

# La macrofauna del suelo como bioindicador del estado de perturbación de los ecosistemas.

**Cabrera Dávila, Grisel\* ; M. A. Martínez\* y C. R. Aragonés\*\*.**

**\*Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA. Carretera de Varona Km 3 ½ . Capdevila. Boyeros. AP 8029. CP 10 800. C. Habana. Cuba. Tel: (537) 57- 8266, 57-8010. Email: direccion.ies@ama.cu, ecologia.ies@ama.cu**

**\*\*Facultad de Biología, Universidad de La Habana. MES. 25 e/ J e I. Vedado. Plaza. C. Habana. Cuba.**

## INTRODUCCIÓN

La macrofauna del suelo incide en los ciclos de los nutrientes mediante su influencia sobre los procesos de inmovilización y humificación de la materia orgánica (Anderson y Flanagan, 1989; Lavelle *et al.*, 1992) y favorece la aireación e infiltración del agua mediante las redes de galerías, así como por su contribución a la formación de macroagregados que modifican la estructura física del terreno (Pankhurst *et al.*, 1994, 1997; Lavelle, 2000).

En los últimos años se han desarrollado programas y proyectos internacionales para estudiar las comunidades de invertebrados del suelo y su relación con los procesos físicos, químicos y biológicos de éste, persiguiendo en última instancia, manejar las poblaciones edáficas para mejorar la calidad del terreno o emplearlas como bioindicadores del grado de conservación/perturbación de los ecosistemas (BFST 1984 - 1996, IBOY 2000-2002, CYTED 2000 - 2003).

La mayoría de los estudios llevados a cabo en Cuba respecto a la temática se han enfocado específicamente hacia las poblaciones de lombrices de tierra en diferentes ecosistemas (González y López, 1987; Martínez y Rodríguez, 1991; Martínez y Sánchez, 2000; Rodríguez y Martínez, 2001). Sin embargo, son pocas las investigaciones acerca de la macrofauna edáfica que involucren todos los grupos que la componen y que aborden el efecto que las perturbaciones provocan sobre estas comunidades.

## OBJETIVO GENERAL :

Caracterizar las comunidades de macroinvertebrados edáficos en sistemas alterados por el manejo ecológico del suelo y de los cultivos.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la composición taxonómica, la densidad, la biomasa, los modelos de abundancia y la diversidad de la macrofauna del suelo en un área de pastizal y en dos derivadas del mismo: una con cobertura arbórea y otra con policultivo.
- Valorar las comunidades edáficas como indicadoras del estado de perturbación de los ecosistemas de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Áreas de Estudio

La investigación se llevó a cabo en una finca donde se integra la actividad ganadera (75 %) y agrícola (25 %), ubicada en el Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes de Niña Bonita, Cangrejas, provincia de La Habana situada a los 82° 31' N y 23° 02' W. La finca está dividida en áreas con diferentes tipos de manejos agroecológicos, los cuales se vienen aplicando en los últimos ocho años. Todas las áreas se originaron de un pastizal con más de quince años de explotación ganadera. Se seleccionaron tres parcelas: una parcela de pastizal (del ecosistema original), una parcela con cobertura de una leguminosa arbórea y otra de policultivo.

El pastizal tiene una extensión de 1194.4 m<sup>2</sup> y está compuesto básicamente por *Urochloa maxima* (Jacq.) R. D .Webster (hierba de guinea), aunque también están presentes *Cynodon nlemfluensis* Vander y *Teramnus uncinatus* (L.) Sw. El régimen de pastoreo varía según la estación, con una res en época de seca y dos en la lluvia. Esta área no está sometida a ningún tipo de entrada adicional orgánica que no sea la hojarasca propia de los pastos y el aporte directo de estiércol vacuno.

La parcela con cobertura arbórea presenta una extensión de 581.4 m<sup>2</sup> y se encuentra cubierta casi en su totalidad por la leguminosa *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, plantada en hileras cuya separación es de 0.5 m. Algunas hileras se han dejado crecer (como árboles) para la práctica del silvopastoreo, mientras otras plantas están sometidas a régimen de corte para suministrarlas como forraje al ganado, razón por lo cual este sistema se tratará en el resto del documento como forraje. Entre las plantas de *L. leucocephala* crecen, de manera espontánea, algunos pastos como *U. maxima* y *T. uncinatus*. Al inicio de fomentado el sistema, fue tratado orgánicamente con humus de lombriz y compost a base de estiércol y residuos de cosechas. Al igual que en el pastizal, tienen acceso al área dos animales en época de lluvia y uno en seca.

El policultivo ocupa un área de 837.4 m<sup>2</sup> y en este se combinan cultivos de ciclo corto y largo en una relación 30:70. Entre los cultivos de ciclo corto se encuentran *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol), *Lycopersicum esculentum* Mill. (Tomate), *Talinum paniculatum* L. (Espinaca), *Ananas comosus* (L.) Merrill (Piña), *Cucurbita pepo* L. var. melopepo (Calabaza), *Carica papaya* L. (Fruta bomba) y *Manihot esculenta* Crantz. (Yuca) y entre los de ciclo largo *Musa x paradisiaca* L. (Plátano), *Citrus limon* (L.) Burm. F (Limón), *Citrus paradisi* Macf. (Toronja), *Citrus aurantium* L. (Naranja agria) y *Annona reticulata* L. (Chirimoya). Los cultivos de ciclo corto han estado sometidos a un sistema de rotación. Al inicio de establecida el área se adicionó al suelo compost elaborado a base de estiércol y residuos de cosechas y se ha continuado en cada ciclo de rotación, a razón de 4 t ha<sup>-1</sup>.

### Muestreo de la macrofauna edáfica

Se realizaron en total seis muestreos de las comunidades de la macrofauna del suelo (invertebrados mayores de 2 mm de diámetro), tres en época de seca (febrero, marzo y abril del 2002) y tres en época de lluvia (mayo, julio y agosto del 2002). Cada vez se tomaron cuatro muestras de suelo en cada una de las áreas descritas según la

Metodología del Programa de Investigación Internacional "Biología y Fertilidad del Suelo Tropical" (BFST) (Anderson e Ingram, 1993), que consistió en la extracción de monolitos de 25x25x30 cm, distanciados 5 m uno de otro, en un transecto cuyo punto de origen y dirección se determina al azar. La macrofauna se colectó manualmente **in situ** y se conservó en alcohol 75 %, excepto las lombrices de tierra que se preservaron en una solución de formalina al 4 % y alcohol 70 % en una proporción 3:1.

### **Procesamiento de los datos**

La macrofauna se identificó hasta el nivel taxonómico más bajo posible, según Brusca y Brusca (1990) y Fuente (1994) y las claves de Brinkhurst y Jamieson (1972), Sims (1980) (Oligochaeta); Borror y DeLong (1976) (Insecta); Matic *et al.* (1977) (Chilopoda); Pérez-Asso (1995, 1996, 1998) y Hoffman *et al.* (1996) (Diplopoda).

Se calcularon los valores promedios de densidad ( $\text{ind.m}^{-2}$ ) y biomasa ( $\text{gm}^{-2}$ ) de las comunidades edáficas por taxón. La densidad fue determinada a partir del número de individuos y la biomasa sobre la base del peso húmedo en la solución preservante.

También se trazaron las curvas de rango/ abundancia para determinar el modelo de abundancia que caracteriza a las comunidades edáficas en cada parcela o sistema de estudio (Magurran, 1983). Fueron confeccionadas en función del número de individuos y del peso, debido a la importancia de este último parámetro como criterio más real del papel que realizan las comunidades de los invertebrados edáficos en el ecosistema y específicamente por los cambios que producen en las propiedades del suelo (Lyons, 1981; Barbault, 1992). De igual forma se calcularon los índices de diversidad de Shannon ( $H'$ ) y de equitatividad ( $J'$ ) (Magurran, 1983) a nivel genérico para los grupos de la macrofauna más representativos en cada ecosistema.

Los datos fueron sometidos a las pruebas de Bartlett y Kolmogorov- Smirnov; además se emplearon pruebas de Kruskal-Wallis y Student-Newman-Keuls (SNK). El paquete estadístico utilizado corresponde al programa automatizado STATICF versión 4, 1987-1988.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Composición taxonómica**

Las comunidades de la macrofauna del suelo en las áreas estudiadas estuvieron constituidas por 3 phyla, 6 clases, 16 órdenes, 36 familias, 47 géneros y 21 especies determinadas (Tabla 1). De las especies determinadas, el 90% presenta un extenso ámbito de distribución geográfica y de hábitat, mientras el 10% restante son endémicas de Cuba. La alta proporción de especies de amplia distribución colectadas en las áreas coincide con los registros señalados por Fragoso y Lavelle (1992) para otros ecosistemas tropicales antropizados, lo que sugiere el estado de perturbación en los sistemas de estudio. Esta fauna, en su mayoría exótica y oportunista, presenta un variado rango de tolerancia a condiciones edáficas (eurioica) y es por tanto muy adaptable y resistente a las perturbaciones inducidas. Doube y Schmidt (1997) la consideran responsable en gran medida del mantenimiento de la fertilidad de los suelos agrícolas y dedicados a la ganadería.

### **Densidad (ind. m<sup>-2</sup>) y Biomasa (gm<sup>-2</sup>)**

En cuanto a la densidad y la biomasa de la macrofauna la prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias altamente significativas entre los grupos más representativos, para ambas variables tanto en el pastizal (densidad: H=23.96 y biomasa: H=28.15,  $p < 0.001$ ,  $gl=6$ ) como en el forraje (densidad: H=31.72 y biomasa: H=34.34,  $p < 0.001$ ,  $gl=7$ ). En el policultivo no existieron diferencias significativas para la biomasa (H=5.07,  $p > 0.05$ ,  $gl=7$ ), pero sí para la densidad (H=14.07,  $p < 0.05$ ,  $gl=7$ ). De acuerdo al SNK, en el pastizal y en el policultivo, Formicidae difiere del resto de la fauna en número (Fig. 1) y en el forraje exhibe una abundancia similar a Isopoda y a la vez ambos difieren del resto de los grupos. Respecto a la biomasa, Oligochaeta alcanzó el mayor valor en el pastizal, y en el forraje Gastropoda, Oligochaeta y Diplopoda no difirieron entre sí.

Específicamente Oligochaeta y Formicidae contribuyen de forma significativa en el mejoramiento de la estructura del suelo, pues en su papel como ingenieros del ecosistema, modifican notablemente el ambiente edáfico. Por su parte Isopoda, Gastropoda y Diplopoda son grupos dependientes de la hojarasca por constituir esta su principal fuente de alimento, lo que sugiere su activa participación en la descomposición de la materia orgánica.

La mayor representatividad de Oligochaeta en el pastizal, principalmente en biomasa, coincide con lo observado en otros pastizales (Decaens *et al.*, 1998), en los cuales estos invertebrados han constituido el 78 % de la biomasa total de la macrofauna. Los valores superiores alcanzados en el pastizal con respecto al forraje y al policultivo (Fig.1), evidencian lo drásticamente disminuidas que pueden ser dichas comunidades producto de la roturación del suelo y la utilización de otras prácticas agrícolas. Tal afectación causada a las poblaciones de lombrices de tierra por la conversión del pastizal original a un área de forraje y de policultivo ha sido observada por diversos autores (Lavelle *et al.*, 1994; González *et al.*, 1996; Blanchart y Julka, 1997; Rodríguez, 2000), que han comprobado lo sensible que puede ser este grupo a las alteraciones del ambiente edáfico, señalándolo como eficaz indicador del grado de perturbación del ecosistema.

### **Índices de diversidad y Modelos de abundancia**

Los índices ecológicos determinados sobre la base del peso de los organismos mostraron para la mayoría de los grupos de la macrofauna valores superiores en el pastizal y los menores en el forraje y en el policultivo (Tabla 2), estos dos últimos sistemas con un mayor grado de alteración respecto al manejo del suelo y de los cultivos. Hulbert (1971), Lyons (1981) y Barbault (1992) destacan la importancia de utilizar el peso más que el número de individuos en el análisis de los índices ecológicos ya que denota con mayor exactitud la función que realiza la macrofauna edáfica en el ecosistema.

Las curvas de rango/abundancia para las comunidades de los macroinvertebrados edáficos en los tres ecosistemas estudiados, tendieron al modelo de Serie Logarítmica (Magurran, 1983). La abundancia y el peso de las comunidades se concentraron en pocos grupos faunísticos (Figs 2 y 3), lo que corrobora los resultados expresados en la Fig.1. Según Magurran (1983) este patrón es típico de comunidades con baja

equitatividad y por tanto poco diversas, donde los grupos con mayor número de individuos o peso realizan una considerable utilización de los recursos disponibles en los ecosistemas (Southwood, 1978).

Tanto el acercamiento de las curvas al patrón de serie logarítmica como los resultados obtenidos respecto a los índices de diversidad indican que la macrofauna edáfica se encuentra expuesta a un nivel de estrés más o menos elevado, motivado por el grado de perturbación en las áreas. Esta perturbación responde al régimen de pastoreo, la falta de cobertura arbórea y sombra en el caso del pastizal, la poda regular de algunas plantas de *L. leucocephala* para forraje del ganado, el laboreo agrícola en el policultivo, así como al pequeño tamaño de las áreas y el impacto antrópico indirecto provocado por la cercanía a las instalaciones y vías de acceso a la Institución donde se localizan los sistemas estudiados.

### CONCLUSIONES

- El 90% de las 21 especies determinadas en las áreas de estudio presentan una amplia distribución geográfica y de hábitat.
- La biomasa de Oligochaeta, así como los índices de diversidad de la mayoría de los grupos de la macrofauna muestran valores superiores en el pastizal y los menores en el forraje y en el policultivo, estos dos con mayor grado de alteración respecto al manejo del suelo y de los cultivos.
- Las curvas de rango/abundancia en los tres ecosistemas estudiados tienden al modelo de serie logarítmica, patrón típico de comunidades poco diversas.
- Las características de las comunidades edáficas indican el estado de perturbación de los sistemas de estudio.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, J.M, y P.W. Flanagan (1989): Biological processes regulation organic matter dynamics in tropical soils. En *Dynamic of Soil Organic Matter in Tropical Ecosystems* (D.C. Coleman, J.M.Oades y G.Uehara, eds.), University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii, pp. 190-230.
2. Anderson, J.M. y J.S.I. Ingram (1993): *Tropical Soil Biology and Fertility. A Handbook of Methods*. CAB International, UK, 221 pp.
3. Barbault, R. (1992): *Écologie des Peuplements. Structure, Dynamique et Évolution*. Masson, París, 273 pp.
4. Blanchart, E., y J. M. Julka (1997): Influence of forest disturbance on earthworms (Oligochaeta) communities in the Western Gaths (South- India). *Soil Biol. Biochem.*, 20: 303-306.
5. Borror, D., y D. M. DeLong (1976): *An introduction to the study of Insects*, New York, 852 pp.
6. Brinkhurst, R. O., y B. G. M. Jamieson (1972): *Aquatic Oligochaeta of the World* (Oliver y Boyd, eds.), Edinburgh, 860 pp.
7. Brusca, A., y Brusca, M. (1990): *Invertebrates*, London, 922 pp.
8. Decaens, T., T. Dutoit, D. Alard, P. Lavelle (1998): Factors influencing soil macrofaunal communities in post-pastoral sucesion of Western France. *Applied Soil Ecology*, 287: 1-7.

9. Doube, B. M., y O. Schmidt (1997): Can the Abundance or Activity of Soil Macrofauna be used to indicate the Biological Health of Soils?. En *Biological Indicators of Soil Health* (C.E Pankhurst, B. M Doube y V.V.S R Gupta, eds.), CAB International, pp. 265-295.
10. Fragoso, C., y P. Lavelle (1992): Earthworms communities of tropical rain forest. *Soil Biol. Biochem.*, 24 (12): 1397-1408.
11. Fuente, J. A de la (1994): *Zoología de Artrópodos.*, España, 805 pp.
12. González, R., y R. López (1987): La macrofauna de la hojarasca y del suelo de algunos ecosistemas forestales de Cuba. *Reporte de Investigación, Instituto de Zoología*, 46: 1-9.
13. González, G., X.Zou, y S.Borges (1996): Earthworm abundance and species composition in abandoned tropical croplands: comparisons of tree plantation and secondary forests. *Pedobiología*, 40: 385-391.
14. Hoffman, P.L., S.I.Golovatch, J. Adis, y J.W de Morais (1996): Practical keys to the orders and families of millipedes of the Neotropical region (Myriapoda: Diplopoda), *Amazoniana*, XIV (1/2): 1-35.
15. Hulbert, S.H. (1971): The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecología*, 52: 577-586.
16. Lavelle (2000): Ecological challenges for soil science. *Soil Sci.*, 165: 73-86.
17. Lavelle, P., E. Blanchart, A. Martin, A.V. Spain, y S. Martin (1992): Impact of soil fauna on the properties of soils in the Humid Tropics. En *Myths and Science of Soils of the Tropics*, Soil Science Society, Special Publication 29: 157-185.
18. Lavelle, P., M Dangerfield, C. Fragoso, V. Eschebrenner, D. López- Hernández et al (1994): The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. En *The Biological Management of Tropical Soil Fertility* (P.L.Woomer and M. J. Swift, eds.), New York, pp. 137-170.
19. Lyons, N.Y. (1981): Comparing diversity indices based of counts weighted biomass and other importance values. *Am.Nat.*, 118: 438-442.
20. Magurran, A. (1983): *La diversidad ecológica y su medición*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 200 pp.
21. Martínez, M.A. y M. Rodríguez (1991): Evaluación ecológica preliminar de las poblaciones de oligoquetos (Annelida: Oligochaeta) en dos ecosistemas de Sierra del Rosario, Cuba. *Rev. Biología.*, 5 (1): 9-17.
22. Martínez, M.A., y J. A Sánchez (2000): Comunidades de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta) en un bosque siempre verde y un pastizal de Sierra del Rosario, Cuba. *Caribbean Journal of Ecology*, 36 (1-2): 1-10.
23. Matic, Z., S.T. Negrea, y C. F. Martínez (1977): Recherches sur les Chilopodes hypogés de Cuba En *Resúltats des expéditions biospeologiques Cubano-Roumaines á Cuba* (T. Orghidan, A. Núñez Jiménez, V. Decou, S.T.Negrea y N.V.Bayés eds.), 40 pp.
24. Pankhurst, C.E., B. M. Doube, V.V.S.R.Gupta, y P.R.Grace (1994): *Soil biota: Management in sustainable farming systems*. CSIRO, East Melbourne, 262 pp.
25. Pankhurst, C.E., B. M. Doube, y V.V.S.R.Gupta (1997): *Biological indicators of soil health*, CAB International, Wallingford.
26. Pérez-Asso, A.R. (1995): A new milliped genus of the family Chelodemidae (Diplopoda: Polydesmida) from Cuba. *Insecta Mundi*, 9 (1-2): 171-176.

27. ----- (1996): The genus *Nesobolus* (Diplopoda:Spirobolida: Rhinocricidae) in Cuba. *Insecta Mundi*, 10 (1-4): 1-12.
28. ----- (1998): Revisión y Nuevas especies del género *Spirobolellus* (Diplopoda: Spirobolellidae) en la Isla de Cuba. *Caribbean Journal of Science*, 34 (1-2): 67-83.
29. Rodríguez, C. (2000): Comunidades de lombrices de tierra en ecosistemas con diferente grado de perturbación. *Rev. Biología.*, 14 (2): 147-155.
30. Rodríguez, C., y M.A. Martínez (2001): Comunidades de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta) del desagüe de una vaquería en áreas de pastizales en Cuba. *Rev.Biología.*, 15 (1): 37-44.
31. Sims, R. W. (1980): A classification and the distribution of earthworms suborder Lumbricina (Haplotaxida: Oligochaeta). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)*, 39 (2): 103-124.
32. Southwood, T. R. E. (1978): *Ecological methods*, Chapman & Hall, London.

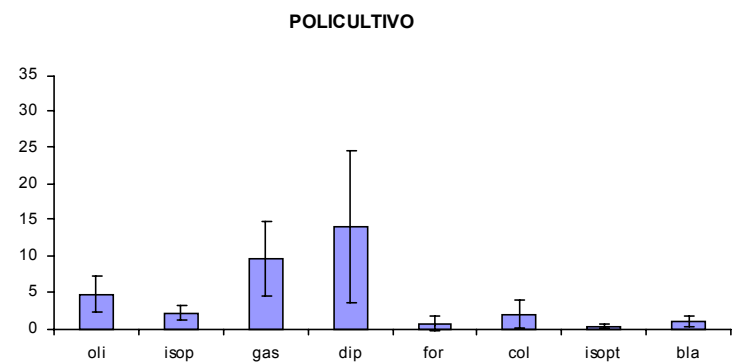
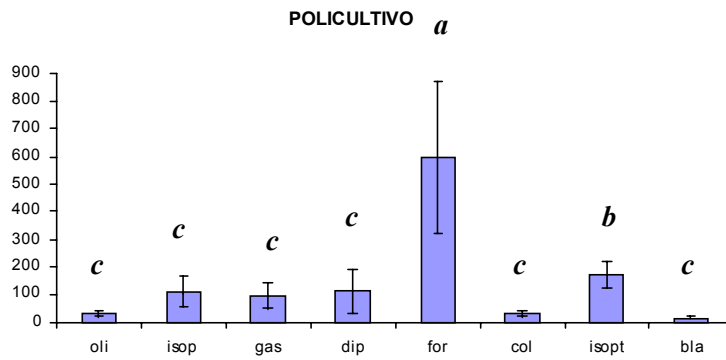
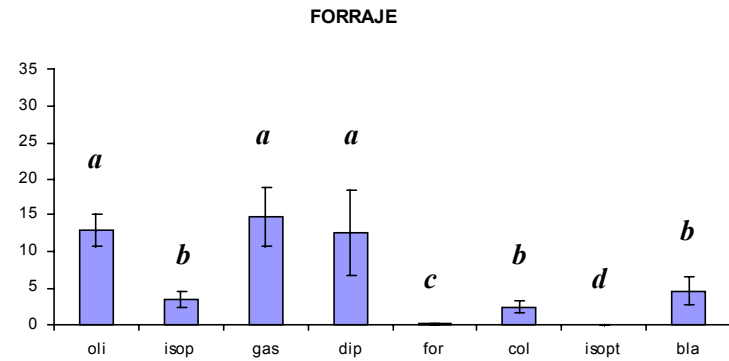
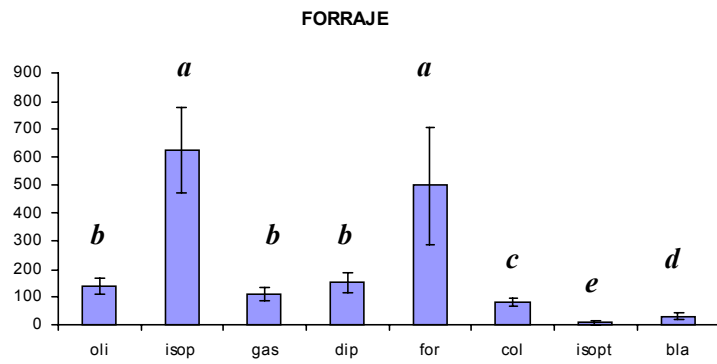
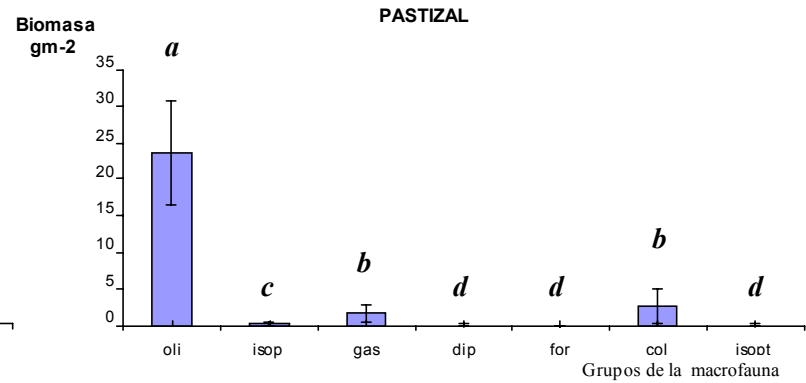
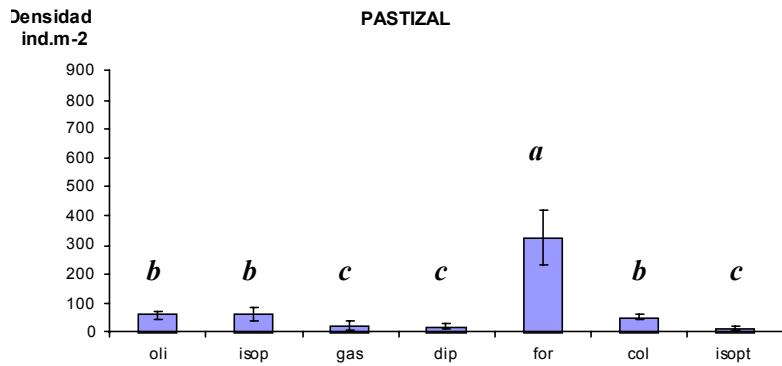
**Tabla 1-** Composición taxonómica de la macrofauna del suelo en las áreas de estudio en Cangrejeras, La Habana; (-): No determinado.

Phylum	Clase	Orden Suborden*	Familia Subfamilia*	Género	Especie	Distribución	
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida Lumbricina*	Megascolecidae	<i>Polypheretima</i>	<i>P. elongata</i>	Pantropical	
			Octochaetidae	<i>Dichogaster</i>	- (4 especies)	Pantropical	
			Acanthodrilidae	- (1 género)	-	-	
Mollusca	Gastropoda	Archaeogastropoda	Bradybaenidae	<i>Bradybaena</i>	<i>B. similaris</i>	Amplia	
			Subulinidae	<i>Subulina</i>	<i>S. octona</i>	Amplia	
			Streptaxidae	<i>Streptostele</i>	<i>S. musaecola</i>	Amplia	
			Spiraxidae	<i>Oleacina</i>	<i>O. subulata</i>	Cuba(endémico)	
			Veronicellidae	<i>Veronicella</i>	<i>V. cubenses</i>	Cuba, Florida	
Arthropoda	Diplopoda	Spirobolida	Trigoniulidae	<i>Leptogoniulus</i>	-	-	
			Paradoxosomatidae	<i>Condromorpha</i>	<i>C. xanthotrica</i>	Amplia	
			<i>Ortomorpha</i>	<i>O. coarctata</i>	Amplia		
		Polyxenida	Lophoproctidae	<i>Lophoturus</i>	-	-	
	Chilopoda	Scolopendromorpha	Cryptopidae	<i>Otocryptops</i>	<i>Otocryptops</i> sp.	-	
				<i>Newporfia</i>	<i>Newporfia</i> sp.	-	
				- (1 género)	-	-	
		Geophilomorpha	Geophilidae	<i>Pachymerium</i>	-	-	
	Malacostraca	Isopoda	Armadillidae	<i>Venezillo</i>	<i>Venezillo</i> sp.	-	
				<i>Cubaris</i>	<i>C. murina</i>	Pantropical	
				<i>Nagarus</i>	<i>Nagarus</i> sp.	Pantropical	
				<i>Trachelipidae</i>	<i>Trichorhina</i>	-	Pantropical
				<i>Platyarthridae</i>	<i>Porcellio</i>	<i>P. laevis</i>	Pantropical
<i>Porcellionidae</i>				<i>Porcellio</i>	<i>P. laevis</i>	Pantropical	
Chelicerata	Araneae	Gnaphosidae	-	-	-		
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Myrmecinae	<i>Solenopsis</i>	<i>S. geminata</i>	Neotropical		



**Tabla 1:** Continuación

<b>Phylum</b>	<b>Clase</b>	<b>Orden Suborden*</b>	<b>Familia Subfamilia*</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Distribución</b>
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae Myrmecinae	<i>Tetramorium</i>	<i>T. simillimum</i>	Amplia
				<i>Wasmannia</i>	<i>W. auropunctata</i>	Neotropical
				<i>Atta</i>	<i>A. insularis</i>	Neotropical
			Dolichoderinae* Formicinae* Ponerinae*	<i>Dorymyrmex</i>	<i>D. insana</i>	Neotropical
				<i>Brachymyrmex</i>	-	-
				<i>Odontomachus</i>	<i>O. insularis</i>	Neotropical
		Coleoptera	Melolonthidae	<i>Cyclocephala</i>	<i>C. cubana</i>	Cuba(endémico)
				<i>Phyllophaga</i>	<i>Phyllophaga</i> sp.	Cuba(endémico)
			Scarabaeidae	<i>Ataenius</i>	<i>Ataenius</i> sp.	Amplia
			Tenebrionidae	<i>Opatrinus</i>	<i>O. pullus</i>	Amplia
			Nitidulidae	<i>Carpophilus</i>	<i>C. humeralis</i>	Amplia
			Curculionidae	<i>Pachnaeus</i>	<i>P. litus</i>	Jamaica,México, Florida
			Cucujidae	- (1 género)	-	-
			Elateridae	- (1 género)	-	-
			Chrysomelidae	- (1 género)	-	-
			Isoptera	Termitidae Apicotermitinae*	-	-
		Dictyoptera Blattaria*	Blattidae	<i>Periplaneta</i>	-	-
			Blaberidae	<i>Pycnocelus</i>	<i>P. surinamensis</i>	Amplia
			Blattelidae?	-	-	-
		Orthoptera	Grillidae	-	-	-
			-	-	-	-
		Lepidoptera	Noctuidae	-	-	-
		Hemiptera	-	-	-	-
Homoptera	-	-	-	-		

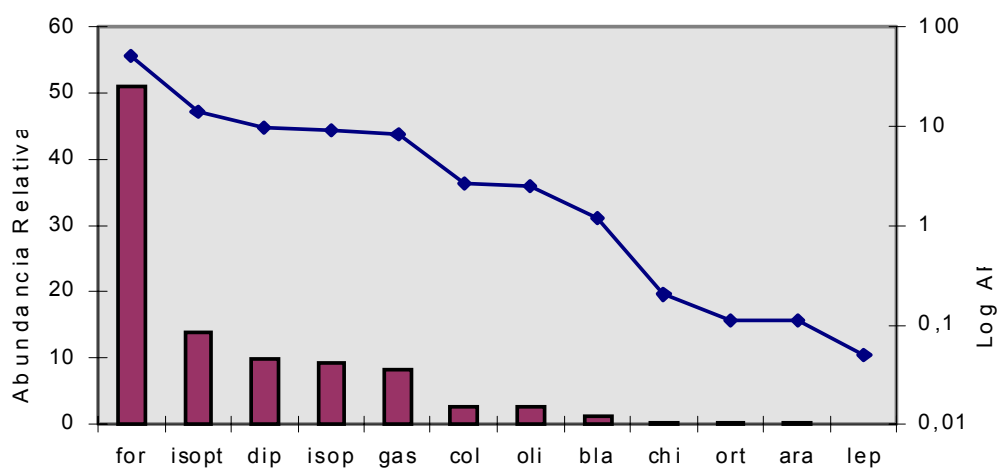
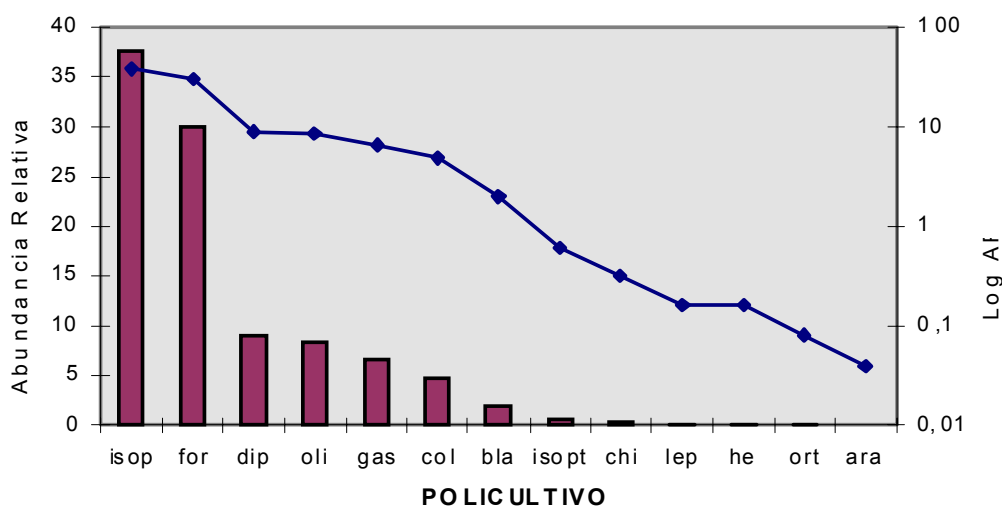
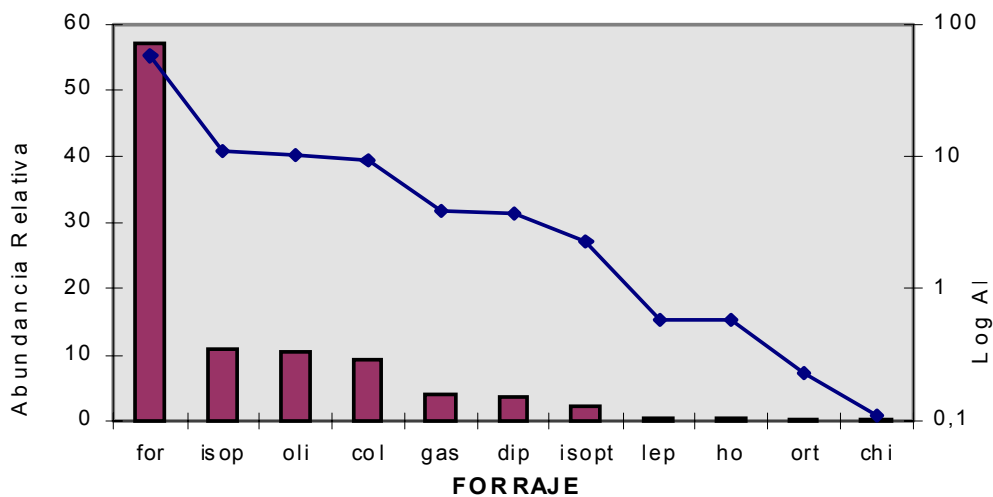


**Fig 1** Valores de densidad (ind.m<sup>-2</sup>) y biomasa (gm<sup>-2</sup>) de la macrofauna en el Pastizal, el Forraje y el Policultivo en Cangrejeras, La Habana. Medias con letras iguales no difieren para  $p > 0.05$  según SNK. (oli: oligochaeta; isop: isopoda; gas: gastropoda; dip: diplopoda; for: formicidae; col: coleoptera; isopt: isoptera; bla: blattaria).

**Tabla 2** Diversidad (H') y equitatividad (J') de diferentes grupos de la macrofauna en las áreas de estudio en Cangrejas, La Habana (en función del peso).

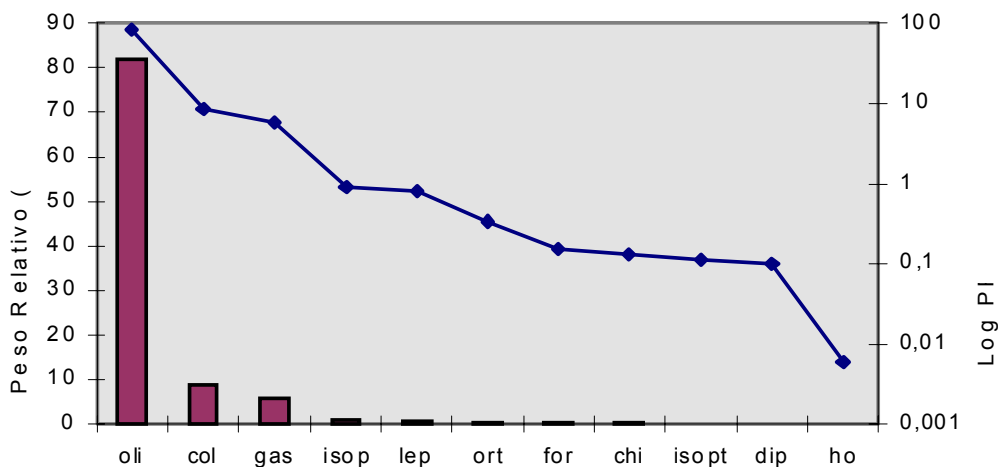
GRUPOS	PASTIZAL		FORRAJE		POLICULTIVO	
	H'	J'	H'	J'	H'	J'
<i>Oligochaeta</i>	0.05	0.03	0.66	0.65	0.47	0.47
<i>Gastropoda</i>	1.59	0.78	1.49	0.64	1.58	0.68
<i>Diplopoda</i>	0.99	0.99	0.11	0.05	0.26	0.13
<i>Isopoda</i>	1.41	0.70	1.11	0.55	0.92	0.46
<i>Formicidae</i>	0	0	0.13	0.08	2.03	0.72
<i>Coleoptera</i>	1.72	0.74	1.57	0.78	1.89	0.67

### PASTIZAL

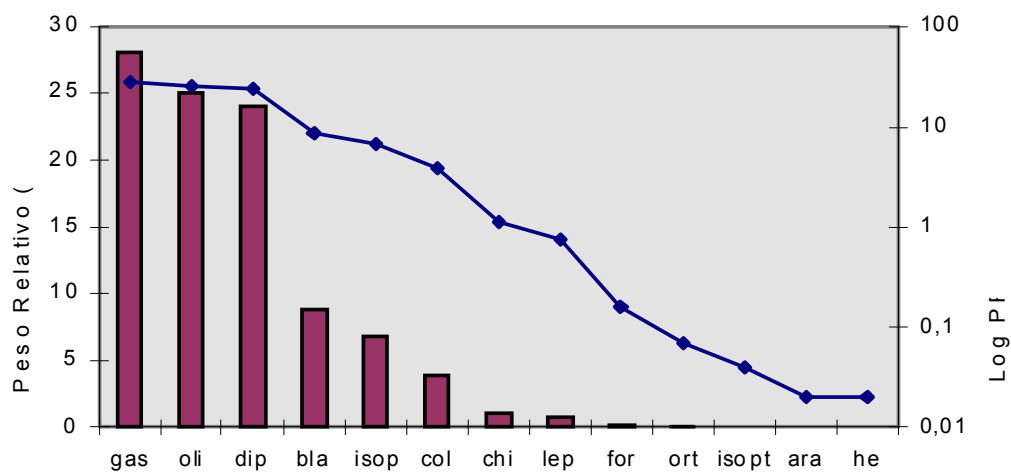


**Fig.2** Curvas de rango/abundancia en el Pastizal, el Forraje y el Policultivo en Cangrejas, La Habana. (oli: oligochaeta; iso: isopoda; gas: gastropoda; dip: diplopoda; chi: chilopoda; ara: araneae; for: formicidae; col: coleoptera; isopt: isoptera; bla: blattaria; lep: lepidoptera; ort: rthoptera;he:hemiptera;ho:homoptera).

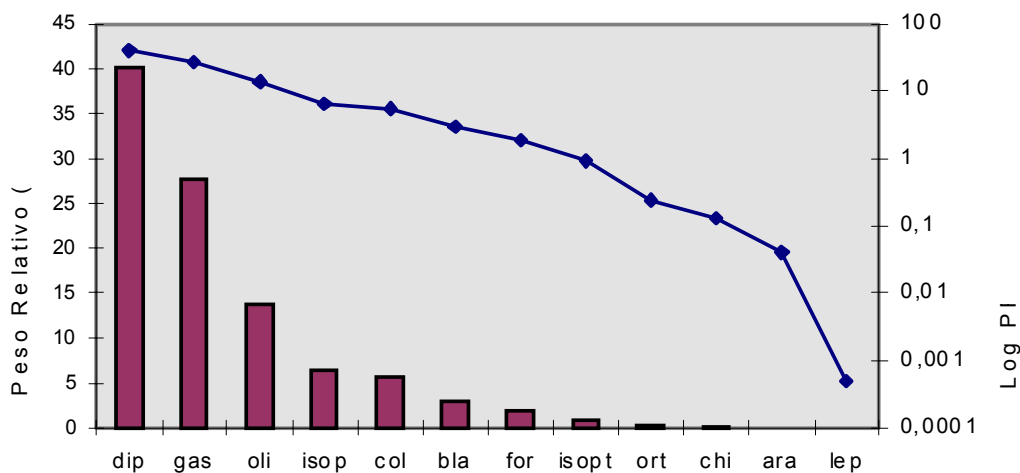
### PASTIZAL



### FORRAJE



### POLICULTIVO



**Fig. 3** Curvas de rango/abundancia en función del peso en el Pastizal, el Forraje y el Policultivo en Cangrejeras, La Habana. (oli: oligochaeta; iso: isopoda; gas: gastropoda; dip: diplopoda; chi: chilopoda; ara: araneae; for: formicidae; col: coleoptera; isopt: isoptera; bla: blattaria; lep: lepidoptera; ort: orthoptera; he: hemiptera; ho: homoptera).

