia* 15: 151-180.

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

- Chaves, J. 1997. Coexistencia de varias especies de colibríes ermitaños en un parche de *Heliconia danielsiana*, p. 92-97.
- Estrada, E. 1997. Afluencia de colibríes a inflorescencias de *Heliconia danielsiana* (Musaceae) y *Calathea lutea* (Marantaceae) en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, Costa Rica, p 42-46.
- Fuchs, E. 1998. Comparación del éxito de polinización de abejas y colibríes en una planta ornitofílica, *Heliconia latispatha* (Heliconiaceae), Zona Sur, Costa Rica, p. 105-111.
- Goldberg, L. 2001. Estrategias de forrajeo de visitantes de *Calathea lutea* (Marantaceae), p. 165.
- Mena, J. 1997. Variación en la producción de néctar en *Heliconia danielsiana*, p. 123-126.
- Rodríguez, L. 2000. Tamaño poblacional, comportamiento sexual, y alometría de las extremidades de *Leptoscelis quadrisignata* (Hemiptera: Coreidae) en una plantación de *Calathea lutea*, p. 225-231.



Insectos



Los machos de la libélula *Hetaerina* en Golfito: ¿por qué pelean tanto?

William Eberhard, Entomólogo, Escuela de Biología, UCR

Una de las libélulas o gallitos de agua más bellos del país, la *Hetaerina*, es un habitante de varias quebradas cercanas a Golfito. El macho tiene un cuerpo rojo metálico oscuro, con franjas oscuras y un parche rojo intenso en la base de cada ala. La hembra es verde metálico con líneas oscuras, con alas transparentes pero ahumadas que tienen una leve tinción amarilla.

Este tipo de libélulas fueron objeto de estudio durante varios años en la quebrada Cañaza, en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, como parte del curso de Biología de Campo de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. Esos estudios, aunque todavía preliminares en varios sentidos, han podido aclarar al menos algunos rasgos generales de la ecología de estos bellos insectos. Algunos de esos descubrimientos son realmente sorprendentes, cuando se comparan con lo que ya se sabía sobre otras especies del género *Hetaerina* en otras partes del mundo.

Todas las especies de este género tienen algunas costumbres en común. Los machos de *Hetaerina* de Golfito, como es común en muchas otras especies de libélulas, esperan cerca de quebradas y allí tratan de “agarrar” a las hembras cuando éstas llegan para poner sus huevos en el agua. Los estadios inmaduros de las libélulas son acuáticos. Viven bajo el agua, donde depredan sobre otros animales pequeños (incluso, algunas especies, sobre peces pequeños). Cuando la hembra llega al agua, el macho la sujeta en vuelo con dos pares de apéndices curvos en la punta de su abdomen (Fig. 1) y, sujetándola por detrás de la cabeza, en la parte delantera del tórax, la lleva a perchar cerca del agua. Si la hembra está anuente a copular, dobla la punta de su abdomen hacia adelante y toca la genitalia del macho con ella. La genitalia del macho se localiza en la parte anterior de su abdomen. Si la genitalia del macho en *Hetaerina* funciona como la de algunas otras especies de libélulas, ésta penetra hasta una bolsita dentro de la hembra donde tiene guardados los espermatozoides depositados en cópulas anteriores. Allí, la genitalia del macho realiza movimientos de raspado rítmico, con los cuales



Figura 1. El macho "B35" de *Hetaerina* posado sobre una ramita al lado de la quebrada Cañaza, cerca de Golfito. Está listo para atacar a otros machos que pasen cerca o atrapar una hembra que se presente.

FOTO DE IVONNE MEUCHE

remueve muchos espermatozoides de cópulas anteriores (no se conoce este dato todavía para la *Hetaerina* de Golfito). Luego, después de "limpiar" a la hembra, el macho deposita los espermatozoides suyos. Al terminar la cópula, el macho lleva a la hembra (a la que aún sujeta) a un sitio donde ella pueda poner sus huevos (los cuales van a ser fertilizados con los espermatozoides suyos).

Para estudiar los machos en la quebrada Cañaza se utilizó una técnica muy sencilla, pero eficaz. Cada individuo fue capturado con una red de mariposa. Tomándolo cuidadosamente en la mano, se le midió la longitud del ala y se le pintó en ella un número con una tinta indeleble. Cada animal recibió un número diferente y después se soltaron en el mismo lugar donde fueron capturados. Son tan mansos que a veces el macho demoró menos de 10 minutos en volver a perchar en la misma rama donde fue capturado. Más tarde el mismo día, y en los días siguientes, se revisó todo el transecto en donde se marcaron los machos el primer día. Cada vez que se vió un animal, se registró en cuál parte de la quebrada se encontraba y el número de la marca (o si no tenía una marca). Cuando se vió un animal marcado después, era fácil determinar cuándo y dónde fue capturado antes, simplemente leyendo el número en su ala.

Los datos de los machos marcados que fueron reencontrados revelaron una sorpresa. Por los estudios de otras cuatro especies de *Hetaerina* en Estados Unidos, Colombia y otras partes de Costa Rica, se esperaba que resultaran territoriales, que cada macho limitara su rango de acción a unos pocos metros a lo largo de la quebrada, y que cada individuo se desplazara poco o nada durante el día, y de un día al otro. Pero lo que se encontró en la quebrada Cañaza fue lo contrario, ya que los individuos tendieron a desplazarse mucho más. Aún cuando cierto número de ellos sí fueron vistos cerca del sitio donde se capturaron originalmente, algunos migraron distancias sustanciales, incluso en el transcurso de una misma mañana. Por ejemplo, de 22 machos marcados entre las 8 y 10:30 que se volvieron a ver más tarde en la misma mañana, el 70% estaba entre 0-10 m del sitio original, pero algunos (17%) ya se habían ido más de 20 m (uno se desplazó 120 m). Cuando se volvió a registrar la población de la quebrada el día siguiente, los 49 individuos marcados que se reencontraron estaban ya muy dispersos; apenas el 19% estaba entre 0-10 m del sitio original de captura y el 32% estaba a más de 20 m.

Otra indicación de la alta movilidad de los machos fue que muchos de los que se marcaron no volvieron a aparecer en la quebrada en los días siguientes. Por ejemplo, la tasa de machos reencontrados en un año fue de apenas 57% de los 61 individuos originalmente capturados. Como otros estudios han mostrado que los machos de otras especies usualmente alcanzan edades de varias semanas, es probable que la mayoría de estos machos desaparecidos no murieran, sino que emigraran a otros lugares fuera de la zona de estudio.

Otro dato adicional que sugiere una alta movilidad de los machos se encontró cuando se dividió el largo de la quebrada en transectos de 10 m. Se encontró que dentro de cada transecto no hubo relación entre el número de individuos encontrados temprano y tarde durante una misma mañana; es decir, partes del transecto que estaban muy pobladas temprano en la mañana muchas veces tenían pocos individuos más tarde, y viceversa.

Todos estos datos sugieren que en Golfito, muchos de los machos de *Hetaerina* se desplazan largas distancias. Pero la comprensión de este aspecto del comportamiento de esta especie conlleva otra sorpresa. En general, en las especies de animales en las cuales algunos individuos se asocian con ciertos territorios, los defienden con ataques agresivos contra intrusos de la misma especie. De hecho, esto es lo que hacen los machos de las otras especies estudiadas de *Hetaerina*. Al descubrir que los machos en la quebrada Cañaza eran poco territoriales, era de esperar que fueran poco agresivos entre sí; pero las observaciones de su comportamiento demostraron todo lo contrario. Los machos de Golfito son más peleones con otros machos que los de cualquier especie conocida de *Hetaerina*.

En las otras especies, las peleas entre machos son casi siempre meros ritos breves, que consisten en lo que parece ser una persecución estilizada de un macho por el otro. Los dos vuelan en un círculo o elipse horizontal de 1-2 m de diámetro,

dando cada uno unos pequeños brincos verticales mientras vuelan. Usualmente, en las otras especies una pelea dura como máximo uno o dos minutos, la gran mayoría son más cortas. La pelea finaliza cuando uno de los dos machos abandona el sitio o se posa. Las peleas de *Hetaerina* en Golfito tuvieron la misma forma estilizada de vuelo, pero algunas fueron muchísimo más largas. De unas 36 peleas observadas, cuatro duraron más de cinco minutos y una duró un total de ¡62 minutos! En esta última pelea, la velocidad del vuelo de los dos machos bajó muchísimo durante la última parte de la contienda. Así, los dos machos daban muestras de estar ya muy cansados (imagínense un par de boxeadores que pelean un asalto de 60 minutos sin descanso). Cuando el macho perdedor al fin se retiró, el ganador se mantuvo en el sitio apenas unos pocos minutos y después desapareció también (probablemente tenía que ir a comer, para reemplazar los recursos que había gastado durante el pleito). Para el colmo de males de este macho, unos minutos después de que se marchó, llegó una hembra al sitio y fue apareada por otro macho que llegó después de la pelea. Es decir, el ganador perdió el beneficio de la victoria, probablemente debido al gran esfuerzo de la misma lucha.

Otras complicaciones para poder entender los pleitos entre los machos se revelaron al usar una técnica de “caña de pescar”. Se ató un macho con un pelo fino que se amarró a una caña de bambú, y se hizo que este macho “carnada” volara cerca de machos posados cerca de la quebrada. Las respuestas que dieron al macho carnada se dividieron en tres categorías: atacar, huir o no responder. En 148 presentaciones de un macho carnada durante una mañana, resultó que más tarde en la mañana (después de las 10:30) los machos eran más agresivos (37% de las respuestas) de lo que fueron más temprano (15% de las respuestas). Además, tanto los individuos más viejos como los más grandes estaban más dispuestos a atacar a la carnada (como estos insectos no crecen después de mudar al estado adulto, el ser más viejo no necesariamente implica que es más grande). O sea, parece que temprano en la mañana, mientras los machos están en sitios más asoleados (ver más adelante), no quieren pelear (¿será que están en plan de comer, para prepararse para el resto del día?). Después se ubican más en sitios sombreados y se vuelven más agresivos, pero su agresividad también se ve afectada por la edad del macho y su tamaño. En menos palabras, el asunto de la agresividad es bien complicado; ¡esos pequeños cerebritos están trabajando fuertemente!

Los pleitos intensos no son el único aspecto misterioso del comportamiento de estas libélulas. También hubo muchos pleitos muy breves que duraron mucho menos de un minuto. Generalmente estos pleitos no resultaron en ganadores y perdedores, sino en “empates”. En un caso típico, dos machos que estaban posados dentro de 1 ó 2 m entre sí levantaron vuelo, se persiguieron en un círculo por unos segundos y se volvieron a posar en las mismas ramas en que estaban antes, como si nada hubiera pasado. ¿Para qué pelear si no se llega a definir nada?

¿Por qué unos pleitos tan largos y costosos, cuando los machos no están defendiendo territorios definidos? y ¿porqué los pleitos cortos? Todavía no se tienen respuestas definitivas a estas preguntas, pero algunos detalles adicionales sobre los sitios donde se mantienen las libélulas *Hetaerina*, donde se posan, y otros detalles de su historia natural sugieren algunas respuestas parciales.

Primero, los machos no utilizan cualquier percha cerca de la quebrada. Prefieren hojas y ramas que cuelguen sobre el agua, comparados con perchas más retiradas. Cuando se comparó el número de individuos posados sobre la vegetación que colgaba sobre el agua con la frecuencia con la cual la orilla tuvo esta clase de vegetación, se encontró que muchos más individuos estaban sobre este tipo de vegetación de lo que se hubiera esperado si hubieran escogido sus puntos de posarse al azar con respecto a la ubicación de la vegetación. ¿Quizás estas perchas ofrecen una vista particularmente ventajosa para pillar a las hembras cuando éstas llegan a la quebrada para aparearse, antes de que otros machos las vean?, ¿o quizás es que las hembras prefieren visitar precisamente estas zonas de la quebrada?

Pero el asunto es todavía más complejo, ya que la vegetación en las orillas no explica todo. Los machos también tienen una preferencia clara por las partes en donde la quebrada pasa por un hábitat más o menos despejado. El número máximo de individuos que se encontró durante varias revisiones una misma mañana, en un recorrido de 220 m en una zona media abierta (sin sombras de árboles altos), fue de 34 individuos (aproximadamente 1,5 machos por cada 10 m de la quebrada). Revisiones semejantes de un transecto cercano de 345 m, en donde la quebrada pasa por un bosque joven, dieron un máximo de cinco individuos durante esa misma mañana (aproximadamente 0,14 individuos por cada 10 m, una frecuencia menos de un décimo de la de la zona despejada). Los machos en el bosque eran tan escasos que casi nunca se encontraron juntos y así casi nunca pelearon.

Un segundo aspecto es que mientras pasa el tiempo durante una mañana, cambia la preferencia de los machos. Temprano en la mañana mostraron más preferencia por sitios soleados. Temprano, cuando la temperatura varió entre 26° C a las 7:30 a 30° C a las 9:30, más de la mitad de los individuos estaban perchados en el sol (todavía más temprano en la mañana no estaban presentes en la quebrada). Más tarde, cuando la temperatura se había estabilizado entre 31-32° C, la mayoría de los machos estaban posados en la sombra. Como las libélulas son animales de "sangre fría", quizás temprano en la mañana necesitan estar en el sol para poder "calentar motores" y así alcanzar un nivel apropiado de actividad para capturar presas o hembras, o pelear.

En la naturaleza, las peleas entre machos, tanto en las libélulas como en muchas otras especies, generalmente se dan con el fin de mejorar las posibilidades de copular con una hembra. En las libélulas de Golfito casi no se vieron encuentros

entre machos y hembras. Sin embargo, lo poco que sí se logró observar permite entender un poco mejor las peleas entre los machos (o, mejor dicho, revelar más misterios). Parece que las hembras ponen sus huevos dentro de partes de plantas sumergidas en la quebrada, como también ocurre en las otras especies del género. Se observó a una pareja aterrizar todavía entrelazada (el macho sujetaba el tórax de la hembra con los ganchos de su abdomen, probablemente ya habían copulado). Llegaron a un sitio donde algunas ramas sobresalían sobre la superficie del agua, la hembra caminó hacia abajo y se sumergió bajo el agua. Entonces el macho la soltó y ella se sumergió por completo debajo del agua durante muchos minutos. De vez en cuando ella tocó el tallo de la planta en donde estaba con la punta de su abdomen; probablemente insertó un huevo cada vez que hizo ese movimiento. Lo paradójico de esta observación es que el sitio donde se vio la oviposición no era un lugar particularmente poblado o defendido por los machos. Parece que los machos capturan a las hembras en otras partes de la quebrada y las llevan a sitios como éste para que pongan huevos, como se ha observado en otra especie que vive cerca de San José.

La única cópula que se observó fue breve, como las que se han visto en otras especies de *Hetaerina*. El macho sujetó a la hembra por el tórax y los dos se posaron por algunos segundos. Al final, la hembra dobló su abdomen hacia adelante y colocó la punta (donde está la apertura genital) contra el órgano intromitente del macho, y copularon por unos 61 segundos. Durante la primera parte de la cópula, el abdomen de la hembra se movía rítmicamente. Posiblemente estos movimientos fueron producidos por la genitalia del macho mientras el removía los espermatozoides de otros machos que ella tenía guardados en su espermateca. Después estos movimientos disminuyeron, quizás mientras el macho transfería los espermatozoides suyos. Después la hembra retiró su abdomen, lo enderezó y la pareja voló unida varios metros, hasta que se perdieron de vista. Este último detalle es interesante, porque está de acuerdo con la idea de que los machos agarran a las hembras en sitios diferentes a aquellos donde ella va a poner los huevos.

Los estudios de *Hetaerina* en la quebrada Cañaza nos permiten referirnos a otro tema importante. El clima del trópico, comparado con el de las zonas templadas, nos parece suave y benigno. Esta impresión llevó a los ecólogos a suponer que por ese motivo las poblaciones de organismos tropicales serían más estables (una apreciación que por cierto da pie para serias dudas: otros factores -además del clima- también podrían afectar a las poblaciones naturales; y, además, lo que es benigno para un humano no necesariamente lo es para una libélula o un caracol, cuyas tolerancias pueden ser muy diferentes). Esta idea del "trópico estable" fue duramente criticada con base en datos de poblaciones de algunos insectos en Panamá. ¿Cómo calzan los datos de *Hetaerina* en Golfito con esta supuesta estabilidad?

En la quebrada Cañaza, se calculó la población total en el mismo transecto de 220 m en casi las mismas fechas en los meses de enero durante cinco años (1997-

2001) (todos los individuos que visitaban el transecto durante el día, tomando en cuenta que muchos no estarían presentes en un momento dado). En el año de mayor población (1997), había casi un individuo por cada metro (0,8 libélulas/m). Este número fue 3,3 veces mayor que la densidad menor (en 1999), de 0,24 libélulas/m. Se ve que el grado de variación fue grande (39.7%). Parece que en Golfito también es un mito lo del “trópico estable”.

Perspectivas

Quizás la explicación de las batallas de campaña de las libélulas *Hetaerina* del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito resulte ser de tipo psicológico. Es posible que la ganancia que un macho obtiene de pelear muy duro no es una oportunidad inmediata de copular, sino algo más sutil: la intimidación de los otros machos en el mismo sitio. La intimidación de los vecinos podría reducir la competencia futura en la consecución de las hembras cuando éstas llegan. Faltan más datos para poner a prueba esta idea. Es posible que estos estudios conduzcan a un mejor entendimiento de la psicología animal; incluso, podrían ayudar a comprender mejor la evolución de los procesos psicológicos humanos.

A raíz de la preparación de este capítulo, surgió otra posible explicación. Al recolectar varios machos en la quebrada Cañaza para estudiarlos y averiguar el nombre de la especie, se encontró que no todos eran de la misma especie sino de dos: *Hetaerina titia* y *H. occisa*. Este hecho era completamente inesperado, ya que en los otros estudios de este género en otras partes del mundo siempre hubo una sola especie de *Hetaerina* presente. ¿Será que las batallas tan largas en Golfito son el resultado de equivocaciones, en donde ni uno ni otro macho reconocieron la señal de rendición del otro? ¿Será que el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito difiere de otros sitios cercanos en que tiene las dos especies y por lo tanto los machos de ambas no han evolucionado para poder distinguirse entre sí?, ¿será al contrario, que los pleititos inconsecuentes son las interacciones entre los machos de las dos especies, que ya desarrollaron la fina capacidad de distinguirse entre sí casi inmediatamente (una vez que un macho se da cuenta que el otro macho no es de su especie, siente que no vale la pena seguir peleando porque el otro no representa ninguna competencia para conseguir las hembras de su propia especie)? ¿será que en sitios como Golfito, donde las dos especies se traslapan, los machos tienen esta capacidad de distinguir, mientras en otras donde no hay traslape, no la tienen?, ¿o será que nada de esto es cierto, y lo que pasa es que los machos de cada especie se mantienen en diferentes partes de la quebrada Cañaza y no se encuentran?

Las respuestas a estas y muchas otras preguntas no se conocerán sino hasta que se realicen más estudios. Por ejemplo, podrían revisarse las poblaciones de libélulas en sitios cercanos, para ver si ambas especies están presentes en otros lugares. También habrá que determinar (por marcación previa) las identidades de

los contrincantes en los diferentes tipos de peleas, y las ubicaciones de los machos de las dos especies en distintas partes de la quebrada.

Por otro lado, hay una cosa que sí es clara: el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, además de ser un sitio de increíble belleza natural, situada paradójicamente al pie de una ciudad, ofrece oportunidades realmente especiales para hacer estudios importantes sobre la evolución de la biodiversidad. La coexistencia de dos o más especies cercanamente relacionadas es algo típico de sitios tropicales con una biodiversidad muy alta. Pero poco se sabe sobre lo que pasa evolutivamente cuando tantas especies tienen que convivir en un solo lugar. Quizás el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito puede jugar un papel en la resolución de esta pregunta importante y básica en el entendimiento de la diversidad de organismos del planeta.

Cerramos este capítulo señalando que estas observaciones de las libélulas en una quebrada tropical cercana a un pueblo en Costa Rica, ilustran una lección mucho más grande. Los estudios realizados hasta ahora con *Hetaerina* responden algunas preguntas, pero suscitan muchas otras. La ciencia, al fin, es un proceso en el cual un descubrimiento llevan a plantear muchos otros interrogantes. A veces, las preguntas que siguen son aún más interesantes. En este refugio comenzamos estudiando el comportamiento y la historia natural de estos insectos, pero terminamos planteando preguntas básicas sobre la psicología animal y las interacciones involucradas en una alta diversidad biológica.

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

- Alfaro, O. 1998. Factores que afectan el comportamiento de la libélula *Hetaerina* (Odonata: Calopterygidae), p. 9-16.
- Castro, N.; Aguilar, F. 1995. Estudio del comportamiento sexual de *Hetaerina* sp. (Odonata: Calopterygidae) en Quebrada Cañaza, Golfito, Puntarenas, p. 75-77.
- Céspedes, M.; Mata, A.V. 1995. Distribución de *Hetaerina* sp. en dos afluentes y el cauce de la Quebrada Cañaza, Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, p. 69-74.
- Chaves, R. 2001. Efecto de la condición climática y el sexo sobre la actividad de *Hetaerina* sp. (Odonata: Calopterygidae) y comparación del desplazamiento en dos días, p. 43.
- Flores, C.; Chavarría, G. 1998. Ecología y comportamiento de *Hetaerina* sp. (Zigoptera: Calopterygidae) en la Quebrada Cañaza, Golfito, Puntarenas, p. 54-47.
- González, R. 2000. Preferencia de hábitat y estimación del tamaño poblacional de *Hetaerina* sp. (Zygoptera: Calopterygidae), p. 69-78.

Las moscas Sepsidae: una curiosa atracción

William Eberhard, Entomólogo, Escuela de Biología, UCR

En la naturaleza, existen muchas maneras de ganarse la vida. Los diferentes tipos de organismos han evolucionado hasta poder utilizar muchos recursos y así acumular la energía y los materiales que necesitan para sobrevivir, crecer y reproducirse. Algunos utilizan recursos que a primera vista parecen poco útiles, como estiércol y carroña. Los organismos que usan estos recursos tienen el efecto incidental de ayudar a limpiar el medio donde se encuentran.

En este capítulo se relatan algunos detalles de la fascinante vida de un grupo de este tipo de organismos, las moscas de la familia Sepsidae. Estos insectos, que parecen pequeñas hormigas negras y mueven sus alas casi continuamente, son muy comunes en los alrededores de Golfito. A través de su estudio se aclararon muchos detalles de su comportamiento e historia de vida.

En realidad, el estiércol y la carroña son medios muy ricos en nutrientes, especialmente por las bacterias y otros microorganismos que abundan en ellos. Las hembras de varias especies de moscas acuden allí tanto para alimentarse como para depositar sus huevos. Sus larvas se alimentan dentro de estos medios y no salen hasta que terminan de comer y están listas para formar la pupa en el suelo cercano. Por otro lado, el estiércol y la carroña son hábitats muy peligrosos para estas moscas, ya que también acuden a ellos varias especies de depredadores (por ejemplo, abejones feroces) que se comen las larvas. Otros insectos que son parásitos de las larvas de las moscas también acuden a estos sitios. Además, hay ácaros que aparentemente comen el estiércol y no la mosca, pero se prenden a ellas para usarlas como "autobuses" que los transportan de un estiércol a otro. Así, la boñiga de una vaca es, en realidad, todo un ecosistema, donde ocurren muchos dramas de la vida.

Las moscas de la familia Sepsidae son especialistas en criarse en sitios como las heces y la carroña. Muchas veces, están en gran número cerca de boñigas frescas de vacas en potreros en la vecindad de Golfito; también viven en el bosque del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, donde están asociadas a las heces de monos y otros vertebrados y a carroña.

Una hembra que tiene huevos maduros busca una boñiga fresca y utiliza su ovipositor, cuya forma semeja un pequeño telescopio, para enterrarlos y así protegerlos de los depredadores que hay en la superficie. Pero este entierro trae un problema serio para el huevo. El pequeño embrión dentro del huevo necesita oxígeno para respirar y desarrollarse, pero el oxígeno está casi completamente ausente dentro del estiércol y la carroña. Los huevos de Sepsidae tienen un diseño bonito para superar este problema: cada uno posee una larga cola o filamento, de 2-3 veces el largo del huevo mismo. Cuando la hembra deposita el huevo (los pone uno por uno), lo inserta dentro del estiércol con su ovipositor y después alza al abdomen y hala hacia atrás. Este movimiento hace que la cola del huevo salga de su cuerpo y se deposite sobre la superficie de la boñiga. Así, la cola del huevo está en contacto con el aire de la superficie y funciona como un sifón o pulmón para el huevo. De esta manera, la hembra soluciona dos problemas a la vez: esconde el huevo de los depredadores y parásitos y permite que su hijo respire adentro.

Una vez que la larva nace, forma un pequeño cráter en la superficie de la boñiga y lo conecta con túneles adentro; periódicamente saca su "nariz" (situada en la punta de su cola) por el cráter para respirar. Una característica interesante de las larvas de estas moscas es que crecen sumamente rápido. En experimentos en un clima caliente como el de Golfito, apenas pasaron unos cuatro días entre la postura del huevo y la madurez completa de la larva. Se piensa que esta capacidad de desarrollarse tan rápido es otra adaptación para evitar los depredadores y parásitos que abundan en estos sitios. Una vez que la larva ha comido todo lo que va a comer, se esconde (a veces en el suelo cerca de la boñiga); así se escapa de los depredadores y puede convertirse en pupa tranquilamente. Una evidencia que apoya esta idea es que las larvas de los sépsidos tienen la apariencia de tener mucho afán en salir de la boñiga: no acumulan ninguna reserva extra que no se vaya a utilizar durante el estadio de la pupa para construir el cuerpo del adulto. Así, cuando una mosca adulta nace de la pupa, es muy flaca, sin ninguna reserva de grasa u otra comida; si no come en las primeras horas de su vida adulta (probablemente néctar de flores), se muere.

El nacimiento del adulto también es especial. Como las pupas se encuentran bajo el suelo o en otros sitios muy apretados, no hay espacio suficiente para que la mosca adulta expanda las alas cuando sale de la piel de la pupa. Otra vez, las moscas han desarrollado una solución para este problema. Cuando el adulto sale de la pupa, sus alas se ven como pequeñas tortillas arrugadas, el resto de su piel es blanda y de color café, pero sus largas patas sirven para correr. La mosca parece más bien una alargada hormiga café que una mosca. Ella no trata de expandir sus alas, sino que sale del sitio de la pupa y camina rápidamente durante varios minutos, aparentemente tratando de subir y buscar un sitio abierto y quieto en la superficie o sobre una planta. Cuando encuentra un sitio apropiado, se para

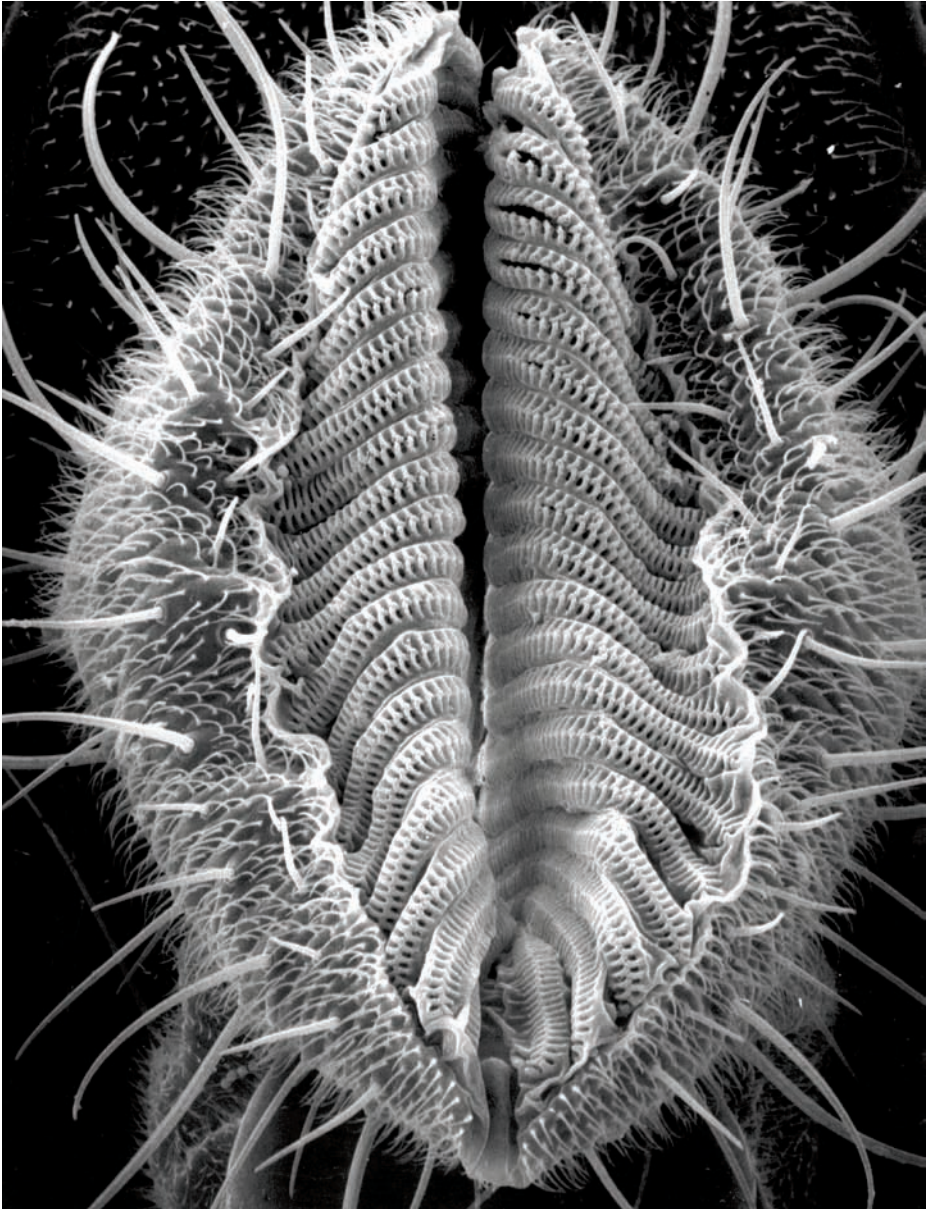


Figura 1. Las partes bucales de una mosca sépsida. Una bella y elegante estructura que sirve para absorber, como una esponja, una comida no tan elegante. La porción que sirve como esponja, en el centro, está apenas parcialmente abierta. FOTO DE WILLIAM EBERHARD

y empieza a bombear sangre a sus alas para expanderlas y volverlas planas y membranosas. También endurece su piel (cutícula), que gradualmente llega a tener su color final, negro.

Estas moscas pasan la vida adulta ocupadas en dos grandes tareas: comer y reproducirse. Durante los primeros uno ó dos días de vida, la tarea de comer tiene

precedencia, ya que necesita acumular reservas para todas sus actividades. Como ocurre en casi todos los otros insectos, una vez que llega al estado adulto no crece más en la parte externa y los recursos que adquiere se acumulan como una capa delgada de grasa debajo de su cutícula. Durante este período, las hembras no aceptan los intentos de cópula de los machos. Comen tanto sustancias dulces como carroña o heces. Parece que todo el alimento lo toman en forma líquida, ya que sus complejas partes bucales funcionan como pequeñas esponjas (Fig. 1). Un estudio con una especie de Golfito, *Archiseopsis diversiformis*, demostró que en los primeros días de vida de las hembras las tareas de comer y reproducirse están íntimamente relacionadas. La comida que consumen se utiliza para fabricar huevos. Una hembra puede cargar una camada de unos 100 huevos a la vez y durante toda su vida puede colocar más de 10 camadas, así que una sola puede llegar a poner más de mil huevos. Pero, obviamente, de nada vale que ponga todo esos huevos si no copula con un macho. Este estudio encontró que las moscas "saben" esto. Si uno deja que una hembra copule a los dos días de edad (cuando apenas inicia su receptividad hacia los machos), empieza a poner huevos cinco o seis días después, es decir, como a los siete días de edad. Pero si se la mantiene alejada de los machos hasta los seis días de edad, no empieza a poner huevos sino hasta unos 4-5 días después, cuando tiene 10-11 días de edad. Es decir, cuando las hembras no se habían apareado temprano (probablemente como lo hacen en estado natural, quizás cerca de lugares adonde van para comer), supieron frenar su propia reproducción hasta después de aparearse.

¿Cómo hicieron las hembras este ajuste? Aunque no conocemos la respuesta en detalle, existen algunas pistas que sugieren que la hembra impide que los huevos se desarrollen dentro de su abdomen si no ha copulado. Al disectar a estas diminutas hembras en diferentes momentos después de haber nacido y copulado, se encontró que si la hembra no había copulado, los huevos en sus ovarios crecían muy lentamente, aún cuando ella tenía acceso a comida abundante. Después de una cópula, la tasa de crecimiento de los huevos aumentó dramáticamente. Es posible que una hormona en la hembra, o en las sustancias que el macho le transfiere durante la cópula, desencadene los procesos fisiológicos que controlan el desarrollo de los huevos en los ovarios.

Como las hembras de los sépsidos tienen que ir a ciertos sitios para comer y poner huevos, los machos también van a esos lugares para poder encontrarlas y copular con ellas. De hecho, suelen encontrarse más machos que hembras en la vecindad de las boñigas cerca de Golfito. Los machos patrullan sobre la boñiga y en los alrededores y pasan el tiempo chocando entre sí e intentando subirse sobre cualquier hembra que encuentren. Generalmente el macho no realiza ningún cortejo previo, simplemente se lanza desde lejos sobre la hembra. Cuando un macho logra subirse sobre una hembra, la sujeta con las patas delanteras, con las cuales le prensa las bases de las alas (Fig. 2); luego se queda encima de ella. A ratos, la corteja con frotos y vibraciones



Figura 2. Un macho montado sobre una hembra hace uso de sus patas delanteras para prensar la base del ala de ésta y así sostenerse. La estimulación que provoca en la hembra con esta prensada ayuda a inducirla a permitirlo copular. En esta especie, como en la gran mayoría, es la hembra la que tiene la última palabra sobre si habrá cópula o no.

FOTO DE WILLIAM EBERHARD

de sus patas y hace intentos de copular. Parece que cargar al macho no es muy difícil para la hembra, ya que ésta camina sobre la boñiga buscando puntos para colocar huevos y comiendo e incluso puede volar cargándolo.

La táctica de estos machos, de esperar cerca de un recurso que las hembras necesitan y tratar de cobrarles un “impuesto” en forma de una cópula, es un comportamiento muy común en muchas especies de animales. Pero el caso de los machos de los sépsidos incluye un detalle casi único. Observaciones de *A. diversiformis*, más algunas otras especies de Gólfito, mostraron que el macho no copula de una vez con la hembra cuando se sube sobre ella, sino que espera hasta que ésta haya puesto todos los huevos maduros que tiene en su abdomen, un proceso que puede durar 30 minutos o más. Uno se pregunta, ¿por qué el macho deja escapar estos huevos sin fecundarlos él mismo?

Pero al ver las cosas con más detalle, resulta que son más complejas. En realidad, el cuento del párrafo anterior es un poco machista: la decisión de copular o no es de la hembra, ya que el macho no puede forzarla. En reposo, la punta del abdomen femenino tapa su poro genital y el macho no puede copular hasta que ella levante esta punta. Es hasta el momento en que la hembra ya no tiene ningún huevo maduro en su abdomen que accede al cortejo del macho.

¿Por qué espera tanto la hembra para aparearse? La probable respuesta surge de un estudio de varias especies de Golfito, el cual demostró que durante la cópula el macho transfiere no sólo sus espermatozoides sino también un paquete grande (el espermatóforo) que los envuelve. Este paquete tiene un ducto de salida que se inserta dentro del cuerpo de la hembra en forma precisa, entrando a la boca del tubito que conduce a las bolsitas (espermatecas) donde ella guarda los espermatozoides después de la cópula. Allí permanece hasta el momento en que ella va a poner más huevos. El estudio mencionado sobre *Archiseopsis diversiformis* demostró que los espermatozoides pueden vivir varias semanas dentro del cuerpo de la hembra, donde parecen tener una historia compleja, aunque ésto todavía se está estudiando. Cuando la hembra va a poner un nuevo grupo de huevos, transfiere los espermatozoides de estas bolsas a otra bolsa cerca del oviducto (el tubo que va desde los ovarios al ovipositor y afuera). Otro estudio descubrió que la entrada de esta segunda bolsa está llena de espinas, cuya función todavía no se conoce. Cuando al fin un huevo maduro viene bajando del ovario por el oviducto, rumbo a la boñiga, pasa por la boca de esta otra bolsa y algunos espermatozoides salen, entran por un poro especial en el huevo y lo fecundan.

Así, aún cuando el macho termina la cópula y va en búsqueda de otra (la cópula dura como 20 minutos), este paquete mantiene sus espermatozoides en posición apropiada para ser almacenados dentro de la hembra. El estudio demostró que los espermatozoides de *A. diversiformis* pueden tardar varias horas en llegar a almacenarse en las espermatecas. Por lo tanto, dejar el paquete en la hembra puede ahorrarle al macho estas horas, que puede emplear en buscar otra pareja, ya que puede copular varias veces en un día.

Pero el espermatóforo tiene otras ventajas y también desventajas, y probablemente es la llave para explicar por qué la hembra se demora en copular cuando tiene un macho encima. El espermatóforo está precisamente en el tubo grande por donde tienen que pasar los huevos; es decir, cuando la hembra los está colocando en el estiércol, el paquete tapa el tubo que va entre el ovario y el ovipositor. Por lo tanto, si una hembra va a copular cuando tiene huevos listos para poner, tendría dos opciones: esperar algunas horas sin poner sus huevos, para que los espermatozoides pasen desde el espermatóforo hasta almacenarse en sus espermatecas (y para un animalito pequeño como éste, varias horas pueden representar un gran sacrificio); o poner los huevos de una vez. Pero en este último caso el primer huevo que pone desalojaría el espermatóforo, sin que haya transferencia de espermatozoides, y la cópula no habría tenido ningún efecto. Desde el punto de vista del macho, el cuento es semejante. Si lo que ocurre es que la hembra va a desalojar su espermatóforo con un huevo tan pronto termine la cópula, para el macho sería mejor no copular hasta que ella haya terminado de poner el huevo. En otras palabras, para ambos sexos es conveniente este sistema poco usual de copular apenas después de que la hembra ha descargado sus huevos.

Hay otros detalles posiblemente importantes que pueden complicar este cuento aún más: el espermatóforo es eventualmente dirigido dentro de la hembra y Baena que las hembras que copulan con machos más grandes ponen más huevos, muy posiblemente por recibir más nutrientes de los espermatóforos más grandes que éstos producen.

Uno podría preguntarse por qué insiste el macho en hacer un espermatóforo, si la ventaja que obtiene de tener un paquete para sus espermatozoides es suficientemente grande para “compensar” esa gran desventaja de perder la oportunidad de fecundar tantos huevos. Los paquetes tienen otro efecto, el de “tapón” o “cinturón de castidad”, el cual quizás ayuda a explicar mejor la situación. Resulta que cuando una hembra come más o menos bien durante los días después de una cópula, el paquete (espermatóforo) que ella recibió perdura más o menos intacto durante varios días en su tracto reproductivo (si come mal, lo digiere aproximadamente en un solo día). Si la hembra copula con otro macho durante el lapso en que todavía tiene un espermatóforo intacto adentro, éste no permite la entrada de la genitalia del segundo macho. El paquete ocupa mucho espacio en el tracto de la hembra y cuando el segundo macho introduce su genitalia no encuentra espacio suficiente para ubicarse y transferir sus espermatozoides. Cuando una hembra está “taponada” de esta manera, el segundo macho no persiste e interrumpe la cópula y se va, sin haber introducido un paquete suyo de espermatozoides. Así, el macho original que puso el paquete-tapón obtiene una segunda ventaja.

Claro está que nadie supone que estos animalitos realicen raciocinios complejos como para decidir en forma conciente poner o no un paquete o esperar o no para copular. Más bien, se supone que estos caracteres, como el uso de paquetes, son el resultado de la selección natural (las formas de los individuos de una especie que mejor se reproducen reemplazan a las formas de los individuos que se reproducen menos). Así, los genes que afectan el comportamiento de los machos y las hembras para que esperen antes de copular hasta que todos los huevos estén colocados, lograron reproducirse mejor que los genes que hicieron que se comportaron de otra forma. Insectos como estos pueden portarse como si fueran capaces de razonar, aunque debemos admitir nuestra ignorancia: quién sabe qué formas de pensamiento podrían pasar por la mente de una mosca.

De lo que se describe arriba, es obvio que es importante para los sépsidos poder localizar las fuentes posibles de comida, como las heces. ¿Cómo hacen estos pequeños insectos esta tarea? No se han hecho estudios detallados de este proceso en los sépsidos. A continuación se describen unos estudios realizados (y planeados) por varios estudiantes de la UCR, sobre el proceso de atracción de moscas en el bosque del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito.

En este bosque existen por lo menos cinco especies de sépsidos (*Archiseptis diversiformis*, *A. discolor*, *Palaeoseptis pusio*, *Palaeoarchiseptis nigricoxa* y *Microseptis*

furcata). Se emplearon boñigas de un potrero cercano a Golfito; algunas eran frescas (de la misma mañana), otras tenían 1-3 días; estas últimas son mucho menos visitadas por las moscas en condiciones naturales. Se pensaba que quizás esta reducción de su atracción para las moscas se debía a cambios químicos en la boñiga, o al secamiento de su superficie y, por lo tanto, a una baja en el número de moléculas de olor que suelta. Para realizar los experimentos, se trasladó este material al bosque, mezclado con un poco de agua en bolsas plásticas.

En el primer estudio, realizado cerca de la quebrada El Naranjal, se trató de esclarecer algo sobre las señales o pistas que utilizan las moscas para encontrar el medio de cría de sus larvas. Se utilizaron cuatro tipos diferentes de sustrato, que se colocó en pequeños volúmenes (aproximadamente 22 cm³) en tres recipientes plásticos: "Permanente": boñiga fresca que se dejaba secar gradualmente de forma natural (se formó una capa delgada más seca), "Fresca": boñiga fresca que se renovaba cada 30 minutos (la superficie se mantuvo más mojada y capaz de soltar más moléculas de sustancias atrayentes), y "Vieja": boñiga vieja que también se cambió por otra vieja cada 30 minutos. Cada 30 minutos se hacía una recolección de todas las moscas presentes en cada recipiente.

Una predicción era que si las moscas utilizaban la intensidad del olor como una guía para encontrar la boñiga, se iban a capturar más moscas en las boñigas "Frescas" que en las boñigas "Permanentes" que se dejaron secar. Esta predicción se cumplió en forma clara: el número total de moscas capturadas en "Frescas" fue de 112, mientras en "Permanentes" el total fue de 59.

Como sorpresa, se encontró que había un número casi igual de moscas en "Vieja" (un total de 108) que en "Fresca". Esto sugiere que la hipótesis de cambio químico no es cierta; es decir, la menor atracción que normalmente ejercen las boñigas más viejas probablemente no se debe a la falta de un atrayente en sí, sino a la sequedad de su superficie que deja escapar menos cantidad de atrayente. En las boñigas frescas y en las viejas, los números aumentaban desde la primera hora (un promedio de 1.4 moscas/ boñiga al principio), comparado con 4.0 moscas/ boñiga dos horas después; esto sugiere que las moscas son más activas en sus visitas al estiércol más tarde en la mañana (por razones aún desconocidas).

Cabe notar que las diferencias fueron sustanciales entre los números totales atraídos a las diferentes réplicas del mismo tratamiento (por ejemplo, entre diferentes réplicas de "Fresca"), a pesar de que el bosque para nosotros parecía similar; obviamente no lo pudimos apreciar como lo aprecian las moscas!

La conclusión de que la superficie mojada es importante se reforzó con otro experimento, en las quebradas La Gamba y la Cañaza. Se comparó la atracción de boñigas frescas colocadas al sol directo (las superficies se secaron rápidamente y formaron una especie de costra) y boñigas colocadas cerca pero en la sombra. Los resultados fueron contundentes: 281 moscas capturadas en la sombra y apenas cuatro en el sol. Los resultados de otro experimento apuntan a lo mismo.

Esta vez, se comparó un sitio completamente sombreado cerca de la quebrada Cañaza con otro cercano pero con una sombra incompleta (el dosel sólo cubría las orillas de la quebrada, dejando con sol una parte del cauce). Estas boñigas no se renovaron. Durante las primeras dos horas, ambos sitios atrajeron números semejantes (28 versus 23 moscas en sombra completa versus incompleta); pero durante las siguientes dos horas, cuando se secaron más las boñigas en la sombra, la diferencia entre las dos volvió a ser tajante (58 versus 1).

La mayoría de las moscas sépsidas que se encuentran cerca de una boñiga en un momento dado no están posadas directamente sobre ella, sino sobre objetos (generalmente hojas verdes o hojarasca) a su alrededor. Se supone que mantenerse un poquito alejado antes o después de comer o poner huevos constituye otra defensa de las moscas contra los depredadores, los cuales se mantienen sobre la superficie de la boñiga misma. Un estudio adicional trató de averiguar cuáles aspectos de las hojas de la vecindad las hacen más atractivas para las moscas como sitios de reposo. Se colocaron pequeñas boñigas, que se remojaron cada 30 minutos, en el centro de un círculo de un metro de diámetro del cual se había removido toda la hojarasca y cualquier planta, dejando la tierra desnuda. Después se montaron "hojas" de cartulina de un tamaño estándar a diferentes distancias y alturas de la boñiga y con diferentes ángulos con respecto al vertical. La respuesta básica fue que las hojas más grandes, más cerca de la boñiga y con el borde inferior más cerca de ésta fueron las más populares.

Perspectivas

Concluimos este capítulo destacando dos grandes lecciones que se pueden extraer de estas observaciones. Por un lado, se ve cómo el conocimiento de lo que pasa dentro de un animal (por ejemplo, la deposición por parte del macho en la hembra de un paquete que envuelve los espermatozoides) puede tener consecuencias importantes, y también ayudar a entender comportamientos que de otra forma resultan muy difíciles de explicar. Aún animales tan pequeños como estas moscas son organismos muy complejos y muchos diferentes factores pueden afectar lo que hacen. Es un error subestimarlas y tratar de entenderlas como si fueran aparatos mecánicos sencillos.

Por otro lado, los experimentos sobre la atracción de las moscas ilustran el ya clásico "método científico" que se usa en los estudios de biología. Primero, con base en observaciones preliminares se formulan una o más hipótesis. Después se recogen datos que potencialmente, según como resulten, van a permitir desechar una o varias de estas hipótesis. La "prueba" científica de una hipótesis determinada depende, en última instancia, de un proceso de eliminación de otras hipótesis alternas. Este parece ser un método lerdo e indirecto, pero ha demostrado ser muy poderoso para entender el mundo.

A modo de ilustración, piense en un trabajo que todavía está por hacerse. Es justo preguntarse por qué las boñigas más frescas son más atractivas para las moscas. Una posible explicación es meramente física: que las frescas emiten más moléculas de olor y así atraen más animales desde más lejos. Pero también es posible que las boñigas con una superficie más seca sean un recurso menos valioso para las moscas (quizás les es más difícil insertar los huevos o sirven menos como alimento). Es posible que las moscas tengan la capacidad de distinguir estas boñigas y las eviten. Una prueba para estas dos ideas sería juntar varias boñigas viejas: si es que las moscas evitan esta clase de boñiga, no debería llegar un mayor número; si, por el contrario, es simplemente un caso de más o menos moléculas emitidas, una mayor cantidad de boñiga debería atraer a más moscas. Falta ver qué dicen los datos.

*Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo"
de la Escuela de Biología de la UCR*

- Castro, N. 1995. Estudio preliminar del comportamiento sexual en un sitio de encuentro de sépsidos (Diptera: Sepsidae) en el Refugio de Vida Silvestre de Golfito, p. 120-129.
- Chaves, R. 2001. Actividad y comportamiento sexual de *Grallipeza* sp. (Diptera: Micropezidae), p. 147.
- Cordero, A. 1998. Distribución espacial y temporal de sépsidos (Sepsidae: Diptera), en condiciones de sol y sombra, p. 42-46.
- Loría, L.A. 2000. Preferencia de percha por *Archisepsis* y *Microsepsis* (Diptera: Sepsidae), p. 85-95.

Las abejas euglosinas del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito

Ju-Lin Weng, Bióloga, Escuela de Biología, UCR

Jorge Lobo, Genetista, Escuela de Biología, UCR

Las abejas Euglossinae son un conjunto de insectos muy especiales del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, aunque el observador ocasional pocas veces las puede ver en el bosque. Pertenecen a una subfamilia de la familia Apidae, la misma familia de muchas abejas tropicales, como las melipónidas, descritas en este libro (ver el capítulo “Las abejas sin aguijón del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito”). Sin embargo, las Euglossinae, a diferencia de otras abejas, presentan algunas particularidades en su apariencia externa y en su modo de vida, que las hacen una parte muy importante de la fauna de Golfito y de cualquier bosque tropical de la región neotropical, a los cuales se limita su distribución.

Como su nombre lo dice (Euglossinae, del latín Eu: verdadero, y glossa: lengua), las euglosinas son abejas que tienen un conjunto de apéndices muy largos en la boca, los cuales forman una lengua cuando son proyectados hacia fuera (Fig. 1). Esta “lengua” u órgano chupador puede llegar a ser más larga que la longitud total de la abeja (~30 mm en *Euglossa asarophora*) y le permite tener acceso a flores con corolas muy largas, como las de las platanillas (ver capítulo “Las platanillas del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito”).

Los machos se caracterizan por poseer, en el interior de la tibia de sus patas traseras, una especie de almohadillas esponjosas que les sirven para almacenar esencias y fragancias vegetales (Fig. 1). Aparentemente, los machos utilizan estos compuestos aromáticos como precursores de una feromona sexual. Por este rasgo, los machos de las euglosinas se distinguen entre los grandes fenómenos de la biología tropical por ser las abejas que visitan las flores de las orquídeas en busca de fragancias florales (no néctar ni polen), así como de otras fuentes de esencias no tan “fragantes”, como materia vegetal en descomposición, aceites o exudados de plantas y también heces y orina de otros animales.

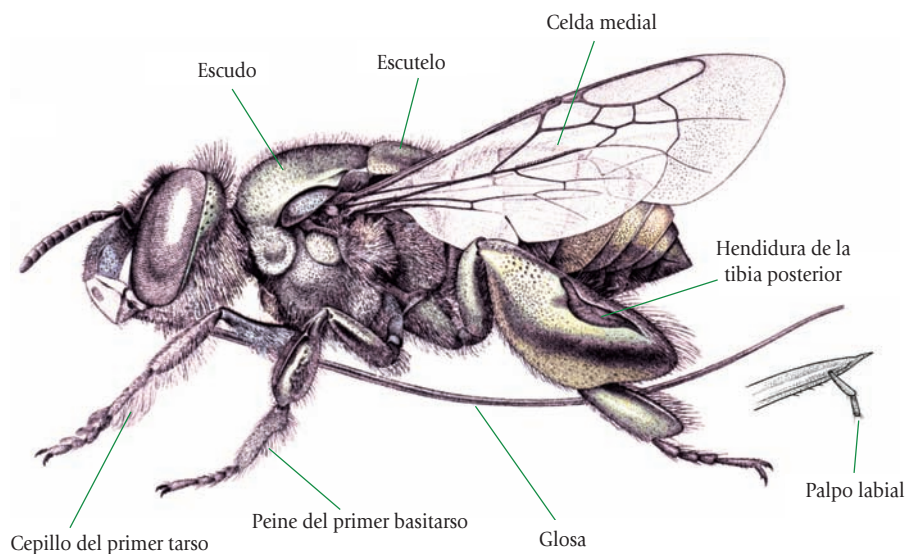


Figura 1. Vista general de una abeja euglosina macho (*Euglossa ignita*).

DIBUJO ORIGINAL DE J. CAMARGO

Las abejas euglosinas poseen una cutícula muy brillante y lisa, de color metálico con tonalidades desde negras hasta verde, azul y rojo iridiscentes. Las especies de los géneros *Eulaema* y *Eufriesea* (Fig. 2) son más oscuras y la mayor parte de su cuerpo posee pelitos muy pequeños, lo cual les da una apariencia oscura y aterciopelada. En estos géneros, las tonalidades brillantes y metálicas están restringidas a unos pocos parches en el abdomen y el tórax. Pero en los géneros *Euglossa* y *Exaerete* todo el cuerpo es de color metálico brillante, lo cual les da una apariencia muy llamativa que las destaca en las colecciones entomológicas (Fig. 3). Las razones de estas coloraciones tan espectaculares, que se presentan en otros insectos como escarabajos y avispas, se desconocen en su mayoría.

En algunas regiones de Costa Rica, los campesinos llaman a estas abejas "cantarrias" y las citan por su costumbre de hacer nidos en la ropa, los libros o en techos y paredes de casas. En la literatura científica se conocen como "abejas de las orquídeas", por la costumbre de los machos de visitar las flores de muchas especies de estas plantas. Las visitas fieles de estos machos a algunas orquídeas en busca de compuestos aromáticos (como se dijo, no néctar ni polen), hacen que sean utilizados por las orquídeas de maneras muy complejas para transportar las cápsulas de polen o polinarios hacia otra flor.



Figura 2. Los pelos oscuros le dan una apariencia aterciopelada al cuerpo de *Eulaema* sp.
FOTO DE LEONORA RODRÍGUEZ



Figura 3. *Euglossa* es un género con una llamativa coloración metálica.
FOTO DE LEONORA RODRÍGUEZ

¿Dónde viven las abejas de las orquídeas?

Las abejas Euglossinae, al contrario de muchas abejas pertenecientes a la familia Apidae, como las abejas comunes (*Apis*), las abejas sin aguijón (Meliponinae) y los chiquizá (*Bombus*), son abejas solitarias o a lo sumo gregarias que no forman nidos o panales con reinas y obreras. Otra característica importante es que, a diferencia de muchas abejas solitarias, las euglosinas no hacen cavidades subterráneas profundas o túneles, sino que tienen una marcada preferencia por nidos más expuestos, apoyados en ramas, hojas o troncos o construcciones, o a lo sumo en pequeñas cavidades bajo el suelo muy cerca de la superficie. Se ha observado que muchas veces aprovechan nidos abandonados de hormigas o termitas. En general, las abejas hacen varias celdas agregadas con resinas vegetales, barro, heces y otros materiales. En estas celdas depositan sus huevos y se desarrollan sus crías hasta que emergen, proceso que puede durar varios meses (una de las tasas de desarrollo más lentas entre todas las abejas).

En Golfito se estudió un nido de una especie de abeja euglosina, *Eufriesea surinamensis*, que se encontró bajo el puente de la quebrada Cañaza, a 200 metros del Depósito Libre (Fig. 4). Este nido estaba hecho de pequeños pedazos de corteza amalgamados con resinas, formando una serie de celdas adyacentes (69 en total), donde trabajaban activamente 22 abejas hembras. Las celdas contenían crías en diferentes estados de desarrollo, aprovisionadas con polen y selladas con el mismo material del nido. Tal concentración de abejas haría pensar en un grupo de individuos que cooperan, pero en sus actividades cada abeja aprovisiona y recolecta los materiales de sus celdas individualmente. Las abejas vuelan en busca de polen,

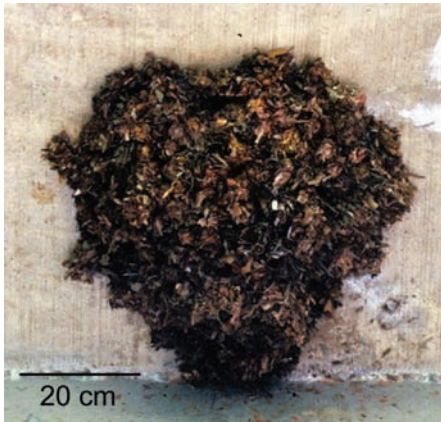


Figura 4. Nido gregario de *Eufriesea surinamensis* situado en la parte baja de un puente de cemento.

FOTO DE LEONORA RODRÍGUEZ

néctar y corteza de árboles, y respetan las actividades de sus vecinas, sin que haya conflictos o disputas entre ellas. Pero se notó que ocasionalmente, cuando una abeja se encuentra ausente, otra puede robar resinas de celdas ajenas. Esta posibilidad, junto con la ventaja de poder reutilizar celdas existentes abandonadas, podría explicar por qué estas abejas se agregan para nidificar juntas en esta especie de "condominio". El problema es que, aunque la agregación permite robar o reutilizar material recolectado por otras compañeras, también abre la posibilidad de ser robado por otras abejas.

Para entender mejor por qué estas abejas deciden formar nidos en agregaciones, habría que pensar en otras posibles ventajas de este comportamiento: podría ser que, al tener siempre abejas presentes en el nido, siempre habrá abejas listas para ahuyentar parásitos que se aprovechan de las celdas provistas con abundante alimento para poner sus huevos. Entre los parásitos más frecuentes están dos especies del género de abejas *Exaerete*, precisamente otra abeja euglosina. Las hembras de esta abeja, en vez de alimentar a sus crías con alimento recolectado por ellas mismas, han optado por irrumpir en celdas aprovisionadas de alimento de abejas de otras especies, para destruir el huevo de su dueña y colocar el propio. Durante las observaciones en el nido mencionado, se detectó la llegada de este parásito a las celdas de *Eufriesea surinamensis* y la emergencia de abejas de esta especie de celdas parasitadas. Esto deja dudas sobre la efectividad de las agregaciones para evitar el ataque del parásito, aunque posiblemente si las abejas anidaran en forma solitaria la tasa de parasitismo podría ser mayor.

Las abejas euglosinas y las plantas

Las hembras euglosinas recolectan polen de una gran variedad de flores. Algunas flores utilizadas tienen las anteras con el polen expuesto (flores de guabas) y otras resguardan el polen en estructuras semicerradas como anteras poricidales (algunos tomatillos). El polen guardado en anteras poricidales es de difícil acceso para los animales que visitan estas flores, ya que este polen no sale fácilmente de esas estructuras. Pero las abejas euglosinas sacuden estas anteras

con la vibración de su tórax y ésto facilita la salida de una nube de polen. Luego, recogen el polen pegado en sus partes ventrales y lo cargan en la corbícula, que es una estructura situada en las patas traseras. Los machos no poseen corbícula, ya que como machos de abejas no se encargan de transportar alimento al nido ni de alimentar a las crías. De esta manera, la carga de polen de coloración amarilla o blanca en las patas traseras distingue a las hembras de los machos durante el vuelo.

Tanto el macho como la hembra visitan muchas flores de corola tubular para tomar el néctar. La longitud de su lengua les permite visitar flores con corolas alargadas, como las flores de las familias Marantaceae, Heliconiaceae, Gesneriaceae, que también son utilizadas por colibríes y polillas.

Así, podemos notar que las euglosinas son abejas capaces de obtener recursos (polen o néctar) muy escondidos por ciertas especies de plantas dentro de sus flores. Esta es una adaptación de las plantas para promover su polinización pero evitar, al mismo tiempo, el robo o pérdida de néctar o polen por parte de visitantes no deseados.

A continuación, detallamos dos casos interesantes de polinización por las abejas euglosinas.

Polinización de la platanilla Calathea lutea

Un estudio realizado en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito en *Calathea lutea*, una especie de bijagua o platanilla muy común en las orillas de ríos y quebradas, muestra que las hembras de *Eulaema* sp. y *Euglossa imperialis* son visitantes y polinizadoras de esta planta. Las flores de la bijagua tienen un mecanismo especial para depositar polen sobre los visitantes (Ver Capítulo Platanillas del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito). Los granos de polen son colocados en la punta de un gatillo explosivo que es activado por la inserción del aparato bucal, ya sea la lengua alargada de una abeja o mariposa o el pico de un colibrí. El polen es colocado sobre partes específicas del visitante mientras éste intenta tomar el néctar que se encuentra en la base de la flor tubular. Sin embargo, de todos los visitantes observados en estas flores durante varios días, solo las abejas euglosinas se comportaron como potenciales polinizadoras, ya que solo ellas se alimentaban de la flor de una manera que accionan el gatillo que posibilita la polinización de la planta. Otros insectos (abejas melipónidas) y aves (colibríes y mieleros) que visitan las flores de *Calathea* son ladrones de néctar. Las abejas melipónidas mordisquean la base del nectario y utilizan este recurso sin contribuir con el transporte de polen hacia otra flor. Los colibríes introducen su largo pico en la base de la flor sin que el polen sea depositado para transportarlo a otra flor.

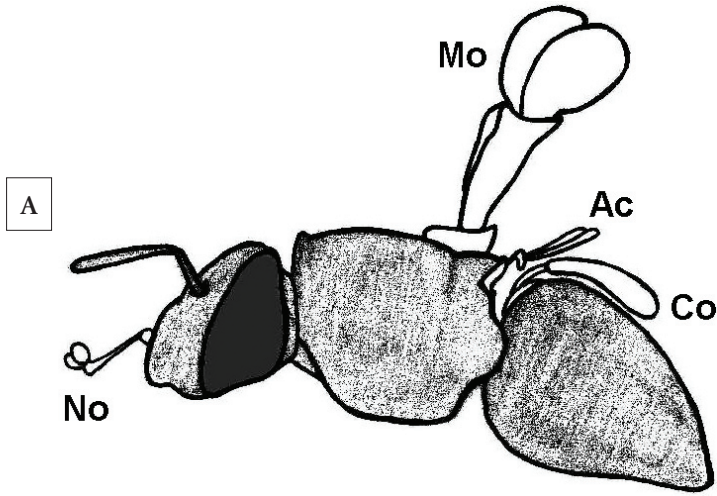
Polinización de orquídeas

Los machos de las abejas euglosinas visitan una gran variedad de flores, pero no todas ellas ofrecen néctar como recompensa. Los machos son atraídos por las fragancias florales de algunas especies de Aráceas, Bignoniaceas, Euphorbiaceas, Gesneriaceas, entre otras. Pero una de las plantas más visitadas por su fragancia son las orquídeas (Orchidaceae). La polinización de más de 600 especies de 55 géneros de orquídeas (principalmente de las subfamilias Catasetinae y Stanhopeinae) dió origen a su nombre popular de “abejas de las orquídeas”.

Los principales compuestos de las fragancias recolectadas por los machos de las abejas euglosinas (terpenos, sesquiterpenos, indoles y alcoholes) son moléculas químicas de alta volatilidad. Los machos vuelan entre diferentes estratos del bosque en busca de estas fragancias. Estos compuestos provocan visitas repetidas a las flores. Cada grupo de orquídeas posee una estrategia diferente para atraer a sus polinizadores. Utilizan diferencias como olor, tamaño y forma para incrementar la especificidad de las abejas que las visitan. Otras veces poseen flores con forma de trampas para asegurar su polinización.

Las orquídeas depositan sacos de polen (polinios) adheridos por un pie pegajoso (viscidio) sobre las abejas. Cada polinio encierra una gran cantidad de polen dentro de un tejido que se disuelve con las secreciones estigmáticas de otra flor. Los sitios a los que se adhieren los polinarios (polinios con un pie adhesivo) son distintivos y muchas veces específicos para especies de orquídeas. A través de los polinarios se han podido identificar muchas especies de orquídeas visitadas por las abejas (Fig. 5). Estudios realizados en distintas zonas de Golfito indicaron que varias especies de machos euglosinos son fieles visitantes de al menos 10 especies de orquídeas (Cuadro 1).

La razón por la cual los machos euglosinos recolectan los compuestos aromáticos es todavía un misterio, pero aparentemente juegan un papel importante en la reproducción de estas abejas. Una de las teorías más aceptadas es que los machos modifican la mezcla de compuestos recolectados transformándola en una feromona sexual, que podría servir para atraer hembras. Sin embargo, aún no se sabe cómo ni dónde estos compuestos son modificados dentro de la abeja, ni cómo los machos exponen esta feromona a las hembras. No obstante, el conocimiento sobre los tipos de compuestos aromáticos que los atraen permitió sintetizar fragancias que han sido utilizadas como cebos para atraer muchas especies de machos de abejas euglosinas (Fig. 6). Los estudios sobre estos atrayentes permiten conocer la composición y abundancia de las abejas euglosinas en diferentes tipos de bosques.



DIBUJO DE JU-LIN WENG

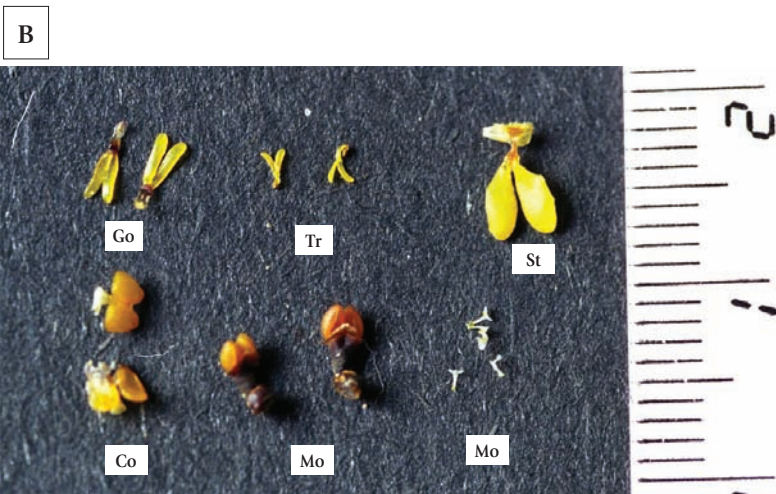


Figura 5. Polinarios encontrados en diferentes especies de machos euglosinos. Ac= *Acineta*. Co= *Coryanthes*. Go= *Gongora*. Ma= *Macroclinium*. Mo= *Mormodes*. No= *Notylia*. St= *Stanhopea cirrhata*. Tr= *Trichocentrum*. A. Muchas veces se pueden encontrar polinarios en posiciones específicas del cuerpo de las abejas, lo cual facilita el reconocimiento de algunos géneros y especies. B. Algunos polinarios con escala. FOTO DE FERNANDO VINDAS

CUADRO 1. LISTA DE ESPECIES DE ABEJAS EUGLOSINAS Y POLINARIOS DE ORQUÍDEAS OBSERVADOS EN GOLFITO DURANTE LOS CURSOS DE BIOLOGÍA DE CAMPO DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

ABEJAS EUGLOSINAS	ORQUÍDEAS
<i>Eufriesea lucifera</i>	
<i>Eufriesea surinamensis</i> *	
<i>Euglossa allosticta</i>	<i>Oncidium</i>
<i>Euglossa asarophora</i>	
<i>Euglossa championi</i>	<i>Acineta, Mormodes, Stanhopea cirrhata</i>
<i>Euglossa cognata</i>	
<i>Euglossa cybelia</i>	<i>Macroclinium</i>
<i>Euglossa dodsoni</i>	<i>Macroclinium, Mormodes</i>
<i>Euglossa erithrochlora</i>	
<i>Euglossa flammea</i>	<i>Coryanthes, Gongora, Macroclinium, Notylia, Stanhopea cirrhata</i>
<i>Euglossa gorgonensis</i>	
<i>Euglossa hansonii</i>	
<i>Euglossa igniventris</i>	
<i>Euglossa imperialis</i>	<i>Acineta, Coryanthes, Gongora, Oncidium, Mormodes, Stanhopea cirrhata</i>
<i>Euglossa mixta</i>	
<i>Euglossa sapphirina</i>	<i>Macroclinium, Mormodes</i>
<i>Euglossa tridentata</i>	<i>Gongora, Notylia, Trichocentrum, Vainilla</i>
<i>Euglossa variabilis</i>	
<i>Euglossa villosiventris</i>	
<i>Euglossa purpurea</i>	<i>Gongora</i>
<i>Eulaema bombiformis</i>	
<i>Eulaema meriana</i>	
<i>Eulaema nigrita</i>	
<i>Eulaema speciosa</i>	
<i>Exaerete smaragdina</i>	
<i>Exaerete tridentata</i>	

* Especie con observación del comportamiento de nidificación.

Abejas euglosinas en bosques fragmentados

La disminución de los bosques tropicales afecta la vida de centenares de organismos asociados a ellos. Sabemos que la carencia del hábitat necesario para sobrevivir puede conducir a la reducción de poblaciones y a la extinción local de especies que necesitan grandes áreas boscosas para vivir y reproducirse.

Las abejas euglosinas son buenas voladoras y visitan una gran variedad de flores, ampliamente distribuidas dentro del bosque. Las hembras son conocidas polinizadoras de plantas con floración extendida, en la cual se producen pocas flores abiertas por día. Algunas abejas euglosinas incluso tienen rutas de vuelo establecidas para recolectar polen y néctar. Tanto machos como hembras están asociados a los bosques, principalmente. Sin embargo, con frecuencia se observa a las hembras de algunas especies en áreas abiertas, como charrales, e incluso en áreas verdes de zonas urbanas (por ej., *Euglossa tridentata* y *E. championi*). Algunas especies han podido adaptarse para nidificar en huecos en paredes de concreto y bajo el techo de las casas.

No es posible saber cuál es la capacidad de todas las especies de abejas euglosinas para enfrentar un mundo sin bosques, pero sí podemos conocer sobre su disposición a sobrevolar áreas con menor vegetación. En Golfito, estudiantes del curso de Biología de Campo de la UCR estudiaron la capacidad de diferentes especies de machos del género *Euglossa* de volar fuera del bosque, en distintas localidades. La cantidad de machos atraídos por cebos disminuyó drásticamente conforme los cebos eran colocados más alejados del bosque. Machos de *Euglossa dodsoni*, *E. tridentata*, *E. imperialis* y *E. championi* fueron especies comunes en los bordes de estos fragmentos boscosos. Sin embargo, exceptuando a *E. championi*, ninguna especie llegó al cebo colocado a una distancia de 500 m del borde del bosque. Por otro lado, algunas especies de abejas euglosinas raramente salen del interior del bosque hacia el borde del mismo o hacia los potreros alledaños. Algunas especies comunes dentro de zonas de bosque del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito (por ej., *E. flammea*) no se observaron a cierta distancia de este refugio, en áreas abiertas cercanas. Estos resultados indican que pocas especies de machos de abejas euglosinas están anuentes a visitar zonas abiertas como potreros y charrales, a pesar de la existencia de recursos como los compuestos aromáticos.

Sin embargo, los procesos de reducción y fragmentación del bosque que han ocurrido en la región de Golfito no han provocado todavía una pérdida drástica de la diversidad de las abejas euglosinas en fragmentos del bosque. Estudiantes del curso de Biología de Campo de Golfito han observado que la diversidad y la composición de las especies de euglosinas es muy semejante entre diversos sitios del refugio y la encontrada en fragmentos de bosque cerca de Río Claro y La Gamba. Todavía hay oportunidad de proteger estas abejas del efecto a plazo que la deforestación y la fragmentación del bosque puede tener sobre sus poblaciones.

Lecturas de referencia

- Dressler, R.L. 1982. Biology of the orchid bees (Euglossini). *Ann. Rev. Evol. Syst.* 13: 373-94.
- Griswold, T.; Parker, F.D.; Hanson, P.E. 1995 The bees (Apidae). *In: Hanson, P.E.; Gould, I. (eds.). The Hymenoptera of Costa Rica.* Oxford University Press.
- Kimsey, L.S. 1987. Generic relationships within the Euglossini (Hymenoptera: Apidae). *Syst. Entomol.* 12: 63-72.
- Roubik, R. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press.

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

- Castro, O. 1997. Comportamiento de *Eufriesea surinamensis* (Hymenoptera: Apidae) en la construcción de nidos y forrajeo.
- Muñoz, C. 1998. Abejas euglosinas (Hymenoptera: Euglossinae) como transportadoras de polinarios de orquídeas.
- Quesada, A. 2001. Efecto de fragmentación sobre las comunidades de abejas euglosinas transportadoras de polinarios y orquídeas que visitan.
- Rojas, J. 2001. Efecto de la fragmentación del bosque en la capacidad de vuelo de machos de abejas del género *Euglossa* (Hymenoptera: Euglossinae).
- Weng, J. 1997. Atracción química y transporte de polinarios de orquídeas por abejas euglosinas (Hymenoptera: Euglossinae).
- Zúñiga, F. 2000. Preferencia de hábitat y de cebo en machos de abejas del género *Euglossa* (Hymenoptera: Euglossinae) en dos estratos.

Las abejas sin aguijón del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito

Jorge Lobo, Genetista, Escuela de Biología, UCR

Las abejas sin aguijón se conocen con diferentes nombres en Costa Rica, tales como enredapelos, arragres y jicotes, entre otros. En la literatura científica se les denomina abejas melipónidas o abejas sin aguijón, para llamarlas por una de sus características más sobresalientes. Las abejas sin aguijón son insectos abundantes y juegan papeles muy importantes en los bosques tropicales.

Las melipónidas pertenecen al orden Hymenoptera (un grupo de insectos en el cual, además de las abejas, también se encuentran hormigas y avispas). Las abejas sin aguijón, en particular, se agrupan en la subfamilia Meliponinae de la familia Apidae (abejas con pata trasera ensanchada para cargar polen), dentro de la superfamilia Apoidea (abejas en general).

Las abejas son insectos que poseen singulares adaptaciones para recolectar polen de las plantas, entre otras características. Una de ellas es la presencia de pelos muy ramificados que favorecen la adhesión del polen al cuerpo y, en algunas abejas, de una pata trasera muy ensanchada en su parte media, a modo de pala para cargar el polen, llamada "corbícula". Las abejas sin aguijón son un grupo de abejas que perdió el aguijón como medio de defensa. En vez de eso, usan otras técnicas para defenderse, como hacer nidos muy escondidos en huecos o enredarse en el pelo y morder levemente con sus mandíbulas, razón por la cual se les conoce en muchos lugares del país como enreda-pelos o arragres.

Las abejas sin aguijón: nuestras abejas sociales

En realidad, lo más notable de las abejas sin aguijón no es su apariencia sino las características especiales de su comportamiento. Estas abejas, sin excepción, viven en grandes colonias con una reina como único individuo reproductor y una progenie de hembras estériles –llamadas obreras–, hijas suyas, que realizan todas las tareas de recolección de alimento, limpieza del nido y defensa y atención de las crías. En tamaño de las colonias, organización interna e importancia para la polinización



Figura 1. Entrada de un nido de *Oxytrigona mellicolor* en el tronco de un árbol en la quebrada Cañaza. En la parte inferior se observa la entrada, rodeada de abejas obreras; encima de ella se ve también un nido de termitas, sin que llegue a manifestarse ninguna agresividad entre los dos nidos.

FOTO DE LEONORA RODRÍGUEZ

de las plantas, estas abejas compiten con el ejemplo mejor conocido de abejas sociales: la abeja melífera común (*Apis mellifera*), que no es originaria del continente americano. Sin embargo, la abeja melífera está representada por una única especie, perteneciente a la misma familia de abejas de las abejas sin aguijón, pero en otra subfamilia (Apinae). Mientras tanto, las abejas sin aguijón son un grupo compuesto por unas 300 especies en todo el mundo, de las cuales en Costa Rica hay unas 55, la mayoría presentes en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito.

Los nidos

Los nidos de las abejas sin aguijón están hechos de una variedad de materiales y se pueden encontrar en muchos lugares. Son construcciones hechas de cera, barro y resinas vegetales dentro de cavidades en paredones, troncos huecos o masas de vegetación epífita. Muchas veces, lo único visible externamente de este tipo de nidos es una entrada hecha de cera, que tiene aspecto de tubo de donde se ven entrar y salir abejas con mayor o menor frecuencia, según la especie (Figs.1 y 2). Pero el interior del nido, oculto a nuestros ojos, está compuesto por una serie

de construcciones complejas, entre las cuales destacan las vasijas de miel y polen, las paredes externas y los panales de cría, contruidos en forma horizontal (Fig. 3.). Entre los panales de cría, rellenos con huevos y larvas de abejas en desarrollo, se pasea la reina del nido, un individuo cuya única función es poner huevos. Las reinas nunca salen del nido una vez que inician su papel de reproductoras y son de tamaño más grande y tienen un abdomen más voluminoso que las otras abejas de la colonia. El resto de los individuos en el nido son obreras, que recorren todos sus espacios internos alimentando a las larvas o a la reina. Eventualmente se producen algunos machos (zánganos) y al igual que sus semejantes en las abejas melíferas, su función es buscar reinas vírgenes en otros nidos del bosque, para fecundarlas e iniciar así una nueva familia de madre e hijas.

La diversidad de las abejas sin aguijón en Golfito

A partir de las muestras depositadas en diferentes colecciones de insectos del país, junto con la información obtenida de las recolecciones hechas por los estudiantes del curso de Biología de Campo de la Universidad de Costa Rica, se puede decir que en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito se encuentran todas las especies de abejas sin aguijón propias del Pacífico húmedo de Costa Rica, que incluye la mayor parte de las abejas sin aguijón del país. Entre las especies que habitan en Golfito hay algunas que sólo se han observado en la región del Pacífico Sur o Pacífico húmedo (cantones de Aguirre, Osa, Corredores y Golfito), que encuentran allí el límite norte de su distribución en el continente (*Nogueirapis mirandula* y *Ptilotrigona lurida*).

Por otro lado, forman parte de la lista de abejas sin aguijón de Golfito especies muy propias de áreas de bosque maduro o primario, o de crecimiento secundario avanzado, tipos de vegetación ya escasos en la mayor parte de Costa Rica. El Cuadro 1 presenta las especies más comunes del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, junto con las características más destacadas de su comportamiento. Una de las diferencias más notables entre las especies de abejas sin aguijón es su grado de agresividad ante la proximidad humana. Algunas son muy tímidas y pasivas, como las de los géneros *Plebeia* y *Trigonisca*, así como la abundante *Trigona fulviventris*. Otras muestran un alto nivel de agresividad en la entrada del nido, como muchas especies del género *Trigona* y *Oxytrigona mellicolor*. Estos comportamientos reflejan diferentes estrategias para enfrentar enemigos, posiblemente vertebrados que se alimentan de las abejas o del polen y miel almacenados en los nidos (Fig. 4).

Pero de poco les sirven a las abejas estos mecanismos de defensa cuando enfrentan animales que las depredan en las flores. En Golfito, dos insectos son notables por su habilidad para capturar abejas en las plantas: la hormiga *Ectatomma* sp. y la chinche *Apiomerus* sp., llamada "chinche asesina". Ambos insectos son atraídos a las congregaciones de abejas en fuentes artificiales de alimento (miel

CUADRO 1. LAS ESPECIES DE ABEJAS SIN AGUIJÓN MÁS COMUNES DEL REFUGIO NACIONAL DE VIDA SILVESTRE GOLFITO

ESPECIE	NIDO	CARACTERÍSTICAS ESPECIALES
<i>Trigona fulviventris</i>	En la base de los árboles, en el espacio entre las raíces y el suelo. Entrada amplia.	Muy abundante. Fácil de observar en flores de muchas plantas. Forrajeo solitario. Abejas muy poco agresivas en la entrada del nido. Fácil de distinguir por su abdomen amarillo y tórax café.
<i>Trigonisca</i> sp. <i>Plebeia</i> sp.	Muy pequeños, en troncos huecos. Entrada inconspicua, sin ninguna saliente o tubo.	Abejas muy pequeñas, de aproximadamente 5 mm. Acostumbran lamer el sudor y secreciones lacrimales en busca de sales de sodio, por lo que se les llama "chupaojos".
<i>Trigona silvestriana</i>	Expuestos, grandes, de forma esférica, situados en las copas de los árboles.	Una especie relativamente grande para este grupo de abejas, con mandíbulas dentadas que le permiten cortar hojas y flores, así como defenderse cuando su nido es perturbado. Forrajea en grupos de abejas que llegan repentinamente a un recurso floral.
<i>Ptilotrigona lurida</i>	En huecos de árboles, con entrada grande tubular, hecha de cera.	Una especie agresiva, también con pequeños dientes mandibulares. En Costa Rica sólo se encuentra en el Pacífico Sur.
<i>Melipona fasciata</i>	En troncos huecos, con una entrada rodeada de proyecciones radiales hechas de barro.	Abejas con un aspecto muy semejante al de la abeja melífera común, con mucha pilosidad en el cuerpo. Capaces de emitir vibraciones para romper antenas cerradas. Se les puede ver frecuentemente recolectando partículas minerales y barro a la orilla de quebradas en el Refugio.
<i>Oxytrigona mellicolor</i>	En troncos huecos. Una amplia entrada de forma tubular, con muchas abejas posadas o volando.	Una especie muy agresiva y con un medio único de defensa: la secreción por sus mandíbulas de gotas de ácido fórmico que producen ampollas. Llamada por esto abeja "quemadora".



Figura 2. Entrada de un nido de *Lestrimelitta limao*. Como puede observarse, está muy ornamentada con túneles ciegos en forma de dedos que forman un verdadero laberinto. Esta especie es una abeja cleptobiótica, lo cual significa que se roba el alimento de otros nidos de abejas sin aguijón. FOTO DE JORGE LOBO

con agua dispersada sobre hojas) y se aproximan sigilosamente para capturarlas, apresándolas con sus mandíbulas (*Ectatomma*) o con un estilete bucal (*Apiomerus*). En ambos casos, las abejas que escapan con más eficiencia de estos ataques son aquellas especies que vuelan rápidamente, que no necesariamente son las más agresivas en la entrada del nido.

Las abejas sin aguijón: amigas y enemigas de las plantas

Las abejas dependen del polen de las plantas con flores para alimentar a sus crías, así como aprovechan el néctar, los aceites florales, la cera de las hojas y las resinas para su alimentación o para construir el nido. Las obreras más viejas de la colonia pasan la mayor parte del tiempo buscando alimento y almacenándolo en la corbícula, para después llevarlo al nido. Para encontrar este tipo de alimento, las abejas cuentan con una visión muy desarrollada, capaz de detectar hasta la luz ultravioleta, así como un fuerte sentido del olfato (desplegado a través de las antenas) y mucha memoria para recordar trayectos y lugares con buenas recompensas de alimento. Como respuesta a este comportamiento, numerosas

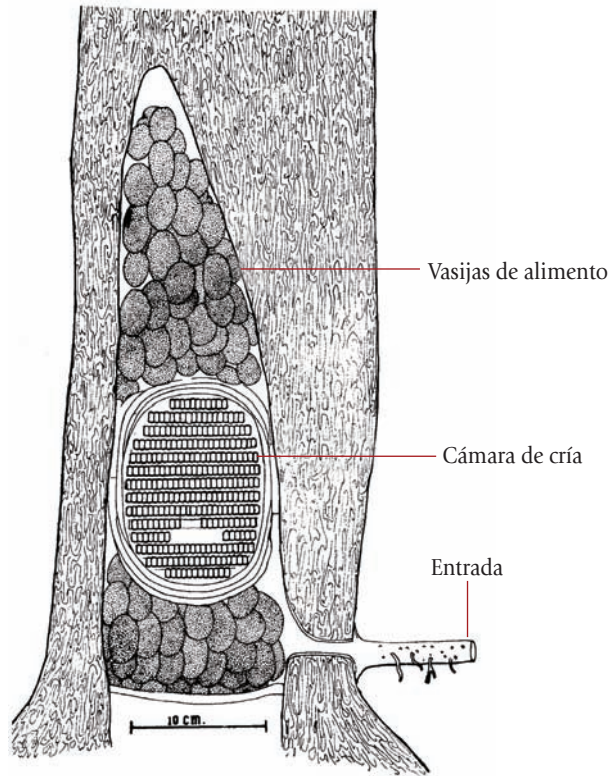


Figura 3. Esquema de un nido de la abeja sin aguijón *Tetragona dorsalis*. Se señala la entrada, la cámara de cría y vasijas de alimento (miel y polen). El nido se encuentra en el interior de un tronco hueco. TOMADO DE WILLE Y MICHENER 1973

plantas con flores despliegan señales atractivas para éstas y otra gran cantidad de abejas. Para que la polinización sea posible, las plantas deben conseguir que en su búsqueda de polen y néctar, las abejas recojan polen de la parte masculina de la flor y lo depositen en la parte femenina de una flor de otra planta de la misma especie. Esto lo hacen frecuentemente las abejas. Posiblemente las abejas sean uno de los grupos de animales más importantes para la polinización de las plantas tropicales, a juzgar por la gran cantidad de especies que son visitadas por este grupo de insectos y por la diversidad de familias de plantas representadas en las reservas de polen de los nidos.

Sin embargo, simples observaciones en el campo y estudios más detallados muestran cómo las abejas sin aguijón no siempre se comportan como buenos agentes polinizadores. En algunas especies de plantas, estas abejas utilizan sus fuertes mandíbulas para perforar las corolas y chupar el néctar, aprovechando este recurso sin visitar las partes de la flor requeridas para la polinización. Tal comportamiento se observa en el bosque de Golfito en las abejas que visitan las flores de *Passiflora vitifolia*, una especie de planta muy cercana a la granadilla, de

grandes y vistosas flores rojas. Numerosas flores de esta especie son perforadas por abejas sin aguijón de las especies *Trigona fulviventris* y *Trigona silvestriana*. Aunque estas flores son "patrulladas" por diferentes especies de hormigas atraídas a sus nectarios extraflorales, se ha observado que las hormigas no defienden eficazmente a las plantas del daño a las flores producido por las abejas. El comportamiento de "robo" de néctar se ha observado también en plantas de la especie de platanilla *Calathea lutea*, abundante a la orilla de quebradas en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito. Esta planta posee flores muy modificadas con largos tubos florales y es precisamente en la base de ellos donde se han observado individuos de la especie *T. fulviventris* perforando y succionando el abundante néctar, lo que posiblemente influya en la visita de las abejas que realmente deben realizar la polinización de estas plantas: las abejas euglosinas o abejas de las orquídeas (ver capítulo sobre las abejas de las orquídeas).

En algunas ocasiones, estas abejas no se comportan como polinizadores ni como ladronas de néctar, sino simplemente como comensales, es decir, explotan ese recurso sin perjudicar ni favorecer a la planta huésped. Tal pareciera ser el caso en la intensa actividad matutina de cuatro especies de abejas sin aguijón en flores de *Pseudobombax septenatum*, árbol común en la costa del Golfo Dulce. Las flores de *P. septenatum* se abren entre las 6 y 6:30 p.m., hora en la cual la actividad de las abejas es nula, pero comienza la actividad de potenciales polinizadores nocturnos como los murciélagos y las polillas. Las flores duran abiertas sólo una noche, pero en la madrugada continúan teniendo abundante polen y restos de néctar. A las 5 a.m. cientos de abejas sin aguijón hacen su aparición repentina, recolectando el polen que sobró de la actividad de los polinizadores nocturnos. Tal aparición repentina en horas tan tempranas hace suponer que las abejas no han dependido en este caso de abejas exploradoras que marquen el camino hacia el recurso, y que posiblemente están haciendo uso de su memoria para llegar directamente a las flores de este árbol sin mensajes químicos anteriores. Es de suponer que este comportamiento tiene poca influencia en la polinización de este árbol, ya que en la madrugada las flores ya han sido fecundadas. En otros árboles de *P. septenatum* observados cerca del pueblo de Puerto Jiménez, otras especies de abejas sin aguijón atacan las flores mordiendo los botones florales durante el atardecer, poco antes del momento de apertura de estas flores. Con esto se "roban" el polen, perjudicando la polinización de este árbol. Vemos así cómo diferentes tipos de abejas pueden jugar el papel de parásitas o de simples comensales de la misma especie de planta.

Sin embargo, estos casos de "parasitismo" o "comensalismo" de las abejas sin aguijón en las plantas con flores en realidad pueden estar beneficiando indirectamente su polinización, pues de la gran cantidad de visitas practicadas por estas abejas resultan algunas fecundaciones exitosas. Pueden también promover el cruzamiento entre individuos diferentes de la misma especie, al reducirse la

recompensa que los polinizadores efectivos están recibiendo de cada inflorescencia. Tal podría ser el caso en la platanilla *Heliconia latispatha*, supuestamente polinizada por algunas especies de colibríes, que por su largo pico y posicionamiento en las flores son capaces de depositar polen en las partes femeninas de la flor. Las abejas sin aguijón del género *Trigona* también visitan estas flores, pero por su pequeño tamaño y su costumbre de posarse en los sectores laterales de las inflorescencias, parece existir poca oportunidad de que coloquen el polen en el estigma de la flor. Sin embargo, flores de *H. latispatha* cubiertas con cajas de cedazo donde



Figura 4. Entrada de un nido de *Scaptotrigona pectoralis*, ubicado en un tronco. Estas abejas acostumbran construir largas entradas en forma de tubo, que seguramente ayudan a defender el nido de depredadores y parásitos. Esta especie es muy agresiva, aunque no pica, al igual que todas las abejas sin aguijón. FOTO DE JORGE LOBO

se excluían a los colibríes y las mariposas, resultaron tener la misma cantidad de polen en el estigma que flores abiertas expuestas a las visitas de colibríes. Es de suponer que las abejas, en sus movimientos de búsqueda de néctar, pueden llegar a depositar polen en los estigmas de estas largas flores, aunque es probable que este polen sea de la misma planta.

Otra observación interesante hecha durante el curso de Biología de Campo en Golfito, que tiene relación con los efectos de las abejas sin aguijón en las plantas que visitan, es el hecho de que numerosas abejas sin aguijón que vuelven al nido llevan en su carga una mezcla de polen de diferentes especies de plantas. En una muestra de 60 abejas de las especies *Oxytrigona mellicolor* y *Trigona fulviventris*, en las cuales se determinaron los diferentes tipos de polen contenidos en sus patas traseras, sólo dos individuos cargaban un solo tipo de polen. La mayor parte de ellas cargaba de dos a cuatro tipos diferentes y en algunos casos se observaron hasta seis tipos de polen en una carga. Estas observaciones muestran que frecuentemente las abejas visitan varias especies de plantas en un solo viaje de recolección de polen. Se podría concluir que la frecuencia con que el polen de una especie extraña es depositado en los estigmas de las flores por abejas sin aguijón es muy alta, lo cual puede estar disminuyendo las probabilidades de polinización de estas plantas. Sin embargo, la frecuencia de este fenómeno y su significado real para las plantas merece ser más estudiado.

Sin dejar de destacar el importante papel jugado por las abejas sin aguijón en la polinización de numerosas especies de plantas tropicales, es indudable que estas abejas son especies muy oportunistas y que aprovechan los recursos florales por

todos los medios posibles, muchas veces con perjuicio de la propia reproducción de la generosa planta que los ofrece.

Lecturas de referencia

Roubik, D.W. 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge University Press.

Wille, A.; Michener, C.D. 1973. The nest architecture of stingless bees with special reference to those of Costa Rica (Hymenoptera: Apidae). *Revista de Biología Tropical, Supp. 1, Vol. 21, 278 p.*

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

Alvarez, S. 2001. Hormigas asociadas a los nectarios extraflorales de *Passiflora vitifolia* (Passifloraceae): su función como defensores y su efecto en la producción de frutos.

Barrantes, K. 2001. Movimiento del polen en flores de *Pseudobombax septenatum*.

Fuchs, E. 1998. Comparación del éxito de polinización de abejas y colibríes en una planta ornitofílica, *Heliconia latispatha* (Heliconiaceae).

Goldberg, G. 2001. Estrategias de forrajeo de visitantes de *Calathea lutea* (Marantaceae).

González, R. 2000. Actividad de forrajeo y variación del tipo y composición de cargas en *Trigona fulviventris* y *Oxytrigona mellicolor* (Apidae: Meliponinae).

Puschendorf, R. 2000. Actividad de una comunidad de abejas atraídas a una fuente de alimento artificial y el efecto de algunos depredadores.

Las hormigas zompopas

Paul Hanson, Entomólogo, Escuela de Biología, UCR

Ju-Lin Weng, Bióloga, Escuela de Biología, UCR

Jorge Lobo, Genetista, Escuela de Biología, UCR

Las hormigas están entre los insectos más comunes que existen a nuestro alrededor y tienen gran importancia en la vida de todos los organismos del bosque tropical. Ocupan casi todos los espacios disponibles dentro del bosque y se relacionan mucho con las plantas y otros insectos, en sus variadísimas estrategias de alimentación. Un grupo de hormigas neotropicales es particularmente interesante por su llamativo comportamiento de alimentación, debido al cual se conocen popularmente como cortadoras de hojas o zompopas.

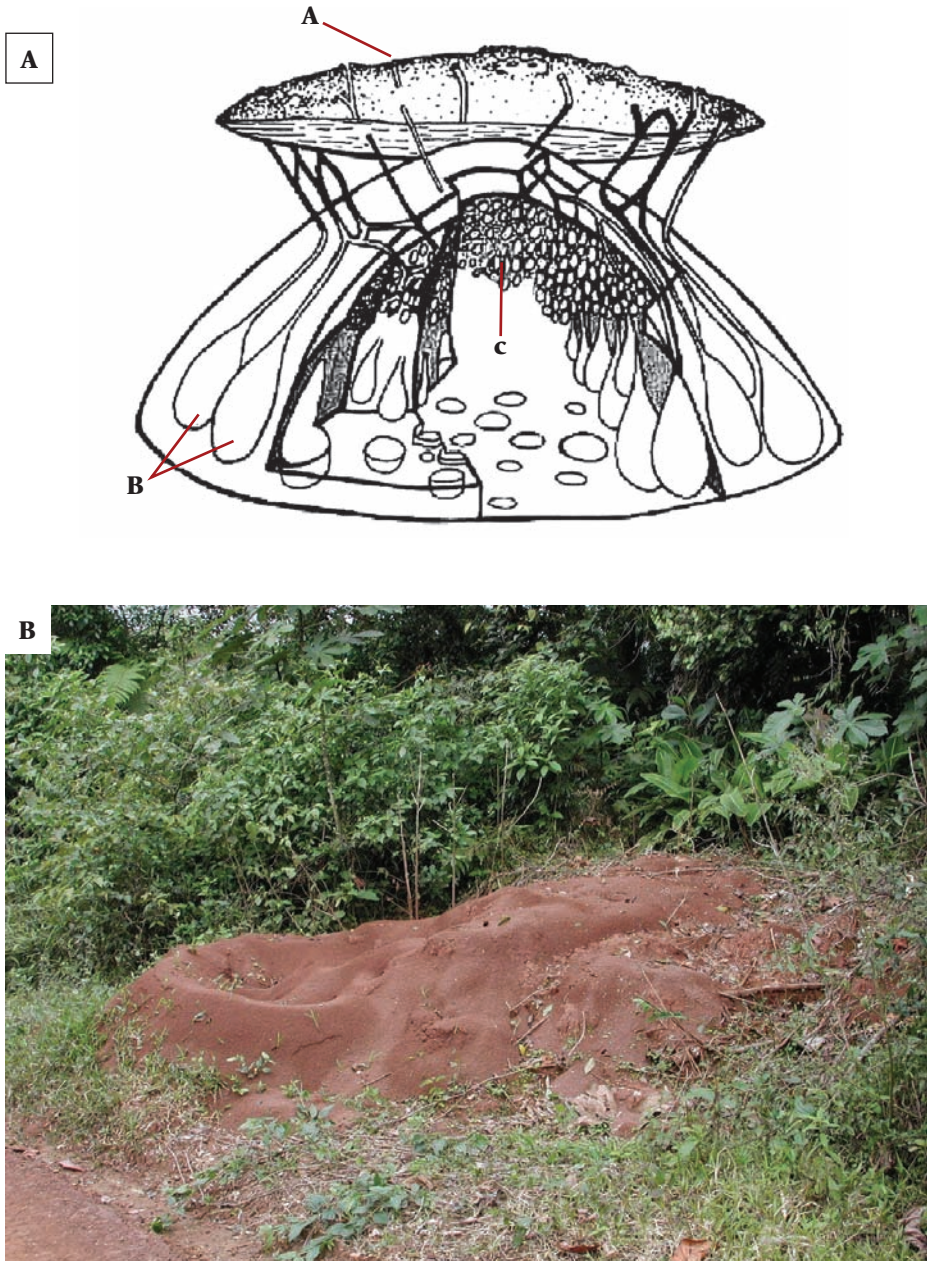
En la familia de las hormigas (Formicidae), las zompopas pertenecen a la tribu Attini, un subgrupo de la subfamilia Myrmicinae. En realidad, estas hormigas no comen hojas, lo que hacen es recolectar materia vegetal para usarla como medio de cultivo de un hongo del cual sí se alimentan. Todas las hormigas de la tribu Attini son “cultivadoras de hongos”, pero la mayoría de sus especies utilizan pedacitos de flores y frutos, insectos muertos o excrementos de otros insectos como medio de crecimiento del hongo. Las hormigas zompopas *Acromyrmex* (tres especies en Costa Rica) y *Atta* (dos especies en Costa Rica) cortan materia vegetal viva para cultivar el hongo. Además de hojas, también cortan otras partes frescas, como flores, brotes y tallos tiernos de hierbas, arbustos y hasta árboles. Entre estos dos géneros, sólo las zompopas del género *Atta* son capaces de cortar hojas frescas y esas son las que comúnmente vemos desfilar cargando trozos de hojas sobre sus cabezas, a manera de sombrillas, que muchas veces exceden el tamaño de sus cuerpos.

Los nidos

Las hormigas cortadoras de hojas prefieren anidar en el suelo, con excepciones ocasionales. *Acromyrmex* tiende a nidificar más cerca de la superficie y sus colonias son de menor tamaño (10.000 a 20.000 individuos), mientras que *Atta* suele tener nidos más profundos con colonias grandes (2 a 7 millones de individuos). La mayoría de los nidos tiene varias cámaras subterráneas (Fig. 1). La colonia casi siempre comienza con una sola reina o fundadora (Fig. 2), aunque algunas

Figura 1. Aspectos interno y externo de un nido de zompopas. A. Corte de un nido de *Atta*, mostrando la relación entre el cúmulo de tierra y las entradas en la superficie del suelo con los túneles y cámaras subterráneas con los cuales se comunican. La parte interna ocupa un espacio mucho mayor que la parte externa y está compuesta por numerosas cámaras, donde se encuentran las crías, la reina y, lo que es más importante, la masa del hongo del cual se alimenta toda la colonia. B. Aspecto externo del nido.

FOTO DE KENJI NISHIDA, DIBUJO DE JU-LIN WENG



especies pueden tener varias cofundadoras cuando la densidad de reinas es alta. Al inicio, el nido es sólo un cráter pequeño que lleva a una cámara subterránea donde vive una reina sola. Las primeras obreras que nacen utilizan bolitas de barro para construir una torre con apariencia de chimenea, sobre la entrada; esta estructura temporal sirve para impedir la entrada excesiva de agua durante las lluvias. En un año como máximo, la torre vuelve a tener la forma de cráter o montículo.

Las colonias de la mayoría de especies de *Atta* alcanzan la madurez (la producción de castas reproductivas: reinas y machos) en tres a cinco años. Algunas colonias de *Atta cephalotes* perduran hasta 20 ó 30 años; un nido maduro de esta especie puede llegar a medir 250 m² y tener 300 a 600 cámaras subterráneas, cada una de ellas con 10 a 30 cm de diámetro. La mayoría de las especies de *Acromyrmex* bota los desperdicios fuera del nido, mientras que la mayoría de las especies de *Atta* poseen cámaras especializadas para aislar los desperdicios dentro del nido. De las dos especies de *Atta* que se encuentran en Costa Rica, *Atta cephalotes* posee cámaras internas, mientras que *Atta colombica* tiene el basurero fuera del nido. Esta última especie se puede ver en el bosque del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, donde ocasionalmente se ven sus depósitos externos de basura (Fig. 3).

Mutualismo entre una hormiga y un hongo

Igual que las otras hormigas Attini, las zompopas viven en una estrecha cooperación con un hongo. *Atta* y *Acromyrmex* parecen estar asociadas a la especie *Leucoagaricus gonglyphorus*, un hongo de la tribu Leucocopriini (Agaricales: Lepiotaceae). Este hongo logra digerir el tejido de la planta y produce carbohidratos a partir de la celulosa, sustancia que las hormigas no pueden digerir. En esta simbiosis, el papel de las hormigas es proveer el material vegetal del cual se alimenta el hongo. Las hormigas remueven la cera que recubre las hojas, que resulta ser un repelente de hongos; también rompen algunas defensas químicas de las plantas que inhiben el crecimiento de hongos (compuestos secundarios) mediante las secreciones enzimáticas que agregan a los fragmentos de hojas.

Tanto adultos como larvas se alimentan del hongo que cultivan. Las obreras cosechan y alimentan a las larvas con las puntas de las hifas engrosadas (gongilidia) del hongo previamente masticadas. Esta estructura parece no tener otra función más que proveer alimento para las hormigas. El hongo mutualista provee alimento para las hormigas aún durante períodos de escasez de hojas, incrementando la tasa de producción de estafilos (conjunto de gongilidia). El hongo también proporciona esteroides a las hormigas, sustancias que actúan como precursores de las hormonas de muda y constituyentes de las membranas celulares. A cambio de estos beneficios, las hormigas mantienen al hongo virtualmente libre de competencia con otros microorganismos. Se ha observado que el hongo

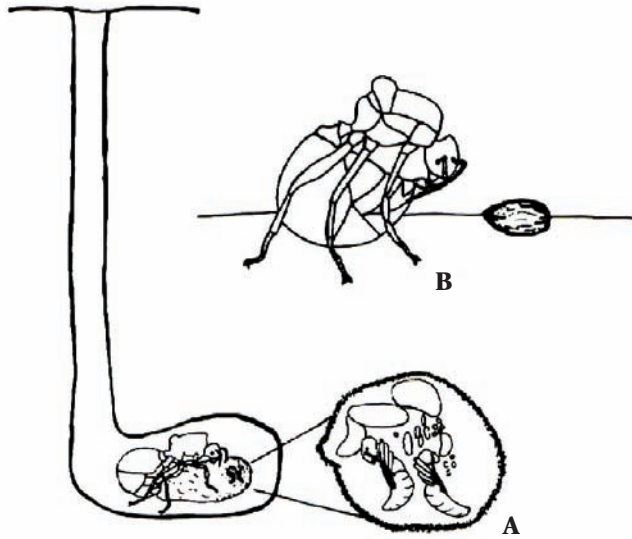


Figura 2. A. Aspecto de un nido recién fundado de *Atta*, compuesto de una sólo cámara a poca distancia de la superficie, sin ninguna protuberancia o cúmulo de tierra especial que la distinga. Se puede apreciar la primera generación de obreras en desarrollo, sobre la masa del hongo inicial que la reina ha cultivado en el nuevo nido. B. La reina fertiliza el hongo con secreciones anales y posibilita su desarrollo a partir de una pequeña muestra, que carga en una cámara especial debajo de sus mandíbulas. C. Aspecto de la reina alada, cuando sale del nido para fundar nuevas colonias. DIBUJO Y FOTO DE KENJI NISHIDA

mutualista muere rápidamente por ataques de otros hongos o bacterias si no es atendido por las hormigas. Las mismas hormigas se encargan de la dispersión del hongo mutualista a través de las reinas. Una reina inicia su propio jardín de hongos a partir de un fragmento del hongo de su jardín natal, que carga en la boca (cámara infrabucal) antes de su vuelo nupcial.

Las reinas de las zompopas copulan con uno y hasta varios machos durante el vuelo nupcial. Una vez que termina el vuelo, la reina selecciona un sitio adecuado y excava una cámara en el suelo, donde empieza la colonia y el cultivo del hongo. El proceso de cultivar el hongo no es una tarea sencilla y la labor se reparte entre obreras de diferentes castas. Las forrajeras de las zompopas llevan las hojas al nido y se las pasan a las obreras pequeñas denominadas mínimas. Las mínimas cortan las hojas en pedazos más pequeños, remueven la capa de cera y luego maceran el tejido vegetal. Después del macerado, las obreras aplican unas gotas de una secreción anal e incorporan la mezcla a los jardines del hongo. Las secreciones anales contienen enzimas y nutrientes que las hormigas obtienen de los hongos y que son redistribuidas a los mismos sustratos que sirven de cultivo para el hongo.

Las condiciones óptimas para el hongo mutualístico (25° C, pH 4.3-5.0) son también adecuadas para muchas bacterias patógenas y hongos. Sin embargo, las condiciones de acidez de los jardines repelen muchos patógenos potenciales del hongo mutualista. Esta condición es producto de las secreciones de la glándula metapleurale de estas hormigas. En todas las hormigas, las secreciones de esta glándula cubren la cutícula y las protegen de los microbios. Esta glándula es especialmente grande en las obreras pequeñas de las zompopas. Las secreciones de las glándulas metapleurales de las zompopas contienen más de 20 compuestos, principalmente ácidos carboxílicos, desde ácido acético hasta ácidos grasos de cadenas largas. Estos ácidos también tienen propiedades antibióticas. Las zompopas también utilizan bacterias mutualistas del género *Streptomyces* (Actinomycete) para combatir otros hongos invasores. Esta bacteria especialista suprime el crecimiento de *Escovopsis* (Ascomycotina: Hypocreales), un hongo parasítico virulento y especializado en el hongo mutualista de las zompopas. La bacteria *Streptomyces* también promueve el crecimiento del hongo mutualista contribuyendo con vitaminas, enzimas y aminoácidos. Esta bacteria mutualista está presente en las obreras y es dispersada también por las hormigas reinas.

Comportamiento durante el forrajeo

Las zompopas muestran un extremo polimorfismo en el tamaño de las obreras y una extensa división de labores. A pesar de que la variación del tamaño es continua, las obreras pueden ser divididas en hormigas menores (mínimas), medianas y soldados (máximas). Los soldados tienen no sólo un tamaño varias



Figura 3. Obreras de *A. colombica*, una especie de zompopa que se puede encontrar en Golfito, depositando basura en el basurero externo que tienen cerca de una de las entradas del nido. En esta labor trabajan obreras especializadas de tamaño pequeño, que acarrean a la superficie restos de tierra, hormigas muertas, hongo y otros desechos.

FOTO DE LEONORA RODRÍGUEZ

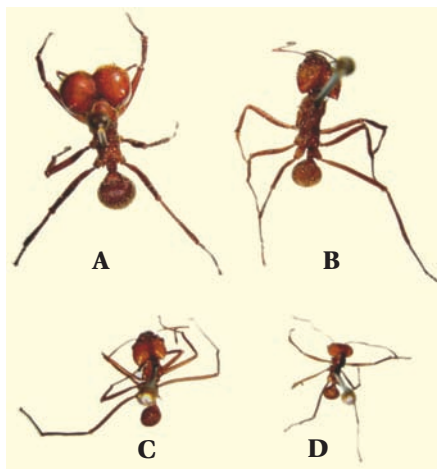


Figura 4. Aspecto de las hormigas soldado de *Atta*, comparadas con el tamaño de otras obreras. El soldado (A) se distingue especialmente por el gran tamaño de la cabeza. También se observa cómo son las obreras "medianas" (B y C) y las obreras "mínimas" (D).

FOTO DE ESTEBAN BIAMONTE

veces mayor al resto de las obreras sino que su aspecto es muy peculiar, ya que poseen una cabeza muy ancha en relación con el resto del cuerpo, además de grandes mandíbulas. La forma ensanchada de la cabeza permite a las hormigas soldados tener músculos mandibulares muy desarrollados. Generalmente permanecen dentro del nido, donde su función probablemente sea la defensa contra los depredadores vertebrados a los que pueden infligir mordeduras dolorosas (Fig. 4).

Las hormigas menores y medianas trabajan tanto adentro como fuera del nido, cargando hojas o caminando sobre los trillos del forrajeo (Fig. 5a). Como en otras hormigas, las glándulas mandibulares producen feromonas de alarma y las obreras menores parecen ser las que responden ante ellas. Se ha dicho que cuando unas moscas parásitas de insectos (Phoridae) son abundantes, las obreras menores frecuentemente se montan sobre las piezas de hojas que son cargadas por las forrajeras. Estas hormigas menores denominadas "jinetes" defienden a las forrajeras de ser parasitadas. Estas moscas fóridas son diminutas y colocan huevos sobre las obreras que están ocupadas llevando la carga, luego sus larvas parasitan a la hormiga en vida. Pero las hormigas pequeñas cumplen múltiples funciones. Otra labor no menos importante es la de procesar las hojas que llegan

transportadas por hormigas de otros tamaños al interior del nido. Los pedazos de hojas son triturados cada vez más finamente por hormigas de sucesivos tamaños dentro del nido, en una cadena de procesamiento que finaliza con las hormigas más pequeñas, que son las responsables de colocar los pedazos pequeños de hojas entre el hongo. Finalmente, las hormigas ubicadas en la escala intermedia de tamaño son las responsables del corte y transporte de la mayoría de las hojas que se trasladan al nido.

La variación de tamaño de las obreras del nido también tiene importancia en el comportamiento de selección y corta de hojas. Las zompopas cortan las hojas tomándolas del borde con las patas y trazan un corte usando su cuerpo como un compás. Las forrajeras de mayor tamaño tienden a cortar fragmentos de hojas más grandes, sin embargo, la hormiga puede variar el radio del corte al cambiar el ángulo que proyecta entre la cabeza y el tórax. En Golfito se pueden observar colonias de zompopas atacando plantas no sólo de diferente tamaño y hábito (árboles, arbustos, hierbas, helechos, etc.) sino también plantas con variaciones muy grandes en la dureza de las hojas. Cuando se comparan las obreras que cortan las hojas en árboles de naranja, que son muy duras, y las hormigas que cortan hojas en un árbol como el pilón (*Hyeronima alchornoides*, que tiene hojas mucho más suaves, se puede observar que las zompopas usan obreras más grandes en los árboles de naranja. Aparentemente las zompopas son capaces de usar obreras con mayor o menor fuerza en las mandíbulas dependiendo del grado de dureza que desean cortar. Cómo y quién toma estas decisiones son cuestiones que la investigación científica deberá resolver en el futuro.

La mayoría de las zompopas tiene un territorio de forrajeo circular. Una colonia de *A. cephalotes* podría tener un radio de forrajeo mayor de 250 m. Las obreras más grandes limpian los trillos de forrajeo ("autopistas"), removiendo malezas y obstáculos menores. Algunas veces las forrajeras apilan hojas en un sitio determinado para que las recojan otras hormigas. Algunas colonias forrajean más durante la noche, mientras que otras forrajean más de día; el ritmo diario puede variar entre las colonias y las colonias pueden cambiar el ritmo a través del tiempo. Los patrones de forrajeo diurnos son más afectados por la presencia de las moscas parasíticas.

En Golfito, se ha observado que un factor que afecta la actividad de las zompopas en los trillos de forrajeo es la temperatura. Cuando la temperatura del suelo aumenta por encima de 40° C, las hormigas tienden a botar las hojas y a devolverse por el trillo por el que iban caminando. Si la temperatura continúa subiendo, lo que ocurre durante las horas de mayor radiación solar del día, se va formando un cúmulo de hojitas que eventualmente será recogido más tarde, cuando la temperatura baje. Cambios drásticos de temperatura entre áreas sombreadas y soleadas del trillo producen cambios bruscos de comportamiento en las hormigas, estimulando la deposición de las hojas y llevando a la formación

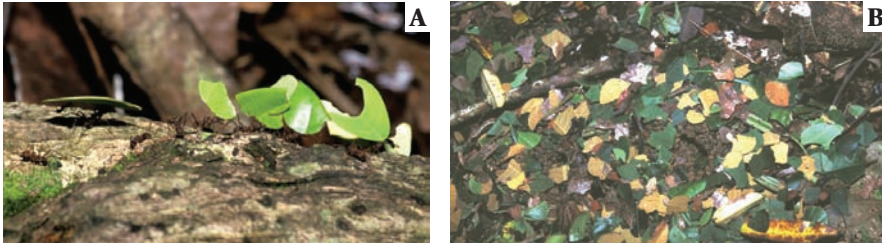


Figura 5. A. Obreras de *Atta* en un trillo de forrajeo. Las hormigas tienden a botar las hojas como respuesta a diferentes estímulos, tales como el aumento de la temperatura del suelo en sitios muy soleados. Los cúmulos de hojas resultado de este comportamiento se pueden ver en B. FOTO DE LEONORA RODRÍGUEZ

de cúmulos de hojas en el borde entre las áreas de sombra y de sol. La explicación más obvia para este comportamiento es que se trata de una respuesta de la obrera a un exceso de temperatura que pone en peligro su integridad fisiológica. De esta forma, los cúmulos de hojitas en los trillos de las zompopas, que se observan muy comúnmente en ciertas colonias (Fig. 5b), pueden ser producto de diferentes circunstancias y estrategias de alimentación de las hormigas.

Escogencia de plantas

Los hongos y las bacterias mutualistas de las zompopas tienen enzimas para digerir la celulosa y degradar compuestos secundarios, permitiendo a las hormigas utilizar una gran variedad de plantas, más que muchos herbívoros (por ejemplo, las zompopas usan más del 77% de las especies de plantas de un área). No todas las plantas que utilizan las hormigas son explotadas de la misma forma e intensidad, algunas son atacadas sólo durante ciertas épocas del año. Algunas zompopas sólo utilizan ciertos individuos de una especie o sólo hojas específicas de algún individuo. Son más selectivas con las plantas que están más lejos del nido y no tocan algunas especies que están cerca, aparentemente por ser especies cuyas hojas no son fáciles de procesar por defensas químicas o mecánicas de la planta.

La escogencia de las plantas utilizadas por las zompopas está relacionada muchas veces con la edad y dureza de la hoja y su contenido del agua. En general, *A. cephalotes* parece preferir cortar hojas jóvenes, suaves, sin epiflios (pelos que algunas hojas desarrollan sobre su superficie) y aquellas que se encuentran expuestas al sol. Las zompopas generan más daño en áreas de sucesión secundaria temprana y generalmente están en los claros del bosque. Se ha visto que en áreas de pronunciada estacionalidad, una mayor intensidad de forrajeo coincide con el pico de producción de hojas nuevas y flores. Otro factor que influye en la escogencia de la planta es la presencia de compuestos secundarios. El hongo mutualista secreta enzimas que son capaces de romper varios compuestos fenólicos presentes en

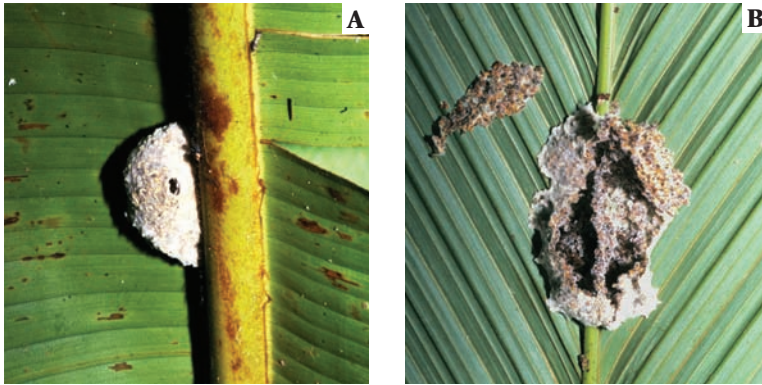


Figura 6. Nido de *Apterostigma*. A. Aspecto del nido intacto, bajo una hoja de palmera. La masa blanca es el micelio que lo recubre todo. B. Visión del interior del nido cuando se retira el micelio externo. Se puede apreciar cómo el hongo también forma paredes en el interior que separan pequeñas cámaras internas. Partículas compuestas por semillas, pedacitos de hojas y excrementos de insectos cuelgan de este micelio, colocadas allí por las hormigas como alimento para el hongo. FOTO DE LEONORA RODRÍGUEZ

las hojas, tales como taninos hidrosolubles. Pero las hormigas evitan las hojas con alto nivel de taninos condensados, a pesar de la mencionada capacidad del hongo de romper taninos. Otros compuestos secundarios, como los terpenoides, pueden ser dañinos para el hongo y repelentes para las hormigas. Las hojas con abundante látex también son evitadas por las hormigas.

La escogencia de plantas por parte de las zompopas es compleja, ya que las hojas tienen que ser tanto utilizables por las hormigas como constituir un sustrato adecuado para el hongo. Las hormigas también toman el azúcar de la savia de las plantas hospedadoras durante el corte para suplir sus necesidades energéticas, por lo que podría haber un componente gustativo en la selección. Toda esta madeja de posibilidades hace pensar que la selección de las plantas debe poseer varios pasos previos a la utilización. La aceptación final de la planta podría involucrar hasta respuestas suscitadas después del inicio del corte y transporte de los fragmentos vegetales.

Otra hormiga cultivadora de hongos en Golfito

Otras hormigas cultivadoras de hongos abundantes en los bosques húmedos de Golfito pertenecen al género *Apterostigma*. Son parientes lejanos de las zompopas y en Costa Rica existen aproximadamente siete especies. Los nidos parcialmente expuestos de estas hormigas son notorios por su coloración blancuzca. A simple vista, los nidos son semejantes a costras o bolsas blancas (1-10 cm de largo máximo) y están colgados en el envés de las hojas o en cavidades de raíces y troncos (Fig. 6). Estos nidos aéreos son frágiles, ya que la misma cubierta blanca que protege

a las hormigas está tejida por las hifas del hongo. Las hormigas recolectan piezas caídas de materia vegetal, como espinas, pétalos, estambres, semillas pequeñas y fragmentos de invertebrados como arañas e insectos, y utilizan todo ese material como sustrato de crecimiento del hongo. Sin embargo, uno de los materiales más utilizados por colonias de diferentes edades son las heces de insectos, un sustrato rico en nutrientes.

En la vegetación a lo largo de la quebrada La Gamba, en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, se observan con frecuencia nidos de *Apterostigma*. Estas hormigas prefieren nidificar en hojas largas y anchas de varias especies de palmas y platanillas. También se encuentran con frecuencia en cacaotales abandonados a las orillas de la quebrada. Las hormigas nidifican hasta dentro de frutos secos de cacao. Las colonias son pequeñas pero pueden llegar a tener cientos de individuos en su fase reproductiva. Aparentemente, una sola reproductora funda la colonia, pero una colonia madura puede contener varias hembras con diferente grado de desarrollo de los ovarios. Las colonias grandes pueden tener hasta varios nidos separados (polidómicos). A veces, varias colonias nidifican en la misma planta pero sobre hojas distintas.

Lecturas de referencia

- Currie, C.R.; Scott, J.A.; Summerbell, R.C.; Malloch, D. 1999. Fungus-growing ants use antibiotic-producing bacteria to control garden parasites. *Nature* 398: 701-704.
- Fisher, P.J.; Stradling, D.J.; Sutton, B.; Petrini, C.L.E. 1996. Microfungi in the fungus gardens of the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*: A preliminary study. *Mycol. Res.* 100: 541-546.
- Longino, J.T.; Hanson, P.E. 1995. The ants (Formicidae). *In*: Hanson, P.E.; Gauld, I.D. (eds.). *The Hymenoptera of Costa Rica*, Oxford University Press, p. 588-620.
- Wilson, E.O. 1977. *The Insect Societies*. Massachusetts, Harvard University Press, 584 p.

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

- Artavia, L.G. 2000. Relación entre la temperatura del suelo y la humedad con la formación de grupos de hojas en los caminos de *Atta colombica*, p. 153-156.
- Saborío, G. 2000. Comparación en la accesibilidad de dos especies de hormigas cortadoras de hojas del género *Atta* a plantas con diferente densidad específica, p. 247-252.
- Villavicencio, C. 1997. Polimorfismos en rasgos cuantitativos de castas en zompopas (*Atta* sp.) y relación con la división de labores, p. 165-173.
- Weng, J. 1997. Distribución y estructura de nidos de *Apterostigma* sp. (Hymenoptera: Formicidae) en vegetación riparia, p. 174-179.

Vertebrados terrestres



Los anfibios de Golfito

Federico Bolaños, Herpetólogo, Escuela de Biología, UCR

¿Qué es un anfibio?

La palabra anfibio proviene del griego y significa doble vida; se usa para referirse a cosas y seres vivos que pueden entrar y salir del agua. Los anfibios son una clase de animales vertebrados que incluyen a las ranas y sapos, salamandras y un organismo raro y poco conocido llamado cecilio, solda con solda o dos cabezas. Aunque algunos anfibios -como los cecilios- poseen escamas en la piel, en general se caracterizan por tener una piel lisa y húmeda, sin pelos ni plumas. Esta humedad se debe a la presencia de glándulas mucosas, cuya función es secretar líquidos que impregnan la piel y les permiten intercambiar sustancias con el ambiente. Muchos anfibios dependen de su piel para todo o gran parte del proceso respiratorio, aunque casi todos tienen pulmones; también absorben agua del ambiente a través de ella. Esto los obliga a vivir en condiciones en las cuales hay amplia disponibilidad de agua y por eso es frecuente encontrarlos cerca de charcos, pantanos, ríos y otras fuentes de agua. La mayor diversidad de especies de anfibios se encuentra en sitios húmedos; sin embargo, también habitan en sitios secos, utilizando escondites con mucha humedad en los períodos secos, como el suelo. La reproducción también los mantiene vinculados al agua. Muchas especies tienen huevos y larvas acuáticas, pero hay muchas excepciones (ver más adelante).

Los cecilios (Fig. 1) son un grupo de anfibios poco conocido. Viven bajo la tierra, aunque existen algunas especies acuáticas en Suramérica. Por esta razón, los cecilios perdieron las extremidades y tienen ojos vestigiales, cubiertos por piel o hueso. Su cuerpo es alargado y la cola está ausente o es reducida. Tienen un pequeño tentáculo entre el ojo rudimentario y la nariz (fosa nasal), que les sirve para reconocer las sustancias que están en el suelo. Por su apariencia, más bien parecen una lombriz de gran tamaño, ya que su cuerpo también está formado por anillos. Aunque los cecilios tienen representantes con larvas acuáticas, un gran porcentaje de sus especies carecen de esa fase del desarrollo, ya sea porque ponen huevos en condiciones terrestres o porque los mantienen en el oviducto (esta forma de reproducción se llama viviparismo). Las especies costarricenses son todas vivíparas.



Figura 1. Cecilio (*Gymnopsis multiplicata*, Caeciliidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

Las salamandras (Fig. 2) están mejor representadas en las regiones templadas y subtropicales que en los trópicos. Sólo una de las ocho familias de salamandras –llamada Plethodontidae– alcanza una diversidad alta en el trópico del Nuevo Mundo y en especial en México y Centroamérica. Las salamandras se caracterizan por tener un cuerpo alargado, con cola y cuatro extremidades igualmente desarrolladas, aunque hay unas pocas especies de Estados Unidos que sólo tienen las manos. En Costa Rica todas las salamandras son terrestres y tienen desarrollo directo, pero en otras partes del mundo hay especies con huevos y larvas acuáticas, incluso algunas alcanzan la madurez sexual como larvas y no se transforman en adultos terrestres (un fenómeno llamado neotenia).

El grupo de anfibios más diverso es el de las ranas y los sapos, el cual trataremos en detalles en este capítulo. Se caracterizan por tener un cuerpo corto, sin cuello y sin cola en los adultos. Las extremidades posteriores están más desarrolladas como una adaptación para saltar, aunque algunas especies realmente caminan. El ciclo de vida involucra, en todas las especies costarricenses, poner huevos. Los sitios donde ponen sus huevos son muy diversos. Además, no en todas las especies nace un renacuajo del huevo, ya que también hay ejemplos de desarrollo directo. Las especies que tienen larvas también utilizan una gran cantidad de tipos de cuerpos de agua, desde muy pequeños, como el agua que se acumula en las bases de las hojas, hasta ríos y lagunas.



Figura 2. Salamandra (*Oedipina alleni*, Plethodontidae).

FOTO DE GUSTAVO SERRANO

Los anfibios de Golfito

En Golfito se encuentran los tres órdenes de anfibios que existen. Los cecilios (orden Gymnophiona) tienen dos especies conocidas de la familia Ceciliidae, la única en el país. Son difíciles de observar por su vida bajo la tierra, pero ocasionalmente se ven durante épocas de mucha lluvia, ya que el suelo se satura de agua y necesitan salir a la superficie para respirar.

Las salamandras (orden Caudata o Urodela, según la referencia utilizada) están representadas por tres especies de la familia Plethodontidae, la cual logró ingresar y producir una gran diversidad de especies en el neotrópico. Dos de las especies de Golfito se pueden observar en la vegetación durante las noches, especialmente en la época lluviosa. En el día permanecen en el suelo o bajo troncos; una de las especies vive en el suelo y sólo se puede encontrar si se levanta la hojarasca y se escarba un poco.

Las ranas y sapos (orden Anura) están representados en Golfito por varias familias, con unas 40 especies en total. En Costa Rica se conocen ocho familias, de las cuales tres están ausentes en Golfito hasta el momento; pero dos de esas familias ausentes –Ranidae (las ranas verdaderas) y Microhylidae (ranas con cuello)– sí se han recolectado en otras localidades de la región del Pacífico Sur del país. Rhinophrynidae, la del conocido sapo borracho o alma de vaca, es la familia que está ausente de la zona sur de Costa Rica. Esta familia tiene una especie característica de sitios secos y en este país sólo se conoce de las partes bajas de las provincias de Guanacaste y parte de Puntarenas, llegando hasta la región de Caldera.



Figura 3. Sapo (*Bufo aucoinae*, Bufonidae).

FOTO DE ANDRÉS VEGA

Las otras cinco familias de ranas y sapos se encuentran en Golfito. Una de ellas es Bufonidae, la familia de los sapos (Fig. 3), con cuatro especies reconocidas en Golfito, aunque posiblemente haya una más que se recolectó en la región. Todos los sapos del área ponen huevos, que depositan en hileras en forma de rosario y dan origen a renacuajos, que son acuáticos. Los renacuajos, mejor conocidos como cabezones, tienden a ser muy oscuros y dan la impresión de ser negros en su mayoría. Las dos especies más comunes que se ven reproduciéndose en los ríos en los alrededores de Golfito en la época seca son *Bufo marinus* y *B. aucoinae*. La primera especie es el sapo común y corriente, que frecuenta los jardines de las casas y ocasionalmente causa problemas de envenenamiento en perros, ya que no es mentira que la “leche” que exudan es tóxica. La función de estos venenos es protegerlos de los depredadores. Se puede decir que todos los anfibios son en alguna medida venenosos. Todos tienen glándulas para la producción de venenos,

aun cuando no todos son potencialmente peligrosos para el ser humano. Cada una de las verrugas que los sapos tienen en la espalda son agrupaciones de estas glándulas, pero hay una más grande, llamada parótida, que es la principal para exudar el veneno.

La segunda especie, *B. aucoinae*, es un sapo que ha sido muy estudiado en el curso de Biología de Campo de la Universidad de Costa Rica y del cual se sabía muy poco. No existía una descripción detallada de sus renacuajos y se tenía muy poca información de su biología reproductiva. Desde 1995, cuando comenzaron las observaciones de su reproducción, la abundancia de los adultos en quebradas como Cañaza ha sido alta y la cantidad de renacuajos ese primer año fue impresionante. Esta especie aparentemente se torna de un color amarillento durante la época reproductiva, pero se han visto muy pocos adultos en la época lluviosa, cuando no se reproducen.

Otra familia que se observa comúnmente, tanto en la época seca como en la lluviosa, es la de las ranas arborícolas (Hylidae), que reciben este nombre común porque casi todas las especies viven gran parte de su vida en los árboles, aunque muchas bajan al agua para poner sus huevos. Entre sus adaptaciones para la vida arbórea están unas proyecciones en la punta de los dedos en forma de discos, así como una membrana entre ellos. Algunas especies –como *Agalychnis spurrelli*, presente en Golfito– tienen tanto tejido membranoso entre los dedos que parece que podrían planear distancias cortas, lo cual requiere ser probado con más observaciones. También en el género *Agalychnis* está la bien conocida rana verde de ojos rojos, *A. callidryas* (Fig. 4). Ambas especies ponen los huevos en la vegetación sobre agua sin movimiento, charcos o lagunas, donde caen los renacuajos para desarrollarse. En Golfito se conocen unas 10 especies de esta familia, incluyendo las dos mencionadas y otra que también pone los huevos en la vegetación sobre agua estancada. Una especie muy interesante es la rana gladiadora (*Hyla rosenbergi*), cuyo nombre común se debe a las agresivas peleas que pueden realizar los machos. Estas peleas se establecen para defender los sitios donde atraen a las



Figura 4. Rana de ojos rojos o calzonuda (*Agalychnis callidryas*, Hylidae).

FOTO DE ANDRÉS VEGA

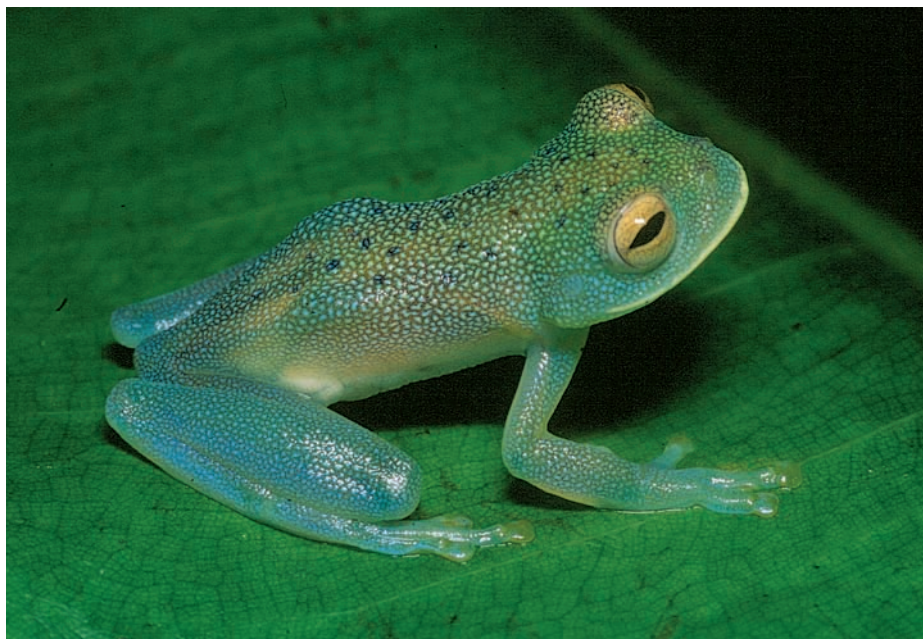


Figura 5. Rana de río (*Smilisca sordida*, Hylidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 6. Rana de vidrio (*Cochranella granulosa*, Centrolenidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 7a. *Colostethus talamancae*, familia Dendrobatidae.

FOTO DE GUSTAVO SERRANO



Figura 7b. *Dendrobates granuliferus*, familia Dendrobatidae.

FOTO DE GUSTAVO SERRANO

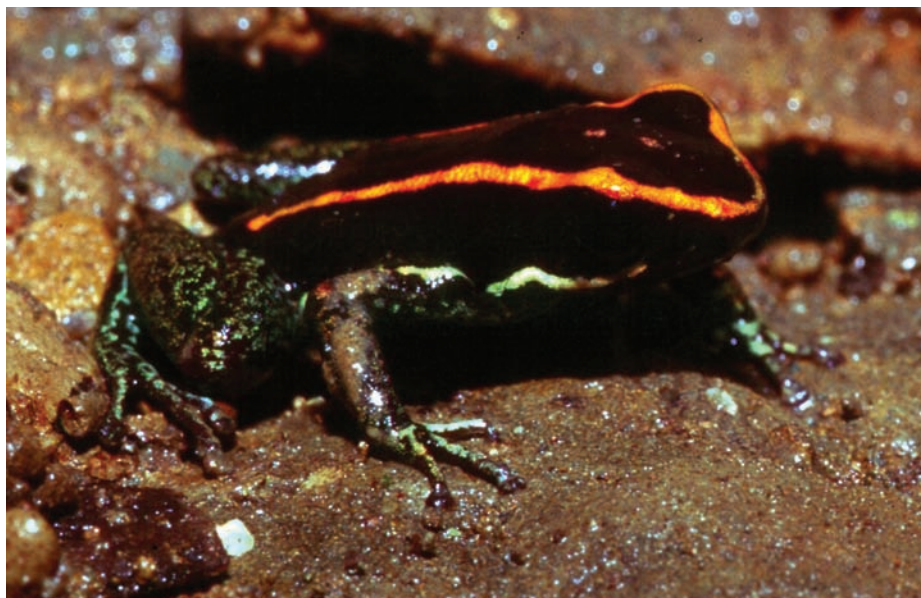


Figura 7c. *Phyllobates vittatus*, familia Dendrobatidae.

FOTO DE ANDRÉS VEGA

hembras para poner los huevos, que casi siempre son pequeñas depresiones llenas de agua, cercanas a charcos o lagunas grandes que en algún momento inundan la depresión. La rana gladiadora se encuentra cerca de áreas habitadas por humanos y su canto grave y característico (se oye como un BOP, BOP) es fácil de escuchar. La rana que se ha estudiado más en el curso de Biología de Campo es *Smilisca sordida* (Fig. 5), cuya actividad reproductiva es en la estación seca y es muy común en las quebradas de Golfito. En un experimento de orientación de los machos de esta especie, se pudo comprobar que machos capturados y liberados fueron capaces de volver hasta el sitio donde cantaban cuando se capturaron originalmente, donde permanecen por varios días.

Las llamadas ranas de vidrio pertenecen a la familia Centrolenidae y su nombre común se debe a que la parte ventral es transparente; cuando también son transparentes internamente se pueden ver los órganos (Fig. 6). En Golfito se han registrado cuatro especies de esta familia, pero es seguro que falta reconocer algunas más ya que en la zona sur del país hay otras tres especies. Todas las especies de Centrolenidae ponen sus huevos en la vegetación o rocas sobre agua en movimiento, a la cual caen los renacuajos para terminar su desarrollo. La eclosión de los huevos ocurre cuando llueve; esto es muy conveniente ya que así los peces, principales depredadores de estas ranas en su fase acuática, se confunden con la caída de las gotas y no pueden encontrar fácilmente a los renacuajos.

Hasta aquí se han descrito aspectos generales de ranas que son activas en la noche, aunque se les puede ver de día cuando se les encuentra en sus escondites. La



Figura 8. Rana de lluvia (*Eleutherodactylus fitzingeri*, Leptodactylidae). FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

única familia completamente diurna es Dendrobatidae (Fig. 7a, b y c), conocidas como ranas venenosas de dardo porque al menos dos especies son utilizadas por los indígenas de una región de Colombia para envenenar dardos y paralizar a las presas que cazan. En la zona sur hay cinco especies y todas se encuentran en Golfito. La llamada rana roja (*Dendrobates granuliferus*, Fig. 7b) es muy interesante: los machos son territoriales, ya que defienden muy activamente los sitios donde cantan para atraer hembras. Cuando una hembra selecciona a un macho, éste la dirige hasta una hoja en el suelo donde ella pone de cinco a ocho huevos. El macho cuida los huevos hasta que eclosionan y luego la hembra se encarga de cargar los renacuajos (uno ó dos por vez) en su espalda hasta un sitio con agua. Generalmente usan agua acumulada en bases de hojas como platanillas (ver capítulo “Las platanillas del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito”) o bromelias (ver capítulo “Insectos acuáticos”). En estos lugares las hembras depositan huevos no fertilizados, una o dos veces por semana, para alimentar a los renacuajos. En estos animales, como en muchos otros, los huevos no sólo sirven para criar nuevos hijos sino también para alimentar a los que ya han nacido. Aunque las especies de esta familia son más activas en la época lluviosa, dos especies del género *Colostethus* (Fig. 7a) son particularmente comunes en la época seca, en los alrededores de la quebrada La Gamba, bajando por el tajo. Todas las especies de esta familia ponen sus huevos en condiciones terrestres y algún adulto debe cargarlos hasta el agua para que terminen su desarrollo. La especie *Dendrobates auratus*, que es verde con negro, deposita sus renacuajos en sitios donde otros individuos lo hacen también y los primeros renacuajos se alimentan de los que



Figura 9. Una araña (familia Ctenidae) comiendo una rana de ojos rojos (*Agalychnis saltator*, Hylidae, especie ausente en Golfito).

FOTO DE GUSTAVO SERRANO TOMADA EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA LA SELVA

llegan después. Las especies del género *Dendrobates* (dos especies) y *Phyllobates vittatus* (Fig. 7c) son venenosas (con alcaloides). En las otras dos especies (*Colostethus*) no se han reportado venenos.

La última familia de sapos y ranas, la más diversa en el trópico americano, es Leptodactylidae. En Costa Rica, se conocen dos grupos de especies, ambos presentes en Golfito. En total, en Golfito hay 16 especies de esta familia. El primer grupo está representado por seis especies nocturnas, frecuentes cerca del agua, aún cuando carecen de membrana entre los dedos de las extremidades posteriores. Ponen los huevos en un nido de espuma que construyen con una mezcla de sustancias que libera el macho al fertilizarlos, la cual es batida por éste con sus patas al tener agarrada a la hembra durante el amplexo. El nido puede hacerse directamente en el agua, en cuerpos de agua pequeños o grandes, generalmente sin movimiento, o en condiciones terrestres en depresiones

construidas o existentes, que siempre dependen de la inundación para que sus larvas terminen el desarrollo. El otro grupo, con las 10 especies restantes, son las conocidas en la literatura en inglés como ranas de lluvia, porque algunas cantan activamente después de aguaceros tanto de día como de noche. Aunque estas 10 especies son principalmente nocturnas, es frecuente observarlas de día, cuando brincan huyendo de las personas que están por majarlas. Todas las especies de este grupo han perdido la fase de renacuajo y tienen desarrollo directo. Ponen sus huevos en el suelo o la vegetación y en algunos casos éstos son atendidos por la madre para evitar que se sequen. Todas las especies pertenecen al género *Eleutherodactylus*, siendo *E. stejnegerianus* y *E. fitzingeri* (Fig. 8) dos de las más comunes. La primera es muy abundante en la hojarasca en el bosque, la segunda es la que canta con un sonido como el chasquido al golpear dos piedras unas 7-8 veces, canto que emite frecuentemente después de los aguaceros.

Las funciones de los anfibios en el ambiente

Los anfibios son un grupo generalmente común en la naturaleza, por eso juegan un papel muy importante en el ambiente. Se sabe que los anfibios son muy importantes en la producción de biomasa en varios ecosistemas donde se ha estudiado la productividad de este grupo. Esto los convierte en importante fuente de alimento para muchos animales, en especial varios reptiles, aves y mamíferos; sin embargo, también son alimento para algunos invertebrados como arañas, por ejemplo (Fig. 9). Se sabe de pocos animales que se especialicen en comer ranas, pero algunas serpientes son capaces de alimentarse incluso de especies venenosas sin que tengan mayor problema.

La otra función importante que tienen los anfibios es la de controlar las poblaciones de animales de los cuales se alimentan. Los anfibios son principalmente insectívoros en sus formas adultas, como ranas y sapos, sin embargo, se puede decir que se alimentan de cualquier animal que les pase por delante y les quepa en la boca; aunque rechazan como alimento muchos organismos de mal sabor o tóxicos. En las ranas y los sapos, los renacuajos son herbívoros en su mayoría. Los anfibios son una importante fuente de alimento tanto para peces como para invertebrados acuáticos. En los cursos de la Universidad de Costa Rica se han hecho observaciones en las cuales los langostinos se alimentan de los renacuajos en las quebradas.

Lecturas de referencia

Savage, J.M. 2002. The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna Between Two Continents, Between Two Seas. Chicago, The University of Chicago Press.

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

Aguilar, F. 1995. Comparación de dos métodos de muestreo para evaluar la diversidad de la herpetofauna del mantillo, p. 84-90.

Arias, H. 1997. Interacciones depredador-presa en poblaciones de renacuajos de tres especies de anuros en una quebrada, p. 78-84.

Artavia, L.G. 2000. Herpetofauna de mantillo comparando un bosque y un cacaotal en tres años, p. 3-7.

Brenes, R. 1998. Fidelidad de percha de *Smilisca sordida* (Anura, Hylidae), en la Quebrada Cañaza, Golfito, p. 150-159.

Cartín, A. 1999. Comparación de la herpetofauna de mantillo entre un cacaotal y un bosque maduro intervenido, p. 37-40.

- Chaves, G.A. 1995. Patrones de canto y distribución de individuos de *Smilisca sordida* (Anura, Hylidae), p. 138-146.
- Chaves, O.M. 1999. Patrones de orientación y navegación en la rana *Smilisca sordida* (Anura, Hylidae), p. 41-46.
- Fallas, E. 2001. Comparación de la actividad diurna y nocturna de una población, y caracteres morfológicos de dos poblaciones aisladas de *Eleutherodactylus fitzingeri* (Leptodactylidae) en Golfito, p. 153-157.
- Fallas, E. 2001. Herpetofauna de mantillo en un bosque y un cacaotal comparando cuatro años, p. 53-56.
- Frenkel, C. 1997. Herpetofauna de mantillo en una zona de bosque y un cacaotal, p. 61-65.
- Hilje, B. 2001. Efecto de la disponibilidad de agua sobre la diversidad de la herpetofauna, p. 63-66.
- Méndez, M. 1997. Análisis del comportamiento y actividad de canto de *Colostethus flotator* (Dendrobatidae) en la Quebrada La Gamba, p. 47-51.
- Méndez, M. 1997. Análisis de la estructura de canto, tamaño poblacional y preferencia de percha en *Smilisca sordida* (Hylidae) en una quebrada, p. 127-133.
- Meuche, I. 2001. Agregación de renacuajos de *Bufo melanochloris* (Anura, Bufonidae) con relación a algunos factores abióticos y bióticos, p. 189-193.
- Rodríguez, L. 1999. Variación morfológica y acústica en el sapo *Bufo melanochloris*, p. 209-214.
- Rojas, J. 2000. Factores que influyen en la orientación de escape de *Bufo melanochloris* (Anura: Bufonidae), p. 133-138.
- Sánchez, C. 1999. Distribución espacial y tamaño de los individuos de una población de *Bufo melanochloris*, p. 97-102.
- Segura, S. 1995. Preferencia por sitios que aumenten el éxito reproductivo en *Bufo melanochloris* (Anura, Bufonidae) en la Quebrada Cañaza, Golfito, Puntarenas, p. 176-183.
- Solís, S. 2000. Fidelidad, orientación y ubicación de percha en *Smilisca sordida*, (Anura, Hylidae), p. 253-257.
- Ugalde, C. 1995. Distribución diferencial en machos de *Bufo melanochloris* para el aprovechamiento del hábitat de la Quebrada Cañaza, Golfito, Puntarenas, p. 184-188.
- Valverde, R. 1999. Relación de algunos factores abióticos con la densidad de renacuajos de *Bufo melanochloris*, p. 225-230.
- Vargas, J. 1998. Distribución y condición de preferencia de *Bufo marinus*, *B. melanochloris* (Bufonidae) y *Smilisca sordida* (Hylidae) en una quebrada, p. 67-75.

Los reptiles de Golfito

Federico Bolaños, Herpetólogo, Escuela de Biología, UCR

¿Qué es un reptil?

Muchos animales que se clasifican como reptiles arrastran su cuerpo cuando se mueven, de ahí viene el nombre de su clase, pues la palabra reptar significa arrastrarse. Esta característica no es distintiva de todas las especies, algunas realmente se levantan con sus extremidades para caminar o correr. Dentro de los reptiles actuales se encuentran las tortugas, los escamados (que incluyen a las lagartijas, las serpientes y las lagartijas ciegas), los cocodrilos y los tuátaras (dos especies con aspecto de iguana de Nueva Zelanda).

Los reptiles se caracterizan por tener escamas en la piel, aunque no en todos los grupos les cubren todo el cuerpo. Las escamas son estructuras de la piel, pero a diferencia de las escamas de los peces, que se producen en la capa más interna (dermis), las de los reptiles se originan en la capa más externa (epidermis). Además de las escamas, tienen pocas glándulas en la piel, lo cual limita la pérdida de agua en los adultos. Estas dos características son una razón importante de por qué son el primer grupo de vertebrados verdaderamente adaptado a la vida en la tierra. Sin embargo, esto también se debe a que sus huevos tienen las adaptaciones necesarias para ser depositados en condiciones terrestres. Una característica importante del huevo de los reptiles es la presencia de cáscara, que aunque no evita totalmente la desecación sí lo protege contra daños mecánicos que podrían afectar el desarrollo. Más importante posiblemente es el origen de tres membranas durante el desarrollo, una de ellas, el amnios, envuelve al embrión y está llena de agua. Los reptiles entonces, en vez de poner sus huevos en el agua, ponen el agua dentro del huevo. Todos los reptiles tienen desarrollo directo y están obligados a fertilizar los huevos dentro de la hembra y la fertilización debe ocurrir antes de que el huevo tenga cáscara.



Figura 1. Una tortuga jicotea (*Chrysemys ornata*, Emydidae).

FOTO DE ANDRÉS VEGA

Diversidad de los reptiles

Aquí se cubrirán solo los órdenes presentes en Costa Rica, luego se presentan las especies de Golfito. Las tortugas (orden Testudines o Testudinata, según la referencia utilizada, Fig. 1.) se caracterizan por un cuerpo corto y cubierto por un caparazón. El caparazón es producto de la modificación de muchas estructuras del esqueleto. En el dorso, se debe principalmente a la modificación de las vértebras y costillas para cubrir el cuerpo. También las escamas se modifican en grandes placas que forman una cubierta externa fuerte. En el vientre, se debe más bien a la modificación de elementos de hueso de la misma piel. Las tortugas, igual que las aves, tienen su boca modificada en un pico sin dientes. Todas las tortugas ponen huevos, los cuales generalmente son enterrados en el suelo. Los machos tienen un órgano para copular, igual que en mamíferos y cocodrilos, que recibe el nombre de pene.

Los escamados (orden Squamata, Fig. 2.) incluyen tres grupos, cuando uno se refiere a sus formas de vida. Estos grupos son las lagartijas, las serpientes (o culebras) y las poco conocidas lagartijas ciegas (anfisbenios), ausentes en Costa Rica aunque presentes en Panamá. En el pasado, estos tres grupos se reconocían como subórdenes, pero hoy se clasifican en forma conjunta porque sus relaciones no permiten separarlos; más bien tanto las ciegas como las serpientes son grupos especializados de lagartijas. Lagartija es un nombre confuso en la literatura y en muchos países se les llama lagartos, un nombre que en Costa Rica se utiliza para cocodrilos (ver adelante) o dragones. Como indica el nombre del orden



Figura 2. Escamados de Costa Rica. A. Lagartija (*Coleonyx mitratus*, Eublepharidae, del bosque seco); B. Serpiente (*Nothopsis rugosus*, Colubridae). FOTOS DE GUSTAVO SERRANO

(Squamata), los escamados tienen el cuerpo cubierto totalmente por escamas y éste es generalmente alargado, llegando a su máximo en las serpientes. Muchas especies de este grupo perdieron las extremidades: todas las serpientes (aunque algunas tienen vestigios), algunas lagartijas (aunque en Costa Rica todas tienen las cuatro extremidades, pero al menos una especie tiene reducción en la cantidad de dedos) y casi todas las lagartijas ciegas (sólo un género tiene las manos). También hay reptiles con veneno; las serpientes son las que tienen más especies con veneno y las que representan un problema importante de salud humana. Mucha gente cree



Figura 3. Perro zompopo (*Thecadactylus rapicauda*, Gekkonidae). FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 4. Escorpión coral (macho de *Diploglossus bilobatus*, Anguidae). FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

que algunas lagartijas son tóxicas, como la llamada perro zompopo (Fig. 3) y el escorpión coral (Fig. 4); pero en todo el mundo sólo una familia con dos especies es venenosa, ambas reciben el nombre de monstruo de gila y se encuentran desde el sur de Estados Unidos hasta Guatemala. En Costa Rica, a pesar de las diferentes creencias, no hay ninguna especie de lagartija venenosa. Todos los escamados cambian su piel (lo que generalmente se conoce como muda). Para la cópula, los machos tienen un órgano intromitente doble (usan solo uno) con el nombre

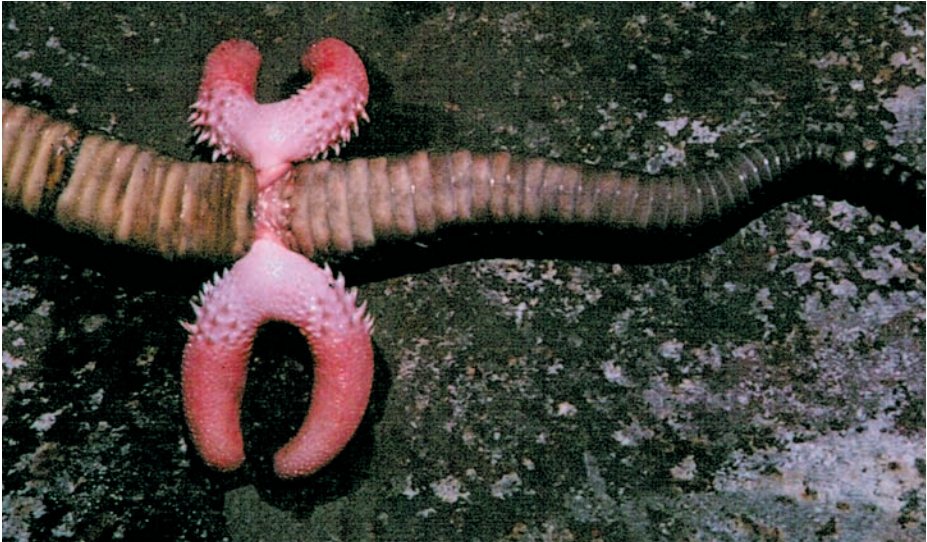


Figura 5. Órgano intromitente (hemipenes de los escamados) de la serpiente cascabel del bosque seco de Costa Rica (*Crotalus durissus*, Viperidae). FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

de hemipenes (Fig. 5.). Los huevos no tienen albúmina (la clara) y cuando son puestos generalmente es en el suelo sin mucha protección, aunque algunas especies los entierran y en otras la madre los cuida. Muchas especies no ponen huevos, son vivíparas, y hay ejemplos en los que existe el mismo tipo de unión madre-embrión que ocurre en los mamíferos mediante el uso de la placenta.

Los cocodrilos (orden Crocodylia, Fig. 6) incluyen a los lagartos, con los conocidos guajipales o caimanes (familia Alligatoridae) y el lagarto blanco o amarillo (familia Crocodylidae). En India y China se encuentran los gaviales (Gavialidae). Son animales adaptados para vivir gran parte de su vida en el agua, donde buscan alimento y pareja. Su cola es comprimida lateralmente y tienen entre los dedos una membrana para facilitar la natación. También, y esto se relaciona con la vida en el agua y el mantenimiento de la temperatura en el cuerpo, tienen un corazón que funcionalmente es parecido al de las aves y los mamíferos, con cuatro cámaras o cavidades para bombear la sangre a las diferentes partes del cuerpo. Dos de esas cavidades tienen comunicación, lo cual les permite regular cuando el corazón funciona con tres o con cuatro cámaras. En otros reptiles y anfibios, el corazón tiene tres cavidades. Los huevos son puestos en la tierra, el lagarto blanco los entierra y el guajipal hace un promontorio con materia vegetal en descomposición. En ambas especies los padres cuidan los huevos. Para la fertilización de los huevos dentro de la hembra el macho tiene un órgano que también se llama pene.



Figura 6. Cocodrilo, lagarto blanco (*Crocodylus acutus*, Crocodylidae). FOTO DE MÓNICA SPRINGER

Tortugas

Los tres órdenes de reptiles de Costa Rica se encuentran en Golfito y el más diverso es el de los escamados. En Golfito se conocen tres especies de tortugas, dos de las tres tortugas candado (familia Kinosternidae, Fig. 7) y la jicotea (familia Emydidae), que es la tortuga que se vende en los acuarios, aunque la mascota más común es la subespecie de Colombia. Las jicoteas de Costa Rica tienen una coloración más café que verde. También para la región se conocen la tortuga lagarto o mordedora (familia Chelydridae) y al menos una tortuga marina: la tortuga lora (familia Cheloniidae). Las tortugas, ecológicamente, se pueden dividir en tres grupos: terrestres, de agua dulce y marinas. El segundo y el tercer tipo están presentes en el país. Las terrestres no, aún cuando sí se conocen fósiles. Entre las tortugas de agua dulce hay especies que pasan largos períodos de tiempo en la tierra, aunque siempre buscan charcos, lagunas o ríos para desarrollar gran parte de sus actividades. De las tres especies conocidas en Golfito, las dos tortugas candado son las que más se observan en tierra. La jicotea es más bien una especie acuática y se puede ver asoleándose en troncos que sobresalen en la superficie de ríos grandes. Con frecuencia, las tortugas se usan como mascotas sin que se les proporcionen las condiciones apropiadas para vivir. Es por eso que muchas personas consideran que estas tortugas son terrestres. Esta es una noción falsa, ya que las tortugas que se tienen como mascotas se ven obligadas a sobrevivir en la tierra, pero en realidad necesitan un ambiente acuático para un adecuado desarrollo.

De las ocho especies de tortugas marinas que se conocen en el mundo, seis anidan en las costas de Costa Rica. En la zona sur se sabe de la anidación de



Figura 7. Tortuga candado (*Kinosternon leucostomum*, Kinosternidae). FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

cuatro especies, pero solo la tortuga lora está reportada anidando en las playas del Golfo Dulce. Muchas tortugas tienen importancia económica, ya sea porque se usan como mascotas o como fuente de alimento. Varias especies de tortugas se utilizan como alimento, pero en Costa Rica las tortugas marinas son las preferidas, especialmente por el consumo de sus huevos.

Lagartijas

Como se dijo anteriormente, los escamados son el grupo de reptiles que más especies tienen en cualquier parte del país. Aquí se tratarán las lagartijas separadas de las serpientes, aunque en la actualidad se prefiere unir ambos grupos. En Golfito se conocen nueve de las 11 familias de lagartijas, con un total de unas 30 especies. En la familia de los gekos (*Gekkonidae*) hay siete especies, de las cuales *Hemidactylus frenatus* (Fig. 8) y *Gonatodes albogularis* (Fig. 9) son muy abundantes. La primera es una especie introducida, de hábitos nocturnos y comunes dentro de edificios, que se reportó por primera vez en el país hace unos 10 años. Los machos, principalmente, emiten un sonido relacionado con la atracción de las hembras, que suena como el chasquido al chocar dos piedras. La segunda especie es diurna, característica por la coloración llamativa del macho, que tiene la cabeza anaranjada, el cuerpo negro azulado y la punta de la cola blanca; se pueden encontrar en las cercanías de edificios, pero son más comunes en árboles grandes en zonas abiertas. En un trabajo realizado en los cursos de Biología de Campo en Golfito, se demostró que los machos son más agresivos ante individuos que se parecen a ellos y no responden tanto a otras



Figura 8. Lagartija introducida (*Hemidactylus frenatus*, Gekkonidae). FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 9. Lagartija de cabeza anaranjada (*Gonatodes albogularis*, Gekkonidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 10. Garrobo (*Ctenosaura similis*, Iguanidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

coloraciones. A la lagartija conocida como perro zompopo (*Thecadactylus rapicauda*) se le teme mucho por creerse que es tóxica, pero es inofensiva. En esta familia (Gekkonidae) muchas especies son de actividad nocturna y producen sonidos para la comunicación entre los individuos.

En la familia Iguanidae se encuentran la iguana (*Iguana iguana*) y el garrobo (*Ctenosaura similis*, Fig. 10). Ambos tienen una dieta principalmente herbívora cuando son adultos y por su gran tamaño se utilizan como alimento en muchas partes del país. El consumo de su carne es muy común, aunque también se consumen los huevos, que se encuentran dentro de las hembras. El garrobo puede ser plaga en algunos cultivos. La iguana siempre vive cerca de fuentes de agua y tiene una buena capacidad para nadar; en Golfito se ha observado cruzando desde Pueblo Civil –centro de la ciudad– hasta sitios como Puntarenitas y Playa Cacao.

La familia Corytophanidae incluye los llamados jesucristos (género *Basiliscus*, Fig. 11, con dos especies) y el cherepo (*Corytophanes cristatus*, Fig. 12). Se caracterizan por tener crestas. En los *Basiliscus* las crestas están muy desarrolladas sólo en los machos y ocupan parte de la cabeza, el dorso y la cola. En los *Corytophanes* la cresta se presenta en ambos sexos, pero sólo en la cabeza. Los jesucristos reciben ese nombre porque viven cerca de fuentes de agua y al escapar de peligros son capaces de correr sobre el agua. Entre las lagartijas, el cherepo es uno de los mejores ejemplos de la estrategia de moverse muy poco, que constituye tanto un mecanismo de defensa como de búsqueda de alimento (el acecho de sus presas); para los depredadores es difícil identificarlo como alimento si no se mueve, pero



Figura 11. Jesucristo (*Basiliscus basiliscus*, Corytophanidae).

FOTO DE ANDRÉS VEGA



Figura 12. Cherepo (*Corytophanes cristatus*, Corytophanidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

al mismo tiempo los insectos de los cuales se alimenta no detectan el peligro y el cherepo los sorprende de un brinco.

Los gallegos (familia Polychridae) son el grupo de lagartijas más diverso en Costa Rica. En Golfito hay siete especies, pero se puede esperar la presencia de cinco más. Los machos de todas las especies tienen una papada (Fig. 13), que extienden



Figura 13. Papada de gallego (*Norops cupreus* de Guanacaste, Polychrotidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

para comunicarse con otros individuos mediante despliegues. La función principal de este comportamiento es atraer hembras durante la época de reproducción, pero también les sirve para demarcar su territorio. La especie *Norops polylepis* (Fig. 14) es muy común en los bosques de Golfito, donde se observa brincando entre los arbustos. En un trabajo realizado en un curso de la Universidad de Costa Rica se encontró que las hembras y los machos adultos están más en la vegetación, mientras que los juveniles se encuentran más en el suelo.

Las chisbalas o chirbalas (Fig. 15) pertenecen a la familia Teiidae. En Golfito hay tres especies conocidas, pero en toda la región debe haber una más. Con respecto a su actividad, son lo contrario de lo mencionado para el cherepo, ya que como estrategia de escape y búsqueda de alimento sus movimientos son rápidos. Estas lagartijas son muy activas en días soleados y se les ve moviéndose entre sitios donde el sol incide en el suelo, para calentarse y mantener sus altos niveles de actividad. En días nublados casi no salen de sus escondites, porque no pueden calentarse para mantener su actividad. En dos trabajos hechos en los cursos de la UCR, se determinó que *Ameiva quadrilineata* se encuentra en sitios abiertos, igual que *A. festiva*, pero esta última está más en sitios con algo de sombra. La especie que más se ve en el bosque es *A. leptophrys*.

La familia Gymnophthalmidae incluye algunas de las lagartijas que reciben el nombre de lucias, lisas o chisbalas lisas y en la región de Golfito hay tres especies. Se ven en la hojarasca del bosque, donde realizan muchas actividades entre las hojas. Con estos nombres comunes también se conocen dos especies de la familia Scincidae, donde *Shenomorphus cherriei* (Fig. 16) es la más común en los bosques de Golfito. En la familia Anguidae se encuentra el escorpión coral, todavía no



Figura 14. Gallego (*Norops polylepis*, Polychrotidae).

FOTO DE ANDRÉS VEGA



Figura 15. Chisbala (*Ameiva festiva*, Teiidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

reportado en Golfito pero conocido allí. Muy interesante es *Coloptychon rhombifer*, una especie que durante mucho tiempo no se observó y de la cual se recolectó recientemente un ejemplar en el área del barrio Hong Kong.

La familia Xanthusiidae incluye una especie de la zona, *Lepidophyma reticulatum* (Fig. 17), de la que no se conoce el nombre común. Esta es una especie de hábitos nocturnos que también se considera, erróneamente, venenosa. Su reproducción es muy interesante. Al observarse las poblaciones, se pudo comprobar que los machos no existen, todos los individuos son hembras. Estas producen huevos que sin ser fertilizados se desarrollan como nuevos individuos, un fenómeno conocido como partenogénesis. Además, el huevo se desarrolla dentro de la madre, que pare a sus crías ya desarrolladas, un fenómeno llamado viviparismo.



Figura 16. Lucia (*Sphenomorphus cherriei*, Scincidae).

FOTO DE GUSTAVO SERRANO

Serpientes

En Golfito, las serpientes están representadas por casi 40 especies, pertenecientes a cinco de las nueve familias que hay en Costa Rica. De todas las especies de Golfito, sólo siete son venenosas. Las boas (familia Boidae) incluyen a tres de las cuatro especies del país, no tienen veneno, son vivíparas y pueden comer presas de gran tamaño. La boa o bécquer (*Boa constrictor*, Fig. 18) es una especie muy conocida y alcanza tamaños de hasta cinco metros. Las otras dos especies se pueden encontrar en el bosque o en zonas abiertas, pero tienden a ser más comunes en manglares o cerca de ellos y reciben el nombre de boas de manglar, en especial *Corallus hortulanus* (Fig. 19) y *Epicrates cenchria*, que recibe el nombre de boa arco iris en la literatura. Una especie de culebra relacionada con las dos anteriores es *Ungaliophis panamensis* (familia Ungaliophiidae), de la cual se sabe muy poco y se recolectó recientemente en la región. Las serpientes de estas dos familias se consideran especies con muchas características antiguas; especialmente las boas, en las cuales es posible observar vestigios de las extremidades posteriores, como una pequeña proyección cerca de la abertura anal. Asimismo, los dos pulmones de las boas son funcionales, mientras que en el resto de las culebras el pulmón izquierdo se perdió, como un cambio relacionado con su cuerpo alargado.

La familia Colubridae es la más diversa en el país (con más de 100 especies). En Golfito se conocen 25, pero en la región hay unas 20 más. Esta es una familia con



Figura 17. Lagartija vivípara (*Lepidophyma reticulatum*, Xantusiidae). FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 18. Boa, bécquer (*Boa constrictor*, Boidae). FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

una variabilidad muy grande de formas, tamaños y colores. En ella se encuentran todas las especies que se conocen como falsa coral, que poseen coloraciones tipo coral (con anillos o bandas, incluyendo los colores amarillo o blanco, negro y rojo) pero no son venenosas ni peligrosas para el ser humano. De hecho, esta familia incluye muchas especies venenosas, pero no son peligrosas para los humanos. Es muy probable que la mayoría de las especies que se observan en la naturaleza pertenezcan a esta familia, por la cantidad de especies que posee. Todas



Figura 19. Boa de manglar (*Corallus hortulanus*, Boidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

sus especies ponen huevos, con pocas excepciones. Los huevos, de forma alargada, son puestos en el suelo sin mayor protección. Una especie común es la bejuquilla (*Imantodes cenchoa*, Fig. 20), que se alimenta de ranas y lagartijas; otra es la toboga gata (*Leptodeira septentrionalis*, Fig. 21) que se alimenta de ranas o de sus huevos.

Las serpientes de la zona que son peligrosas para el ser humano pertenecen a dos familias: Elapidae, que en el Nuevo Mundo incluye a las corales (dos especies conocidas para Gólfito, pero en la zona hay tres) y la serpiente de mar (solo hay una especie en el Nuevo Mundo y se conoce del Golfo Dulce). En el Viejo Mundo, esta familia de serpientes venenosas está representada por las cobras y las mambas, entre otras. Las corales (género *Micrurus*, Fig. 22) de la zona se caracterizan por poseer tres colores (rojo, amarillo o blanco y negro). La organización de estos colores, por sus iniciales, forma la palabra RANA (rojo-amarillo-negro-amarillo), un patrón que difiere de la secuencia más común en las corales no venenosas o falsas corales, que es RNAN o sólo con dos colores. Las corales ponen huevos y se alimentan de vertebrados alargados, en especial otras culebras. La serpiente de mar (*Pelamis platurus*, Fig. 23) tiene una coloración llamativa y contrastante, amarillo y negro. Es muy venenosa, pero no se considera un problema de salud humana por los pocos accidentes reportados. Se alimenta de peces y es vivípara.

La otra familia es Viperidae, que tiene las serpientes más problemáticas para la salud humana, las llamadas tobogas en general. En la zona se conocen cuatro especies: la terciopelo o rabo amarillo (*Bothrops asper*, Fig. 24), la bocaracá



Figura 20. Bejuquilla (*Imantodes cenchoa*, Colubridae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 21. Toboba gata (*Leptodeira septentrionalis*, Colubridae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 22. Coral venenosa (*Micrurus alleni*, Elapidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 23. Culebra de mar (*Pelamis platurus*, Elapidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 24. Terciopelo (*Bothrops asper*, Viperidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 25. Bocarácá (*Bothriechis schlegelii*, Viperidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 26. Tamagá (*Porthidium nasutum*, Viperidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

(*Bothriechis schlegelii*, Fig. 25), la tamagá (*Porthidium nasutum*, Fig. 26) y la plato negro (*Lachesis melanocephala*, Fig. 27). Las más importantes en salud humana son la terciopelo y la plato negro. La terciopelo es la más común de las serpientes venenosas y de todas las serpientes en general. La plato negro es posiblemente la más tóxica para el ser humano, aún cuando los accidentes no sean tan comunes. En los cursos de la UCR, por razones obvias, no se han realizado trabajos con serpientes, pero es impresionante la cantidad de terciopelos que se han observado en muchas oportunidades. En la estación seca son particularmente comunes los terciopelos juveniles en las quebradas, donde se alimentan de ranas como *Smilisca sordida*. Todos los vipéridos de Costa Rica son vivíparos, excepto las dos especies del género *Lachesis* (la cascabel muda o mata buey del Atlántico y la plato negro de la zona sur), que ponen huevos.

Finalmente, los cocodrilos están representados en Golfito por las dos especies que tiene el país: el caimán (*Caiman crocodilus*, Fig. 28) y el cocodrilo (*Crocodylus acutus*). El primero se encuentra en cualquier sitio de agua dulce, pequeñas o grandes lagunas y ríos. El segundo está presente en los manglares y cerca del mar.



Figura 27. Plato negro (*Lachesis melanocephala*, Viperidae).

FOTO DE ALEJANDRO SOLÓRZANO



Figura 28. Caimán, guajipal (*Caiman crocodilus*, Alligatoridae).

FOTO DE MÓNICA SPRINGER



Figura 29. Zopilota, víbora de sangre (*Clelia clelia*, Colubridae). A. Adulto comiéndose una terciopelo. B. Juvenil.

FOTOS DE ALEJANDRO SOLÓRZANO

Las funciones de los reptiles en el ambiente

Los reptiles son importantes depredadores de muchos seres vivos. En Costa Rica, la mayoría de las especies de tortugas son omnívoras (comen tanto vegetales como animales). Las lagartijas son especialmente depredadoras y por sus tamaños pequeños casi todas se alimentan de insectos; aunque garrobos, jesucristos e iguanas tienden a ser más herbívoros cuando son adultos. Todas las serpientes son carnívoras y por su tamaño son importantes controladoras de mamíferos pequeños, como ratas y ratones, pero muchas están especializadas en comer ranas y sapos, otras serpientes y algunos invertebrados. Cabe destacar a la zopilota (*Clelia clelia*, Fig. 29a), que se alimenta principalmente de terciopelos cuando es adulta y se podría considerar una de las culebras más beneficiosas para el ser humano. Como juveniles, las zopilotas se consideran serpientes muy tóxicas y reciben el nombre de víboras de sangre (Fig. 29b). Los cocodrilos son depredadores de animales grandes e incluso pueden llegar a utilizar el ser humano como alimento.

Lecturas de referencia

Savage, J.M. 2002. The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna Between Two Continents, Between Two Seas. Chicago, The University of Chicago Press.

Trabajos realizados en el curso "Biología de campo" de la Escuela de Biología de la UCR

- Aguilar, F. 1995. Comparación de dos métodos de muestreo para evaluar la diversidad de la herpetofauna del mantillo, p. 84-90.
- Artavia, L.G. 2000. Herpetofauna de mantillo comparando un bosque y un cacaotal en tres años, p. 3-7.
- Cartín, A. 1999. Comparación de la herpetofauna de mantillo entre un cacaotal y un bosque maduro intervenido, p. 37-40.
- Chaves, G.A.; Rodríguez, B. 1995. Distribución de la comunidad de lagartijas (Squamata, Sauria) con relación al agua en el Refugio de Vida Silvestre Naranjal, Golfito, p. 37-39.
- Fallas, E. 2001. Herpetofauna de mantillo en un bosque y un cacaotal comparando cuatro años, p. 53-56.
- Frenkel, C. 1997. Tamaño poblacional, proporción de individuos y escogencia de perchas en *Norops polylepsis*, p. 111-116.
- Hilje, B. 2001. Efecto de la disponibilidad de agua sobre la diversidad de la herpetofauna, p. 63-66.
- Hilje, B. 2001. Actividad y comportamiento de tres especies de lagartijas simpátricas del género *Ameiva* (Teiidae), p. 175-188.
- Retana, M. 1999. Comportamiento agresivo en machos de *Gonatodes albogularis* (Sauria: Gekkonidae) ante la presencia de modelos, p. 203-208.

La avifauna de Golfito

Johel Chaves, Ornitólogo, Escuela de Biología, UCR
Gilbert Barrantes, Ornitólogo, Escuela de Biología, UCR
Ana Pereira, Ornitóloga, Sede Guanacaste, UCR

Biogeografía de la avifauna del Pacífico sur de Costa Rica

Tradicionalmente, la avifauna de Costa Rica se ha dividido en cuatro regiones biogeográficas: zona de alta montaña, Atlántico, Pacífico Norte y Pacífico Sur. El Pacífico sur, que abarca desde el río Tárcoles hasta el oeste de Panamá, es la región con bosque lluvioso basal con el mayor número de especies endémicas de Costa Rica. Esto, sumado a la alta riqueza de especies, hacen de esta región una de las zonas avifaunísticas de mayor interés en el Neotrópico. Golfito, por sus características topográficas y biológicas, incluye gran parte de la riqueza biológica y la mayoría de las especies endémicas presentes en la región Pacífico sur.

La mayoría de las aves terrestres del Pacífico sur de Costa Rica tienen mayor afinidad con la avifauna de Suramérica. Esto sugiere que los ancestros de estas especies se originaron o evolucionaron en Suramérica, posiblemente en la región amazónica, y llegaron a Costa Rica poco después de su formación, hace aproximadamente siete millones de años. Diferentes eventos geológicos, como la elevación de la Cordillera de Talamanca, dividieron estas poblaciones ancestrales en dos partes, una que se distribuyó a lo largo de la parte baja de la vertiente Atlántica y la otra que quedó restringida al Pacífico sur. La avifauna de la región sur de Costa Rica, adaptada a las condiciones del bosque lluvioso tropical, quedó aislada, rodeada por zonas de bosque mucho más seco en ambos extremos de su distribución (bosque seco en el este en Panamá y al noroeste el bosque tropical seco de Costa Rica).

Este aislamiento es posiblemente el factor más importante que ha determinado el alto endemismo en la región de Golfito y sus alrededores, no solo de la avifauna sino de otros organismos. Por otra parte, la Cordillera de Talamanca separa el bosque lluvioso del Pacífico del bosque lluvioso del Atlántico. Aislamientos de este tipo pueden dar origen a especies nuevas (evolución de especies), cuando las poblaciones originales permanecen aisladas durante mucho tiempo. Así, especies



Figura 1. Hembra de *Trogon massena*, una de las especies de aves frugívoras grandes comunes en los bosques de Golfito.

FOTO DE CÉSAR SÁNCHEZ

de aves como *Amazilia decora* y *A. amabilis*, *Carpodectes antoniae* y *C. nitidus* posiblemente se originaron de esta forma en el Pacífico sur de Costa Rica.

El bosque de Golfito y en general de la región Pacífico sur es uno de los bosques con mayor cantidad de especies de plantas en el Neotrópico. Muchas de estas especies dependen de una u otra manera de las aves para su reproducción y supervivencia. En particular, un grupo relativamente grande de plantas es polinizado por aves en estos bosques, y cerca del 60% de los árboles y casi el 100% de los arbustos requieren de las aves para dispersar sus semillas. Otro grupo de aves que parece jugar un papel importante en los bosques tropicales son las aves insectívoras. Estas aves depredan una gran cantidad de insectos, muchos de los cuales son herbívoros que pueden llegar a eliminar un gran número de plantas de diferentes especies, particularmente en sus etapas juveniles.

En este capítulo describiremos algunos aspectos de historia natural de tres grupos de aves: las que se alimentan de néctar (nectarívoras), las que se alimentan de frutos (frugívoras) y las que se alimentan de insectos (insectívoras). Seleccionamos estos grupos de aves porque consideramos que ellas están más directamente relacionadas con aspectos como la dispersión, el establecimiento y la regeneración de plantas en los bosques de la región, posiblemente los más amenazados de Costa Rica.



Figura 2. Hembra de *Pipra coronata* bañándose. Esta ave ingiere una gran cantidad de frutos, principalmente en el borde y los claros del bosque. FOTO DE CÉSAR SÁNCHEZ

Aves nectarívoras

Este grupo incluye aves cuya principal fuente de alimento es el néctar de las flores, aunque también capturan insectos y arañas pequeñas pues necesitan ingerir cierta cantidad de proteínas. Hay dos grupos de aves que regularmente utilizan las flores como fuente de alimento; son muy diferentes en su forma de alimentación, sus características físicas y su comportamiento, por eso los presentamos por separado.

Colibríes

En Golfo, igual que en el resto del continente americano, los colibríes o gorriones son las aves nectarívoras por excelencia. Los colibríes tienen adaptaciones para extraer el néctar de las flores y la forma del vuelo es quizás la principal. Al volar batiendo sus alas varias veces por segundo, estas aves pueden permanecer estáticas en el aire mientras extraen el néctar. Su pequeño tamaño les ayuda a volar de esta manera. Otras adaptaciones son un pico muy largo con relación al tamaño del cuerpo y una lengua también larga cuyo extremo es como un pincel fino. Este tipo de pico le permite introducirlo en flores alargadas y con su lengua puede absorber el néctar con gran facilidad.



Figura 3. *Mionectes oleagineus* es un ave frugívora común en el sotobosque de los bosques de la región.

FOTO DE ESTEBAN BIAMONTE



Figura 4. *Cyanocompsa cyanoides* es un habitante común de los bosques de la región, donde se alimenta de frutos, semillas e insectos.

FOTO DE ESTEBAN BIAMONTE

Existen dos tipos de colibríes: los ruteros y los territoriales. Los ruteros tienen una ruta más o menos definida dentro del bosque, la cual recorren varias veces al día. Dentro de esta ruta hay varias plantas con flores. Los territoriales, por el contrario, permanecen en un área determinada, que por supuesto incluye flores, la cual defienden de otras aves nectarívoras.

La mayoría de los colibríes poliniza las flores al transportar involuntariamente polen de una flor a otra. Las plantas atraen a estas aves por medio del néctar, que es dulce y rico en energía. Al introducir sus picos en las flores para extraer el néctar, los colibríes se cubren la cabeza y el cuello con el polen de esas flores, además dejan granos de polen de otras flores en esas flores visitadas. La polinización de una flor permite que de ésta se forme un fruto con semillas, las cuales posibilitan la reproducción de la planta.

Los colibríes son un grupo abundante en los bosques y áreas semiabiertas en Golfito. Por lo tanto, como es de esperar, son responsables de la polinización de un grupo grande de plantas en estos bosques. Así, especies de árboles como el cerillo (*Symphonia globulifera*; Clusiaceae), un gran número de arbustos (e.g., *Palicourea* spp., *Psychotria* spp.; Rubiaceae) y hierbas (e.g., *Heliconia* spp.; Heliconiaceae) dependen de los colibríes para su polinización.

Otras aves nectarívoras

Existe un grupo de aves, llamadas mieleros, picudos o trepadores, que también incluyen néctar en su dieta. Su principal fuente de alimento son los frutos, aunque también ingieren insectos para suplir las necesidades proteicas. Al contrario de los colibríes, los mieleros no presentan adaptaciones tan claras para extraer el néctar de las flores. El pico de estas aves es largo como el de los colibríes, sin embargo, su lengua no es tan eficiente para absorber el néctar. Además, los mieleros no pueden mantenerse estáticos en el aire, por lo que deben pararse (percharse) en la flor o cerca de ella para obtener el néctar.

Estas aves son capaces de polinizar algunas flores, pues al introducir sus picos se cubren la cara y el cuello con granos de polen y los pueden transportar de una flor a otra. Sin embargo, muy probablemente no son polinizadores tan eficientes como los colibríes pues no visitan tantas flores por día como lo hacen éstos.

Otras aves se alimentan ocasionalmente de néctar. Caciques (*Icterus* sp.), yigüirros (*Turdus* sp.) y hasta pájaros carpinteros (e.g., *Melanerpes* sp.) buscan flores para extraer néctar. Sin embargo, éstas no presentan adaptaciones en el pico o la lengua para realizar esta función, por lo que generalmente rompen las flores para alcanzar el néctar. Este comportamiento impide la polinización de la flor y el posterior desarrollo de frutos y semillas. Por lo que estas aves actúan como "ladrones de néctar", ya que destruyen las flores sin tocar las anteras, que son las estructuras donde se produce el polen.

Aves frugívoras

Las aves frugívoras se alimentan principalmente de frutos, aunque por lo general complementan su dieta con insectos, pequeños vertebrados y ocasionalmente néctar. Este es un grupo muy importante de aves, ya que muchas de las semillas que ingieren son transportadas lejos de la planta productora. Esta dispersión es de primordial importancia para las plantas, ya que las semillas pueden ser depositadas en sitios apropiados para su germinación. La diseminación de semillas ha cobrado un gran interés en la actualidad, debido al alto grado de deforestación al que nos estamos enfrentando. La sobreexplotación maderera y la expansión de la frontera agrícola han dejado grandes áreas deforestadas, las cuales pueden llegar a recuperarse naturalmente, gracias al transporte de semillas desde las áreas boscosas hacia aquellas zonas carentes de vegetación. Para tomar en cuenta las diferentes estrategias alimentarias que tienen estas aves, dividimos los frugívoros en tres subgrupos: frugívoros grandes, frugívoros pequeños que ingieren frutos enteros y frugívoros pequeños que machacan los frutos antes de tragarlos.

Otras aves, aunque incluyen frutos en su dieta, deben ser consideradas depredadoras de semillas. Estas aves destruyen las semillas antes de tragarlas, como sucede con loras y pericos, o en el estómago, una vez que los frutos o semillas han sido ingeridos, como hacen las palomas.

Frugívoros grandes

Este grupo de aves lo constituyen especies como trogones (*Trogon* spp.), tucanes (e.g., *Ramphastus* spp.), pavas y pavones (e.g., *Crax rubra*). Al llegar a un árbol o arbusto con frutos maduros, estas aves ingieren los frutos o semillas enteros y una vez saciados se alejan del lugar. Por lo tanto, la mayoría de las semillas son depositadas a cierta distancia del árbol productor. Esta es una característica importante, ya que las semillas que son depositadas bajo la copa del mismo árbol, así como las plántulas que germinan allí, sufren una mortalidad muy alta por depredación, patógenos o competencia.

La distancia a la cual las semillas son transportadas depende de tres factores: el tamaño de la semilla, si la semilla es defecada o si es regurgitada. Las semillas pequeñas tardan más tiempo en pasar por el tracto digestivo del ave, por lo que la probabilidad de ser transportada a mayor distancia y en diferentes hábitats es mayor. Por su parte, algunas aves (e.g., trogones) tienen la capacidad de regurgitar las semillas grandes, así eliminan un peso innecesario. Estas semillas casi siempre son depositadas cerca del árbol productor, aunque por lo general fuera de la copa. Otras especies, como tucanes, pavas y pavones, son incapaces de regurgitar las semillas grandes, por lo que pasan por el tracto digestivo y son posiblemente transportadas a mayor distancia que las semillas regurgitadas.



Figura 5. *Campylorhamphus pusillus* es un ave que come insectos que se encuentran en el musgo y la corteza de los árboles en bosques maduros. FOTO DE ESTEBAN BIAMONTE

Frugívoros pequeños

Dentro del grupo de los frugívoros pequeños existen dos estrategias: las aves que ingieren los frutos enteros y aquellas que los machacan antes de tragarlos. Esto tiene consecuencias directas sobre la reproducción de las plantas. Aves como los saltarines (e.g., *Pipra* spp.) ingieren los frutos enteros y, al igual que los frugívoros grandes, una vez saciados se alejan de la planta productora y depositan las semillas lejos de ella. Por el contrario, algunas tangaras (e.g. *Tangara* spp.) machacan los frutos en la misma planta antes de tragarlos; así la mayoría o todas las semillas son tiradas bajo la sombra de la misma planta. Este comportamiento puede afectar severamente la reproducción de la planta, debido a la alta mortalidad que sufren las semillas y plántulas que se desarrollan bajo ella.

Aves insectívoras

Pocas aves se alimentan exclusivamente de insectos. La mayoría de aves insectívoras de Costa Rica ingieren insectos, arañas y alacranes, pero también cantidades variadas de frutos, néctar y hasta pequeños vertebrados. En la categoría de aves insectívoras incluimos todas aquellas especies que se alimentan mayoritariamente de insectos.



Figura 6. *Onychorhynchus coronatus* es una de las aves de la región que se alimentan principalmente de insectos.

FOTO DE CÉSAR SÁNCHEZ

Aves como los gavilanes y lechuzas, o las gallinas de monte, consumen muchos insectos grandes como esperanzas, pero también comen lagartijas y ratones, por lo cual no se consideran típicas aves insectívoras. Los martín pescadores también consumen insectos acuáticos que capturan en ríos y lagunas, pero su principal fuente de alimento son los peces y renacuajos. Las aves que consideramos en esta sección se alimentan por lo general de insectos y otros artrópodos de tamaño pequeño, más pequeños que una cucaracha doméstica común.

Las aves que consumen artrópodos varían en su morfología externa y además utilizan diferentes técnicas para cazar sus presas. Las técnicas para cazar tienen relación con la morfología del ave y con el sitio donde se alimenta. Por ejemplo, algunas cazan al vuelo, otras cazan entre las hojas y otras en el agua. Hay aves que sólo se alimentan en el suelo, mientras que otras únicamente lo hacen en las copas de los árboles. Por este motivo, presentaremos a continuación las aves insectívoras según la forma en que capturan su alimento.

Captura mediante salidas desde perchas

Esta es la técnica que utilizan los pecho amarillos que se encuentran en casi cualquier parte del país. Estas aves buscan un sitio donde pararse, llamado percha, que les permita observar a sus presas. Las perchas pueden ser ramas, troncos

caídos, piedras y hasta cables eléctricos, telefónicos o antenas de televisión, según la especie. La técnica consiste en ubicar un insecto que pase volando cerca (pueden ser 10-15 metros o hasta más), hacer un vuelo directo hacia el insecto para capturarlo y regresar a la misma percha. Cuando estas aves capturan una presa generalmente la golpean contra la percha, para atontarla o para arrancarle las alas antes de engullirla. Ejemplos de estas aves que podemos encontrar en Golfito son los mosqueros o pecho amarillos, los saltarines y los cuyeos, aunque estos últimos no golpean la presa contra la percha. Además, existe un tipo de pájaros llamados gorriones de montaña o jacamares que se especializan en capturar mariposas y libélulas mediante salidas desde perchas. En los bosques de Golfito es común encontrar gran cantidad de alas de mariposas bajo la percha de una de estas aves.

Captura durante el vuelo

Dos grupos de aves de apariencia similar cazan insectos en el aire mientras vuelan, son las golondrinas y los vencejos. Estas aves pasan casi todo el día volando y rara vez se perchan, algunas incluso duermen en el aire mientras planean. Las golondrinas y los vencejos capturan insectos voladores en el aire, como hormigas y termitas aladas. Estas aves, al ubicar un grupo de estos insectos, revolotean entre ellos con el pico abierto o persiguen a uno en particular hasta atraparlo con el pico. Su pico es muy corto pero se puede abrir mucho, como la boca de un sapo, lo cual les facilita capturar los insectos en vuelo. En los cielos de Golfito es fácil observar estas aves, pero es difícil distinguir los insectos que capturan pues vuelan a gran altura o son muy pequeños.

Búsqueda entre el follaje

Hay varios tipos de aves que se alimentan de los artrópodos que encuentran entre hojas secas arrolladas, musgos, plantas epífitas o simplemente en el follaje de los árboles. Estas aves se alimentan en los árboles o arbustos, ya sea en las partes bajas o en las copas. Básicamente, estas especies pasan las horas del día escudriñando todos los sitios posibles donde podrían encontrar insectos adultos o larvas y arañas. Aves de este tipo rara vez se posan en el suelo y la mayoría sólo pueden habitar en bosques poco alterados por humanos. En Golfito hay varias especies de caciques (e.g., *Cacicus* sp.), trepamusgos (e.g., *Xenops* sp.) y trepabalos (e.g., *Lepidocolaptes* sp.) que utilizan esta técnica para encontrar su alimento. Muchas de estas especies se encuentran únicamente en los bosques del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito. Otras especies, como las reinitas (e.g., *Dendroica* spp.) y el bobo chiso (*Piaya cayana*), se pueden observar en bosques alterados y bosques secundarios.

Búsqueda entre la madera

Los pájaros carpinteros, a diferencia de las demás aves, perforan la madera para buscar larvas o artrópodos adultos que habitan bajo la corteza, para lo cual utilizan su fuerte pico. Estos pájaros golpean muy fuerte y rápidamente la madera para hacer agujeros. Un cartílago que se encuentra entre la base del pico y el cráneo amortigua los golpes, evitando que afecten el cerebro del ave.

Búsqueda en el suelo

Así como hay aves que prefieren los árboles para alimentarse, hay otras que prefieren alimentarse en el suelo o cerca del suelo. Estas aves revuelcan la hojarasca buscando artrópodos o capturan los que están entre las raíces expuestas o en el follaje y el musgo que están cerca del suelo. Las aves que se alimentan en el suelo no están bien adaptadas para percharse en ramas y por lo tanto es raro verlas en los árboles. En Golfito, la mayoría de estas especies viven solo en los bosques, como los hormigueros (e.g., *Formicarius* sp.) y los soterrés (e.g., *Thryothorus* sp.).

Seguir hormigas arrieras

Existe un grupo de aves que cuando encuentran enjambres de hormigas arrieras las siguen para alimentarse. Estas hormigas son depredadoras muy eficientes de artrópodos y pequeños vertebrados que habitan cerca del suelo o en la hojarasca, sólo ocasionalmente suben a los árboles. Las aves no se alimentan de las hormigas, sino de los artrópodos que tratan de escapar. Cuando estas aves se alimentan en los enjambres de hormigas cambian por lo general su técnica de cacería, pues simplemente se perchán y se lanzan sobre el artrópodo que tengan más cerca. Dentro de los seguidores de hormigas más regulares están los pájaros hormigueros (de ahí su nombre), varias especies de trepapas, pájaros bobo, gallinas de monte, algunos pecho amarillos y soterrés. En estos grupos de aves encontramos tanto especies que normalmente se alimentan en los árboles como especies que generalmente comen en el suelo. Dentro de los bosques de Golfito hay enjambres de hormigas arrieras, sin embargo, son mucho más abundantes en el Parque Nacional Corcovado.

Estado actual de la avifauna de Golfito

El pueblo de Golfito tiene la particularidad de estar rodeado en su mayor parte de bosques relativamente poco alterados. Esos bosques son parte del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, que ha logrado conservarlos hasta la actualidad. Estos bosques constituyen un refugio para las especies de aves que no pueden vivir en áreas deforestadas o que dependen del bosque para alimentarse o anidar, como los tucanes, los zopilotes rey, las pavas y muchas otras especies



Figura 7. *Arremon aurantirostris* se ve con frecuencia en el suelo de los bosques de Golfito buscando insectos, frutos caídos y semillas. FOTO DE ESTEBAN BIAMONTE

menos conocidas. Los bosques de Golfito y de la Península de Osa son los últimos reductos extensos de bosque tropical muy húmedo de la costa pacífica de Centroamérica. En estos bosques, como ya se mencionó, existen especies de aves únicas, que no se encuentran en ninguna otra parte del mundo.

La existencia del bosque tropical muy húmedo poco alterado y la zona costera con sus manglares ha permitido el establecimiento de una avifauna muy diversa en esta zona. En la Península de Osa habitan cerca de 400 especies de aves, de las cuales alrededor de 20 se encuentran únicamente en el Pacífico Sur de Costa Rica. La mayoría de estas especies se puede encontrar en Golfito, pero los ecosistemas de este lugar están amenazados. Los asentamientos humanos en los alrededores y aún dentro del área boscosa ejercen presión sobre el área protegida. Durante los cursos de Biología de Campo se comprobó la existencia de cacería ilegal en los bosques del refugio. Este tipo de cacería es muy difícil de controlar por las autoridades y puede llevar a la desaparición de algunas especies del área. Un ejemplo claro del efecto de la cacería en Golfito es la disminución en la abundancia de los pavones. Estas aves son raras en el área a pesar de ser abundantes en el vecino Parque Nacional Corcovado. La captura de pericos, loras y otras aves “de jaula” puede tener el mismo efecto. La disminución drástica de las lapas rojas en todo el país es un aviso de lo fácil que es acabar con una especie por satisfacer la vanidad de



Figura 8. *Hylopezus dives* se alimenta de insectos grandes, arañas y ocasionalmente pequeños vertebrados que captura en el piso de los bosques densos. FOTO DE CÉSAR SÁNCHEZ

tener un ave en la casa. Actualmente sólo quedan poblaciones de lapas rojas en los parques nacionales Corcovado y Carara y en algunas áreas de Guanacaste.

La cacería ilegal amenaza a especies particulares de aves en la zona, pero la deforestación y la contaminación tienen un efecto negativo sobre una gran cantidad de especies. La destrucción y la fragmentación de los bosques tiene como consecuencia que las especies de aves que dependen de esos hábitats no puedan sobrevivir en lo que queda de ellos, por lo que tienden a desaparecer y ser sustituidas por especies tolerantes de las áreas abiertas, como los zanates (*Quiscalus mexicanus*). Los bosques de Golfito están rodeados de potreros, plantaciones y edificaciones, por esta razón la presión que existe sobre las áreas boscosas es muy grande. Hemos encontrado áreas deforestadas recientes y aún casas dentro de los bosques del refugio, lo cual es un claro indicio de que el área podría ser severamente fragmentada en el futuro, como ocurre en otras regiones del país. En la zona costera y en los manglares es notoria la degradación por efecto de la contaminación y la deforestación. El manglar que se encuentran en los alrededores del Depósito Comercial está fragmentado y contaminado con gran cantidad de desechos sólidos que se observan a simple vista. Los desechos plásticos, como los sujetadores de los famosos "six-pack" de cervezas o refrescos, pueden causar la muerte de aves marinas si éstos se les enredan en el cuello. El manglar de La Purruja está menos alterado, sin embargo, es contaminado regularmente con vertidos químicos de empresas curtidoras de cuero cercanas y

vertidos domésticos. El efecto de esta contaminación aún no se ha investigado, pero probablemente es muy negativo ya que en los ríos del Valle Central donde se vierten este tipo de desechos la disminución en la cantidad de especies de peces, ranas, insectos y aves que se alimentan de ellos ha sido notoria.

Podemos concluir que, en la actualidad, la avifauna de Golfito es muy diversa y que la mayoría de especies que habitan los bosques y manglares probablemente no están amenazadas a corto plazo. No obstante, si se disminuye o fragmenta el área boscosa por efecto de la intervención humana, las poblaciones de especies sensibles a la alteración podrían disminuir drásticamente, como ha ocurrido en otras áreas boscosas mucho mejor protegidas, como la estación biológica La Selva en Sarapiquí. En las zonas boscosas aledañas a Golfito (la Península de Osa), el bosque ha sido fragmentado legal e ilegalmente por la extracción de madera y la expansión de la frontera agrícola. Es necesario ejercer un control más estricto sobre los bosques del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, si realmente se quieren preservar las poblaciones de aves que aún quedan.

Preservar los ambientes naturales y sus especies no sólo es importante desde el punto de vista biológico sino también económico. El turismo "ecológico" ha sido una alternativa económica importante para las comunidades cercanas a las áreas protegidas, como Tortuguero, Monteverde, Sarapiquí y Cahuita. Explotar turísticamente la zona de Golfito en forma adecuada podría contribuir a disminuir la presión que existe sobre los bosques y los animales del refugio, así como aliviar parcialmente los problemas de empleo que existen en la zona desde el abandono de la compañía bananera (que fue la que inició la conservación del área) y que han sido parcialmente solucionados con el establecimiento de Depósito Comercial. Por último, la destrucción de los bosques llevaría a la eliminación de las fuentes de agua, un factor que afectaría económicamente la región en todos los sentidos.

Lecturas de referencia

Stiles, G.; Skutch, A. 1989. A guide to the birds of Costa Rica. Cornell University Press, 511 p.

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

Arias, V.; Rodríguez, B. 1995. Dispersión de semillas por aves y murciélagos hacia áreas abiertas en un sector de la Reserva de Golfito, p. 46-51.

Barboza, M. 1998. Número de frutos consumidos y tasa de remoción en frutos de *Miconia* (Melastomataceae) por parte de aves frugívoras, p. 17-24.

Bermúdez, E. 2001. Comportamiento de forrajeo y uso de microhábitat de Parúlidos migratorios y residentes en un Manglar, p. 123.

- Chavarría, G. 1998. Consumo de frutos de *Piper friedrichsthalii* (Piperaceae) por parte de aves y murciélagos, p. 112-117.
- Chaves, J. 1997. Comparación de la avifauna en bosque primario y bosque secundario, p. 71-76.
- Estrada, E. 1997. Afluencia de colibríes a inflorescencias de *Heliconia danielsiana* (Musaceae) y *Calathea lutea* (Marantaceae) en el Refugio de Vida Silvestre Golfito, Costa Rica, p. 42-46.
- López, L. 2000. Relación entre la estructura del fruto de *Stemmadenia donnell-smithii* (Apocynaceae) y los posibles dispersores de sus semillas, p. 79-84.

Los murciélagos de Golfito

José Manuel Mora Benavides, Mastozólogo, Escuela de Biología, UCR

Historia natural de los murciélagos

La mayoría de las palabras que significan “murciélago” en diferentes idiomas hacen alusión a criaturas nocturnas relacionadas con ratones o, en muchos casos, con aspectos diabólicos o brujería. Lo único cierto de todo esto es que los murciélagos son criaturas nocturnas, pero no guardan una relación cercana con los ratones y no tienen nada que ver con brujerías ni cosa parecida. Los murciélagos son mamíferos, es decir, se distinguen por tener el cuerpo cubierto de pelo y alimentar a sus crías con leche producida por glándulas especializadas. Estas glándulas se llaman mamarias y como son exclusivas le dan el nombre a la clase, a todo el conjunto de animales que llamamos mamíferos y que técnicamente se conocen como Clase Mammalia.

Entre los mamíferos, los murciélagos poseen una condición exclusiva: la capacidad de volar. De hecho, junto con las aves, son los únicos vertebrados actuales verdaderamente voladores. Para poder volar, los murciélagos tienen una mano especializada convertida en ala, debido al alargamiento de los dedos y a la existencia de una membrana que los une, llamada patagio (Fig. 1). Claro está que, para poder volar y además hacerlo durante la noche, los murciélagos poseen excelentes sentidos; la mayoría tiene buena vista, muy buen olfato y un oído extremadamente desarrollado. Este último rasgo se manifiesta en una condición que, aunque no es exclusiva de los murciélagos, si alcanza su máxima expresión en este grupo de mamíferos: la ecolocalización, que es la capacidad de producir sonidos y volver a captarlos y analizarlos cuando éstos son reflejados por alguna estructura en el medio. Esta estructura puede ser un objeto que represente un obstáculo, pero también un insecto, un fruto o algún otro tipo de alimento que el murciélago puede utilizar.

Esto nos recuerda otro aspecto que hace que los murciélagos sean un grupo muy exitoso, tanto en términos del número de especies como del número de individuos: la variedad de hábitos alimentarios. La gran mayoría son insectívoros –se alimentan de insectos–, pero también hay comedores de frutas, polen, néctar,



Figura 1. El ala de un murciélago está formada por los dedos alargados de la mano y el patagio (membrana que une los dedos).
FOTO DE EDUARDO CHACÓN

peces, vertebrados pequeños y sangre. En los trópicos, donde existe más variedad de estos tipos de alimentos y muchos están disponibles a lo largo de todo el año, es donde habitan más especies de murciélagos. Algunas especies son omnívoras, como *Phyllostomus discolor* (Fig. 2) y aprovechan diferentes tipos de alimentos.

Debido a esa variedad de hábitos alimentarios, los murciélagos juegan papeles ecológicos muy importantes. Mientras se alimentan y desarrollan sus actividades, realizan funciones que contribuyen a que la naturaleza se mantenga funcional y en equilibrio. Por ejemplo, los murciélagos insectívoros consumen una gran cantidad de insectos, muchos de los cuales son perjudiciales para los humanos porque pueden dañar las cosechas agrícolas. Los murciélagos comedores de néctar polinizan las flores de las plantas mientras las visitan para obtener alimento; esta polinización ocurre cuando los murciélagos se mueven de flor en flor y transfieren el polen entre ellas, haciendo posible la fertilización adecuada de las flores y por ende la producción de frutos. Los murciélagos comedores de frutos llevan semillas de un lado a otro dentro y fuera del bosque, lo cual posibilita que éstas caigan y germinen en puntos alejados de sus plantas madre; esto permite la regeneración de estas plantas dentro del bosque e incluso afuera de él, contribuyendo así a la restauración de áreas alteradas.

Métodos de estudio

El hecho de que los murciélagos sean voladores, se desplacen de noche y tengan muy buen sentido de la orientación dificulta su conocimiento. No obstante, existen varios métodos y técnicas para estudiarlos. Se pueden buscar los lugares de descanso diurno, que generalmente son sitios oscuros como cuevas y árboles huecos, o lugares más expuestos, como el follaje y el tronco de los árboles, incluso algunos usan construcciones humanas, como techos, paredes y puentes (Fig. 3). En algunos de esos lugares es posible observar sus hábitos de agregación, cuidado parental y parte de su comportamiento sexual. Sin embargo, muchas veces se requiere equipo especial –como visores infrarrojos– para no interferir en sus actividades, pues si se utilizan luces, éstas los alteran y pueden huir (Fig. 4). Uno de los métodos más tradicionales y frecuentes es atraparlos usando redes especiales, llamadas redes de niebla. Estas redes son de hilos de nylon muy finos, entretejidos dejando espacios de 2 cm². Las redes se colocan en lugares específicos, especialmente en las rutas de paso de los murciélagos, como son los claros del bosque, los cuerpos de agua o cerca de sitios de alimentación. Así, se puede atrapar a los murciélagos vivos para obtener datos como el estado reproductivo, la presencia de ectoparásitos y muchos más, y luego liberarlos. Los murciélagos también se pueden marcar cuando se les atrapa, con el fin de obtener información sobre las tasas de recaptura, longevidad, movimientos y tamaños poblacionales, entre otra. Sin embargo, algunos murciélagos vuelan muy alto en busca de insectos u otras fuentes de alimento y otros son capaces de detectar la presencia de las redes; lo cual hace que varias especies no se puedan atrapar. Así que detectar la presencia de esos murciélagos en un área se basa muchas veces en encontrar sus lugares de descanso diurnos o en la grabación de los sonidos producidos por ellos mientras realizan sus actividades nocturnas.



Figura 2. El murciélago *Phyllostomus discolor* aprovecha varios tipos de alimento, ya que es omnívoro.

FOTO DE JORGE LOBO.



Figura 3. Grupos de murciélagos de la especie *Saccopteryx bilineata* descansando durante el día en una pared de una casa en Golfito.

FOTO DE EDUARDO CHACÓN

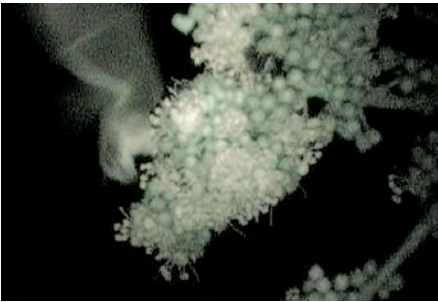


Figura 4. Esta fotografía de *Phyllostomus discolor* sobrevolando flores de ceiba fue tomada con una cámara que utiliza luz infrarroja.

FOTO DE JORGE LOBO

Diversidad de los murciélagos

En todo el mundo existen 925 especies de murciélagos, lo cual representa aproximadamente el 20% de todos los mamíferos (más de 4.600 especies conocidas). El único grupo que supera en número de especies a los murciélagos es el de los roedores (orden Rodentia). Costa Rica es un país de alta biodiversidad, y los murciélagos no son la excepción, ya que es el grupo de mamíferos más diversificado. Existen 109 especies, lo cual constituye cerca del 50% de todos los mamíferos terrestres de Costa Rica.

En Golfito se ha trabajado durante varios años en la captura de murciélagos con redes, o buscando sus refugios para determinar la riqueza o número de especies. Se estima que existen unas 60 especies en la región, la mayoría de las cuales está presente en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito. No obstante, varias de esas especies sólo existen potencialmente, pues no han sido capturadas ni detectadas de ninguna manera. Además de determinar el número de especies de murciélagos, se han recolectado datos para conocer su abundancia relativa, es decir, cuáles son las especies más

comunes. También se han obtenido datos sobre otros aspectos de la biología de los murciélagos, como el tipo de hábitat que cada especie utiliza y sus hábitos alimentarios, a fin de determinar los papeles ecológicos que cumplen en la región. Estos papeles ecológicos pueden contribuir a que la naturaleza, el bosque y en particular los ecosistemas de Golfito continúen funcionando adecuadamente y así preservar un pedazo de la naturaleza en la forma más natural posible.

Trabajo de campo con los murciélagos de Golfito

La Universidad de Costa Rica hizo inventarios de las especies de murciélagos en Golfito en 1984 y a inicios de la década de 1990 en Esquinas y La Gamba. Con el curso de Biología de Campo se tuvo la oportunidad de recolectar más datos, no solo sobre la existencia y abundancia relativa de las especies, al menos de aquellas con posibilidad de ser capturadas, sino sobre aspectos como su papel en la dispersión de semillas, el uso de hojas de plantas como refugios (tiendas) y la presencia y abundancia de ectoparásitos. Una de las formas de analizar los datos obtenidos de la captura es estimar el esfuerzo de captura y el éxito de captura. El esfuerzo de captura se estima multiplicando el número de metros de red por las horas de trabajo ($M \cdot H$) que se necesitan para capturar un determinado número de murciélagos. El éxito de captura se obtiene dividiendo el número de murciélagos capturados en total o de cada especie entre $M \cdot H$. El número resultante (número de murciélagos / metros red * hora) por lo general es bajo, ya que se requieren varios metros de red y varias horas de trabajo para capturar a los murciélagos. Sin embargo, este dato es valioso porque permite comparar nuestros datos con los de otros investigadores en cualquier otro lugar.

Los murciélagos de Golfito y sus hábitos alimentarios

Las tres especies del género *Carollia* que existen en la región son las que se atrapan más comúnmente en Golfito. De ellas, la carolia castaña (*Carollia castanea*) es la más abundante (Fig. 5). El éxito de captura de este murciélago es de 0.126, seguido de la carolia transparente (*Carollia perspicillata*) con 0.090 y de la carolia cola corta (*Carollia brevicauda*) con 0.023 (Cuadro 1). Estas especies de murciélagos son muy similares entre ellas. El artibeo más común en Golfito es el de Watson (*Artibeus watsoni*) (éxito de captura = 0.018, Cuadro 1), a diferencia de otras zonas del país donde el artibeo jamaicano (*Artibeus jamaicensis*) es el más común. *Carollia* y *Artibeus* son murciélagos que se alimentan de frutas. *Carollia* spp. prefiere frutas de candelillo (*Piper* spp.), que son especies pioneras, es decir, plantas que colonizan áreas abiertas que al crecer proveen sombra que permite el establecimiento de otras especies. En los caminos hacia la lechería y hacia La Gamba, especialmente cerca de la quebrada la Cañaza, hay gran cantidad de estas plantas y los murciélagos utilizan sus frutos. *Artibeus* spp. tiene preferencia por frutos más grandes, como los higos silvestres (*Ficus* spp.); de esta manera, estos murciélagos posibilitan el nacimiento de árboles de higo en otras áreas a las cuales han llevado las semillas y las han dejado cuando defecan. Los árboles de *Ficus* son de gran importancia, porque siempre hay alguno con frutos y éstos tienen una estrecha relación con los miembros de un grupo de avispas especializadas (Agaonidae). Así, en conjunto proveen alimento (frutos e insectos) a una gran



Figura 5. *Carollia castanea* es la segunda especie de murciélago más abundante en Golfito. Las otras dos especies del género *Carollia* en Golfito son muy parecidas a ésta.

FOTO DE EDUARDO CHACÓN

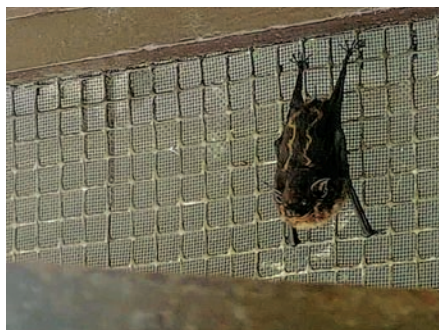


Figura 6. Los murciélagos tienen parásitos tales como moscas y ácaros, como los que se han encontrado en *Saccopteryx bilineata* (foto) en Golfito.

FOTO DE EDUARDO CHACÓN

cantidad de organismos. En áreas donde estacionalmente hay escasez de alimento para los animales, los árboles de higos silvestres son una verdadera salvación pues proporcionan alimento en esos momentos críticos.

CUADRO 1. ÉXITO DE CAPTURA DE LAS ESPECIES DE MURCIÉLAGOS MÁS COMÚNMENTE ATRAPADAS EN GOLFITO. DATOS PROMEDIO DE VARIOS MUESTREOS ENTRE 1991-2001.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ÉXITO DE CAPTURA
<i>Carollia castanea</i>	Carolia castaña	0.126
<i>Carollia perspicillata</i>	Carolia transparente	0.090
<i>Carollia brevicauda</i>	Carolia cola corta	0.023
<i>Artibeus watsoni</i>	Artibeo de Watson	0.018
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Artibeo jamaiquino	0.012

Pero los murciélagos no comen cualquier fruto ni lo hacen en cualquier parte, sino que tienen preferencias. En un estudio del curso de Biología de Campo en Golfito se capturaron 138 murciélagos de 17 especies, de los cuales la mayoría (119 pertenecientes a nueve especies) fueron capturados en zonas abiertas. Antes de liberarlos se pudieron obtener las heces de 89 individuos, en las cuales se determinó la presencia de 12 tipos diferentes de semillas. Las semillas de varias especies de candelillos fueron las más comunes, entre ellas *Piper hispidum*, una especie muy abundante en varias áreas. Sin embargo, el análisis de los datos mostró que el consumo de *Piper hispidum* se debe a la gran abundancia que presenta, pero no es una preferida de los murciélagos. Estos animales buscan

otras especies aunque sean menos abundantes. Al menos cuatro especies de *Piper* comidas por murciélagos en Golfito se encuentran tanto afuera del bosque como en claros dentro de éste. De igual manera, varias especies de *Piper* y de *Psychotria* se encuentran tanto en el sotobosque como en áreas abiertas. Así que los murciélagos muestran un intercambio constante entre el interior del bosque y fuera de éste. No obstante, entre más se adentre en el bosque más diferencias se encuentran en la dieta de los murciélagos, debido a que las especies de plantas son diferentes. Aun así, dentro del bosque existen claros provocados por la caída de árboles y otros fenómenos y los murciélagos también llevan semillas a estos sitios, como se señaló antes. Además, el estudio en cuestión encontró que las dietas más diferentes son las de aquellas especies que dependen más del bosque, tales como *Micronycteris* spp., *Myotis* spp. y *Tonatia* spp. En el estudio se determinó un 54% de especies compartidas entre fuera del bosque y su interior.

En Golfito también hay murciélagos con otros hábitos alimentarios. Aunque no son muy abundantes, se han capturado murciélagos pescadores, como el murciélago majijo (*Noctilio leporinus*) y murciélagos depredadores de vertebrados pequeños, como el murciélago ranero (*Trachops cirrhosus*).

Polinización por murciélagos: el caso del árbol de balsa

Los murciélagos del género *Glossophaga* son muy abundantes en Costa Rica. Aparentemente no son tan abundantes en Golfito, sin embargo, son comunes y tienen gran importancia. Los *Glossophaga* spp. (Fig. 7) son polinizadores de varias plantas. Una especie arbórea que es pionera y de gran importancia en la regeneración de los bosques es la balsa (*Ochroma pyramidale*). Las flores de este árbol son polinizadas por murciélagos, especialmente *Glossophaga* spp.

En un estudio en el curso de Biología de Campo cerca de árboles de balsa se capturaron 119 murciélagos de cinco géneros diferentes. De estos, individuos de tres géneros tenían polen de flores de balsa pegado al pelo. El 50% de los individuos de *Glossophaga* spp., el 25% de los *Carollia* spp. y el 30% de los *Artibeus* spp. tenían polen en el pelo. Los individuos de *Artibeus* son más grandes y acarrearán más polen, sin embargo, los *Glossophaga* spp. forrajean más rápido y por lo tanto visitan más flores y también se desplazan más lejos. Además, se sabe que los *Glossophaga* spp. tienen pelo especializado para que se le pegue el polen. Todo esto podría sugerir que los *Glossophaga* spp. son mejores polinizadores. Las flores de balsa producen néctar que también es utilizado por otros organismos, incluyendo mamíferos como los zorros de balsa (*Caluromys dervianus*), martillas (*Potos flavus*) y pizotes (*Nasua narica*), todos existentes en Golfito. Estos animales también pueden ser polinizadores, pero el papel de los murciélagos, por estar presentes en mayor abundancia, es crítico para el árbol de balsa. Sin embargo, no hay que olvidar

que algunos mamíferos grandes (como los mencionados) también pueden ser dispersadores de semillas. Por otro lado, árboles grandes de balsa como los que existen en El Naranjal son recursos vitales para varios organismos de Golfito.

Los murciélagos también tienen parásitos

Los murciélagos están expuestos a enemigos naturales, como depredadores y parásitos. En otro estudio del curso de Biología de campo se capturaron 304 murciélagos de 19 especies. El 39% de ellos (119) resultó tener parásitos externos. Los parásitos más comunes fueron moscas de la familia Streblidae (especialmente *Trichobius* spp. y *Paratrachobius* spp.). Estos últimos parásitos se encontraron principalmente en murciélagos de la familia Phyllostomidae. Murciélagos de otras familias, como un mioto (*Myotis* sp., Vespertilionidae) y un murciélago listado (*Saccopterix bilineata*, Emballonuridae, Fig. 6), estaban parasitados por ácaros (Spinturnicidae y Listophoridae).

El estudio en cuestión encontró varios ejemplos de la especificidad de los ectoparásitos en determinados murciélagos. Uno es el caso del murciélago majijo (*Noctilio leporinus*), que estaba parasitado por *Noctiliostrebla* sp., el cual sólo se encuentra en estos murciélagos. Las moscas de la familia Nycteribiidae están restringidas a murciélagos del género *Myotis*. Las moscas *Megistopoda* sp. sólo se encuentran en el artibeo jamaicano (*Artibeus jamaicensis*) y las moscas *Paradyshiria* sp. se encuentran únicamente en el murciélago majijo (*Noctilio leporinus*).

Refugios para los murciélagos: el caso de las tiendas

En todas las áreas de Golfito en las cuales se ha trabajado, especialmente aquellas que tienen mayor cobertura boscosa madura o en regeneración, como al lado de El Naranjal y detrás del aeropuerto, es común encontrar tiendas de murciélagos. Las tiendas son refugios que fabrican los murciélagos al morder las venas de hojas grandes. Sus mordeduras provocan que las hojas se doblen en ciertos puntos y así obtienen un lugar más oscuro para su reposo diurno (Fig. 8). Se ha determinado que los murciélagos prefieren ciertas especies de plantas. Esa preferencia se basa posiblemente en aspectos como la dureza y la densidad de las hojas y los patrones de venación, entre otros. Así, las hojas jóvenes son las preferidas ya que son más fáciles de modificar y duran más. También es importante la ubicación de la planta, preferiblemente cerca de las fuentes de recursos (árboles con frutos). Como estos recursos varían espacialmente, la ubicación de las tiendas también varía.

Los murciélagos que hacen tiendas son varias especies de la familia Phyllostomidae. Estos utilizan más de 80 especies de plantas, varias de las cuales existen en Golfito. En un estudio de 8.000 m² (en cuadrículas de 10 x 20 m) se



Figura 7. Los murciélagos del género *Glossophaga* son de gran importancia, ya que polinizan varias especies de plantas. FOTO DE JORGE LOBO



Figura 8. Los murciélagos de varias especies de la subfamilia Stenoderminae utilizan las hojas de diversas plantas para construir refugios, llamados tiendas, como ésta. FOTO DE EDUARDO CHACÓN

encontraron 141 tiendas construidas en hojas de diferentes especies. La planta más utilizada en El Naranjal fue *Carludovica rotundifolia*, una especie que no se conocía como usada por murciélagos para sus tiendas. Claro que muchas de las tiendas están en desuso y su antigüedad se nota en el grado diferente de deterioro que presentan. En la mayoría de los casos solo hay una tienda por planta y cuando hay más de una las otras tiendas están en diferente estado de deterioro. El artebeo de Watson (*Artibeus watsoni*) fue la especie que se observó utilizando las tiendas, donde el número de individuos por tienda es de 1 a 7 ($\bar{x} = 4.45$). Se observó que seis tiendas fueron usadas únicamente por un día por *A. watsoni*. Ocasionalmente se encontraron murciélagos en una tienda que parecía en desuso, como en un caso donde cinco murciélagos usaron la tienda cinco días seguidos. Se encontró una tienda con dos *A. watsoni* en una hoja de *Calathea lutea*.

Como se puede deducir de la discusión previa, no sólo el número de especies de un grupo taxonómico, como los murciélagos, es importante en un lugar dado. En el caso de Golfito y los murciélagos que allí viven, hemos encontrado relaciones ecológicas muy variadas y de gran significación científica. Poco a poco hemos ido acumulando información acerca de la historia natural de los murciélagos de Golfito. Sin embargo, esto es apenas el principio, ya que ese lugar está lleno de otras interrelaciones ecológicas que apenas sospechamos, muchas de las cuales son claves para el buen equilibrio del ecosistema. Al mismo tiempo, todas esas especies y todas sus interrelaciones permanecerán, siempre y cuando protejamos de manera adecuada los restos de bosque que quedan no sólo en Golfito sino en toda la Península de Osa.

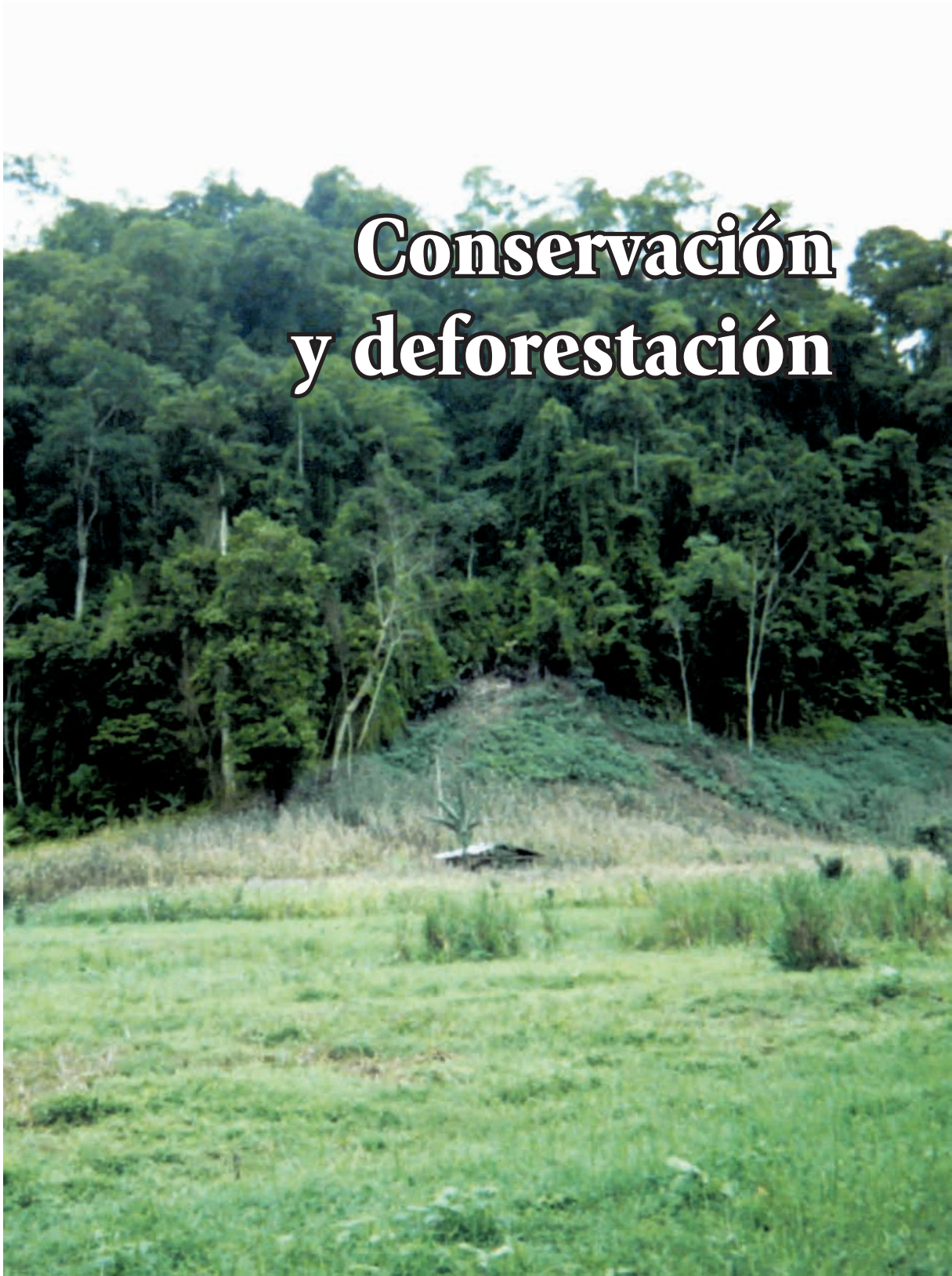
Lecturas de referencia

- Mora, J.M. 2000. Los mamíferos silvestres de Costa Rica. San José, EUNED, 240 p.
- Mora, J.M.; Méndez, V.V.; Gómez, L.D. 1999. Pollination of *Ochroma lagopus* (Bombacaceae) by the coati (*Nasua narica*, Procyonidae) en Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 47(4): 230-232

Trabajos realizados en el curso "Biología de Campo" de la Escuela de Biología de la UCR

- Fernández, M. 2000. Selección, seguimiento y tasa de reutilización de especies de plantas para la fabricación de tiendas de murciélagos, p. 173-179.
- López, L. 2000. Selección de frutos y dispersión de semillas por murciélagos frugívoros, p. 195-201.
- Riba, P. 1998. Coexistencia de la comunidad de murciélagos frugívoros de la reserva forestal Golfito, Puntarenas: Análisis de factores de segregación ecológica, p. 168-173.
- Rojas, L. 2001. Presencia de granos de polen de balsa (*Ochroma pyramidale*) y otros tipos en murciélagos, p. 213-218.
- Saborío, G. 2000. Aves y murciélagos presentes en las cercanías de un fragmento de bosque y su importancia como dispersores, p. 139-140.
- Soer, K. 2001a. Pequeños vertebrados dispersores de semillas en áreas de regeneración natural, p. 93-96.
- Soer, K. 2001b. Los ectoparásitos (Streblidae, Nycteribiidae; Acari) en diferentes especies de murciélagos, p. 219-224.

Conservación y deforestación



Protección de áreas silvestres en el bosque lluvioso del Pacífico húmedo de Costa Rica

Gilbert Barrantes, Ornitólogo, Escuela de Biología, UCR

Jorge Lobo, Genetista, Escuela de Biología, UCR

La región del territorio nacional comprendida entre el valle del río Térraba y la frontera con Panamá, los actuales cantones de Osa, Golfito y Corredores, alberga una gran diversidad de plantas y animales, reconocida desde hace mucho tiempo por científicos nacionales y extranjeros. Grandes naturalistas de Costa Rica, como Henry Pittier, Alberto Brenes y Adolphe Tonduz, recorrieron estos lugares en sus viajes de exploración e investigación a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, recogiendo las primeras muestras de plantas y animales de lo que después sería el vasto inventario de la diversidad biológica de la región. Paul Allen recogió en su libro "The Rain Forests of Golfo Dulce" la primera descripción detallada de la diversidad de plantas, especialmente de los árboles del bosque húmedo de la región que rodea el Golfo Dulce. Tales descripciones iniciales fueron seguidas de un creciente interés de numerosos investigadores de la botánica, la ecología tropical, la zoología y la biología marina por conocer la biología de esta región.

En las décadas de 1970 y 1980, científicos y amantes de la naturaleza comenzaron a presionar al gobierno costarricense para que estableciera áreas de conservación absoluta en las extensiones de bosque que habían sobrevivido a la intensa destrucción, resultado de la expansión de la frontera agrícola, las grandes plantaciones bananeras y la extracción de madera.

Poco a poco se fueron creando diferentes áreas protegidas en la zona, lo cual ha permitido preservar bosques y sistemas acuáticos que de otra manera posiblemente se hubieran perdido. Actualmente, las áreas protegidas que se encuentran en los cantones de Golfito, Osa y Corredores, así como en parte del cantón de Buenos Aires, forman la llamada Área de Conservación Osa (ACOSA). ACOSA se encarga de administrar una diversa gama de áreas de protección cuya extensión total es de 159.548 hectáreas (ha). Estas tierras se encuentran en diferentes categorías de protección y cubren 37,8% del área total de los municipios de Golfito, Osa y Corredores (Fig. 1). A continuación se describen en forma general las características de las diferentes áreas protegidas.

**Parque Nacional Corcovado:
la preservación de una constelación de hábitats**

En 1975, a raíz de la expropiación de Osa Productos Forestales, una parte de las tierras de esta empresa, más un área adicional expropiada a propietarios privados, llevaron a la creación del Parque Nacional Corcovado, cuya extensión actual es de 42.469 ha. Allí se protegen una gran diversidad de hábitats naturales y las especies que los habitan. Las zonas rocosas del litoral en mar abierto, los bosques de la planicie formada por los ríos Corcovado, Sirena y Llorona, los manglares que hay en las desembocaduras de éstos, la vegetación herbácea y los yolillales de la laguna de Corcovado, junto a los bosques que crecen en los pantanos que la rodean, son algunos de esos hábitats protegidos. En las regiones más altas, se protegen los bosques de las terrazas aluviales y de las filas montañosas, las cuales muchas veces presentan una composición de árboles y otras plantas muy diferente a la de las zonas bajas.

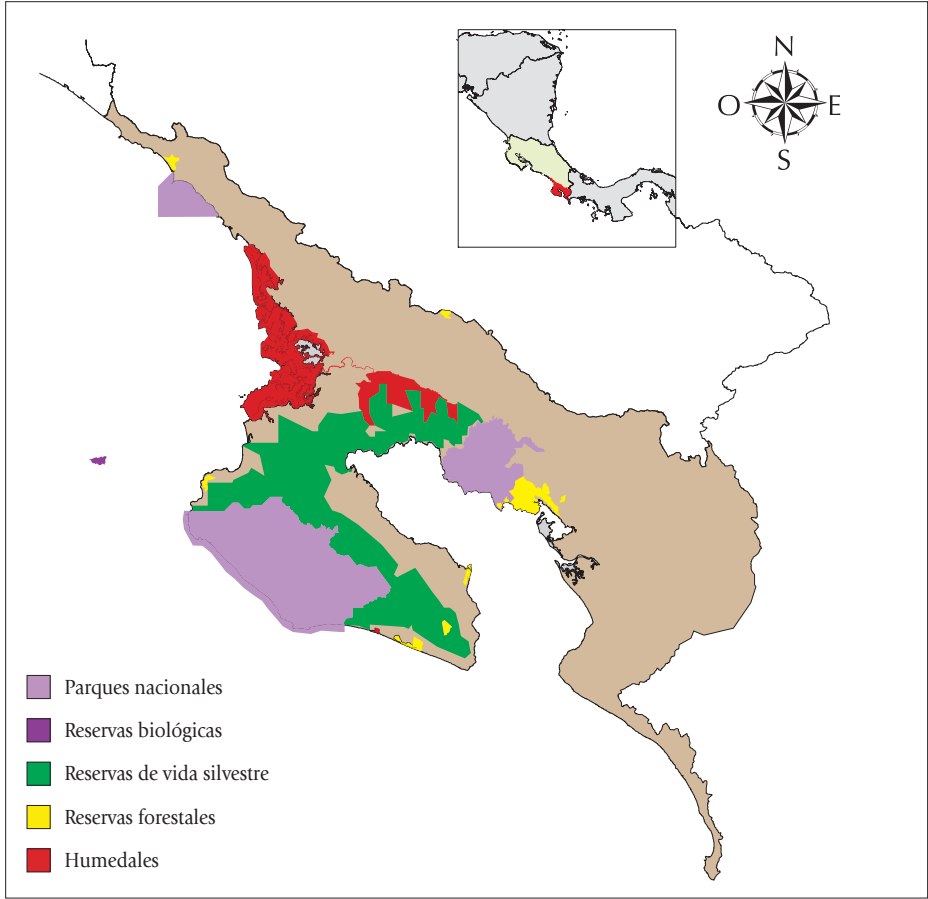


Figura 1. Mapa del Área de Conservación Osa (ACOSA, SINAC). ELABORADO POR HEINER ACEVEDO (INBio)

Además, el Parque Nacional Corcovado tiene la gran particularidad de proteger las filas montañosas que forman las cuencas superiores de ríos cuyo cauce se dirige al Golfo Dulce, como los ríos Rincón, Tigre, Agujas, Barrigones, Conte, entre otros. Por lo tanto, este parque nacional también protege las fuentes de agua utilizadas por la población rural que vive en sus cercanías, establecida principalmente en el sector este de la Península de Osa.

La protección de los bosques húmedos de las filas montañosas del Golfo Dulce: el Parque Nacional Piedras Blancas y el Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito

Las filas montañosas que rodean el Golfo Dulce se caracterizan por sus fuertes pendientes y la alta precipitación en sus zonas más altas. Los suelos son bien drenados, de tipo arcilloso y muchas veces de consistencia rocosa en las laderas más empinadas, donde la pendiente llega fácilmente al 60%. La vegetación es muy peculiar, debido a la abundancia de algunas especies de árboles y otros tipos de plantas que no son muy frecuentes en otros sectores de la región. Entre estas especies se destacan algunos árboles maderables, como el nazareno, el ajo y el areno. Por otro lado, la protección del bosque en estas filas montañosas tiene una importancia primordial para evitar la sedimentación del Golfo Dulce, ya que el peligro de erosión es latente.

El Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, creado en 1985 y con una extensión de 2.810 ha, protege las escarpadas filas montañosas que rodean la ciudad de Golfito. Este refugio fue fundado en 1945 por la Compañía Bananera, la cual lo traspasó al Estado costarricense en 1984. Como este refugio es el tema central de este libro, no describiremos más su riqueza biológica, suficientemente desarrollada en los capítulos anteriores.

El Parque Nacional Piedras Blancas, creado en 1991 y con 14.025 ha, es un área protegida que se complementa con el vecino Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito, formando un cinturón de tierras que protege la costa oeste del Golfo Dulce. Además, este parque nacional protege la cuenca del río Esquinas, una de las vías acuáticas cuya sedimentación excesiva ha puesto en serio peligro los arrecifes coralinos del Golfo Dulce. Los bosques de Piedras Blancas son muy variados, ya que contienen vegetación tanto de las escarpadas filas montañosas como de áreas más planas en pantanos, pequeños valles y manglares.

Protección de la vida marina: el Parque Nacional Marino Ballena y la Reserva Biológica Isla del Caño

La vida marina de la región (desde Dominical hasta Punta Burica) presenta una gran cantidad de especies, cuya diversidad se conoce menos que la de las zonas terrestres. Hay poblaciones de delfines y ballenas en el Golfo Dulce y en mar abierto. El avistamiento casual de estos grandes mamíferos marinos ya forma parte de los atractivos turísticos del lugar. Otro componente de la biodiversidad marina del sur de Costa Rica son los arrecifes coralinos; los más conocidos los de la cuenca interior del Golfo Dulce y los del litoral de Bahía Ballena. Sin embargo, en estas aguas abundan los peces e invertebrados marinos y su composición cambia dependiendo del ecosistema: áreas rocosas del litoral, aguas superficiales cercanas a la costa o mar abierto.

Esta riqueza marina está protegida en dos áreas: el Parque Nacional Marino Ballena, con 200 ha terrestres y 5.200 ha marinas, creado en 1992; y la Reserva Biológica Isla del Caño, de 300 ha de extensión, creada en 1976. Ambas protegen los arrecifes coralinos y las poblaciones de organismos asociados a este ecosistema, así como las ballenas y delfines que utilizan estas áreas durante su migración.

Los humedales de Osa: Terraba-Sierpe y Pejeperro-Pejeperrito

El término humedal incluye aquellas áreas que se encuentran en los deltas de ríos, lagunas y pantanos. Son terrenos que están permanentemente inundados o semiinundados con agua dulce o salobre, con una vegetación y una fauna típicas, adaptadas a condiciones semiacuáticas. Los manglares, que son terrenos pantanosos cuya vegetación está dominada por árboles de mangle (que en realidad son varias especies diferentes), forman parte de los humedales. También se incluyen en estos ecosistemas las lagunas y pantanos más internos, como las laguna de Corcovado y de Sierpe.

En Osa, el área protegida con el manglar más grande de la región y de Costa Rica es el Humedal Nacional Terraba-Sierpe, que tiene una extensión de 22.688 ha y fue creado en 1994. Es un sitio reconocido a escala mundial por su valor biológico. Este humedal se distribuye en el delta formado por las desembocaduras de los ríos Terraba y Sierpe. Además de proteger amplias áreas de manglares, bosques pantanosos y yolillales, tiene una enorme importancia para las poblaciones de peces que se reproducen en el manglar y para muchos vertebrados terrestres, que se alimentan de los frutos y flores de la vegetación de los yolillales y de los bosques pantanosos. El manglar también protege de la erosión amplias áreas costeras y es un hábitat ideal para muchas especies de aves acuáticas e invertebrados marinos, algunos de valor comercial como la piangua.



Figura 2. Fragmento de bosque cerca de Dos Brazos de Río Tigre, Península de Osa. El bosque se encuentra en las pendientes más pronunciadas de la loma, mientras que las actividades agrícolas (como la ganadería y el cultivo de maíz, como en el caso de la foto), se desarrollan en el borde del área de bosque, en las áreas más planas. Paulatinamente, el fragmento se irá haciendo más pequeño. FOTO DE JORGE LOBO

Otro humedal protegido, mucho más pequeño que el Térraba-Sierpe pero de igual importancia, es el Humedal Lacustrino Pejeeperro-Pejeperrito, de apenas 25 ha, creado en 1994. Este humedal se encuentra en el camino a la playa Carate y es un estuario formado por la desembocadura del río Pejeeperro. Allí encontramos asociaciones de plantas y animales muy parecidas a las descritas para el humedal Térraba-Sierpe.

Las reservas privadas: complemento de la protección estatal

Todas las áreas descritas hasta ahora son propiedad del Estado, al menos la mayoría. Su administración corresponde exclusivamente a las autoridades estatales, que pueden (y deben) involucrar a las comunidades en esta labor. Sin embargo, la protección estatal se ha complementado, especialmente en los últimos



Figura 3. Destrucción de la cobertura forestal para la siembra, realizada durante la estación seca. En este caso, una cobertura forestal más o menos continua, como se observa en el fondo de la foto, se comienza a fragmentar debido al avance de la frontera agrícola. Camino Rancho Quemado-Progreso de Drake, Península de Osa. FOTO DE JORGE LOBO

años, con la creación de numerosas reservas privadas. Estas reservas responden a la iniciativa de propietarios particulares, que decidieron reconocer el valor y proteger los bosques y humedales dentro de sus fincas.

Las reservas privadas en el Área de Conservación Osa (ACOSA) protegen un total de 3.908 ha y han sido establecidas desde 1995. Se destaca por su extensión el Refugio de Vida Silvestre Osa, con 1.604 ha, el cual protege el bosque en el extremo sureste de la Península de Osa, en la cuenca del río Piro. Cerca de este refugio

se encuentra una serie de pequeños refugios de vida silvestre privados o mixtos, que se extienden desde Puerto Jiménez (Refugio Preciosa-Platanares) hasta playa Carate (refugios Pejeperro, Río Piro, Hacienda Copano, Carate y Lagunazul). En la frontera norte del Parque Nacional Corcovado están los refugios Quiletro y Punta Río Claro. Cerca del Refugio Nacional de Vida Silvestre Golfito se encuentran los refugios Forestal Golfito, Bancas y Donald Peters. Más aislados, hay dos refugios más: Agua Buena, cerca de Changuena, y Rancho La Merced, en Dominical.

Estas iniciativas privadas de protección merecen el reconocimiento de toda la sociedad. Por su carácter voluntario, son una muestra del espíritu conservacionista de sus propietarios y ayudan a proteger las poblaciones de plantas, animales y otros organismos que viven en los parques nacionales, los humedales y los refugios de vida silvestre.

El bosque majestuoso en peligro: Reserva Forestal Golfo Dulce

En todas las áreas que hemos mencionado, la protección del bosque, los humedales y las zonas marinas es absoluta. En ellas sólo se pueden realizar obras menores con propósitos de investigación científica, turismo o educación ambiental. Pero dentro de ACOSA existe un área muy importante con una categoría que no implica protección absoluta: la Reserva Forestal Golfo Dulce, de 62.703 ha. Esta se extiende desde el Parque Nacional Esquinas, bordea la cuenca interior del Golfo Dulce y continúa por las filas montañosas de la Península de Osa hasta rodear el Parque Nacional Corcovado.

Esta reserva forestal protege las cuencas altas de numerosos ríos de la Península de Osa y alberga uno de los bosques con mayor diversidad de plantas de toda la región. Dentro de ella viven muchas familias campesinas, que se asentaron allí buscando nuevas oportunidades y trabajo entre las décadas de 1960 y 1970. La reserva fue creada en 1978, con la intención de proteger los bosques colindantes con Corcovado, permitiendo las actividades productivas de sus habitantes que no provocaron la pérdida del bosque original.

Sin embargo, la Reserva Forestal Golfo Dulce es una de las zonas del país donde la deforestación ha sido más intensa en los últimos 15 años: casi 1.000 ha por año. Las consecuencias han sido la pérdida de un área extensa de bosques en las zonas bajas y el peligro inminente de la eliminación de los bosques en las filas montañosas más altas de la reserva. El fenómeno de la deforestación en esta reserva, así como en toda el Área de Conservación Osa es un problema que merece un análisis más profundo, que emprendemos a continuación.



Figura 4. Claros producidos por la corta de árboles en planes de manejo forestal. La foto a la izquierda corresponde a un claro de 675 m² producido por la caída de cuatro árboles. La foto a la derecha es un claro de 2.700 m² producido por la corta y extracción de tres árboles. Plan de manejo forestal de Coopemadereros, Cañaza, Península de Osa.

FOTOS DE JORGE LOBO

La deforestación en la región de Golfito y la Península de Osa

Los esfuerzos por conservar la riqueza biológica que se han hecho en la región de Golfito y la Península de Osa han sido insuficientes para evitar la pérdida y el deterioro de gran parte de los bosques y otros ambientes naturales. La deforestación en gran escala se inició con la llegada de la Compañía Bananera (United Fruit Company) en 1938. A la eliminación de grandes áreas boscosas para el cultivo de banano se sumó la expansión de las fincas ganaderas, fenómeno fomentado en gran medida por la inmigración resultado de la llegada de la Compañía Bananera y por las políticas de apoyo a la expansión ganadera propiciadas por el gobierno costarricense en las décadas de 1950 y 1960. Otro hecho que aceleró la deforestación en el Pacífico Sur fue la finalización de la carretera Interamericana en 1960. Muchos colonos llegaron para establecerse en tierras estatales no reclamadas, conocidas como "baldíos nacionales".

Actualmente, la Península de Osa tiene una de las tasas de deforestación más altas del país (Fig 3). Entre 1980 y 1995 se deforestaron alrededor de 18.000 ha, un promedio de 1.176 ha/año. De este total, 11.000 ha de bosque fueron cortadas a menos de un kilómetro de ríos o humedales y en las zonas de mayor precipitación (4.000 mm o más anualmente) y mayor pendiente (más de 40%) de la Península de Osa. Gran parte de la tala de bosques en las últimas décadas

ha ocurrido dentro de las 62.703 ha de la Reserva Forestal Golfo Dulce, la cual se creó para conservar los recursos acuíferos y la riqueza biológica de la región. La eliminación total del bosque en algunas zonas de la Península de Osa ocurre simultáneamente con la extracción excesiva de madera, mediante diversos tipos de permisos de corta o de manera ilegal.

La realidad de los planes de manejo forestal

La mayor parte de la extracción maderera en la región de Osa y Golfito se ha realizado en los últimos años a través de los Planes de Manejo Forestal. El Plan de Manejo es un documento que permite obtener un permiso del Estado para cortar árboles en el bosque natural y tiene una serie de regulaciones técnicas para la corta en gran escala. Sin embargo, muchas de estas regulaciones carecen de los criterios biológicos que permitan un manejo adecuado del recurso forestal de la región. Por lo tanto, la ejecución de estos planes, que han mostrado grandes deficiencias, no difiere de otras prácticas más viejas y tradicionales de extracción forestal. Sólo que en este caso la deforestación es apoyada por la ley; en otras palabras, lo que está ocurriendo es una tala legalizada.

Así por ejemplo, La Ley Forestal estipula que de un área sometida a manejo forestal se pueden extraer alrededor del 60% de los árboles con un diámetro mayor a 60 cm. Además, indica que el período entre cortas sucesivas es de 15 años. Este criterio asume que el crecimiento de los árboles jóvenes sería de tal magnitud que permitiría una nueva extracción 15 años más tarde. Sin embargo, los datos con que se cuenta muestran que el crecimiento anual promedio del diámetro de la mayoría de especies de árboles no sobrepasa los 4.5 mm/año. Por lo tanto, un período de 15 años sería insuficiente para permitir la recuperación de las poblaciones de las especies extraídas. Por otra parte, los claros en el bosque provocados por la corta de grandes árboles generan una serie de cambios en la cantidad de luz que llega al sotobosque, así como en las condiciones del suelo y la humedad relativa. Estos cambios a su vez estimulan el crecimiento de plantas adaptadas a esas condiciones, las cuales rápidamente cambian la estructura vegetal del bosque maduro.

Por otro lado, la mayor parte de la corta de árboles en el Pacífico Sur de Costa Rica, tanto para la utilización de la madera como para uso agrícola, ocurre en las cuencas altas de los ríos, en zonas de mucha pendiente que bordean las nacientes. A estas zonas se les llama "zonas de recarga acuífera", porque en esos lugares el agua infiltrada en el suelo abastece manantiales superficiales que alimentan nacientes de ríos y quebradas (ver capítulo "Los ríos de la cuenca del Golfo Dulce"). La corta de árboles cerca de las zonas de recarga acuífera, la apertura de caminos de extracción para la madera cortada y la apertura de bosque para la construcción de patios de acopio, tienen una serie de efectos negativos sobre las fuentes de agua. La escorrentía durante la época lluviosa produce la pérdida de toneladas de suelo

del bosque, con la consecuente contaminación de las fuentes de agua dulce y de las aguas del Golfo Dulce, debido a la excesiva cantidad de sedimentos arrastrados por la lluvia. Además, la pérdida de cobertura boscosa cerca de las zonas de recarga acuífera reduce el caudal de las mismas en la época seca.

En conclusión, podemos decir que la extracción de madera en Gofito y la Península de Osa afecta el paisaje de dos maneras. En primer lugar, provoca la destrucción y contaminación de las fuentes de agua de la región, incluyendo las aguas del Golfo Dulce, que en último caso se convierte en el receptor de todo el suelo y otros contaminantes que son arrastrados a lo largo de las pendientes en las áreas que han sido sometidas al manejo forestal. Esto tiene un impacto directo sobre los ecosistemas marinos, pues afecta la pesca y la explotación de otros recursos acuáticos. En segundo lugar, la extracción de madera o "madereo" modifica en poco tiempo la estructura y la composición de los bosques, provocando la disminución de las poblaciones de los organismos que habitan estos ecosistemas. Esto causa la disminución de las poblaciones y la pérdida de especies, lo cual a corto plazo tendrá un impacto negativo sobre el turismo ecológico en la región.

Consecuencias de la deforestación sobre la reproducción de los árboles tropicales

La destrucción del bosque en la región de Osa y Gofito ha llevado a la desaparición de grandes áreas de bosque natural, la fragmentación de muchas áreas del bosque remanente y la alteración y empobrecimiento de los bosques por la extracción maderera. La fragmentación del bosque afecta la reproducción y la supervivencia de los individuos de muchas especies de plantas y animales que requieren grandes masas de bosque continuo. Por lo tanto, la probabilidad de que tales especies desaparezcan de la región aumenta notablemente al quedar aislados en pequeños parches.

La reproducción de las plantas, particularmente árboles, se ve severamente afectada con la fragmentación (Fig. 2). La mayoría de los árboles requieren de insectos, aves o mamíferos para su polinización, un evento necesario para la reproducción de las plantas. Muchos de estos polinizadores no son capaces de desplazarse a través de áreas deforestadas como potreros y tacotales. Así, la frecuencia con que las flores de estos árboles son visitadas por sus polinizadores puede reducirse drásticamente. Este problema se agrava cuando se corta una gran cantidad de árboles, como ocurre en los Planes de Manejo Forestal. La polinización puede verse afectada, además, cuando los polinizadores son incapaces de moverse entre parches de bosque y el acarreo de polen se da entre los árboles dentro de un mismo parche. Esto provoca que la polinización de un árbol se de entre sus mismas flores o entre flores de árboles cercanos, lo cual puede disminuir la cantidad de frutos producidos o resultar en el aborto (caída) de frutos pequeños.

Otro de los procesos directamente relacionado con la reproducción de las plantas y que es afectado por la fragmentación y la creación de claros en el interior del bosque, es la dispersión de semillas (Fig. 4). El movimiento entre fragmentos de bosque de los dispersores de semillas posiblemente es afectado en mayor grado que el movimiento de los polinizadores. Un gran número de aves (trogones, pavas, pavones) y mamíferos (monos, martillas) dispersores de semillas son incapaces de cruzar áreas pequeñas de pastizales o tacotal. La limitación del movimiento de estos organismos, causada por las modificaciones en el bosque, tiene un impacto negativo de gran magnitud en la reproducción y supervivencia de los árboles en los bosques de Golfito y la Península de Osa. Al limitarse la dispersión de las semillas, éstas tienden a acumularse en mayores densidades debajo o cerca de los árboles productores. A su vez, la alta densidad de semillas atrae organismos depredadores como roedores e insectos, los cuales pueden provocar la muerte de la mayoría de ellas, o de las plántulas en caso de que las semillas logren germinar.

La dispersión de semillas de los árboles de la región también se ve afectada por la formación de claros en el interior del bosque. Esto se debe a que muchos dispersores, principalmente aquellos que transportan semillas grandes como pavones y monos, evitan entrar a estos claros ya que la depredación es por lo general mayor en esas áreas. Por otro lado, la supervivencia de las plántulas que logran germinar allí es menor, debido a que rápidamente son envueltas por bejucos y otras plantas de crecimiento rápido comunes en los claros del bosque. Los cambios en la dinámica de los patrones de polinización y de dispersión provocados por la fragmentación y la apertura de claros resultado del manejo forestal, hacen cambiar rápidamente la estructura y la composición de las especies de los bosques de esta región del país.

Conclusión

En síntesis, mucho se ha hecho, pero también queda mucho por hacer en relación a la conservación de los bosques y ambientes marinos del Golfo Dulce. La existencia de amplias áreas de conservación estatales y privadas, así como el esfuerzo de las instituciones del Estado y de las comunidades para proteger los remanentes de bosques en Osa, Golfito y Corredores, son pasos importantes que han permitido rescatar de una destrucción segura miles de hectáreas de ecosistemas naturales y han dado a la región importantes recursos naturales y atractivo turístico.

Sin embargo, las presiones sobre los ecosistemas agrícolas y forestales fuera de las áreas protegidas continúan sometiendo estos ambientes a procesos de degradación producto de la contaminación, la cacería, el "madereo" o

deforestación abierta. La situación de los recursos naturales de la región sur es una mezcla de logros y fracasos, como ocurre en casi todas las áreas de conservación de Costa Rica. Es tarea prioritaria de las comunidades del Pacífico Sur de Costa Rica proteger y consolidar sus áreas protegidas, colaborando en su vigilancia y desarrollo. Asimismo, es necesaria la participación de todos para frenar la explotación excesiva de recursos maderables, de fauna y flora silvestres, exigiendo la aplicación rigurosa de la legislación ambiental vigente y promoviendo las reformas legales necesarias para cerrar los portillos que favorecen la explotación irracional de los recursos naturales.

Lecturas de referencia

- Barrantes, G.; Jiménez, Q.; Lobo, J.; Maldonado, T.; Quesada, M.; Quesada, R. 1999. Evaluación de los planes de manejo forestal autorizados en el período 1997-1999 en la Península de Osa. Cumplimiento de normas técnicas, ambientales e impacto sobre el bosque natural. Informe para Fundación Cecropia. 96 p.
- Laurance, W.E.; Bierregaard, R.O. 1997. Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press.
- Weissenhofer, A.; Huber, W.; Zamora, N.; Weber, A.; Gonzáles, J. 2001. A brief outline of the Flora and Vegetation of the Golfo Dulce Region. *In*: Weber, A. (ed.). An introductory field guide to the flowering plants of the Golfo Dulce Rain Forests. Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums, p. 15-24.

Glosario de términos biológicos

Abdomen: Parte posterior de los insectos, los crustáceos y las arañas. En el caso de los insectos es una de las tres partes en que se divide el cuerpo (cabeza, tórax y abdomen). En el abdomen se encuentra la mayor parte de los órganos digestivos, excretorios y reproductores.

Ácidos carboxílicos: Compuestos químicos de carácter ácido, muy frecuentes en los organismos vivos. Entre los más comunes están el ácido acético (vinagre) y el ácido fórmico, usado por las hormigas como sustancia de defensa en sus picaduras.

Acuífero: Cavidad subterránea situada bajo capas de rocas que, por su estructura porosa o fragmentada, permite la acumulación de agua subterránea. Puede ser muy profundo o superficial, pero siempre se encuentra sobre capas de rocas impermeables.

Adaptación: Característica de una especie que le permite sobrevivir y reproducirse en su ambiente.

Agua salobre: Agua con concentraciones de sales intermedias entre el agua de mar y el agua dulce de ríos y quebradas. Se encuentran principalmente en áreas costeras, en

especial en los manglares, donde se mezclan aguas de ríos con corrientes marinas.

Alcalinidad: Capacidad del agua de neutralizar ácido. Depende de la cantidad de carbonatos disueltos en el agua.

Algas: Organismos fotosintéticos, formados por una o muchas células simples; importantes en ambientes acuáticos.

Algas verdes: Grupo de algas microscópicas, filamentosas, que se caracterizan por poseer clorofilas del mismo tipo que las plantas superiores y acumular almidón como reserva alimenticia.

Aluviones: Materiales arrastrados por una fuerte corriente de agua que se depositan en las llanuras o zonas planas.

Aminoácidos: Sustancias químicas muy sencillas que se unen en extensas cadenas para formar proteínas, que son moléculas grandes y complejas que constituyen una parte fundamental de la estructura y el funcionamiento de las células y tejidos.

Amplexo: Posición que toman el macho y la hembra de ranas y sapos

durante el apareamiento, donde el macho se posa sobre la hembra y la sujeta en un abrazo.

Anaeróbico: Suelo con poco o nada de oxígeno.

Antera poricidal: Tipo de antera (parte del estambre donde se encuentran los granos de polen) en forma de botella que libera el polen a través de un poro.

Apendicularias: Organismos pertenecientes al filo Urochordata, de algunos milímetros de longitud y comunes en regiones costeras con alto contenido de materia orgánica.

Areneros: Aves de la familia Scolopacidae que se caracterizan por ser de tamaño mediano, tener colores poco llamativos, generalmente más claros en el vientre, las patas algo largas y con tres dedos frontales, generalmente no palmados. La cabeza es pequeña, el pico largo y fino, recto o curvo. Tienen alas puntiagudas y colas cortas. Acostumbran caminar o correr solitarios o en grupos por los bancos de arena a la orilla de cuerpos de agua para alimentarse, probando con el pico dentro del sedimento en busca de invertebrados.

Artrópodo: Animales invertebrados que tienen la parte externa del cuerpo cubierta de una sustancia dura y las patas y otros apéndices corporales divididos en segmentos articulados, como los insectos, cangrejos y alacranes.

Aves frugívoras: Aves que se alimentan principalmente de frutos.

Aves insectívoras: Aves que se alimentan principalmente de insectos.

Aves nectarívoras: Aves que se alimentan principalmente de néctar.

Avifauna: Término con el que se define a un grupo de aves, normalmente restringido a una región geográfica o hábitat.

Bacterias aeróbicas: Bacterias que viven en sitios donde hay oxígeno gaseoso, necesario para sus procesos vitales.

Bacterias: Organismos microscópicos simples, de una sola célula. Son responsables de numerosas enfermedades e infecciones, pero al mismo tiempo juegan papeles fundamentales en fenómenos tan importantes para la vida como la fotosíntesis, la incorporación de nitrógeno al suelo y la descomposición.

Bentos: Comunidad de organismos acuáticos que viven sobre o dentro de los materiales que se depositan en el fondo de lagos y ríos.

Biomasa: Peso total de toda la sustancia viviente en un hábitat particular o un área definida.

Bosque maduro o primario: Las áreas con bosque que tienen muchos años sin ser alteradas por intervenciones humanas o catástrofes naturales, y que evidencian el desarrollo de especies de plantas y animales que se presentan en las fases más avanzadas de la sucesión ecológica. En el caso de la vegetación de Golfito, es característica la presencia de especies de árboles de gran tamaño, algunos de crecimiento lento, que crecen bien bajo la sombra, y otra vegetación como lianas gruesas

y grandes poblaciones de palmas. También es evidente la presencia de un sotobosque muy limpio, con pocas plantas herbáceas o matorrales.

Calizas: Rocas compuestas de carbonato de calcio. Generalmente se forman por la acumulación de organismos marinos como corales o algas y quedan expuestas cuando la zona es levantada por procesos generadores de montañas.

Carbohidratos: Compuestos químicos de la familia de los azúcares. Constituyen reservas de energía en los organismos vivos.

Carbonato: Compuesto radical de carbono inorgánico cuya fórmula química es CO_3^{2-} . El carbonato de calcio (CaCO_3) es un constituyente importante de huesos, conchas y esqueletos de coral.

Cauce: Surco en el terreno por el cual discurre un río.

Cianobacterias: Organismos unicelulares, filamentosos o coloniales, que se caracterizan por un tipo de célula similar al de las bacterias pero con clorofilas y un color azul verdoso. Por ser fotosintéticas, por mucho tiempo se creyó que eran algas.

Ciliados: Organismos unicelulares microscópicos del Reino Protista, que se caracterizan por nadar gracias al batir de cientos a miles de cilios, que son estructuras similares a vellos celulares, en su exterior.

Coefficiente de variación: Una medida de cuanto varía una característica (largo de la pata de un insecto, número de

camarones por litro de agua, diámetro de árboles, etc.) en una población.

Coladas masivas de basalto: El basalto es una roca ígnea de origen volcánico, compuesta generalmente por minerales como el feldespato y el piroxeno. De colores oscuros, negro verdoso.

Colmatados: Se dice de los cuerpos de agua que se van rellenando con sedimentos que les llegan producto de la erosión en las zonas a su alrededor, cuyas aguas drenan hacia ellos.

Compuestos fenólicos: Sustancias químicas que contienen un compuesto muy tóxico llamado fenol, el cual utilizan plantas y animales como un medio químico de defensa contra depredadores y herbívoros.

Corbícula: Estructura especializada para cargar polen situada en las patas traseras de una abeja. Funciona como una canasta de polen.

Corola: Conjunto de pétalos en una flor.

Crecimiento secundario: Proceso que ocurre en terrenos dentro o fuera de bosques que han sido desprovistos de su vegetación original, y donde se desarrolla una sucesión de especies de plantas que se inicia con aquellas que crecen muy rápidamente y se dispersan muy bien (como hierbas, guarumos, helechos, etc.) y continúa con plantas progresivamente más adaptadas a crecer en ambientes menos luminosos.

Cuencas superiores de ríos: Las áreas que rodean las nacientes y las quebradas que dan origen a los ríos.

Son siempre las zonas más altas de su cauce y generalmente con mucha precipitación y pendiente. Incluyen no sólo las áreas situadas a la orilla de los ríos sino las filas montañosas que protegen los manantiales que abastecen las nacientes.

Cutícula: Capa más superficial que rodea el cuerpo de un insecto, compuesta de secreciones de grasas y proteínas que forman una cubierta impermeable y dura.

DBO5: Demanda Bioquímica de Oxígeno. La cantidad de oxígeno gaseoso que las bacterias requieren para descomponer la materia orgánica presente en el agua durante un período de cinco días a una temperatura de 20° C.

Desarrollo directo: Cuando de un huevo nace directamente una forma que se parece al adulto de la especie, a diferencia de las especies que tienen larvas y por lo tanto son de desarrollo indirecto.

Detrívoro: Organismo que se alimenta de sustancias orgánicas (detritus) en forma de partículas o en suspensión.

Diatomeas: Nombre común de un grupo de organismos fotosintéticos microscópicos, que se caracterizan por poseer una pared celular compuesta por sílice amorfo, equivalente al vidrio.

Dinámica del bosque: Procesos de polinización y dispersión, entre otros, que afectan la reproducción y la regeneración de las plantas.

Dispersión de semillas: Remoción y transporte de frutos y semillas a cierta

distancia de la planta productora.

Dispersores: Animales, como aves y mamíferos, que comen frutos y transportan las semillas a cierta distancia de la planta productora.

Dureza: Característica del agua de un cuerpo de agua que mide la capacidad de la misma para disolver y formar espuma con los jabones. Depende principalmente de la cantidad de calcio y magnesio en el agua. Entre mayor sea la concentración de estas iones, mayor será la dureza y menor la capacidad de disolver el jabón. Se expresa como cantidad equivalente de carbonato de calcio (CaCO_3) por litro. Se consideran aguas duras cuando la medida es mayor de 50 mg/L.

Ecosistema: Unidad ecológica local que comprende el conjunto de organismos que interactúan entre sí y las características físicas y químicas del ambiente en el sitio.

Ectoparásitos: Organismos que se alimentan de la sangre o de la piel de otros animales y viven en la superficie externa del animal parasitado.

Endemismo: Ver Especies endémicas.

Enzimas: Compuestos químicos de la familia de las proteínas, que sirven para acelerar reacciones químicas en los organismos vivos. Sin ellas harían falta temperaturas muy altas o mucho más tiempo para que ocurran las reacciones químicas que se dan en los organismos.

Escorrentía: Materia orgánica y otras partículas del suelo acarreadas por la lluvia.

Escorrentía superficial: Flujo de

agua por encima de la superficie del terreno.

Especies endémicas: Especies cuya distribución está limitada exclusivamente a una región geográfica particular; no existen en otra parte del mundo.

Espermateca: Saquito interno donde la hembra almacena los espermatozoides.

Espojas: Organismos invertebrados sésiles, no poseen tejidos ni órganos verdaderos y la mayoría viven en el mar.

Esteroles: Sustancias químicas, entre las cuales están los conocidos compuestos colesterol y vitamina D. Una de ellas (fitosteroles) es común en muchas plantas.

Estigma: Una parte del órgano femenino en una flor, donde se deposita el polen.

Feromona: Sustancia química, generalmente una secreción glandular, que es liberada al exterior y se utiliza como señal en la comunicación entre los individuos de una especie.

Fitotélmata: Ambiente acuático formado por agua acumulada en depresiones naturales en plantas vivas o muertas, por ej. huecos en troncos de árboles, tanques de bromelias y plantas con inflorescencias que retienen agua, como las brácteas de heliconias (Fam. Heliconiaceae) y calateas (Fam. Marantaceae), donde viven diferentes organismos acuáticos y semiacuáticos.

Fosfato: Compuesto químico que forma un radical cuya fórmula es PO_4^{3-} . Es una sustancia clave en el

desarrollo de las plantas y los animales, pues forma parte del material genético de los organismos (ADN) y de otras sustancias importantes en el metabolismo y uso de la energía (ATP).

Fotosíntesis: Proceso bioquímico que ocurre en todos los organismos que tienen clorofila (plantas, bacterias, fitoplancton, etc.) y que utiliza la energía proveniente de la luz solar para convertir el dióxido de carbono y el agua en azúcares alimenticios.

Fragmentación: Formación de "islas de bosque" como producto de la deforestación y cambio en el uso de la tierra.

Frontera agrícola: Límite entre las áreas abiertas por la agricultura y la ganadería, y el bosque natural de una región. En muchos casos no es un límite bien definido sino una mezcla de bosques intervenidos por la extracción de madera, pequeños potreros y parches de bosque primario.

Gastroticos: Grupo de animales microscópicos que se caracterizan por ser similares a gusanos, que mide menos de un milímetro de longitud, viven en el fondo o entre las algas que cubre las rocas y troncos sumergidos, se alimentan principalmente de bacterias, algas y protozoos.

Genitalia: Organismos reproductivos (masculino o femeninos) que intervienen en la cópula.

Geomorfológicos: Se refiere a aspectos topográficos y geológicos del relieve.

Hábitat: Término que se refiere a un ambiente determinado de

un ecosistema donde reside un organismo. La palabra hábitat se refiere a un espacio relativamente pequeño dentro del ecosistema, caracterizado por ciertas características físicas (temperatura, humedad, luz, etc.) y ciertas relaciones biológicas con otros organismos. Por ejemplo el hábitat de las lianas del bosque es la copa y el tronco de grandes árboles, el hábitat de las ranas son las charcas o las bromelias, el hábitat de las abejas es el tronco de los árboles, etc.

Herbívoros: Que se alimentan de plantas o materia vegetal.

Hidromedusas: Fase medusoide de hidrozorios, comunes en muestras de zooplancton costero.

Hifas: Filamentos producidos por los hongos, que son normalmente la parte más visible de algunos tipos de hongos y que apreciamos como una masa esponjosa o filamentosa en los hongos que crecen sobre el pan y alimentos húmedos en general.

Ígneo: Se dice de las rocas o el origen de las rocas que provienen del magma que emerge a la superficie de la Tierra y se enfría luego.

Insectívoro: Que se alimentan de insectos.

Magma: Material mineral a altas temperaturas, de textura líquida más o menos viscosa, que se haya por debajo de las placas que forman la corteza terrestre.

Materia orgánica: Compuestos producidos por los organismos y que luego estos desechan o que cae al medio como materia sin vida.

Son compuestos ricos en Carbono, Nitrógenos y otros elementos propios de los seres vivos. Suele ser un alimento para bacterias y hongos que al colonizarlo para descomponerlo lo vuelve más nutritivo.

Muda: Cambio rápido en la anatomía externa e interna que sufren los insectos y otros animales semejantes cuando pasan de una fase juvenil (larva) a otra fase larval más avanzada o adulto.

Neotrópico: Zona tropical de América que abarca aproximadamente desde el norte de México hasta el sur de Brasil.

Nitrato: Compuesto químico, radical cuya fórmula es NO_3^{-1} . Es la forma más común de nitrógeno que está presente en zonas bien oxigenadas del ambiente y que es asimilado por las plantas. El nitrógeno que provee es importante en la formación de proteínas.

Nivel freático: Nivel máximo que alcanza el agua subterránea bajo un terreno.

Nutrientes: Sustancias que las plantas necesitan para su normal desarrollo, aparte del agua y el oxígeno.

Omnívoro: Organismo que se alimenta de una gran variedad de alimentos, tanto de origen vegetal, como animal o materia muerta o en descomposición.

Órgano intromitente: Genitalia externa masculina.

Ostrácodos: Microcrustáceos de 1 a 3 mm de tamaño, cuyo cuerpo se

encuentra encubierto por un par de valvas.

Oviposición: Proceso de depositar los huevos.

Patógenos: Se refiere a organismos, casi siempre microscópicos, que transmiten o producen enfermedades en alguna especie animal o vegetal.

Pendiente del suelo: Inclinación del terreno, que se mide en una escala que va desde el nivel máximo posible en los paredones (90 grados) hasta las áreas planas cerca de las costas (0 grados).

Perifiton: Comunidad de algas que crecen formando una película sobre sustratos duros sumergidos a poca profundidad en el agua.

pH: Medida utilizada para expresar el grado de acidez de una sustancia. Depende de la concentración de iones de hidrógeno (H⁺). La escala del pH varía de 0 a 14, siendo 7 el valor de las sustancias neutras. Valores menores a 7 son ácidos y mayores de 7 son alcalinos.

Plántulas: Plantas jóvenes pequeñas.

Plioceno: Período de la historia geológica de la Tierra, de cinco a dos millones de años atrás.

Polinización: Proceso por medio del cual el polen de una flor es transportado a la parte femenina (estigma) de la misma flor o a otra flor diferente. En la mayoría de las plantas del bosque tropical el polen precisa ser transportado de una planta a otra diferente.

Protozoos: Nombre común de los organismos unicelulares que se

alimentan ingiriendo partículas dentro de vacuolas en la célula. Constituyen parte del reino Protista.

Quelas: Pinzas de los cangrejos, langostinos y otros artrópodos.

Quetognatos: organismos de algunos milímetros de longitud conocidos como gusanos flecha y muy comunes en las regiones costeras tropicales.

Radiolario: organismo unicelular menor a 80 µm, protegido por una estructura de sílice y que forma parte del microzooplancton.

Radiolarios: Organismos microscópicos que viven en el mar.

Región neotropical: área de clima tropical o subtropical del continente americano, que se extiende desde México hasta Chile y Argentina.

Regiones biogeográficas: Áreas geográficas a las que se circunscribe un grupo particular de especies.

Relaciones biogeográficas: Similitud (o diferencia) entre las aves entre dos o más regiones geográficas.

Reotaxis: Orientación que los organismos acuáticos asumen ante la presencia de una corriente de agua.

Reproducción partenogénica: tipo de reproducción típica donde el desarrollo de nuevos organismos se da a partir de huevos no fecundados.

Rizópodos: Grupo de protozoos que se caracterizan por moverse y alimentarse mediante el uso de pseudópodos, como en la ameba común.

Rotíferos: Grupo de animales microscópicos que se caracterizan por utilizar

una corona de cilios alrededor de la boca para atraer y atrapar el alimento que consiste básicamente de algas y bacterias, aunque hay algunas especies depredadoras.

Salamandras: Grupo de anfibios en los que el adulto posee un cuerpo alargado con dos pares de patas y una cola larga, semejantes a lagartijas.

Salinidad: El peso en gramos de sales disueltas en un kilogramo de agua. Puede expresarse en miligramos por litro, porcentaje o gramos por kilogramo.

Sedimentación: Partículas de suelo depositadas en vías acuáticas como ríos, lagos, áreas costeras y fondo del mar, provenientes de la acción de la erosión producida por el impacto del agua y del viento sobre la superficie terrestre. La sedimentación se observa especialmente como capas de barro o agua turbia que se acumula en las desembocaduras de ríos, especialmente cuando se destruye la vegetación natural en la cuenca del río, particularmente en áreas de mucha pendiente y precipitación.

Sedimentario: Que se origina por la acumulación de sedimentos, sustancias o materiales arrastrados por las corrientes superficiales.

Silicato: Compuesto radical, cuya fórmula es aproximadamente SiO_2 y es uno de los principales constituyentes de las rocas de la corteza terrestre. Es importante para el desarrollo de las diatomeas y algunas otras algas microscópicas.

Simbiosis: Asociación de dos o más especies de seres vivos, en la cual cada una se beneficia de una u otra forma. Una de las más comunes e importantes en el bosque tropical ocurre entre las hormigas zompopas y los hongos que éstas cultivan.

Sotobosque: Vegetación que crece en el suelo del bosque hasta una altura no mayor de los 3 a 4 m de altura, casi siempre bajo condiciones de sombra.

Suelos bien drenados: Suelos donde el agua se infiltra fácilmente hacia las capas más profundas del suelo

Suelos de tipo arcilloso: Suelos con altos contenidos de arcilla, los que hace muy compactos y

Sustrato: Material que se encuentra en el fondo de los ríos. Superficie dura sobre la que se adhieren los organismos. Equivale al concepto de piso o suelo.

Taninos hidrosolubles: Al igual que el fenol, los taninos son otros compuestos químicos muy comunes en las plantas, que se usan para diferentes funciones dentro de los seres vegetales, entre ellas la de defender a la planta contra herbívoros dañinos. La sensación pegajosa en la boca que produce un marañón, por ejemplo, es producida por los taninos de esta fruta.

Terpenos, sesquiterpenos, indoles y alcoholes: Compuestos químicos muy volátiles (que se evaporan rápido) y con olores muy fuertes, utilizados por animales y plantas como sustancias de atracción o defensa.

Tibia: Cuarto segmento de la pata de un insecto.

Vegetación epífita: Plantas que crecen sobre otras plantas o sobre objetos no vivientes. Generalmente no parasitan los organismos sobre los que viven, sólo los usan como apoyo.

Vertebrados: Grupo de animales que se caracterizan por poseer una columna vertebral que sostiene al cuerpo y que se ubica en la zona dorsal del mismo. Suele estar segmentado, formado por vértebras.

Vestigial: Estructura que está en proceso de ser perdida, pero que permanece aun cuando no cumpla con las funciones originales.

Vitaminas: Compuestos químicos de muchos tipos diferentes, que tienen en común el ser sustancias requeridas en pequeñas cantidades por los organismos, pero sin las cuales se interrumpen procesos fundamentales para el funcionamiento normal de los organismos.

Viviparismo: Cuando una especie en vez de poner huevos produce crías con capacidad de desarrollarse.

Yolillales: Areas pantanosas dominadas por poblaciones de yolillo (*Raphia taedigera*).

EDITORIAL INBIO

LIBROS / *BOOKS*

- Abejas de orquídeas de la América tropical
ORCHID BEES OF TROPICAL AMERICA
- Alexander Skutch: la voz de la naturaleza
- Árboles comunes del Parque Nacional Palo Verde / COMMON TREES OF PALO VERDE NATIONAL PARK
- Árboles de Costa Rica, Vol. II, Vol. III
- Árboles del Parque Nacional Manuel Antonio – Costa Rica
TREES OF MANUEL ANTONIO NATIONAL PARK
- Árboles maderables de Costa Rica
TIMBER TREES OF COSTA RICA
- Arrecifes coralinos del Caribe de Costa Rica
THE CORAL REEFS OF COSTA RICA'S CARIBBEAN COAST
- Aves del Parque Nacional Tapantí – Costa Rica
BIRDS OF TAPANTI NATIONAL PARK
- Avispas, abejas y hormigas de Costa Rica
WASPS, BEES AND ANTS OF COSTA RICA
- Ballenas y delfines de América Central
WHALES AND DOLPHINS OF CENTRAL AMERICA
- Biodiversidad en Costa Rica
- Biología de la conservación
- Bosques nublados del neotrópico
- Bromelias de Costa Rica / BROMELIADS
- Creencias populares sobre los reptiles en Costa Rica
- Dípteros de Costa Rica / DIPTERA
- Estrategia nacional de conservación y uso sostenible de la biodiversidad
- Ecosistemas de la cuenca hidrográfica del río Savegre – Costa Rica
- Ecosistemas del Área de Conservación Osa – Costa Rica
ECOSYSTEMS OF THE OSA CONSERVATION AREA
- Escarabajos de Costa Rica / BEETLES
- Escarabajos fruteros de Costa Rica
FRUIT BEETLES OF COSTA RICA
- Guabas y cuajiniquiles de Costa Rica (Inga spp.)
- Guía de Aves de Costa Rica
- Historia Natural de Golfito
- José Sancho en el INBIOparque
- Líquenes de Costa Rica / Lichens
- Los increíbles higuerones
INCREDIBLE FIG TREES
- Los viejos y los árboles
- Macrohongos de Costa Rica
MUSHROOMS, VOL. I
- Macrohongos de Costa Rica
MACROFUNGI, VOL. II
- Mamíferos de Costa Rica / MAMMALS
- Mamíferos del Área de Conservación Arenal – Costa Rica
MAMMALS OF THE ARENAL CONSERVATION AREA
- Mamíferos del Parque Nacional Corcovado – Costa Rica
MAMMALS OF CORCOVADO NATIONAL PARK
- Murciélagos de Costa Rica / Bats
- Orquídeas, cactus y bromelias del bosque seco – Costa Rica
ORCHIDS, CACTI AND BROMELIADS OF THE DRY FOREST
- Orquídeas de Costa Rica
ORCHIDS OF COSTA RICA, Vol. 1, Vol. 2
- Peces de la Isla del Coco
ISLA DEL COCO FISHES
- Plantas acuáticas del Parque Nacional Palo Verde y el valle del río Tempisque - Costa Rica
AQUATIC PLANTS OF PALO VERDE NATIONAL PARK AND THE TEMPISQUE RIVER VALLEY

- Plantas comunes del Parque Nacional Chirripó – Costa Rica
COMMON PLANTS OF CHIRRIPO NATIONAL PARK
- Plantas comunes de la Reserva Biológica Hitoy Cerere
COMMON PLANTS OF THE HITOY CERERE BIOLOGICAL RESERVE
- Plantas ornamentales nativas de Costa Rica
COSTA RICA NATIVE ORNAMENTAL PLANTS
- Prospección de la biodiversidad
- Ranas de hoja de Costa Rica
LEAF-FROGS OF COSTA RICA
- Serpientes de Costa Rica
SNAKES OF COSTA RICA
- Un naturalista en Costa Rica
- 10 años del INBio: de una utopía a una realidad

MATERIALES EDUCATIVOS

EDUCATIONAL MATERIALS

- ¡1, 2, 3! Espejismos del bosque tropical
- Coloreando la naturaleza
COLORING NATURE / NATUR ZUM ANMALEN
- Comprendamos la biodiversidad
- Fábulas del bosque tropical
- Insectos tropicales
- Mariposas
- Aprendiendo a conservar, Vol. I, Vol. II
- Guías didácticas Rostros de la naturaleza (10 guías)
- Casete Fábulas del bosque N° 1
- Casete Gotitas de biodiversidad
- CD Rom El bosque tropical húmedo
THE TROPICAL RAINFOREST
- CD Rom El bosque tropical nuboso
- CD Rom El bosque tropical seco
- CD Rom El bosque tropical húmedo de Centroamérica
- Video Una aventura con la biodiversidad
- Video Aventuras en las costas de Centroamérica
ADVENTURES ON THE COASTS OF CENTRAL AMERICA
- Juego Biotarjetas
- Juego FungiAventura
- Juego Trivia
- Juego Naturaleza
- Colección Bioláminas
- Mapa de Áreas Silvestres Protegidas y Áreas de Conservación de Costa Rica
MAP OF PROTECTED WILDLANDS AND CONSERVATION AREAS
- Lámina - Babosas marinas del Pacífico de Centroamérica / Plate - SEA SLUGS OF THE PACIFIC OF CENTRAL AMERICA
- Lámina - Vertebrados en peligro (Costa Rica)
PLATE - ENDANGERED VERTEBRATES (COSTA RICA)