

CARACTERIZACION ECOLOGICA DE LOMBRICES NATIVAS (*Pheretima* sp., *Eudovoscolex* sp. y *Periscollex* sp.) BAJO DIFERENTES USOS DEL SUELO (Guaviare, Colombia)*

Ecological characterization of nature earthworm (*Pheretima* sp., *Eudovoscolex* sp. y *Periscollex* sp.) under different soil uses (Guaviare, Colombia)

Anamaría Fuentes Baca¹ Clara Chamorro Bello² Tomás León Sicard³

RESUMEN

Se caracterizaron las poblaciones de lombrices de tierra de las especies *Pheretima* sp., *Eudovoscolex* sp. y *Periscollex* sp., presentes en un Typic Dystropept del municipio El Retorno (Guaviare, Colombia), bajo ocho tipos de usos (pradera sin pastoreo, pradera con semipastoreo, arreglo silvopastoril, cultivos de chontaduro y cacao socolado, rastrojo de cinco años, rastrojo de segundo crecimiento y bosque), utilizando 10 unidades de muestreo por cobertura y evaluando parámetros de abundancia, densidad y biomasa en relación con algunas características físico-químicas del suelo. Los resultados mostraron diferencias significativas entre las cantidades totales de huevos y adultos en el sistema silvopastoril vs. las praderas y en la pradera con semipastoreo vs. pradera sin pastoreo y de adultos en la cobertura chontaduro (*Bactrys gasipaes*) - kudzu vs. cacao (*Theobroma cacao*). En

varios casos, las respuestas de biomasa y densidad no fueron coincidentes. Mientras que en bosque natural las especies se distribuyen por igual, en las demás coberturas se presentan diferentes patrones de distribución. Se encontraron correlaciones entre biomasa, densidad y abundancia de lombrices con los contenidos de fósforo y magnesio y con la densidad aparente del suelo.

Palabras claves: Lombrices de tierra, taxonomía, biología del suelo, usos del suelo, Amazonía

SUMMARY

Earthworm populations of *Pheretima* sp., *Eudovoscolex* sp. and *Periscollex* sp. found in Typic Dystropepts from El Retorno (Guaviare, Colombia) were evaluated for eight different soil uses. Ten experimental units were used to evaluate abundance, density and biomass, as related to soil physico-chemical characteristics. Results showed significant differences between total amount of eggs and adults under forest – pasture combinet use vs grazing, and, grazing plus partially grazing vs non-pasture grazing, and, adults in chontaduro (*Bactrys gasipaes*) – Kudzu vs cacao (*Theobroma cacao*) covering. Biomass and densities answers did not show similar results while in undisturbed forest the species have the same pattern distribution; the remaining ones showed different pattern distribution. Identical correlations between biomass,

* Recibido Septiembre de 1998

1 Ingeniera Agrónoma, Facultad de Agronomía Universidad Nacional de Colombia, Santa Fé de Bogotá, D.C.

2 Bióloga M.Sc. Profesora Asociada. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología Universidad Nacional de Colombia. Santa Fé de Bogotá, D.C.

3 Agrólogo M.Sc. Instituto de Estudios Ambientales IDEA-UN. Centro de Investigaciones Científicas Universidad Jorge Tadeo Lozano. Santa Fé de Bogotá, D.C.

density and earthworms abundance with soil phosphorus and magnesium contents as well as with soil bulk density were found.

Key words: Earthworm, taxonomy, soil biology, soil uses, Amazonian.

INTRODUCCION

Las lombrices contribuyen eficazmente a mejorar las características químicas y físicas del suelo, incrementando la materia orgánica, transformando elementos aprovechables por las plantas y mejorando la distribución de la humedad, del aire y de la temperatura en el perfil. No obstante, el manejo de estos macroorganismos requiere del conocimiento de su comportamiento en diversas condiciones ecológicas. En Colombia se han realizado estudios específicos de caracterización de lombrices de tierra en diferentes suelos (Chamorro y García, 1992; Chamorro y Zuluaga, 1994; Domínguez y Oviedo, 1990 y Feijoo, (1993), al igual que estudios de interrelación entre poblaciones de lombrices y características físico-químicas del medio edáfico (Chamorro, 1981 y Munévar 1994) e investigaciones sobre uso y manejo de lombrices en diferentes condiciones agroecológicas del país (Romero, 1986, 1990; Alviar y Fiorello, 1988; Barbosa y Posada, 1994; Gutiérrez y Suarez 1990; Rodríguez y Velázquez, 1992 y Romero y Chamorro, 1992). Sin embargo, para las zonas de colonización del departamento del Guaviare, no se ha realizado ningún tipo de estudio de los mencionados, vacío que, por lo menos parcialmente, se propuso llenar este trabajo. Su objetivo principal fue el de caracterizar ecológicamente las poblaciones de lombrices bajo diferentes usos del suelo como base para posteriores estudios sobre su capacidad transformadora de residuos biodegradables.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en la Granja Experimental "El Trueno", propiedad del Instituto SINCHI, ubicada en la vereda San Antonio (Guaviare, Colombia), en una zona de transición sabana-selva del bosque

húmedo tropical, con precipitación anual de 3000 m.m., 26° C de temperatura, humedad relativa del 85%, 1650 horas/año de brillo solar y coordenadas 2° 24' latitud norte y 72° 43' longitud oeste.

Se seleccionó un suelo Typic Dystropept, ubicado en una superficie de denudación, en pendientes de 1 a 3%, caracterizado por presentar una secuencia de horizontes A, Bw, Bs, Bsc1 y Bsc2. En las áreas bajo cobertura forestal (bosque natural, rastrojos y cacao socolado), se encuentra, además, un horizonte orgánico O en diversos estados de transformación. En general, el horizonte A presenta de 10 a 25 cm de espesor, color pardo oscuro (10 YR 3/3), estructura en bloques subangulares medios y textura franco arenosa. En los horizontes subsuperficiales el grosor varía entre 20 - 30 cm (Bw), 20 - 30 cm (Bs) y 30 a 50 cm (Bsc1 y Bsc2), los colores van desde pardo rojizo oscuro (10 YR 3/6) a rojo amarillento (5 YR 5/6) y la textura fluctúa entre franco-arcillosa y franco arcillo-arenosa. Posee bajos contenidos de materia orgánica, es ácido, desaturado, con niveles medios de cationes y bajo en fósforo.

Se identificaron ocho tipos diferentes de uso del suelo en la granja (pradera sin pastoreo, pradera con semipastoreo, arreglo silvopastoril, cultivos de chontaduro y cacao socolado, rastrojo de cinco años, rastrojo de segundo crecimiento y bosque), los cuales se describen en el cuadro 1. El muestreo de caracterización de las lombrices se realizó en cada unidad de uso de la tierra durante los meses de Abril y Mayo de 1994, tomando 10 sitios de muestreo distribuidos en forma de Z. En cada sitio, se colectó un volumen de suelo de 30cm x 40cm x la profundidad del primer horizonte, del cual se separaron manualmente las lombrices. Estas se contaron y pesaron individualmente para obtener parámetros de abundancia, densidad y biomasa. La clasificación taxonómica se realizó según las claves de Edwards and Lofty (1972), Righi (1971) y Ziczi (1981; 1988). Para el análisis de los datos, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para K muestras. Las com-

Cuadro 1. Características de los ocho tipos de uso del suelo en el muestreo en la granja experimental El Trueno (El Retorno, Guaviare).

COBERTURA	DESCRIPCION
Pradera sin pastoreo	<i>Brachiaria decumbens</i> de 15 años sin pastoreo en los últimos 5 años
Pradera con semipastores	<i>Brachiaria decumbens</i> de 20 años con pastoreo esporádico y quemas anuales.
Chontaduro con Kudzú	Banco de germoplasma de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) de 1984 con kudzú sembrado en 1987.
Rastrojo	Rastrojo bajo de 5 años con Surrumba (<i>Trema micranta</i> , Guaba (<i>Phytolaea</i> sp), Platanillo (<i>Heliconia</i> sp), Cordoncillo (<i>Piper</i> sp) y Chaparro (<i>Hueronyma laxiflora</i>)
Rastrojo de segundo crecimiento	Rastrojo alto con asociaciones casi puras de Guarumo (<i>Cecropia</i> sp) y de balso (<i>Ochroma lagopus</i>) y asociaciones de draguito (<i>Croton matourensis</i>), Pavito (<i>Jacaranda copais</i>), Tortolito (<i>Dydimopanax</i> sp) y algunas melastomatáceas
Arreglo silvopastoril	<i>Brachiaria decumbens</i> sembrado en 1983 en asocio con Car bonero (<i>Albizia falcataria</i>), Guamo (<i>Inga</i> sp.), Granadillo (<i>Terminalia amazonica</i>), Acacia (<i>Acacia auriculiformis</i>) Cañafistula (<i>Cassia grandis</i>) y Tachuelo (<i>Zantoxilum tachuelo</i>)
Cacao socolado	Siete híbridos de <i>Theobroma cacao</i> sembrados en 1983
Bosque	Bosque con dosel superior de Achapo (<i>Cecrelinga catenaeformis</i>), Algarrobo (<i>Hymeneaceae schomburgui</i>), Caimo (<i>Pouteria</i> sp), Cañangucha (<i>Mauritia flexuosa</i>) y dosel inferior de Botaga (<i>Pseudolmedia laeviata</i>), Carano (<i>Apeiba tiborbou</i>), Virola (<i>Virola peruviana</i>) y Platanote (<i>Hymalanthus articulata</i>) entre otros.

paraciones entre coberturas se hicieron mediante el uso de contrastes ortogonales. De las lombrices capturadas, se identificaron los taxa que a continuación se relacionan:

PHYLUM: ANNELIDA

CLASE: OLIGOCHAETA

ORDEN: OPISTOPHORA

FAMILIA: GLOSSOSCOLECIDAE

GENERO: EUDOVOSCOLEX (Zicsi)

ESPECIE: *Eudovoscolex* sp.

GENERO: PERISCOLEX (Cognetti)

ESPECIE: *Periscolex* sp.

FAMILIA: MEGASCOLECIDAE

GENERO: PHERETIMA (Kinberg)

ESPECIE: *Pheretima* sp.

RESULTADOS Y DISCUSION

CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DE LAS POBLACIONES DE LOMBRICES DE TIERRA.

Abundancia, densidad y biomasa.

En las áreas seleccionadas, se recolectaron 1535 lombrices en estado juvenil y adulto y 520 huevos (cuadro 2). Llama la atención el elevado porcentaje, número/m³ y peso de lombrices capturadas en la unidad silvopastoril, datos que contrastan con los niveles relativamente bajos de abundancia, densidad y biomasa encontrados en las praderas con semipastoreo y sin pastoreo. La comparación ortogonal reportó diferencias significativas (al 5%) entre las cantidades de adultos totales de las praderas y el arreglo silvopastoril. Esta situación podría deberse al efecto sinérgico del pasto y de la cobertura forestal que, en el arreglo silvopastoril, regulan de manera más eficiente las condiciones de luminosidad y humedad en el medio edáfico, favoreciendo un mayor ciclaje de nutrientes y probablemente mejorando algunas propiedades físicas del suelo, entre ellas la agregación de partículas y la densidad aparente, atenuando la compactación del suelo por el pisoteo del

ganado y, en consecuencia, brindando un mejor hábitat para el desarrollo de las lombrices.

Resulta difícil explicar la mayor abundancia de lombrices bajo la cobertura de pradera con semipastoreo en relación con aquella sin pastoreo, dado que, por lo general, en la zona la ganadería se asocia con fenómenos rápidos de compactación de suelos, situación que afectaría de alguna manera la posibilidad de supervivencia de las lombrices en los pastizales con carga animal. No obstante, Ordoñez *et al* (1992) afirman que, en condiciones de semipastoreo, tales fenómenos de degradación se atenúan e, incluso, es posible observar procesos benéficos sobre el medio edáfico a través de la acumulación de heces y orina aportados por el ganado, lo cual podría explicar la situación descrita.

Por otro lado, es posible observar que los pastizales permanentes albergan un mayor número de lombrices en relación con las coberturas de rastrojo (cuadro 2). Igualmente, existen diferencias significativas al 1% de probabilidad entre el número de adultos y huevos de lombrices, siempre, a favor de las praderas. Tales diferencias, también, pueden trasladarse al comparar bosque vs

Cuadro 2. Abundancia, densidad y biomasa de lombrices de tierra encontradas en el primer horizonte de un Typic Dystropept bajo diferentes coberturas vegetales (Guaviare, Colombia). Promedio de 10 muestreos.

COBERTURAS	ABUNDANCIA				DENSIDAD Lomb/m ³	BIOMASA g/m ³
	Adultos totales		Huevos totales			
	Cant.	%	Cant.	%		
Pradera sin pastoreo	13,7	80,8	10,7	20,5	113,3	10,1
Pradera con semipastoreo	38,5	25,1	24,2	46,5	320,8	60,1
Chontaduro con kudzú	7,9	4,3	1,2	2,3	55,7	14,3
Rastrojo de cinco años	4,2	2,7	0,9	1,7	34,9	6,0
Rastrojo de segundo crecimiento	1,5	0,9	0,5	0,9	12,4	2,7
Arreglo Silvopastoril	85,5	55,9	13,6	26,1	712,4	111,0
Cacao socolado	1,7	1,1	0,4	0,7	14,1	8,4
Bosque	1,5	0,8	0,5	0,9	10,6	3,9
TOTAL	153,5		52,0			

praderas, dado que el análisis estadístico no mostró ninguna diferencia entre los rastrojos y las coberturas arbóreas. Este incremento podría explicarse por la simplificación del hábitat, representado en un mayor número de competidores y enemigos naturales y, por lo tanto, en la presencia de un mayor número de nichos libres y mayor cantidad de alimento disponible en los pastizales que en los rastrojos y en el bosque.

Otra diferencia interesante para el desarrollo de lombrices ocurre entre frutales. El cacao presentó menor cantidad de lombrices adultas que el chontaduro-kudzú, aunque el número de huevos no difirió significativamente entre los dos cultivos. Esto podría deberse a que, bajo condiciones semejantes de suelo, las lombrices manifiestan preferencias en alimentación. Además, las hojas de cacao son coriáceas, más duras y de lenta transformación, en comparación con los residuos combinados de chontaduro-kudzú, lo cual hace más difícil su ingestión por las lombrices, efecto que influye, por igual, en la menor densidad y biomasa de lombrices bajo cacao.

Los mayores valores de biomasa de 111,07 g/m³ se registraron en el suelo bajo la cobertura del sistema silvopastoril para la densidad de población de 712 ind/m³. Le siguen, en su orden, los suelos que soportan la pradera con semipastoreo, el chontaduro-kudzú y la pradera sin pastoreo con una biomasa de 60,17 g/m³, 14,36 g/m³ y 10,14 g/m³ para densidades de 320,8 ind/m³, 55,78 ind/m³ y 113,3 ind/m³ respectivamente. Los menores valores de biomasa se obtuvieron en suelos bajo cacao, rastrojo de cinco años, bosque y rastrojo de segundo crecimiento, con valores de 8,49 g/m³, 3,96 g/m³ y 2,7 g/m³ respectivamente, para densidades de 14,14 ind/m³, 34,9 ind/m³, 10,67 ind/m³ y 12,49 ind/m³ (cuadro 2). Como se observa, la densidad y la biomasa de las lombrices muestreadas sigue las mismas tendencias registradas para los indicadores de abundancia, es decir, con los mayores niveles de estos dos parámetros en la cobertura con el arreglo silvopastoril, seguida por los pastizales, el chontaduro, los rastro-

jos, el cacao y el bosque. El análisis estadístico reporta una tendencia similar para la biomasa y la densidad de lombrices en relación con la abundancia en las comparaciones entre rastrojos, rastrojos vs bosque y praderas vs rastrojos y bosque, confirmándose la discusión realizada, es decir, que las praderas expresan definitivamente su efecto favorable, tanto sobre la abundancia, como sobre la densidad y la biomasa, en relación con los rastrojos y los bosques.

Mientras que la densidad de lombrices es estadísticamente igual para las praderas tradicionales consideradas (113 lom/m³ en el pastizal sin pastoreo y 320 lom/m³ en la pradera con semipastoreo), la comparación ortogonal reporta diferencias estadísticas al 1% de confiabilidad en las densidades encontradas para las mismas coberturas (10 g/m³ en la pradera sin pastoreo y 60 g/m³ en la pradera con semipastoreo). Este hecho podría explicarse de manera preliminar aceptando que existe una influencia directa del estiércol y de la orina del ganado localizado en la pradera con semipastoreo sobre la biomasa de las lombrices allí presentes, en tanto que la densidad no se afectaría por el uso de los pastizales y dependería más de las características generales del hábitat.

Cuando se comparan las praderas vs el arreglo silvopastoril se presentan diferencias significativas al 1% en la densidad de lombrices reportadas a favor del arreglo silvopastoril (712 lom/m³), en relación con las praderas (113 lom/m³ y 320 lom/m³), pero igualdad estadística en la comparación de sus respectivas biomásas.

• La mayor densidad bajo el arreglo silvopastoril está de acuerdo con los datos ya señalados de abundancia explicados, tanto en función del mencionado aspecto sinérgico pasto más cobertura arbórea, como en relación con las características químicas y físicas del suelo, discutidas más adelante. La supuesta igualdad en biomasa, reportada en el análisis, se relaciona con la pradera semipastoreada (60 g/m³ pradera con semipastoreo vs 111 g/m³ con arreglo silvopastoril), explicable, también en ambos casos, por los aportes diferenciales de ma-

teria orgánica via hojarasca en el arreglo silvopastoril y via heces en pradera con semipastoreo.

Además, se presentaron diferencias significativas entre los frutales y las demás coberturas vegetales; así, el tamaño promedio de las especies que se establecen en los frutales es mayor que el promedio de una población del bosque natural, pero menor que en las praderas. Los agroecosistemas, incluyendo las praderas, son el resultado directo de la acción del hombre sobre los ecosistemas terrestres, traducida en la interrupción de las sucesiones. Un ecosistema cultivado, se compone de menor número de especies y menor tipo de formas biológicas. Con la intervención de los suelos, la estructura del sistema se simplifica y la densidad y la biomasa de las poblaciones aumenta; si la pradera se detiene, la sucesión comienza a reconstruir sistemas clímax.

Distribución

La distribución general de los taxa de lombrices en la zona de estudio se puede apreciar en el cuadro 3. De acuerdo con los datos presentados, el hecho más importante es la ausencia de *Periscolelex sp.* en el suelo con las coberturas de praderas, el arreglo

silvopastoril y cacao, lo que sugiere su relativa sensibilidad a los cambios de hábitat, debido, posiblemente, a que esta especie depende más del tipo y la calidad de las fuentes nutritivas ofrecidas por los rastrojos y el bosque.

Los datos anteriores se confirman cuando se observa que, en el suelo con las coberturas rastrojos y chontaduro-kudzú, *Periscolelex sp.* ocupa, consistentemente, el último lugar, tanto en abundancia, como en densidad. Sin embargo, la excepción se presenta en el suelo con la cobertura boscosa, en donde la abundancia y la densidad de las tres especies estudiadas, son iguales (33 % cada una), lo cual se relaciona con la mayor disponibilidad de fuentes alimenticias anteriores.

En relación con *Eudovoscolelex sp.* y *Pheretima sp.*, los datos consignados en el cuadro 3 indican que ellas son comunes en el suelo estudiado, pero se distribuyen de manera desigual en las coberturas vegetales. La capacidad de adaptación de estas dos especies de lombrices a las condiciones ambientales de cada cobertura vegetal muestreada se puede relacionar con su gran potencial reproductivo, representado en el

Cuadro 3. Abundancia y densidad de lombrices de *Pheretima sp.*, *Eudovoscolelex sp.* y *Periscolelex sp.* encontradas en un Typic Dystropept bajo ocho coberturas vegetales (Guaviare, Colombia).

COBERTURAS	No. ph.	No. ph./m3	Total %	No Eu	No Eu/m3	Total %	No Pe	No. pe./m3	Total %
Pradera sin pastoreo	119	99.1	86.9	18	14.9	13.2	0	0.0	0.0
Pra. Consemipastoreo	267	222.4	69.3	118	98.3	30.2	0	0.0	0.0
Chontaduro - kudzú	8	6.0	10.7	48	39.9	71.6	13	10.0	17.9
Rastrojo de cinco años	15	12.4	35.7	19	15.8	45.3	8	6.6	18.9
Rtr. segundo crecimiento.	3	2.4	20.0	7	5.8	46.5	5	4.15	33.2
Arreglo silvopastoril	428	356.6	50.0	427	355.7	49.9	0	0.0	0.0
Cacao	7	5.8	41.2	10	8.3	58.7	0	0.0	0.0
Bosque	5	4.1	33.3	5	4.1	33.3	5	4.1	33.3

Ph.= *Pheretima sp.*

Eu.= *Eudovoscolelex sp.*

Pe= *Periscolelex sp.*

El No. de lombrices de cada género/m3 esta calculado por la profundidad del primer horizonte del suelo bajo cada cobertura vegetal:

tamaño de sus poblaciones, pues produce varias generaciones en un período de tiempo relativamente corto.

Pheretima sp. domina en las praderas con 87% y en las praderas sin pastoreo y con semipastoreo (69%) en relación con *Eudovoscolex* sp. Lo anterior sugiere que *Pheretima* sp. podría tener una mayor capacidad para colonizar nichos libres, específicamente bajo este tipo de coberturas. A su vez *Eudovoscolex* sp., es dominante en los rastrojos y en los frutales, pero, en todos los casos, con un número relativamente bajo de individuos.

Confirmando la discusión presentada sobre abundancia, densidad y biomasa, los datos reportados para la distribución de *Pheretima* sp. y *Eudovoscolex* sp. en el arreglo silvopastoril muestra los mayores niveles de individuos totales para las dos especies (356 y 356 ind/m³), lo cual refleja las mejores condiciones ecológicas que ofrece este tipo de utilización, en relación con las necesidades de éstas lombrices para su desarrollo.

La mayor diversidad podría interpretarse en relación con la hipótesis de "diversificación del nicho", según la cual la diversidad es una función de la variedad de los hábitats y del grado de especialización de las especies. Existen mejores condiciones para la comunidad biótica en suelos no intervenidos, puesto que, cuanto más favorables son las condiciones del ecosistema, tanto más diversa, equilibrada y estable es la comunidad.

RELACIONES ENTRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS DEL SUELO Y LAS POBLACIONES DE LOMBRICES.

Las variaciones en la población de lombrices de tierra se correlacionaron con algunas propiedades físicas y químicas de los suelos (cuadro 4). Se destacan las correlaciones significativas que se establecen entre los contenidos de magnesio y fósforo con la biomasa, densidad y abundancia de lombrices bajo las diferentes coberturas. Los datos muestran que los mayores niveles de fósforo (19 ppm) registrados en el arreglo

silvopastoril correlacionan con las mayores cantidades de lombrices reportadas anteriormente en esta cobertura, al igual que la carencia absoluta de este elemento, tanto en rastrojo, como en bosque, podría ser parte de la explicación de las menores cantidades de anélidos encontrados en estos sistemas.

Es necesario recalcar que los niveles de fósforo reportados en el arreglo silvopastoril representan contenidos medios, valoración que no siempre se registra para las condiciones de los suelos ácidos del bosque húmedo tropical, en donde, con excepción de las posiciones fisiográficas aluviales, las cantidades del elemento son muy bajas, debido a las condiciones de acidez y a los mecanismos de fijación de fósforo inherentes a las especies mineralógicas presentes en el medio edáfico (arcillas tipo caolinita).

De la información consignada en el cuadro 7, se puede colegir que la mayor correlación entre fósforo y la población de lombrices se presenta con *Eudovoscolex* sp., tanto en huevos, como en adultos, lo cual implica que los contenidos de este elemento pueden influir diferencialmente en las lombrices, tal como fue reportado por Reddy y Pasha (1993), quienes señalan que la cantidad de fósforo en un suelo bajo pastos tuvo influencia en diferentes grupos de edades de las poblaciones de *Octochaetona philloti* y *Barongaster annandalei*.

En relación con el magnesio, los datos encontrados revelan ausencia del elemento en el suelo bajo bosque, rastrojo de segundo crecimiento y los frutales, lo cual puede convertirse, igualmente, en un factor explicativo de los menores niveles de abundancia, densidad y biomasa de las lombrices, discutidos previamente para estas coberturas. Cabe anotar que los contenidos de 3,0 meq/100g de magnesio encontrados en el suelo bajo la pradera con semipastoreo y el arreglo silvopastoril pueden ser considerados entre medios y altos, teniendo en cuenta la pobreza generalizada de este elemento en el medio amazónico.

Cuadro 4. Correlaciones entre el análisis físico-químico de un Typic Dystropept bajo diferentes coberturas vegetales y las poblaciones de tres especies de lombrices en dos estados de desarrollo, presentes en dicho suelo (Guaviare, Colombia).

Análisis	Especie <i>Pheretima</i>		Especie <i>Eudovoscolex</i>		Especie <i>Perisocolex</i>	
	Adultos	Huevos	Adultos	Huevos	Adultos	Huevos
Análisis Físicos						
Estructura (DIAM)	0.68	0.48	0.63	0.59	0.05	0.15
Densidad real	0.77*	0.33	0.79*	0.76*	-0.09	0.08
Densidad aparente	-0.78*	-0.45	-0.78	-0.71*	0.05	-0.05
Complejo de cambio						
C. I. C.	0.28	-0.11	-0.34	-0.23	0.24	0.25
Bases						
Ca	-0.36	-0.36	-0.21	-0.26	0.17	0.31
Mg	0.89**	0.65	0.79*	0.73*	-0.41	-0.34
K	-0.23	-0.30	-0.11	-0.20	0.06	-0.09
Na	0.01	0.37	-0.11	-0.17	0.29	0.20
Materia orgánica						
C	-0.70*	-0.65	-0.49	-0.56	0.32	0.17
N	-0.60	-0.33	-0.51	-0.60	0.20	0.07
C/N	-0.46	-0.93**	-0.13	-0.12	0.25	0.18
M. O.	-0.60	0.32	-0.52	-0.61	0.22	0.09
Aluminio	-0.07	-0.13	-0.04	-0.02	-0.13	-0.23
Fósforo	0.79*	0.00	0.94**	0.94**	-0.38	-0.26
pH	0.05	0.25	-0.01	-0.04	0.31	0.44
Micronutrientes						
Cu	0.48	-0.16	0.61	0.67	-0.13	-0.14
Mn	-0.42	-0.51	-0.27	-0.29	-0.11	-0.23
Fe	-0.01	0.07	-0.08	-0.01	-0.17	-0.21
Zn	-0.30	-0.34	-0.22	-0.22	0.05	-0.17

*, **, Efectos significativos ($P < 0,05$ y $0,01$, respectivamente), según la prueba F del Análisis de varianza.

Wallwork (1976) establece que, generalmente, la máxima densidad de población de lombrices ocurre, en suelos de pradera ricos en contenido de bases. En pasto braquiaria (*Braquiaria decumbens*), Correa (1994) encontró un alto contenido de calcio y magnesio, característica que influye, positivamente, en la descomposición de los residuos orgánicos, puesto que favorece la acti-

vidad microbiana, la cual, a su vez, mejora la mineralización de la materia orgánica y la calidad del humus formado.

Las correlaciones entre los contenidos de bases del suelo bajo las diferentes coberturas vegetales y la población de las tres especies de lombrices allí encontradas en dos estados de desarrollo (cuadro 7), indi-

can una relación entre la abundancia de lombrices adultas de *Pheretima* sp. y de adultos y huevos de *Eudovoscolex* sp. con mayores contenidos de magnesio, reafirmando la sensibilidad de estas especies en relación con el status de nutrientes del suelo, tal como ha sido encontrado por Chamorro (1981), quien afirma que las bases totales de la capa arable son las características químicas del suelo que, generalmente, se asocian con la mayor población de lombrices. Los mayores niveles de bases intercambiables encontrados en suelo con el arreglo silvopastoril y la pradera con semipastoreo se asociaron con mayores cantidades de adultos y huevos de estos anélidos.

Por otra parte, la ausencia de correlación estadística entre las poblaciones de lombrices y algunas características químicas del suelo, entre ellas, los contenidos de materia orgánica, pH, micronutrientes y CIC, sugiere que las especies de lombrices se han adaptado de manera uniforme a las características del suelo. Esto, a pesar de que los análisis químicos muestran diferencias numéricas amplias (por ejemplo entre la CIC en el suelo que sustenta el cultivo de chontaduro-kudzú y el bosque (24,8 y 23 meq/100g respectivamente) en relación con la pradera sin pastoreo (6,8 meq/100g), entre el pH en el suelo con chontaduro-kudzú (5,3) vs el rastrojo de segundo crecimiento (3,7) y entre las bases totales en el suelo bajo cacao (13,62 meq/100g) vs el suelo con bosque (1,32 meq/100g). Sin embargo, la presencia y actividad de las lombrices en los suelos amazónicos, tal como lo propone Torquemada (1985), no sólo depende de las características químicas del medio edáfico y de la disponibilidad de alimento, sino también, de las características físicas, climáticas, microclimáticas y del tipo de cobertura vegetal que soportan dichos suelos.

En cuanto a las características físicas que inciden en la actividad biológica de la lombriz de tierra se encontró correlación entre los adultos y su peso con las densidades del suelo, de tal manera, que

entre mayor es la densidad real y menor la densidad aparente, mayor es el número de adultos por metro cúbico y biomasa.

Los mayores valores de densidad real y los menores de densidad aparente se encuentran en el suelo con el arreglo silvopastoril (2,62) y en el suelo con la pradera semipastoreada (2,34), hecho que ratifica las mejores condiciones del hábitat generados bajo estas coberturas, ya que los menores niveles de densidad aparente implican mejores condiciones para la dinámica de intercambio de líquidos y gases. En este sentido, Poier y Richter (1992) encontraron una correlación negativa entre la densidad aparente del suelo y la población de las especies *Allolobophora caliginosa* y *Allolobophora rosea*. Así mismo, Chamorro (1981) concluye que, cuando la densidad aparente es baja (1,0 g/cc), aumenta la población de lombrices.

BIBLIOGRAFIA

ALVIAR, L. F. y C. FIORELLO. Curso sobre producción y agroindustrialización de la lombriz de tierra. Instituto Nacional de difusión y capacitación S.A. (INDICAP). Bogotá. 1988. 85 p. 1989.

BARBOSA, C. y L. POSADA. Comparación cualitativa y cuantitativa entre el compost y lúbricomposteo de pasto (*Pennisetum clandestinum*) y clavel (*Dianthus Caryophyllus*). Tesis de la Facultad de Agronomía. Bogotá. 197 p. 1994.

BUCKERFIELD, J. Earthworm populations in dryland cropping soils under conservation-tillage in South Australia. Soil. Biol-Biochem. Exeter: Pergamon Press. v. 24 (12) p. 1667-1672. 1992.

CHAMORRO, B.C. Correlaciones entre la población de lombrices de tierra y las características fisicoquímicas de tres suelos seleccionados de la Sabana de Bogotá. Tesis M. Sc. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 183p. 1981.

CHAMORRO, C. y M. GARCIA. Cambios en la fauna edáfica en pastizales, bosques y cultivos de coca y caucho en el pie de monte Caquetefío. Proyecto IMPA I. IGAC. 1992.

- CHAMORRO, C y D. ZULUAGA.** Las comunidades meso y macro edafofaunísticas. Proyecto investigaciones para la Amazonia, INPA 2, segundo informe de avance, IGAC., Santafé de Bogotá. p. 136-152. 1994.
- DOMINGUEZ, C., A. OVIEDO y C. SANDOVAL.** Estudios de las poblaciones de lombrices de tierra del piso térmico cálido en el departamento del Tolima. Tesis de postgrado Docencia en Biología, Ibagué, Universidad del Tolima. 198p. 1990.
- EDWARDS, C. y J. LOFTY.** Biology of earthworms. Chapman and Hall LTD. London. 283 p. 1972.
- FEIJOO, M. A.** Inventario de las lombrices de tierra (Annelida, Oligochaeta) de una región del departamento del Valle, Colombia. Tesis Zootecnia Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 1993.
- GUTIERREZ, S. M. y V.C. SUAREZ.** Contribución al conocimiento de los métodos de cría de *Eisenia fétida* (Savingny, 1826). Tesis de grado. Licenciatura biología. Dpto. de Biología. Universidad Distrital «Francisco José de Caldas». Bogotá. 147p. 1990.
- MUNEVAR, J.** Efecto sobre la lombriz de tierra *Diplocardia singularis* sobre algunas propiedades físico-químicas de un suelo. Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. 189 p. 1994.
- POIER, K y J. RICHTER.** Spatial distribution earthworms and soil properties in an arable loess soil. Soil Biology Biochemistry. Exeter: Pergamon Press. Dec. 1992. V. 24 (12) p. 1601-1608. 1992.
- REDDY, M y M. PASHA.** Influence of rainfall, temperature and some soil physico-chemical variables on seasonal population structure and vertical distribution of earthworms in two semi-arid tropical grassland soils. Int. Journal Biometeorol. Berlin, W. Ger: Springer International. V. 37 (1) p. 19-26. 1993.
- RIGHI, G.** Sobre a familia Glossoscolecidae (Oligochaeta) no Brasil. Arq. Zool. S. Paulo. Vol. 20. No. 1. p. 1-96. 1971.
- RODRIGUEZ, F. y G. VELASQUEZ.** Aplicación biotecnológica de la lombriz de tierra en la zona cafetera de Albán, Cundinamarca. Colombia. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. 139 p. 1992.
- ROMERO, M.** La lombriz de tierra como bioindicadora de contaminación de suelos. Tesis agrólogo. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 110p. 1986.
- ROMERO, M.** Producción masiva de *E. fétida*. Universidad Jorge Tadeo Lozano. CIC. Bogotá. 71p. 1990.
- ROMERO, O. M. y C. CHAMORRO.** Utilización de *Eisenia fétida* en labores agrícolas. Colombia Geográfica. Vol. XVII No 2 p. 17-54. 1992.
- SOTO, L.M.** Contenido protéico de la lombriz de tierra *Androdriilus bogotaensis* (Michaelsen, 1900) criada en cautiverio. Tesis para optar al título de biólogo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 110p. 1986.
- TORQUEMADA, R.** Ecologia dos Oligochaeta da Amazônia. I. Estudo da migração horizontal e vertical de *Chubui bari* (Glossoscolecidae, Oligochaeta) através de observações de campo. En: Acta Amazonica. Vol. 15 (1-2). p. 141-146. 1985.
- ZIGSI, A.** Verzeichisder bis 1971 Beschribenen und Revisdierten Taxa Familie Lumbricidae (Oligochaeta). Acta Zoologica Academiae. Dktober. XXIII. 3. 4 p. 421-454. 1981.
- ZIGSI, A.** Über eniger Thamnodrilus-Arten und andere Regenwürmen aus Ekuader (Oligochaeta: Glossoscolecidae, Lumbricidae, Megascolecidae) Regenwü aus Südamerika. Opusc. Zool. Budapest. XXIII. p. 209-218. 1988.