

La identificación de las lombrices de tierra presenta un gran problema para las personas que no son especialistas de este grupo de gusanos. La morfología externa de estas lombrices (Láms. 12.9-12.10) es muy similar debido a sus hábitos comunes de cavar galerías en los suelos. Las especies carecen de rasgos anatómicos notables que puedan ayudar al novicio para identificarlas. Con relación a la morfología externa, los especialistas utilizan para diferenciar las especies estructuras microscópicas, tales como el número y localización de las cerdas, al igual que la posición de los gonóporos (de ambos sexos), los poros dorsales y el clitelo, en determinados segmentos del cuerpo del animal. El estudio de la morfología interna, también, tiene una gran importancia en la identificación de las especies. Y ésta también, requiere llevar a cabo disecciones bajo un estereoscopio. Así que al carecer de características externas notables que se encuentran en otros grupos de animales, la única manera de identificar las especies propiamente es a través de claves taxonómicas complejas que están hechas para los especialistas. No obstante, la

clave taxonómica de Borges (1996 b) está disponible para aquellas personas que puedan utilizarla.

De acuerdo con Borges (1996 a) hasta la fecha se han informado para Puerto Rico cerca de unas 30 especies de lombrices de tierra. Ella considera que 11 de éstas son exóticas y 18 nativas. El número de segmentos es muy variable aún entre los individuos de una misma especie (pueden variar desde 45 a 127 en la mayoría). Las especies de la Isla también varían considerablemente en tamaño, desde 2.5 a 91 cm (1" a 36"). La lombriz gigante de El Yunque (*Trigaster longissimus*) es la de mayor tamaño, con una longitud de 91 cm (36"). Esta especie, por lo general, habita entre las raíces de los árboles. Resulta muy difícil poder extraer de esos suelos un individuo completo sin que se fragmente. Según Borges, existen otras dos especies de tamaños considerables de hasta 41 cm (16"): *Estherella montana* y *E. nemoralis*. El resto de las especies, sin embargo, tienen tamaños que fluctúan entre 8 y 23 cm (3" y 9"), aunque algunas especies pueden ser tan pequeñas (*Borgesia montana* y *Pontoscolex melissae*) como 2.5 a 5 cm (1" a 2").

ENSAYO

Ecología de las lombrices de tierra

GRIZELLE GONZÁLEZ

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical – Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Todos los ecosistemas terrestres consisten de un subsistema productor y otro descomponedor; estos componentes dependen el uno del otro (Wardle, 2002). En la mayoría de los ecosistemas terrestres, los suelos tienen la mayor diversidad de organismos (Wardle, 2002); ya que a una escala global la mayoría de los organismos son invertebrados que pasan por lo menos una porción de su ciclo vital en el suelo (Ghilarov, 1977; Giller, 1996).

La Importancia de las Lombrices.—De los organismos del suelo, las lombrices de tierra son los más conocidos y a menudo son considerados los más importantes por su influencia en el funcionamiento de los ecosistemas del suelo (Hendrix y Bohlen, 2002). Tienen un efecto significativo en la estructura del suelo, el ciclo de nutrientes y la productividad de las cosechas. En términos de biomasa, generalmente dominan la cadena alimentaria del suelo (Lavelle et al., 1999; Lee, 1985). Entre otros beneficios, aumentan la porosidad del suelo, estimulan la actividad microbiana, aceleran la descomposición de la hojarasca y la liberación de nutrientes en el suelo (Lee, 1985; Lavelle et al., 1999; González y Seastedt, 2001; González, 2002; Liu y Zou, 2002).

Rol Ecológico.—Las lombrices de tierra pueden ser clasificadas funcionalmente como especies endógeas (especies comedoras de suelo), anécicas (especies comedoras de suelo y hojarasca), o epígeas (especies comedoras solamente de hojarasca) (Bouché, 1977). Pueden alterar las características físicas del suelo y los procesos biogeoquímicos (Edwards y Bohlen, 1996) según su funcionalidad. Como cavadoras de suelo, las lombrices de tierra pueden alterar la estructura y las tasas de filtración de agua, cambiando así las condiciones ambientales para el crecimiento microbiano y los procesos biogeoquímicos (González et al., 2006). También actúan como inoculadoras de los microbios del suelo sobre la materia vegetal recién caída, y por lo tanto aceleran la descomposición de los materiales orgánicos producidos por las plantas (González, 2002). Las lombrices endógeas alteran las características del suelo cambiando sus propiedades físicas y químicas. Mientras que las lombrices epígeas afectan principalmente la inoculación microbiana y los procesos asociados a la descomposición. Las lombrices anécicas influyen el suelo a través de ambas actividades, de inoculación y como cavadoras del suelo (González et al., 2006).

Patrones de Diversidad de Lombrices en Puerto Rico en Comparación al Neotrópico y el Caribe.—En la región del norte Neotropical, las comunidades de lombrices están principalmente constituidas por especies de la familia Megascolecidae (Acanthodrilinae y Dichogastrini), seguidas por la familia Ocnerodrilidae y Glossoscolecidae (Fragoso et al., 1995). Glossoscolecidae llega a ser dominante en Suramérica, especialmente en Brasil, Perú y Colombia (Fragoso et al., 1999). En Puerto Rico, hay descritas siete especies de lombrices de tierra del género *Estherella* (Lám. 12.11), las cuales son pertenecientes a esta familia. Según Rodríguez y colaboradores (2007), la diversidad de las lombrices de tierra en el Caribe Insular consiste de 10 familias, 32 géneros y 121 especies. La familia mejor representada es Octochaetidae (con 54% del total de especies); siendo aproximadamente el 80% de estas especies nativas. La oligoquetofauna del Caribe Insular también está compuesta por especies exóticas, predominantemente miembros de la familia Megascolecidae. Aun así, el endemismo para la región es de más de un 60%. Sin embargo, como Rodríguez y colaboradores (2007) señalan, estas estadísticas se deben considerar en el contexto que



Especie de lombriz nativa en El Yunque, Puerto Rico.
Foto por Grizelle González.

Lám. 12.11
Estherella montana.

las tasas anuales de artículos publicados sobre taxonomía y ecología en el Caribe son extremadamente bajas (menos de un artículo anualmente) y la mayor parte de los resultados publicados sobre ecología son de Cuba y Puerto Rico.

La oligoquetofauna del Caribe Insular ha sido estudiada intermitentemente desde el siglo 19, pero en la mayoría de las islas los registros son escasos o inexistentes (Rodríguez et al., 2007). La oligoquetofauna de Puerto Rico es la mejor conocida del Caribe Insular (Fragoso et al., 1995; Borges, 2004) mientras que en Cuba sólo se conoce aproximadamente un 25% de su fauna (Fragoso et al., 1999; Rodríguez, 2004). Según Rodríguez y colaboradores (2007), en el Caribe Insular sólo Puerto Rico se considera moderadamente bien inventariada ya que en el resto de las islas sólo se han realizado colectas puntuales y poco frecuentes; en Haití, por mencionar un ejemplo, solamente se han informado cinco especies. Mientras que de otras islas del Caribe Insular (María Galante, La Desirade, Monserrat, San Barts, San Eustaquio, Gran Caimán, Bermudas, Barbudas, Santa Lucía, etc.) sólo se han informado una, dos o ninguna especie (Rodríguez et al., 2007).

Patrones de Diversidad en Diferentes Tipos de Bosques en Puerto Rico.—Según Rodríguez y colaboradores (2007), se han informado 24 determinantes de densidad, biomasa y riqueza de especies en el Caribe Insular que se corresponden a bosques o arboledas (54%), pastizales o sabanas (33%) y agroecosistemas (12%). Las tendencias principalmente observadas indican que las comunidades de lombrices en los ecosistemas naturales tienen menor abundancia y biomasa que en los perturbados, con excepción de los agroecosistemas con cultivos de ciclos cortos donde estos parámetros pueden ser extremadamente bajos. Los pastizales representan generalmente los valores más altos en términos de biomasa, mientras que los bosques albergan los mayores valores de diversidad. La supervivencia de las especies nativas en los ecosistemas perturbados depende del tiempo en que ese sistema ha permanecido sin alterar y de la intensidad de las prácticas destructivas originales (Rodríguez et al., 2007).

En Puerto Rico, González y colaboradores (2007) describieron las comunidades de lombrices a lo largo de un gradiente de elevación conteniendo ocho tipos de bosques del noreste de la Isla. El propósito del estudio fue determinar si la abundancia, biomasa o diversidad de las lombrices estaban relacionadas con factores climáticos, propiedades químicas y físicas o características bióticas de suelo. Ellos encontraron que la densidad, la biomasa, y la diversidad de las lombrices de tierra varían perceptiblemente entre los diferentes tipos de bosques. Por ejemplo, la densidad de las lombrices de tierra fue mayor en el bosque de palo de pollo (*Pterocarpus officinalis*) (1,024 individuos/m²) y más baja en el mangle (2.7 individuos/m²). El resto de los tipos de bosques tuvieron niveles intermedios de densidad total de lombrices (entre 102–221 individuos/m²). En términos de biomasa, el bosque enano (en el tope de las montañas de El Yunque) y el bosque de palo de pollo tuvieron los valores más altos (168.2 y 180.6 gramos/m², respectivamente) y el bosque seco y el bosque de mangle tuvieron los valores de biomasa más bajos (<1.2 gramos/m²). En total, González y colaboradores (2007) encontraron 14 especies pertenecientes a seis familias. El bosque enano tuvo el número total más alto de especies de lombrices encontradas en un tipo dado de bosque (12 especies); el segundo más alto fue el bosque de palo colorado con seis especies. Estos dos bosques también poseen los números más altos de especies nativas de lombrices (10 y 5 especies, respectivamente). Especies nativas de los géneros *Borgesia* (Lám. 12.12) y *Trigaster* (pertenecientes a la familia

Especies de lombrices nativas en El Yunque, Puerto Rico. Fotos por Grizelle González.



Lám. 12.12
Especie del género *Borgesía*.

Lám. 12.13
Neotrigaster rufa, especie perteneciente a la familia Exxidae.



Octochaetidae) y del género *Neotrigaster* (familia Exxidae; Lám. 12.13) fueron encontradas exclusivamente en bosques localizados dentro de las montañas de Luquillo a una elevación mayor a los 600 metros sobre el nivel del mar. La lombriz *Pontoscolex corethrurus* (exótica y cosmopolita de regiones tropicales) fue encontrada en todos los bosques excepto en el bosque seco, el de palo de pollo y los bosques de mangle. El bosque húmedo de la tierra baja tuvo la presencia más alta de lombrices exóticas. Además, se encontró que el número de las especies de

lombrices aumentó significativamente a medida que la elevación y la precipitación anual aumentaron y la temperatura del aire disminuyó. Este estudio concluyó que las diferencias en la riqueza de especies de lombrices de tierra a través del largo de este gradiente de elevación se deben a la combinación de factores físicos, químicos y bióticos del suelo. Esto dado a que la acidez del suelo y la densidad de la longitud de la raíces pueden ayudar a predecir el número de especies de lombrices presente a lo largo del gradiente.

Condiciones que Favorecen la Dominancia de Lombrices Exóticas Versus Nativas.—La sucesión de las comunidades de plantas altera la cantidad y la química del material orgánico que entra a los suelos (Zou y González, 1997). Estas diferencias pueden influenciar los patrones de la respuesta de la biota del suelo de igual manera que influye las especies de árboles presentes durante el proceso de cambio de pastizales a bosques en condiciones post agrícolas. La historia del uso de terrenos y las invasiones por especies de lombrices de tierra exóticas también pueden afectar la abundancia y composición de las especies de fauna nativa a manera distinta a como los factores de clima, vegetación, y topografía las puedan afectar (Hendrix y Bohlen, 2002). Regularmente en el Neotrópico, especies cosmopolitas de lombrices de tierra dominan áreas en pastizales a expensas de especies de lombrices nativas. Con la conversión de los pastizales a bosques secundarios, la riqueza en el número de especies de lombrices aumenta debido a la presencia de las especie nativas (Zou y González, 1997). Sin embargo, en los bosques secundarios, las especies de lombrices exóticas siguen siendo dominantes en términos de biomasa y densidad (Zou y González, 1997; Sánchez de León et al., 2003). Por ejemplo, en Puerto Rico, González y colaboradores (1996) encontraron que *Pontoscolex corethrurus* (una lombriz exótica) dominó plantaciones y bosques secundarios, mientras que lombrices nativas se encontraban presentes solamente en bosques secundarios; sugiriendo que los bosques secundarios regenerados naturalmente son preferibles a las plantaciones para mantener un alto nivel de densidad, biomasa y de especies nativas en bosques en estados post agrícola. La restauración de bosques secundarios por medio de la regeneración natural de pastizales

abandonados puede promover la recuperación de las lombrices anécicas y de especies nativas (González et al., 1996; Sánchez de León et al., 2003).

Historia de las Invasiones de Lombrices Exóticas en Zonas Tropicales.—La historia de las invasiones de lombrices exóticas en zonas tropicales ha sido resumida por Fragoso y colaboradores (1999) y González y colaboradores (2006). Estos autores indican que estas invasiones se pueden explicar por medio de la dispersión histórica de los seres humanos y el comercio (particularmente dado las rutas de transporte). Por ejemplo, *Gordiodrilus peguanus* y *Eudrilus eugenia* (especies de lombrices africanas) están presentes principalmente en colonias anteriormente de origen europeo tales como las Antillas Mayores (Gates, 1972) que, en el pasado, fueron dominadas por una población africana auxiliar. Estas dos especies no están presentes en países como Perú y México donde prácticamente no existieron los esclavos africanos (Fragoso et al., 1999). De igual manera, la dispersión de tres géneros nativos de Suramérica al Caribe Insular (*Pontoscolex*, *Onychochaeta* y *Eukerria*) se puede explicar por la migración humana antes de la colonización europea (Righi, 1984; Lavelle y Laped, 2003). Los seres humanos llegaron en las Antillas Mayores desde Suramérica hace unos 2,200 años o más; moviéndose de isla en isla (Domínguez Cristóbal, 2000). Por lo menos tres grupos o culturas de Suramérica habían llegado a Puerto Rico antes de 1493 (Gómez Acevedo y Ballesteros Gaibrois, 1980). Por lo que en Puerto Rico, González y colaboradores (2006) indican que lombrices exóticas tales como *Dichogaster* sp., *P. corethrurus* y *Amyntas rodericensis* se han encontrado en cuevas (Peck, 1974) que fueron utilizadas comúnmente por indios y esclavos africanos emancipados (Ayes Suárez y Otero López, 1986). En épocas recientes, la venta de lombrices o de medios que han contenido lombrices (ejemplo, compostas) ha avanzado la proliferación y el establecimiento de lombrices no nativas en nuevas áreas (Callaham et al., 2006). Las fuentes principales de las introducciones de lombrices de tierra no nativas son actualmente las industrias de desecho, la horticultura y la pesca con cebo (Callaham et al., 2006).

Implicaciones de Manejo Debido a la Dominancia de Lombrices Exóticas Versus Nativas.—Las consecuencias que las invasiones de lombrices puedan tener sobre la oxidación del suelo y la producción del gas del invernadero en zonas tropicales no son conocidas. Se ha descubierto que un aumento en la densidad de lombrices invasoras tropicales puede acelerar la mineralización de nitrógeno y la descomposición de materia orgánica. Por ejemplo, Pashanasi y colaboradores (1992) encontraron que la mineralización de nitrógeno y la biomasa microbiana fue aumentada por una especie exótica (*Pontoscolex corethrurus*) en un experimento de invernadero que contenía tres plántulas de frutas tropicales. De igual forma, González y Zou (1999) encontraron en Puerto Rico que *P. corethrurus* aumentó la disponibilidad de nitrógeno en el suelo en un experimento de invernadero que contenía una especie del árbol de yagrumo (*Cecropia*; especie pionera y tropical). Liu y Zou (2002) han sugerido que *P. corethrurus* aumenta la tasa de descomposición de hojarasca elevando el consumo de la materia orgánica o de la actividad microbiana; esto fue encontrado en pastizal y bosque húmedo tropical en Puerto Rico. De hecho, los efectos de los organismos del suelo sobre la descomposición de hojarasca pueden alcanzar hasta el 66% del total en zonas tropicales húmedas, esto debido principalmente a las lombrices de tierra (González y Seastedt, 2001). Estos resultados indican que las lombrices invasoras tropicales aceleran procesos biogeoquímicos y están de acuerdo con resultados informados en sistemas templados (González et al., 2006). Aun así, dado que no es completamente conocido cuáles

son los efectos del establecimiento de lombrices no nativas, una estrategia de manejo prudente debe centrarse en la prevención y el estudio de estas invasiones (por ejemplo ver Huang et al., 2006). Las invasiones de las lombrices de tierra pueden tener implicaciones serias en la conservación de la biodiversidad, de hábitats naturales y de la salud en general de ecosistemas en zonas tropicales (González et al., 2006).

Agradecimientos.—Mientras escribió este manuscrito, la autora recibió apoyo de la concesión DEB-0218039 de la Fundación Nacional de las Ciencias para el Instituto de Ecosistemas Tropicales de la Universidad de Puerto Rico, y el Servicio Forestal de los Estados Unidos por medio del Instituto Internacional de Dasotomía Tropical como parte del programa de investigación ecológica a largo plazo (LTER por sus siglas en inglés) en el Bosque Experimental de Luquillo. Ayuda adicional fue proporcionada por el Servicio Forestal (Departamento de Agricultura de Estados Unidos), y la Universidad de Puerto Rico. Se agradece a Rafael L. Joglar por proveer comentarios valiosos sobre versiones anteriores del manuscrito.

LAS SANGUIJUELAS (CLASE HIRUDINEA)

Las sanguijuelas (Láms. 12.14–12.15) comprenden un grupo de anélidos que despiertan cierto interés por los hábitos de la gran mayoría de las especies de chupar sangre de vertebrados (incluyendo a los humanos) e invertebrados. No obstante, existe cierto número de especies (alrededor de un 25%) que son carroñeras o depredadoras.

Las sanguijuelas habitan en ambientes fluviales, marinos y terrestres. Los miembros del grupo se caracterizan por tener un cuerpo algo aplanado que consiste de 32 (o 34 según algunos autores) segmentos y la presencia de dos ventosas. Algunos de los segmentos en ambos extremos del cuerpo se han fusionado dando origen a las ventosas. La ventosa anterior es más pequeña y rodea la boca. La ventosa posterior tiene la forma de un disco y es de mayor tamaño. El ano se encuentra localizado dorsalmente en el último segmento. Muchas especies de sanguijuelas tienen colores muy variados en forma de manchas o bandas transversales y longitudinales. El tamaño de la gran mayoría varía entre 2.5 y 5 cm (1" y 2") pero existen especies que pueden alcanzar una longitud

de alrededor de 30 cm (12"). Los segmentos corporales poseen una pseudosegmentación (o anillamiento) secundaria externa que es muy típica de todos los hirudíneos.

La presencia de las ventosas está relacionada a la locomoción y la manera de alimentarse. Estos gusanos pueden nadar por ondulaciones del cuerpo o se pueden mover arrastrándose arqueando el cuerpo por medio de las ventosas. La gran mayoría de las sanguijuelas son hematófagas (un 75% chupan la sangre de algún animal) o carroñeras y depredadoras (un 25%). Otros aspectos de la alimentación se discutirán más adelante en la sección sobre diversidad.

Las especies fluviales, por lo general, habitan en las aguas más llanas de lagos, charcos, riachuelos de flujos lentos y lugares pantanosos. Viven sobre sustratos sólidos (casi nunca en fondos de arena, barro o lodo) que contengan vegetación, rocas u otros despojos de origen vegetal donde puedan ocultarse durante el día ya que son esencialmente nocturnas. Muchas de las especies marinas son parásitos de peces. Las pocas especies terrestres habitan bajo la hojarasca de bosques húmedos.