

LA MESOFAUNA DEL SUELO. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

Biology and ecology of the soil mesofauna

Fernando Momo y Liliana Falco

Ecología. Universidad Nacional de Luján. Departamento de Ciencias Básicas. CC 221 – B6700ZAB Luján – Argentina. Ecologia@mail.unlu.edu.ar

Introducción

Si levantamos una porción de suelo con una pala y comenzamos a revisarla nos encontramos con una enorme cantidad y variedad de animales que se pueden ver a simple vista (meso y macrofauna). En la hojarasca con cierto grado de humedad y en los primeros centímetros de tierra es seguro encontrar colémbolos (pequeños insectos sin alas y con una especie de “resorte” abdominal), ácaros (quelicerados carnívoros o detritívoros similares a pequeñas garrapatas), arañas, lombrices de tierra, enquitreidos (similares a las lombrices pero de pocos milímetros), coleópteros, miriápodos, planarias, moluscos y toda una gama de invertebrados que se alimentan de detritos, o de hongos, algas u otros invertebrados abundantes en el suelo.

Evidentemente, esta es una visión tentadora para el biólogo, tanto si le interesa la clasificación y descripción de los organismos, como su fisiología o comportamiento o bien su papel ecológico y la dinámica de sus poblaciones o comunidades.

En este capítulo intentaremos enumerar y describir a unos pocos de los invertebrados del suelo, concentrándonos en los que pueden verse a ojo desnudo, y hablaremos con algo más de detalle de las lombrices de tierra, uno de los componentes fundamentales de esta comunidad. Dejaremos varios grupos sin mencionar, no porque sean menos importantes sino por nuestras propias limitaciones.

Algunos grupos representativos

Los colémbolos

El grupo de los Collembola¹ (Figura 1) está constituido por pequeños artrópodos hexápodos sin alas, provistos de antenas, seis segmentos abdominales y dos apéndices abdominales particulares. Uno es la furca caudal, que actúa como un resorte o muelle que les permite saltar y tiene su propio “broche de seguridad”, el tenáculo, que se encuentra en el tercer segmento abdominal salvo en las formas sin furca. El otro es el tubo ventral o colóforo en el primer segmento abdominal que cumple funciones respiratorias, de adhesión y de captación de agua.

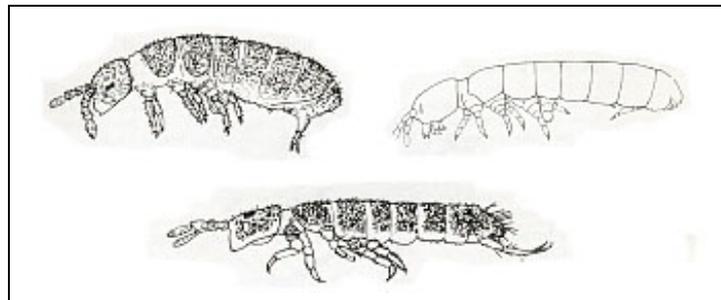


Figura 1. Colémbolos. Aspecto general

Los colémbolos son pequeños (rara vez sobrepasan los 8 mm de longitud), tienen ojos simples (no más de ocho a cada lado de la cabeza) y se alimentan de vegetación en putrefacción o de la microflora del suelo (hongos y algas fundamentalmente). Existen unas 3000 especies en los suelos. Los sexos son separados y la fecundación es indirecta: el macho produce espermatozoides que son recogidos por las hembras. El desarrollo es ametábolo, es decir que no presentan metamorfosis y los juveniles son anatómicamente similares a los adultos sólo que más pequeños y generalmente sin pigmentación.

Cualquier muestra de suelo, sobre todo dónde hay abundante hojarasca, contiene cientos de colémbolos. Es bastante sencillo separarlos por flotación ya que la presencia de sustancias hidrófobas en su cutícula hace que floten y se amontonen en manchoncitos en la superficie del agua. Las especies con furca bien desarrollada son fáciles de distinguir por sus movimientos de salto.

¹ No entraremos en una detallada discusión taxonómica acerca de la filiación de los colémbolos a los que podemos considerar como una Clase dentro del Subphylum Hexapoda de los Arthropoda, o bien un Orden dentro de la Clase Insecta, Subclase Apterygota, dependiendo de los autores que sigamos. En todo caso, sabemos de qué organismos estamos hablando.

Los colémbolos se encuentran en los suelos de todas las latitudes y parecen estar limitados solamente por la extrema sequía. Influyen con sus pelotitas fecales² a la microestructura del suelo y están cerca de la base de las redes tróficas edáficas que se “montan” sobre el material detrítico; a su vez son presa de los ácaros carnívoros (Figura 4).

Los colémbolos habitan en todas las latitudes y presentan a veces regularidades o gradientes biogeográficos, sobre todo en su grado de pigmentación.

Los ácaros

Dentro del Phylum Arthropoda, Subphylum Chelicerata, Clase Arachnida, podemos ubicar al Orden Acarina, es decir los ácaros. Estos pequeños arácnidos de no más de 2 o 3 mm de longitud (Figura 2) no presentan casi segmentación evidente, aunque se suele distinguir un gnatosoma y un idiosoma. El gnatosoma contiene las piezas bucales (quelíceros) y los pedipalpos. El idiosoma contiene entre tres y ocho pares de patas (la mayoría de las veces, cuatro) y los orificios genitales. Los estigmas traqueales, en número variable, se abren en distintas partes del cuerpo y esto permite definir y distinguir los subórdenes. Se han descrito unas 45.000 especies y se estima que éstas representan sólo el 5 % de las que existen.

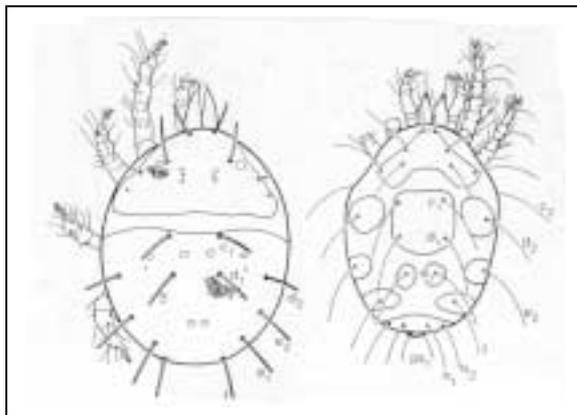


Figura 2 Ácaros. Aspecto general

Los del Suborden Mesostigmata o Gamasida son ubicuos en los suelos donde actúan como depredadores de nematodos, enquitreidos o microartrópodos, tanto en el suelo propiamente dicho como en la hojarasca. Su gnatosoma es característico porque forma una especie de tubo o embudo con su base esclerotizada. Su reproducción puede ser sexual común o partenogenética. Puede encontrárselos en número de varios miles por metro cuadrado.

En el Suborden Prostigmata (Actinedida) encontramos comedores de hongos y algas, depredadores y comedores de plantas. Los Astigmata o Acaridida pueden ser micófagos, saprófagos, fitófagos o parásitos, son ácaros muy esclerotizados, de movimientos lentos. Respiran a través de la cutícula. Sus piezas bucales están adaptadas a la masticación y su labor facilita el proceso de humificación en el suelo ya que fragmentan el material detrítico ofreciendo mayor superficie de ataque a las bacterias.

Los del Suborden Oribatida o Cryptostigmata, llamados ácaros del musgo son uno de los grupos numéricamente dominantes entre los microartrópodos de los horizontes orgánicos del suelo, alcanzando números de cientos de miles por metro cuadrado. Su tamaño varía entre 0,15 y 1,50 mm; son de colores variados, dependiendo del grado de esclerotización y melanización de la cutícula; así, los encontramos desde color blanco o amarillo claro hasta negros. Comen material detrítico o microorganismos (hongos, algas).

Por ser organismos típicos de la superficie del suelo, tanto los ácaros como los colémbolos están expuestos a la presencia de las sustancias tóxicas que llegan al suelo, tales como pesticidas o metales pesados. Esto ha hecho que se los utilice como buenos indicadores de contaminación del aire y del suelo. También la recuperación de la biota del suelo después de un disturbio importante (un incendio por ejemplo) ha sido monitoreada a través de la composición específica de estos grupos.

Las lombrices de tierra

Generalidades

Los oligoquetos comprenden unas 220 especies, que poseen una gran capacidad de adaptación a nuevos ambientes. Unas 19 especies son comunes en gran parte de Europa y han sido transportadas por el hombre a distintas regiones donde han reemplazado a las especies indígenas.

Las lombrices de tierra participan de los “servicios” del ecosistema suelo (Lavelle et al.,1992) manteniendo la estructura física, reciclando la materia orgánica y nutrientes, estimulando el crecimiento de las plantas y favoreciendo la heterogeneidad.

² Traducción al castellano de “fecal pellets” sugerida por los biólogos marinos.

Biología

El constituyente principal de las lombrices es el agua (80 a 90% de su peso fresco). Pero a pesar de ello tienen la capacidad de resistir prolongados períodos de seca. Satchell (1967) indica para las especies del género *Lumbricus* una capacidad de deshidratación de hasta el 70% y para el grupo *Aporrectodea* – *Allolobophora* hasta un 75%. El contenido de agua mínimo es aquel que le permite a las lombrices mantener su cuerpo húmedo para realizar el intercambio gaseoso (respiración), moverse y cavar galerías. Cuando el contenido de agua es inferior al 20% la presión hidrostática del líquido celómico impide a las lombrices desarrollarse normalmente.

Ciclo De Vida

Las lombrices de tierra tienen la capacidad de producir huevos (cocones) durante todo el año. Pero para la mayoría de las especies esa actividad está vinculada a ciertos factores ambientales, como la temperatura, la humedad del suelo, o a la disponibilidad de alimentos.

Hay evidencias de que el pico de producción ocurre en otoño, la primavera o al inicio del verano (Evans, Guild 1948) El número de huevos está afectado por la estacionalidad de las condiciones edáficas (en términos de temperatura y humedad), pudiendo detectarse diferencias entre años para las diferentes especies. Durante el período invernal cuando la temperatura del suelo desciende a los 3°C las lombrices no producen huevos. En el verano su producción en número también disminuye a medida que la temperatura aumenta.

La ubicación de los cocones también refleja las condiciones edáficas: si el suelo está muy húmedo las lombrices depositan sus huevos sobre la superficie pero los ubican en el interior del perfil edáfico en condiciones de muy baja humedad.

Se ha encontrado una correlación directa entre el número de cocones producido por algunas especies y la exposición de las mismas a condiciones ambientales adversas como la desecación extrema, la temperatura o la depredación, viendo que incrementan su número como respuesta a dichas condiciones (Satchell 1967).

Para algunas especies de lumbricidos (del género *Aporrectodea*) la producción está determinada por la actividad estacional ya que presentan diapausa obligada durante los meses de verano. Las especies de género *Eisenia* y *Octolasion* presentan diapausa facultativa, interrumpiendo su producción en época de sequía. La temperatura puede afectar también el **período de incubación** de los cocones (Andersen 1987), generando un patrón de emergencia de nuevos individuos, alto durante la primavera y el otoño, bajo en verano y nulo durante el invierno. Es más, los huevos producidos en la última mitad del otoño suelen nacer en la primavera, pudiendo mantenerse como huevo durante seis meses (Tabla 1)

Tabla 1: ciclo reproductivo de *Aporrectodea tuberculata* (adaptado de Andersen 1987)

Mes	adultos (N_{10}/m^2)	juveniles (emergidos / m^2)	producción de cocones (adultos /mes)	
Febrero	22,1	0	0	
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio	Invierno	0	0	
Agosto				
Septiembre				
Octubre	24,9	178	2,7	Febrero
Noviembre	62,6	38	0,5	Marzo
Diciembre				Septiembre
Enero	54,9	212	1,1	Octubre
Febrero				Noviembre
Marzo				Diciembre
Abril	Invierno	0	0	Enero
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre	445	2,7	2,7	Febrero
Octubre				Marzo
Noviembre				Abril
				Mayo

La duración de la etapa juvenil hasta la **madurez sexual** varía con las especies, y para una misma especie está afectada por la temperatura, la humedad, la oferta de alimento o el momento de eclosión del cocon (Tabla 2). *Allolobophora chlorotica* tarda entre 29 a 42 semanas para llegar a la madurez creciendo durante el invierno. La

misma especie madura en 22 semanas si el crecimiento ocurre durante el verano (Edwards y Bohlen 1996). En el caso de *Aporrectodea caliginosa*, con alimento basándose en hojarasca, se logró un peso máximo de 1,85 g por individuo en 450 días y se llegó a la madurez sexual en 200 días con 0,8 g de peso corporal; con alimento a base a paja de cebada, se logró un peso máximo 0,85 g en 150 días y se llegó a la madurez sexual en 135 días con 0,57g

Tabla 2. tiempo de desarrollo de algunas lombrices de tierra

Especie	Nro de cocones/ Lombriz* año	Periodo de Incubación (semanas)	Periodo de crecimiento (meses)
Lumbricidos			
<i>Eisenia fetida</i>	11	11	12
<i>Dendrobaena subrubicunda</i>	42	8 ½	7
<i>Lumbricus rubellus</i>	106	16	8
<i>Aporrectodea rosea</i>	8	17 ½	12
<i>Aporrectodea caliginosa</i>	27	19	12
No Lumbricidos			
<i>Dichogaster agilis</i>	7.5 – 15.8		15
<i>Dichogaster terrea-nigrae</i>	1.3 – 2.4		36
<i>Millsonia anomala</i>	5.6 – 14.2		20
<i>Millsonia ghanensis</i>	0.8 – 1.4		42

Reproducción

Las lombrices son generalmente hermafroditas, con testículos y ovarios funcionales simultáneamente. En algunas especies las células espermáticas son intercambiadas durante la cópula y almacenadas en una espermateca hasta que fertilizan el óvulo. También hay un modo alternativo de fertilización en el cuál las células espermáticas son transferidas entre individuos en los espermatóforos y se logra una fertilización directa del óvulo; este modo de fertilización se ha observado en algunos especies de los géneros *Aporrectodea*, *Bimastos*, *Dendrobaena*, *Eisenia*, y *Octolasion* (Bouché 1975).

La fertilización uniparental (partenogénesis) se conoce para algunas especies. Esta puede ser facultativa (*Aporrectodea rosea*) u obligada (*Octolasion sp.*) y resulta común en las especies peregrinas³.

Las lombrices de tierra se reproducen durante todo el año, salvo condiciones ambientales adversas (temperaturas extremas, humedad o falta de alimento por ejemplo), o por encontrarse en diapausa.

Estrategias demográficas y categorías ecológicas

Las especies individuales muestran diferencias morfológicas, fisiológicas, reproductivas y de comportamiento que están relacionadas con su posición dentro del perfil del suelo. Aquellas especies que se encuentran asociadas en la distribución vertical, son clasificadas de acuerdo algunos atributos. Bouché (1977) propuso dividir las lombrices en tres grupos morfo-ecológicos:

Epigeas: lombrices que viven sobre la superficie del suelo bajo la hojarasca, asociadas a acúmulos de materia orgánica. Esta posición las expone a variaciones climáticas y a la depredación.. Soportan la estación desfavorable como cocon. No modifican la estructura del suelo, trituran y fragmentan restos orgánicos. En general sus cuerpos presentan pigmentación; son de talla variable (1 a 15 cm), tienen ciclo de vida corto, una alta tasa de natalidad y de mortalidad. Son *r-estrategas*⁴.

Endógeas: viven siempre dentro del suelo. Se alimentan de suelo enriquecido con materia orgánica y le dan al mismo estructura grumosa. Se mueven horizontalmente dentro del perfil de suelo. Soportan las condiciones adversas mediante la quiescencia y migración a estratos más profundos. Son de talla mediana, sus cuerpo no tienen pigmentación (es común ver al trasluz sus vasos sanguíneos o su tubo digestivo) y tiene ciclos de vida cortos. Se las puede subdividir en *endogeas polihúmicas*, de tamaño pequeño, *r-estrategas*, viven en los primeros diez centímetros del suelo entre las raíces; *endogeas mesohúmicas*, con tallas de 6 a 18 cm, de estrategias intermedias *r-K*; *endogeas oligohúmicas*, de talla grande, entre 25 y 50 cm, con estrategia *K*.

Anécicas: pigmentadas anterior y dorsalmente, de talla muy variable (10 a 100 cm), construyen galerías verticales mejorando la infiltración, incorporan restos de materia orgánica al suelo y lo mezclan con tierra. Presentan ciclo de vida más largos, son *K-estrategas* y entran en quiescencia en condiciones desfavorables. En nuestro país no hay registro de verdaderas anécicas, quizás por la estructura de nuestros suelos, aunque algunas especies han sido ubicadas en una categoría mixta, endo-anécicas, ya que sus galerías no son verticales sino diagonales y poco profundas (Tabla 3).

³ Llamamos “peregrinas” a las especies con gran capacidad de dispersión y facilidad para colonizar nuevos ambientes aunque estén perturbados.

Tabla 3: Características de los grupos ecológicos de las lombrices

Características	Estrategias		
	EPIGEAS	ANECICAS	ENDOGEAS
Maduración	rápida	moderada	Moderada
Fecundidad (capullos/adulto/año)	42 - 106	3 - 13	8 - 27
Forma de resistencia	cocon	Quiescencia durante la sequía	Diapausa en respuesta a la sequía
Tamaño (mm)	10 - 30	200 - 1100	variable
Pigmentación	homocromática	oscura	apigmentada
Movilidad	Rápida, en respuesta a los disturbios	Moderada, en el interior de la galería	pequeña
Galerías	No en el suelo	Verticales, de carácter permanente que se extienden por el interior del suelo	Horizontales y subhorizontales, en general por arriba de los 15 cm de profundidad
Alimentación	Materia orgánica	Materia orgánica y suelo	Suelo mineral con material rico en materia orgánica
Hábitat	En superficie	En movimiento	En profundidad
PH del suelo	2.83 – 8.16	4.68 – 8.3	2.83 – 8.55
C/N del suelo	10.5 – 16.5	9.5 - 12	10.5 – 15.5
Arcilla (%)	0.1 – 34.2	6.3 – 38.7	0.1 – 45.7

Patrones de comportamiento

Muchas especies de lombrices que viven cerca de la superficie o sobre el suelo presentan inactividad ante condiciones adversas, una de ellas es el estado de *quiescencia* en el cual las lombrices responden directamente a condiciones adversas, particularmente de sequía y altas temperaturas, entrando en actividad cuando las condiciones se tornan más propicias. Bouché (1972) distingue dos tipos de quiescencia: la *anhidrobiosis*, como respuesta a la deshidratación y la *hibernación*, como respuesta a las bajas temperaturas del suelo.

La *diapausa facultativa* surge como respuesta a condiciones ambientales adversas y que no finaliza con la aparición de condiciones favorables. La *diapausa obligada* ocurre en algunas épocas del año, independientemente de las condiciones ambientales, pero usualmente responde a cierta secuencia de cambios ambientales o a algún mecanismo de señal interna. Esto permite que las condiciones adversas coincidan con el período de diapausa. Cuando la lombriz entra en diapausa deja de comer, fabrica una celda con mucus, se enrolla formando una bola e inicia un estado de inactividad durante el cual pierde sus características sexuales.

Distribución horizontal y vertical

Se ha observado un patrón de distribución horizontal de acuerdo a la estructura poblacional. Las lombrices presentan una distribución agregada durante la primavera - verano, donde la población está constituida básicamente por juveniles luego pasa por una fase intermedia donde la agregación disminuye por dispersión llegando al invierno con una distribución al azar entre los adultos.

Las diferentes especies de lombrices habitan distintas profundidades del suelo pero la distribución vertical de cada especie cambia considerablemente con la época del año. En términos generales la mayor parte de las especies

⁴ Entendemos por *r-estratega* una especie que invierte mucha energía en reproducción alcanzando altas tasas de crecimiento poblacional. Llamaremos *K-estrategas* a las especies que utilizan más energía en el crecimiento individual y tienen vida media más larga y un uso más eficiente de los recursos.

pueden ser encontradas dentro de los 30 primeros centímetros del suelo, pero en época de bajas temperaturas (5°C) los individuos se localizan por debajo de los 7 cm, en otoño y primavera se concentran por encima de los 7 cm (a excepción de los recién nacidos que se encuentran en la superficie) y en verano vuelven a migrar a más profundidad. Los dos factores que influyen en el movimiento dentro del perfil del suelo son la baja temperatura y la falta de humedad. Todas las especies de lombrices (salvo las del género *Lumbricus*) se encuentran en estado de quiescencia durante el verano y en el invierno.

Selección de hábitats

El hábitat apropiado para las lombrices de tierra es aquel que cubre sus requerimientos mínimos en cantidad y calidad de alimento, humedad y oxígeno disuelto suficiente para poder respirar, protección contra la radiación ultravioleta, pH apropiado, temperatura adecuada y ausencia de sustancias tóxicas que puedan modificar su balance osmótico.

Los autores hemos realizado experimentos analizando el efecto de la cobertura y tipo de suelo sobre la conducta de selección de hábitat para dos especies de lombrices de tierra. Las especies estudiadas son consideradas peregrinas (Edwards, Bohlen 1996), por tener una amplia distribución y adaptarse a ambientes disturbados más que las especies nativas. Además, difieren en sus estrategias adaptativas, *Amyntas hawayana* habita en la superficie del suelo en la hojarasca o bajo acumulaciones de materia orgánica respondiendo a los cambios ambientales como huevo, mientras que *Aporrectodes caliginosa* vive en el interior del suelo y presenta diapausa como forma de resistencia a los cambios ambientales. El ensayo a demostrado que *Amyntas hawayana* selecciona el hábitat por la presencia de la hojarasca en superficie antes que por su contenido de materia orgánica. *Aporrectodea caliginosa* por su parte, selecciona el hábitat por el tipo de suelo, antes que por la presencia de hojarasca en superficie. Analizando el contenido de materia orgánica seleccionó el suelo más pobre.

Actividad estacional

La actividad de las lombrices de tierra a lo largo del año está influenciada por la temperatura y la humedad del suelo. Durante los meses de invierno la biomasa y la densidad disminuye, en la primavera con la eclosión de los huevos el número de individuos aumenta al igual que la biomasa, esta tendencia se interrumpe durante el periodo más caluroso o seco del verano, para mediados del otoño se registra un nuevo incremento en número por los individuos nacidos de los huevos “puestos” durante la primavera y el verano, pero debido a un aumento en la oferta de alimento se incrementa la biomasa (Figura 3).

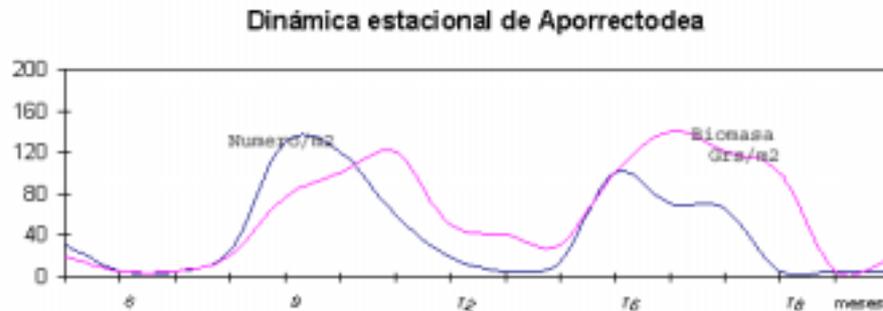


Figura 3. Dinámica estacional del número de individuos y de la biomasa de *Aporrectodea* sp.

Biogeografía y distribución de las especies

Las comunidades de las especies actuales, son el fruto de un largo período de evolución. La distribución actual es el resultado de tres parámetros: la fuente de origen, la capacidad migratoria y la habilidad de supervivencia. Según Bouché (1972) las especies endógeas tienen, en general, una pobre capacidad para migrar. Algunas especies son muy frágiles viviendo en la profundidad de los suelos (tipo oligohúmicas), siendo muy sensibles a la desecación y son incapaces de dejar el suelo. Otras, típicamente menos endógeas, tienen limitada capacidad para migrar por la superficie (Mazaud, Bouché 1980) y pueden ser atrapadas con trampas (Bouché 1976). Las lombrices epígeas viven en la hojarasca o en acumulaciones de materia orgánica y son comparativamente móviles, buscando en la superficie alimento o refugio.

En tanto que las especies anécicas son intermedias. Algunas viven en sus galerías durante las lluvias fuertes y son capaces de migrar y colonizar unos pocos metros por año (Mazaud, Bouché 1980).

Se conoce la dispersión de las lombrices a grandes distancias acompañando la migración humana, este transporte accidental puede tener una gran influencia sobre la dispersión local y global de las poblaciones de lombrices. Marinissen, van den Bosch (1992) encuentran que la dispersión pasiva por las ruedas de tractor puede tener una gran influencia en la tasa de dispersión local de las poblaciones en tierras agrícolas.

Al grupo de especies, que acompaña al hombre, se las ha designado como *peregrinas*. Este grupo incluye especies representativas de todas las familias, encontrándose en regiones aisladas de su punto de origen, habiendo evitado barreras. La asociación con la humanidad no otorga solamente un medio de transporte, la amplia dispersión de las especies peregrinas está confinada a hábitats modificados por el hombre. Lee (1985) marca como características

especiales de las especies peregrinas la tolerancia a la variabilidad ambiental, carácter oportunista en la selección de alimentos, habilidad para soportar el estrés químico y asociarse a suelos cultivados, alto potencial para el hermafroditismo y adopción de poliploidía hereditaria.

Las especies peregrinas más diseminadas son:

a) de la familia Lumbricidae, en especial los géneros *Lumbricus*, *Aporrectodea*, *Allolobophora*, *Eisenia*, *Dendrobaena*, *Dendrodriulus*, *Bismastos* y *Octolasion*. Para la Argentina, no se han encontrado registro del género *Lumbricus*. Estas especies presentan actualmente una amplia distribución, particularmente en zonas templadas del hemisferio sur. El agente de dispersión ha sido mayormente pasivo por un transporte no intencional del hombre. Este grupo tiene una habilidad para adaptarse a nuevos ambientes mayor que otros oligoquetos y una vez introducidos en un área causan frecuentemente la desaparición de la fauna de lombrices endémicas (Stephenson 1930). Han sido dispersadas desde el norte y oeste de Europa, y ahora se pueden encontrar como especies dominantes en tierras con pasturas, de uso agrícola y jardines de la zona templada.

b) de la familia Megascolecidae, especies del género *Pheretima* y *Amyntas*, originarias del este y sudeste asiático, se han establecido en regiones tropicales y templadas. *Microscolex* probablemente originaria de América del sur se ha establecido en al sur de la zona templada y también en América del Norte y Europa. *Dichogaster* y *Eudrilus* que serían originarias del oeste de Africa se han distribuido ampliamente en las regiones templadas y tropicales. *Ocnerodrilus* y *Pontoscolex* posiblemente originarias de América Central se las puede encontrar en regiones templadas. Aparentemente la introducción de estas especies se dio con el envío de plantas desde regiones remotas o por el lastre de los barcos.

Relaciones ecológicas entre los grupos considerados

Como ya se ha mencionado, las redes tróficas del suelo se basan en el material detrítico. Este material cae en el suelo a partir de la muerte de organismos o sus partes (hojas por ejemplo) y forman un reservorio de materia orgánica con diferentes niveles de descomposición por acción de hongos y bacterias. La dinámica de estos sistemas suele ser muy estable. Las redes tróficas del suelo tienen una conectividad y una riqueza altas comparadas con redes tróficas terrestres sustentadas en la producción primaria directa (es decir, basadas en la herbivoría). La Figura 4 resume algunas de las relaciones tróficas entre los grupos de invertebrados del suelo. Como la materia orgánica presente en el suelo se asocia generalmente a la calidad del mismo y existe una fuerte interacción entre la estructura del suelo y la acción de los invertebrados, la composición y abundancia de la comunidad de invertebrados es un indicador bastante fiel del nivel de calidad o de deterioro del suelo en su totalidad. Los organismos de la mesofauna se han utilizado como indicadores de contaminación (Koehler 1992, Pizl 1988, Rapoport 1972) y de otros tipos de deterioro o recuperación del suelo en diferentes estudios (Koskeniemi, Huhta 1986, Pizl 1992).

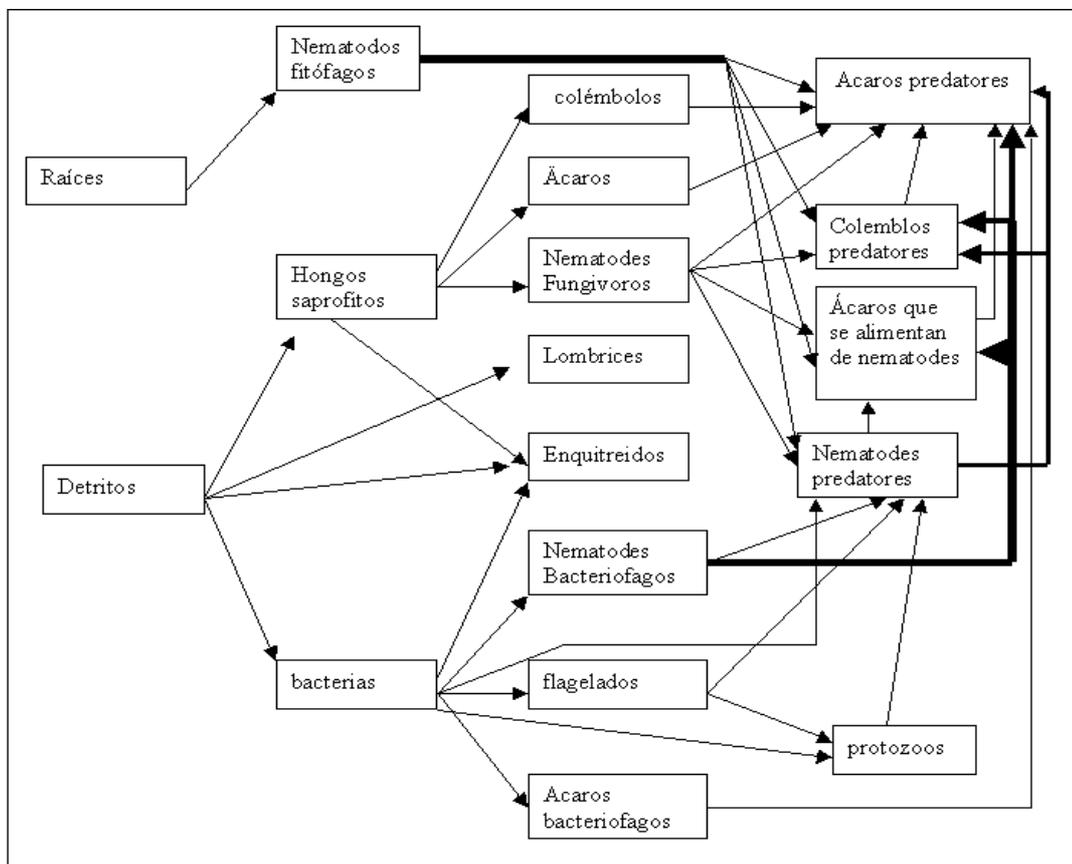


Figura 4. red trófica del suelo

Bibliografía

- Andersen, N. 1987. Investigations of the ecology of earthworms (Lumbricidae) in arable soil. Royal Veterinary and Agricultural University. Copenhagen 195 pp
- Bouché, M. 1972. Lombriciens de France. Ecologie et systématique. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris 671 pp
- Bouché, M. 1975. Fonctions des lombriciens. III. Premières estimations quantitatives des stations françaises. *Écologie et Biologie du sol*. 12:12-25
- Bouché, M. 1976. Étude de l'activité des invertébrés épigés prairiaux. *Écologie et Biologie du Sol*. 13:261-281
- Bouché, M. 1977. Stratégies lombriciennes. *Ecological Bulletin*, 25:122-132
- Edwards C. y P. Bohlen. 1996. *Biology and ecology of earthworms*. Chapman & Hall London 426p
- Evans A. y W. Guild. 1948. Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. IV. On the life cycles of some british Lumbricidae
- Lavelle, P., A. Spain, E. Blanchart, A. Martin y P. Martin. 1992. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. *Soil Science Society of America*. 29:157-185
- Lee, K. E. 1985. *Earthworms. Their ecology and relationships with soils and land use*. Academic Press.
- Kalisz, P. J. and Dotson, D. B. (1989). Land-use history and the occurrence of exotic earthworms in the mountains of eastern Kentucky. *Am. Mid. Nat.* **122**, 288-297.
- Koehler H. 1992. The use of soil mesofauna for the judgement of chemical impact on ecosystems, *Agriculture, Ecosystems and Environmental* 40:193-205
- Koskenniemi, A. y V. Huhta. 1986. Effects of fertilization and manipulation of pH on mite (Acari) populations of coniferous forest soil. *Écologie et Biologie du Sol* 23:271-286
- Mazaud, D. y M. Bouché. 1980. Introduction en surpopulation et migrations de lombriciens marqués. *Soil Biology as Related to Land Use Practices*, D. Dindal (Ed) Washington, D.C. 687-701
- Marinissen, J. y F. van den Bosh. 1992. Colonization of the new habitats by earthworms. *Oecologia*. 91: 371-376
- Pizl, V. 1988. Interactions between earthworms and herbicides. I. Toxicity of some herbicides to earthworms in laboratory tests. *Pedobiologia* 32: 227-232
- Pizl, V. 1992. Succession of earthworm populations in abandoned fields, *Soil Biological Biochemistry*. 24:1623-1628
- Rapoport, E. 1972. Contaminación atmosférica: sus efectos sobre los animales. *Fundación Bariloche*, 7 21 pp
- Satchell, J. 1967. Lumbricidae. *Soil Biology* (A. Burges y F. Raw eds), Academic Press, London 259-322