

AVANCES DEL CONOCIMIENTO BIOEDAFOLÓGICO EN COLOMBIA

CLARA E. CHAMORRO. Universidad Nacional de Colombia, Dpto.
Biología. Apartado Aéreo 14490, Bogotá. Colombia.

RESUMEN

Se han realizado diversos trabajos dentro del avance del conocimiento sobre lombrices de tierra en Colombia, en especialmente en lo referente a su biodiversidad, distribución dentro del perfil del suelo, su actividad como indicadora de contaminación edáfica de los mismos por metales pesados y en particular como transformadoras de residuos biodegradables. Los trabajos mencionados han permitido igualmente avanzar en el conocimiento de la lombriz de tierra, en cuanto a su capacidad para sintetizar proteínas y mejorar diversas características físico-químicas de los suelos.

SUMMARY

Several investigations have been carried out in order to get through the knowledge of the earthworm in Colombian soils, particularly referred to its biodiversity, distribution into the soil profile, its activity as an indicator of soil contamination by heavy metals, and specially to study the role of these animals as reworkers of biodegradable residues. The above mentioned has permitted to go further in the knowledge of the earthworms as to their capacity for protein synthesizing and the improving of several physico-chemical characteristics of the soils.

Recibido Septiembre de 1995; Aceptado Enero de 1996.

INTRODUCCION

Las teorías económicas modernas miden el desarrollo de una nación a través del cuidado, la preservación y el uso racional de sus recursos naturales.

Los organismos del suelo y entre ellos las lombrices de tierra, como miembros importantes de la biota edáfica, están, llamados a ejecutar un papel fundamental en la formación y conservación de la estructura del suelo, en los procesos de mineralización de la fase orgánica y en la transformación de los minerales. Estas funciones están relacionadas con la ingestión y mezcla de los residuos orgánicos y minerales edáficos, con la deposición de sus propios residuos orgánicos en el perfil del suelo o sobre el y, además, con la

construcción de canales y espacios porosos que facilitan tanto la penetración de los sistemas radiculares como el equilibrio en la relación aire-agua. En esta forma, estos organismos que utilizan aproximadamente el 9% de la energía total del suelo consumido, crean condiciones óptimas para la nutrición y el desarrollo vegetal. Estos bajos niveles de utilización energética son característicos de las lombrices y todos los saprófagos del suelo.

Conocer las diferentes especies de lombrices, su capacidad de transformación de los materiales edáficos y las condiciones óptimas para el desarrollo de sus actividades, permitirá al bioedafólogo recomendar prácticas de manejo para mejorar el suelo, a través del incremento de determinadas especies de lombrices de tierra.

Adicionalmente, la población de lombrices contribuirá a disminuir los requerimientos de fertilizantes, con lo cual se atenuarán los costos de la producción y disminuirá el impacto ecológico sobre el ecosistema mediante la eliminación de contaminantes; también permitirá el reciclaje de materiales biodegradables, el mejoramiento y conservación de las propiedades físico-químicas y ecológicas del suelo, así como la posibilidad de introducir en la dieta alimenticia, las lombrices de tierra como fuente de alto valor proteínico.

El conocimiento de las diferentes especies de lombrices de tierra en Colombia, se inició en suelos de la Sabana de Bogotá y en los páramos que la circundan; posteriormente, durante la última década se han corrido las barreras del conocimiento bioedafológico en suelos del Departamento del Tolima, la Isla de Gorgona, La Costa Atlántica, la Zona Cafetera, el piedemonte Caqueteño y algunos sectores del Bosque Amazónico, como los alrededores del Complejo Migmatítico de Mitú.

METODOLOGIA

Las figuras 1 y 2 muestran los procedimientos de campo y laboratorio utilizados en los diferentes proyectos desarrollados en el Programa de Biología del suelo, adelantando conjuntamente entre la Universidad Nacional de Colombia, La Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

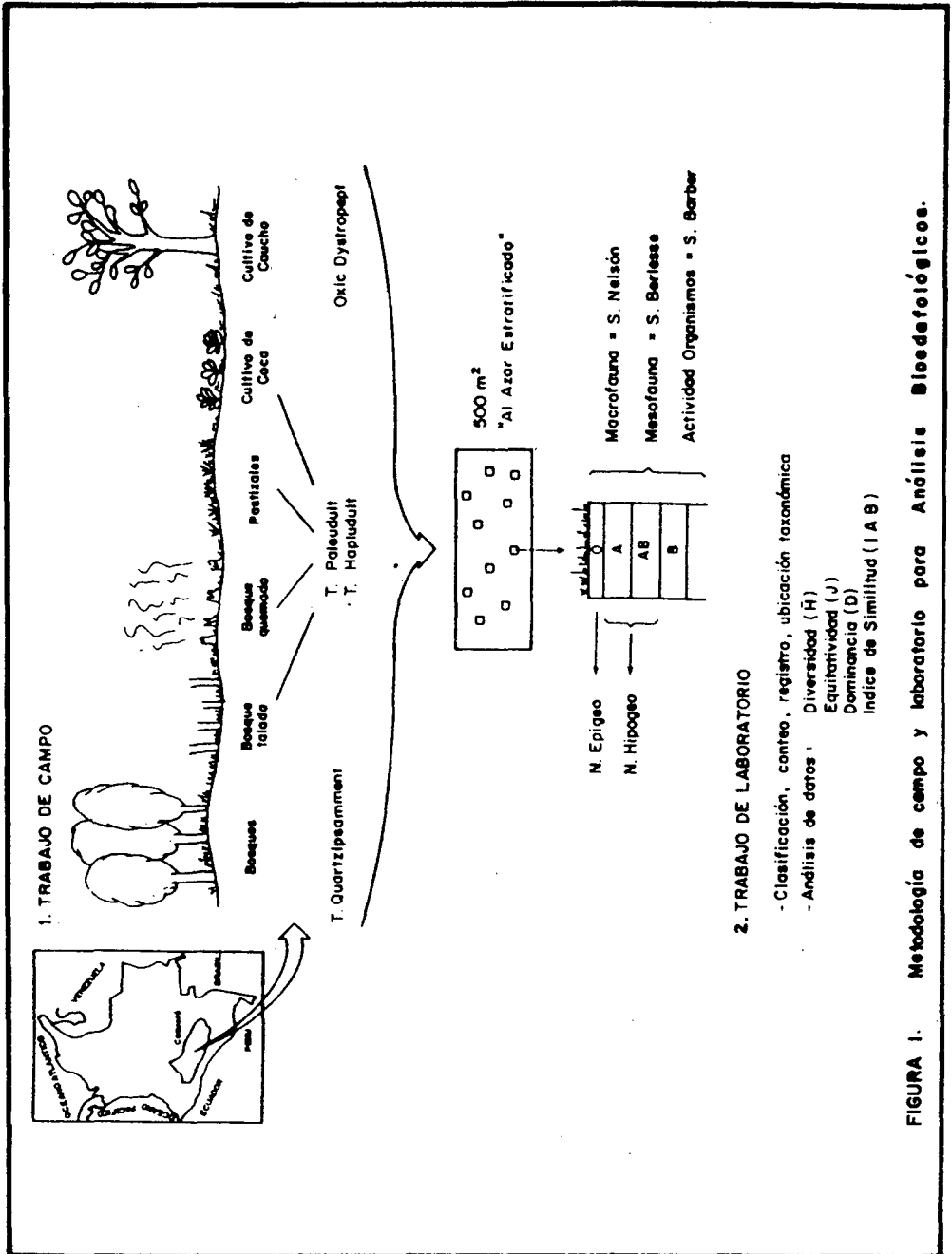
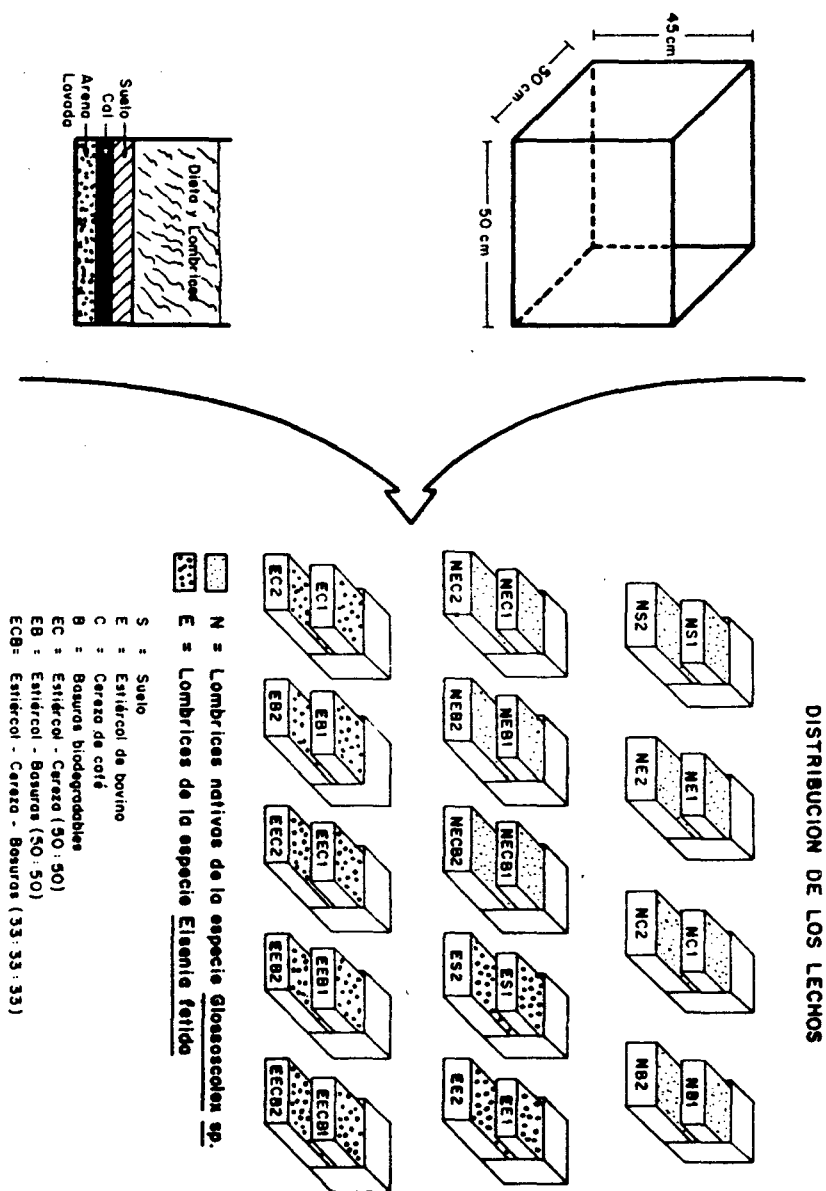


FIGURA 2. Distribución y tamaño de las unidades experimentales.



En todos los casos se analizan tanto los materiales del suelo como los materiales biológicos, las dietas utilizadas y el lombricomposto final. La caracterización físico-química de las muestras de suelo y de los lombríabonos se realiza de acuerdo a la metodología según IGAC (1982), así:

pH del suelo: método potenciométrico en agua 1:1.

Bases intercambiables Ca, Mg, K y Na: a través de la extracción con acetato de amonio, 1 N a pH 7.0 y titulación de Ca y Mg con EDTA; K y Na por absorción atómica.

Fósforo disponible: método Bray II.

Nitrógeno total : método de Kjeldahl.

Carbono orgánico: método Walkley Black.

Textura: método de la pipeta.

Micronutrientes:

Cobre, mediante el método Olsen modificado.

Zinc, mediante el método de doble ácido.

Boro, mediante el método del monofosfato de calcio.

Molibdeno, a través de espectrofotometría de absorción atómica.

Hierro, mediante el método de soluciones estándar.

Material Biológico:

Contenido Hídrico (%): Se determina por diferencia de peso entre los individuos frescos con el tubo digestivo vacío y el material seco a 55 C durante 18 horas.

Humedad (%): este parámetro se calcula por diferencia de peso entre el material deshidratado y el material secado, sometido a 105 C durante 24 horas.

Cenizas (%): las cenizas fueron cuantificadas por calcinación de la harina de lombriz a 520 C durante 10 horas.

Carbohidratos (%): se determinan cuantitativamente a través del método del fenol-sulfúrico y detección en espectrofotómetro a una longitud de onda de 490 nm.

Grasa(%): las grasas se extraen con eter de petróleo (54-74 C) durante 32 horas, en un equipode reflujo Soxlet.

Proteína total(%): este componente se determina por el método Micro-Kjeldahl según AOAC Methods (1980), como nitrógeno total y el resultado multiplicado por el factor de corrección 6.25, usado para las proteínas de origen animal.

Peso molecular de las proteínas: se conoce por medio de electroforesis en gel de Poliacrilamida Sodio Dodecil Sulfato (SDS) (Anderson et al., 1.983; Lambin,1978).

Finalmente, la composición aminoácida de las proteínas totales se determina por cromatografía líquida de alta presión (HPLC) a 240nm., con un rango de 0.04 e inyectando 20 microlitros de cada muestra de solución.

ANALISIS ESTADISTICOS

Además de establecer los tamaños poblacionales de acuerdo a su distribución en los perfiles del suelo, se analizan los siguientes eventos:

Producción de biomasa: generalmente mediante un diseño completamente al azar, donde las variables indepedientes pueden corresponder a las especies de lombrices y a las dietas alimenticias, bajo el siguiente modelo:

$Y_{ij} = u + E_{ij}$, donde:

Y_{ij} = respuesta de la i-ésima unidad experimental a la j-ésima dieta.

u = promedio poblacional.

I_j = efecto de la j-ésima dieta.

E_{ij} = error experimental al medir el efecto de la i-ésima unidad experimental sometida a la j-ésima dieta.

Las variables dependientes corresponden al aumento de biomasa. Las variables intervinientes corresponden al efecto causado por luz, humedad, temperatura, pH y estados de desarrollo de las lombrices.

Análisis físico-químico de las dietas y los lombricompuestos: mediante diseños completamente al azar con arreglos factoriales, donde el factor A corresponde a las dietas y el factor B a las especies, según el siguiente modelo estadístico

$Y_{ijk} = u + A_j + B_k (AB)_{jk}$, donde:

i = número de repeticiones.

j = número de dietas.

k = número de especies.

Para la hipótesis nulas que resulten significativas se realizan comparaciones no planeadas (Pruebas de Tukey). Generalmente se procesan los datos bajo la utilización del programa estadístico SAS.

Los aspectos económicos se establecen en términos de la relación "beneficio-costeo", para operaciones a corto, mediano y largo plazo, con el propósito de conocer la Rentabilidad Marginal y la Taza Interna de Retorno TIR.

RESULTADOS

Los resultados que a continuación se presentan en forma muy resumida, corresponden a algunos de los trabajos realizados y/o dirigidos por la autora de este informe, en la modalidad de trabajos interdisciplinarios o de Tesis de Pregrado y Posgrado en Biología y Ciencias del Suelo. Algunos de estos resultados fueron presentados en el VII Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo.

TAXONOMIA DE LAS LOMBRICES DE TIERRA

La nomenclatura taxonómica de las siguientes especies analizadas corresponde a las actualizaciones según Zicsi (1980) y a la recopilación realizada por Caballero (1994).

Familia GLOSSOSCOLECIDAE

Andiodrilus bogotaensis (Michaelsen, 1.990).

Andiodrilus paramensis (Zicsi, 1.988).

Andiodrilus sp. (Chamorro, 1.990).
Glossoscolex sp. (Righi, 1.971).
Glossoscolex giganteus giganteus (Righi, 1979)
Perionyx excavatus (Easton, 1.986).
Pontoscolex sp. (Michaelsen , 1.900).

Familia LUMBRICIDAE

Allolobophora caliginosa (Zicsi, 1.973).
Bimastus tenuis (Eisen, 1874).
Dendrobaena octaedra (Michaelsen, 1900).
Dendrobaena rubida (Pop, 1948).
Eisenia fetida (Romero, 1988).
Eisenia sp. (Chamorro, 1994)
Eiseniella tetraedra (Michaelsen, 1932).
Lumbricus rubellus (Zicsi, 1.970).
Octolasion lacteum (Gates, 1953).

Familia MEGASCOLECIDAE

Diplocardia singularis (Ude, 1893).

Eudrilus sp. (Perrier, 1.871).
Microscolex sp. (Rosa, 1.887).
Pheretina sp. (Kimberg, 1867).

DISTRIBUCION DE LAS LOMBRICES DE TIERRA

El análisis de la distribución de las lombrices de tierra permite establecer que tanto la altura sobre el nivel del mar, como la profundidad de los diferentes horizontes del perfil del suelo y el suelo mismo, inciden en la ubicación de estos macroorganismos. La figura 3 y la tabla 1 muestran relaciones inversamente proporcionales entre el tamaño poblacional, la altura sobre el nivel del mar y la profundidad del perfil del suelo . De acuerdo con Chamorro (1.990) a mayores alturas y profundidades, menores son las poblaciones de lombrices de tierra; en la parte plana de la Sabana de Bogotá, el mismo autor encontró diferencias poblacionales de lombrices en tres suelos contrastantes de las series Cota (Hapludand Típico), Río Bogotá (Fluvaquent Tropical) y Techo

(Haplustalf Típico); el primero de ellos alberga el 77% de la población estudiada, el segundo sustenta el 20 % y el último de ellos el 3% restante (fig.4)

En tres suelos representativos de las Unidades cartográficas Complejo Mitú y Asociación Tipiaca de Mitú (Vaupés, Colombia) se analizaron las poblaciones de lombrices de tierra y se estableció que Eisenia sp. constituye el 50% en un Petroferric Acroperox, Andiodrilus sp. el 39% en el suelo Typic Haploperox y el 11% lo conforman Glossoscolex giganteus giganteus en el Typic Quartzipsamment (IGAC, 1976)

Entre el 70 y 92 por ciento de las lombrices de tierra habita los horizontes ubicados en los primeros 20 centímetros de profundidad (O,A,Ap) y solamente un 20 %, o menos , habita los horizontes subsuperficiales (AB y B) entre los 20 y 40 centímetros de profundidad.

Las propiedades del suelo que parecen tener mayor influencia en la distribución de las poblaciones de lombrices de tierra son, de acuerdo a los análisis estadísticos, la humedad (coeficiente de correlación 0.938), los contenidos de arcilla y limo (0.757 y 0.819), la densidad aparente (0.712) y la materia orgánica (0.726).

Es importante aclarar que las poblaciones de lombrices de tierra y su actividad no se pueden explicar en función de una sola propiedad del suelo, sino como el resultado de la interacción de las características internas y externas de este componente del ecosistema (Chamorro, 1.981).

LAS LOMBRICES DE TIERRA COMO BIOINDICADORAS DE CONTAMINACION DE SUELOS

Romero (1.986) estableció que Eisenia fetida acumula Cu, Pb, Zn, en mayor proporción en las deyecciones que en los tejidos, mientras que el Cd se acumula más en los tejidos que en las heces.

Según Romero y Chamorro (1978) en los tejidos de Andiodrilus bogotaensis los elementos Cd, Pb, y Zn, tienden a concentrarse en niveles superiores a los del suelo, mientras que en las deyecciones

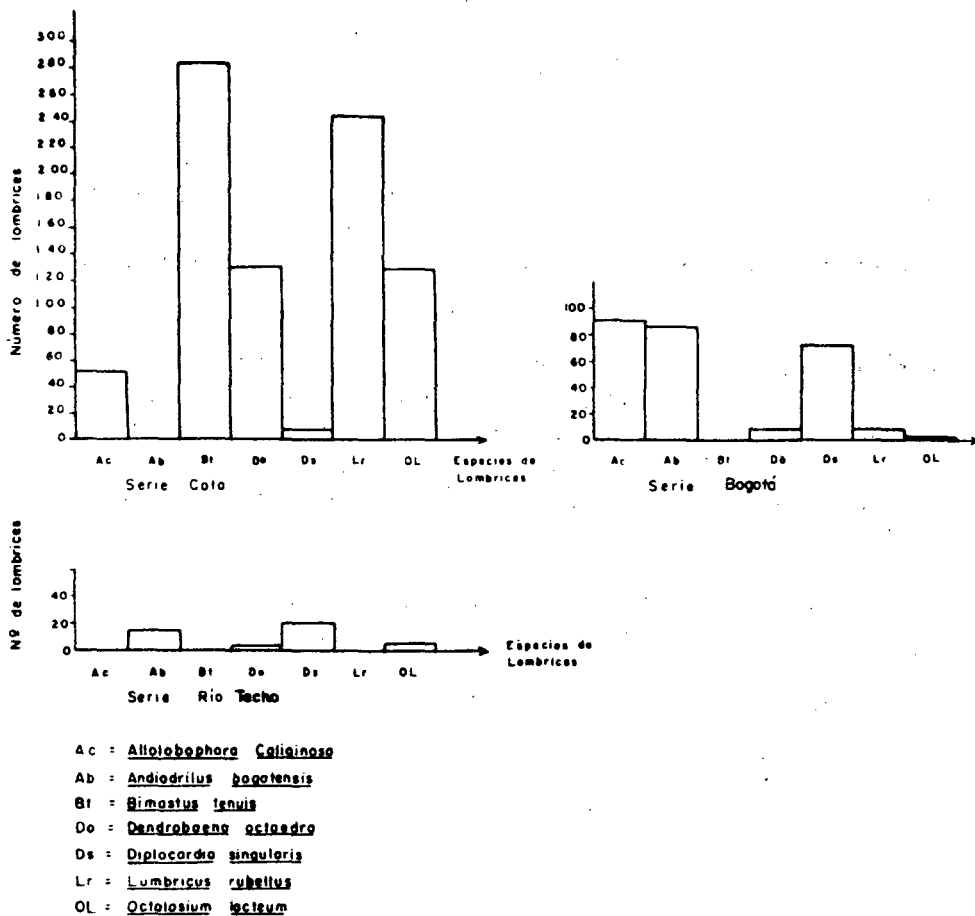


FIGURA 3. Distribución de la población de lombrices por especie, en los suelos seleccionados para el estudio.

Figura 3.

TABLA 1. Análisis bromatológicos de harina de lombrices alimentadas con diferentes dietas.

Especie Dieta	PORCENTAJES						
	Proteína	Fibra	Ceniza	Grasa	ENN	P	Ca
Glossos-codex sp -	54,77	23,44	22,69	2,63	-	0,69	1,73
E.fétida 3	68,52	4,7	8,14	7,27	11,37	1,02	0,72
E.fétida 7	68,17	5,02	7,04	6,10	13,67	1,05	0,61
E.fétida 5	65,54	4,96	9,3	7,44	12,76	0,89	0,41
E.fétida 2	67,12	7,38	5,6	7,54	12,36	0,86	0,44

realizados en laboratorios particulares

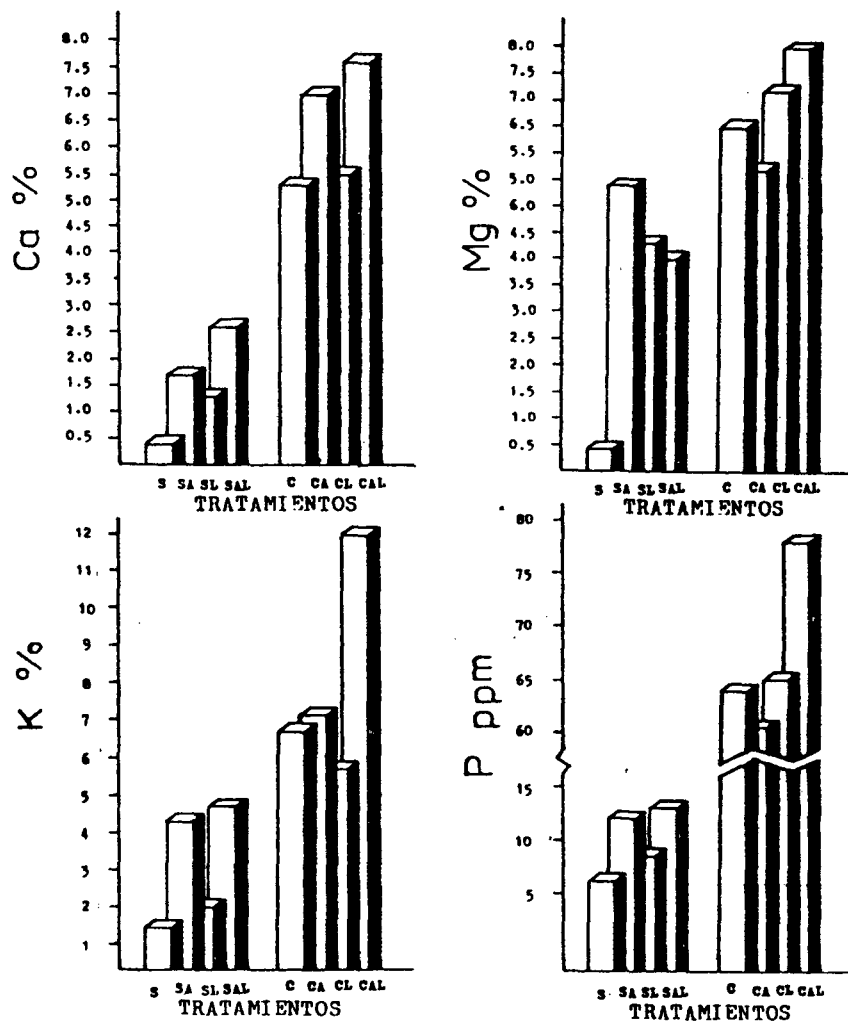


FIGURA 4. Saturaciones de Ca, Mg y K y P en ppm, en los sustratos suelo y compost y sus respectivos tratamientos. (Tomado de Soto, 1986).

se registran acumulaciones más bajas de estos mismos elementos, lo cual refleja la alta asimilación de estos metales por los tejidos de la lombrices. Estos resultados concuerdan con los reportados por Helmke et al. (1.980), quienes establecen que los metales se concentran en niveles superiores a los del suelo en Lumbricus rubellus y Allolobophora chlorotica, variando además su acumulación de acuerdo a la especie y la edad.

Es de resaltar que los huevos de las lombrices estudiadas son más susceptibles a la acumulación de Cd, Cu, y Pb, que los organismos eclosionados.

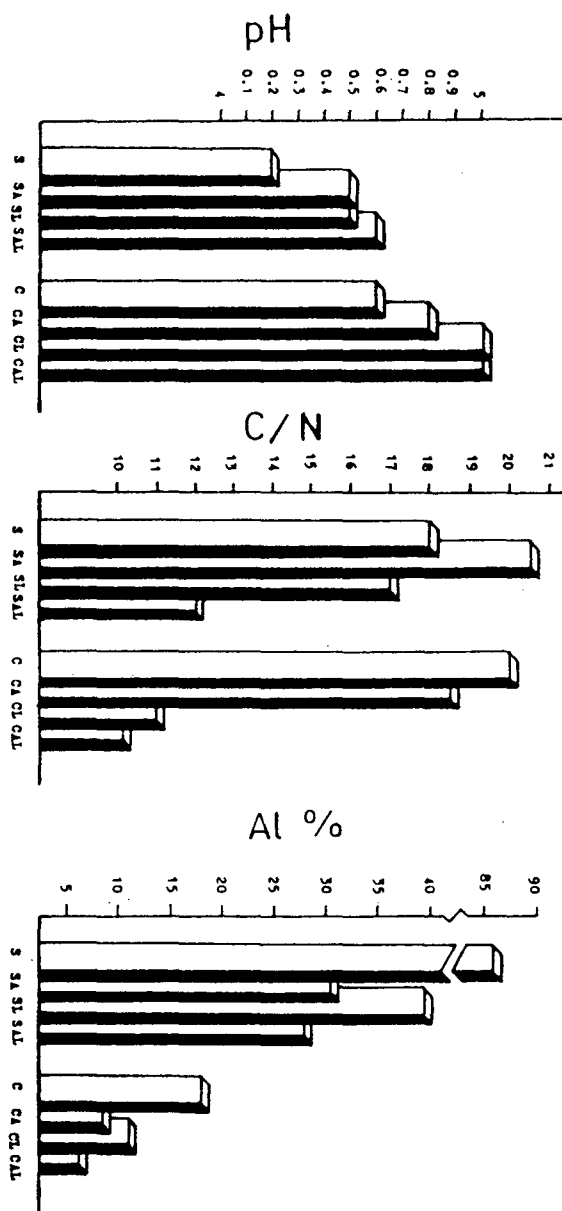
Los resultados del estudio muestran que Eisenia fetida puede ser utilizada como bioindicadora de contaminación de suelos por metales pesados y A. bogotaensis como transformadora de los mismos en elementos benéficos para la producción vegetal.

LAS LOMBRICES DE TIERRA COMO PRODUCTORAS DE PROTEINAS Y TRANSFORMADORAS DE RESIDUOS BIODEGRADABLES

Debido a que cada día es mayor la demanda de fibras y alimentos para una población creciente es necesario intensificar la producción agropecuaria, en procura de lo cual la aplicación excesiva de agroquímicos, la utilización desmesurada de maquinaria agrícola, la dispersión inadecuada de desechos sólidos y el manejo equivocado del agua de riego, desequilibran el ecosistema, degradan el suelo y su capacidad productiva, e incrementan los costos de producción.

La utilización de residuos animales y vegetales para aumentar la fase orgánica del suelo y preservar algunas de sus características físico-químicas es una excelente alternativa para la conservación y fertilización del suelo con miras a lograr una mejor productividad, y por lo tanto una disminución en los costos de producción. Los organismos del suelo más eficaces no solo en el proceso de transformación sino también en el incremento de los residuos orgánicos, como fuentes fertilizadoras del suelo, son las lombrices de tierra; razón por la que Soto (1.986), Rodríguez et al. (1.992) y Chamorro (en prensa) analizaron el contenido proteínico de Andiodrilus bogotaensis, Andiodrilus sp., Eisenia fetida, Eisenia

FIGURA 5 pH, relación C/N y saturación de Aluminio en los sustratos suelo y compost y sus respectivos tratamientos.
(Tomado de Soto, 1986).



sp., Glossoscolex sp. y Glossoscolex giganteus y, en algunos casos, evaluaron la calidad del lombriabono producido por algunas de ellas, a partir de las transformaciones de residuos biodegradables como estiércol bovino, cereza de café y residuos de frutas.

A. bogotaensis produce de una a tres lombrices por cápsula en un ciclo biológico de cinco meses, durante los cuales, alimentada con desechos de frutas, cocina y alfalfa produce un lombriabono enriquecido para la producción vegetal y además genera proteína animal.

La actividad de A. bogotaensis varía tanto en el suelo como en la producción de proteínas de acuerdo a las dietas que se le suministran. La figura 5 muestra claramente cómo la acción

transformadora de A. bogotaensis disminuye la acidez desde 4.2 en el suelo patrón (Entic Cryumbrept de la serie Chisacá) hasta 5.2 en el lombriabono producto de la dieta con residuos frutales (dieta 7) lo que demuestra que la actividad de las lombrices de tierra contribuye a hacer menos drásticas las condiciones del medio que habitan.

Los valores de la relación C/N en los tratamientos aplicados son inferiores a 30, lo que indica que los diferentes desechos adicionados en forma constante presentaron una buena tasa de descomposición. Además, en los tratamientos donde se incorporaron los alimentos y las lombrices se observó una relación C/N de 10, que corresponde al nivel más alto de mineralización de todos los tratamientos.

El aluminio intercambiable es el catión dominante asociado con la acidez del suelo. Este elemento causa diferentes problemas en el suelo, ya que sus altas concentraciones inhiben el desarrollo microbiano al generar una alta acidez, además de formar compuestos insolubles con otros elementos necesarios para la nutrición vegetal (Sánchez, 1.981).

Cuando al suelo y/o al compost se le adicionaron alimentos y lombrices, la saturación de Al disminuyó al máximo (Fig.5); esto indica que a la neutralización del Al por parte de la materia orgánica se sumó la actividad asimiladora de A. bogotaensis. Además, la actividad de las lombrices contribuye a mineralizar en

mayor proporción los desechos, lo cual le imprime al medio una mayor capacidad para neutralizar el aluminio y aumentar la disponibilidad de nutrientes; además, con su actividad estos organismos del suelo en su papel transformador de residuos vegetales aportan bases (Ca, Mg, K, P), necesarias para la relación suelo-planta e incrementan la capacidad de cambio catiónico (CCC). Los datos obtenidos concuerdan con los reportados por Eijsackers (1.986), quien afirma que la CCC mejora significativamente por el trabajo de las lombrices en el suelo.

La mayor producción de proteínas de A.bogotaensis se obtuvo cuando fueron alimentadas a base de frutos; en las proteínas sintetizadas en estas condiciones, Soto (op.cit) encontró 15 aminoácidos de los cuales 9 son esenciales para la dieta humana.

Rodríguez et al. (1.992), al trabajar con Glossoscolex sp. y E. fetida encontraron que en las dietas en las cuales se incorporó cereza de café se lograron incrementos significativos de biomasa, y las mejores ratas de reproducción medidas en número de capullos por libra de lombricompuesto. (Figs. 7a y b).

Al comparar los rendimientos de biomasa obtenidos a partir de cereza de café y estiércol como únicas fuentes de alimento, resultó mayor la obtenida con cereza, ya que ésta hace el mayor aporte de proteína (25%) frente al estiércol, el cual solo contribuye con 11.4 por ciento.

El análisis bromatológico (Tabla 2) permitió conocer los contenidos de proteínas, fibra, cenizas, grasa, elementos no nitrogenados (ENN), fósforo y calcio, de las lombrices E. fetida y Glossoscolex sp. alimentadas con cuatro de las siete dietas experimentadas (Fig.2). Los valores más altos corresponden a los de las proteínas (entre 54.77% y 68.17%), razón por la cual se efectuaron aminogramas para esta fracción; el valor más alto registrado en las lombrices de los suelos de Mitú es de 51.9% (base húmeda) registrado en Eisenia sp., encontrada en el horizonte A del Petroferric Acroperox, en una chacra indígena.

El análisis de la calidad de proteínas de Eisenia fetida y Glossoscolex sp. reportó 19 de los 20 aminoácidos conocidos (Tabla 3) ; Bouché (1.983) reportó 17 aminoácidos en E. Fetida

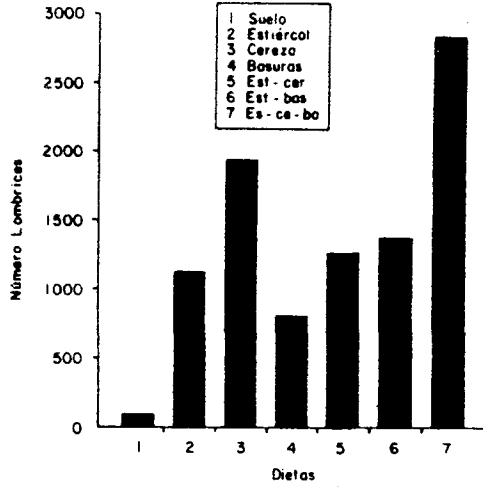


FIGURA 7a. Número de lombrices *E. fetida* alimentadas con diferentes dietas en Albán Cundinamarca.

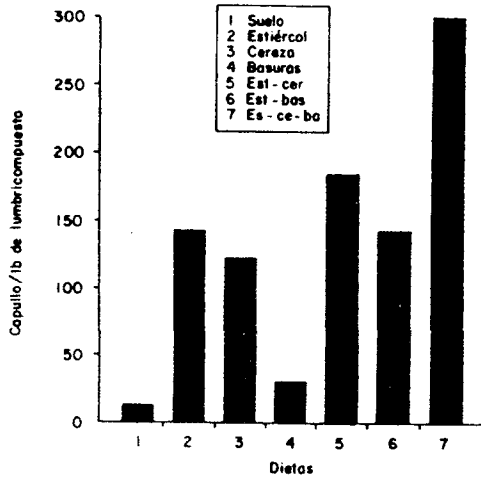


FIGURA 7b. Número de capullos/lb de lumbricompuesto de *E. fetida* en las diferentes dietas.

TABLA 2. Composición aminoácidos de E.fétida en diferentes dietas y Glossoscolex sp. (gramos de aminoácidos por 100 gs de proteína con Base seca).

Aminoácidos	DIETAS PARA E. FETIDA						Glossoscolex sp
	Est-car-bos	Cereza	Cer-est	Estiér	Est-ba	Basuras	
<u>No esenciales</u>							
Cisteína	1,7517	1,54	1,63	1,43	0,95	1,18	0,43
Acid.aspárt.	9,879	7,77	7,71	6,65	7,52	7,26	4,17
Serina	4,332	3,490	3,75	2,94	2,88	2,95	1,57
Acid.glutam.	12,478	11,25	11,92	8,60	10,11	9,75	4,94
Prolina	3,222	3,16	2,69	1,93	2,34	2,31	1,21
Glicina	4,6	4,38	4,62	3,42	3,83	4,50	1,92
Alanina	5,6	4,82	4,86	3,75	4,24	4,12	2,15
Tirosina	5,7	2,76	3,19	2,72	2,70	2,43	1,84
<u>Esenciales</u>							
Treonina	4,802	3,76	3,77	3,18	3,39	3,37	1,88
Valina	4,4	3,63	3,51	2,84	2,95	3,37	1,66
Metionina	1,7	1,43	1,46	1,15	1,26	0,95	0,72
Isoleucina	4,2	3,14	2,92	2,58	3,17	2,96	1,67
Leucina	8,3	5,63	5,56	4,50	5,25	5,05	2,72
Fenilalanina	2,7	1,93	1,96	1,92	2,05	1,75	1,32
Histidina	4,3	3,51	3,96	3,18	3,69	3,34	2,32
Arginina	10,8	10,71	12,48	7,54	10,84	9,12	7,10
Lisina	7,8	7,61	5,51	3,60	7,42	6,30	4,92

FUENTE : Instituto de Inmunología "Hospital San Juan de Dios"

* muestras procedentes del cultivo de lombrices.

mientras que Florez y Alvira (1.988) reportaron 16 aminoácidos para la misma especie. Hay diferencias en la calidad de proteínas, según la dieta suministrada y las fuentes de carbono y nitrógeno para la síntesis de compuestos orgánicos.

El contenido de fósforo en el suelo patrón (tratamiento 1) fue de 14 ppm; en las dietas 2 (estiércol), 4 (cereza-estiércol) y 7 (cereza, estiércol y basura) fue de 4250, 5500 y 4250 ppm, respectivamente. Tras la acción de las lombrices, en la dieta 2 estos contenidos disminuyeron a 3700 ppm por E.fetida y 1350 ppm por Glossoscolex sp.; finalmente, con la dieta 7 disminuyeron a 1100 ppm en E. fetida y a 600 ppm en Glossoscolex sp.. Según las pruebas de Tukey, la especie de lombriz constituye la mayor fuente de variación (Fig 4). Resultados similares fueron reportados por Fajardo y Prince (1.976) y Chamorro y Romero (1.988).

Los contenidos de microelementos y las variaciones que en estos se presentan son función de la interacción de los factores especie de lombriz y dieta suministrada; sin embargo, es importante resaltar en el caso del hierro el aumento de sus contenidos, especialmente en los tratamientos 3 (cereza) y 4 (basuras). Con base en estos dos casos se considera más efectiva la acción de Glossoscolex sp. que la de E. fetida en la producción de dichos elementos. En el caso del cobre la acción es inversa; a este respecto, Romero y Chamorro (1.988) encontraron una alta capacidad acumuladora de cobre por los tejidos de las lombrices.

En resumen, la actividad de Andiodrilus bogotaensis, Eisenia fetida y Glossoscolex sp. junto con la adición de materiales vegetales, induce cambios benéficos en algunas características físicas y químicas del suelo.

CONCLUSIONES

Los resultados de los trabajos permiten establecer las siguientes conclusiones:

1. Se han estudiado y clasificado taxonómicamente 19 especies de lombriz de tierra, cuya nomenclatura se ha actualizado de acuerdo a Zicsi (1.980).

2. Tomando en cuenta la altura sobre el nivel del mar, la posición dentro del perfil del suelo y el tipo de éste, el 80 % de las lombrices habitan los horizontes superficiales del suelo y el 20 % restante los horizontes subsuperficiales.
3. Los estudios sobre la lombriz como bioindicadora de contaminación de suelos por metales pesados (Cd, Cu, Pb y Zn), permiten recomendar su empleo para dicho fin (E. Fetida) y como transformadora de residuos biodegradables (A. bogotaensis).
4. Como productora de proteínas, la lombriz de tierra es promisoría especialmente en zonas cafeteras, según el Aminograma el cual reporta 19 de los 20 aminoácidos conocidos.
5. La actividad metabólica de A. bogotaensis, E. fetida y Glossoscolex sp. produce cambios favorables en características físico-químicas del suelo como CCC, contenidos de P y Ca, porosidad, densidad aparente y estabilidad estructural.
6. Los suelos de chacra (Petroferric Acróperox), utilizados por la población indígena, ofrecen las mejores condiciones bioedáficas para el desarrollo de las comunidades macroedáficas.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, B. L.; R. W. BERRY and A. TELSER. 1983. Sodium Dodecylsulfate Polyacrilamida Gel Electrophoresis system that seprate peptides and proteins in the mlecular weight range of 2.500 to 90.000. Anal. Biochem., 132:132-375.
- BOUCHE, M.B.1983. The establishmen of earthworms communities. In:SATCHE, J. E., ed. Earthwom Ecology from Darwin to vermiculture.London,Chapman and Hall.pp 431-438.
- CABALLERO, J.V. 1992.Recopilación bibliográfica sobre lombrices de tierra (Oligochaeta 1.970-1.990).Tesis Biol. Bogotá, Universida Nacioanal de Colombia.336 p.
- CHAMORRO, C.1981Correlaciones entre la población de lombriz de tierra y las características físico-químicas de tres suelos seleccio-

CHAMORRO, C. 1982. Influencia del medio edáfico sobre la población de lombriz de tierra en la sabana de Bogotá. Boletín del Departamento de Biología, Vol. 1, No. 4, Bogotá pp. 61-67.

----- 1989. Efecto del uso del suelo sobre la composición edafofaunística de los páramos que circundan la Sabana de Bogotá. Bogotá. En: Suelos Ecuatoriales, Vol. 19, No. 1: 48-62.

FAJARDO, G. y C. PRINCE. 1976. Ciclo biológico y algunos aspectos ecológicos de las lombrices de tierra en dos suelos de la Sabana de Bogotá. Tesis Biol. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 77 p.

FLOREZ, M.T. Y P. ALVIRA. 1987. La lombriz de tierra E.fetida y L. rubellus, biología y usos más importantes. Madrid. En: Anales de Edafología y agrobiología, Vol. 46, No. 7: pp 771-784.

HELMKE, P.A. 1980. Effects of soil-applied seepage sludge on contraction of element in earthworms. Madison, En: Journal of Enviromental Quality. Vol. 8, No. 3: 322-327.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 1982. Métodos analíticos del Laboratorio de Suelos. Bogotá. 664 p.

----- 1996. Métodos analíticos del Laboratorio de Suelos. Bogotá. En prensa.

LAMBIN, P. 1978 Reliability of molecular weight determination of proteins by polyacrilamida gradient gel electrophoresis in the presence of Sodium Dodecil Sulfate. Analytical Bichemistry, 85: 114-125.

RODRIGUEZ, F., G. VELASQUEZ, C. CHAMORRO Y N. MARTINEZ. 1.992. Adaptación tecnológica de la lombricultura en la zona cafetera de Albán (Cundinamarca-Colombia). Bogotá. En: Acta Biológica Colombiana, Nros. 7 y 8: 91-109.

ROMERO, M. 1986. La lombriz de tierra como indicadora de contaminación de suelos. Tesis Agrl. Bogotá, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 110 p.

----- y C. CHAMORRO. 1987. Andiodrilus bogotaensis Michaelsen, 1900 como indicadora de la contaminación de los suelos. Bogotá. En: Colombia Geográfica Vol. 13, No. 2: 7-18.

SANCHEZ, A. 1981. Suelos del Trópico, características y manejo. San José. 634.p.

SOTO, L. 1986. Contenido proteínico de la lombriz de tierra Andiodrilus bogotaensis Michaelsen 1900, criada en cautiverio. Tesis Biol. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 164 p.

ZICSI, A. 1980. Problems of lumbricid systematics and revision of two genera (Oligochaeta). Moscow. The 5th Intenational Colloquium on Terrestrial Oligochaeta, October, 6-10. En Pedobiología. 1982 Vol.23, No.3/4.