

Poblaciones de microartrópodos en diferentes suelos de Costa Rica

por

Adolfo Serafino* y Julio Fraile Merino*

(Recibido para su publicación el 18 de octubre de 1977)

Abstract: Density, vertical distribution and aggregation degree of soil microarthropod communities were studied between July and August of 1977 in the soils of three different plots, a forest and a pasture in Costa Rica.

Data show the almost constant dominance of some groups of microarthropods (Isotomidae among the Collembola, Cryptostigmata among the Acarina and Symphyla). There is a gradual decrease of density with depth, though not for all the groups, and a general tendency to an aggregate distribution.

The hierarchical order of densities of total microarthropod communities in the five localities was the following: maize, coffee, forest, manihot, and pasture.

La fauna del suelo ejerce un papel importante en el mantenimiento del equilibrio ecológico del medio edáfico e influye notablemente en su fertilidad (Aleinikova & Utrobina, 1973). La información al respecto para las regiones tropicales es aún escasa (Raw, 1971) y casi ausente en cuanto a los suelos de Costa Rica.

El presente trabajo es un estudio comparativo de las poblaciones de microartrópodos de los suelos de tres cultivos (café, manihot y maíz), de un bosque y de un pastizal tropicales, hasta 20 cm de profundidad, con el objeto de identificar los grupos presentes en cada ambiente, conocer sus densidades a diferentes profundidades, evaluar su abundancia relativa y el tipo de distribución.

MATERIAL Y METODOS

Los suelos muestreados están localizados en dos zonas diferentes de Costa Rica, Barreal de Heredia (1130 m) en el centro del Valle Central, en donde fueron tomadas las muestras del cafetal; las del bosque, del pastizal y de los cultivos de yuca (*Manihot* sp.) y de maíz se recogieron en Turrialba (600 m) al este del Valle Central.

* Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma, Heredia, Costa Rica.

Al cultivo de café (*Coffea arabica*), de una edad aproximada de veinte años, se le hicieron repetidos tratamientos, en la estación lluviosa, con los herbicidas 2, 4-D y Gramoxone, hasta el año 1976. Su suelo, derivado en gran parte de cenizas volcánicas, presenta un pH de 5,6, un contenido promedio en materia orgánica de 9,7%, una gran porosidad, y textura arcillo-arenosa (Sáenz, 1966).

La plantación de yuca (*Manihot utilissima*), de unos ocho meses de edad, fue tratada con Gramoxone y los insecticidas Aldrin y Sevin y ocupa una área que anteriormente estuvo inculca durante un año.

El suelo aluvial de origen fluvio-lacustre, presenta en el horizonte A, incluido en el muestreo, un pH de 5,2 a 5,5, un contenido en materia orgánica de 7,2%, muchos poros tubulares finos o medios y textura franca.

El maizal (*Zea mays*), de unos tres meses de edad, fue tratado con Orthocide, Aldrin, Sevin y Citrolane y ocupa una área anteriormente cultivada de maíz; el suelo presenta el mismo origen que el anterior, pero contiene mayor cantidad de piedras y fragmentos rocosos; su pH es de 5,3 a 5,5, su contenido en materia orgánica de 8,1% y su textura franco-arcillosa.

El pastizal, sometido a pastoreo intensivo con ganado vacuno, está ubicado en una zona cuyo suelo es también de origen aluvial pero más antiguo; el horizonte A presenta un pH de 5,3, contenido de materia orgánica de 7%, textura franco-arcillosa con muchos poros tubulares finos y a partir de los 10 cm de profundidad abundan las piedras.

Todos los suelos hasta ahora descritos se pueden clasificar como Inceptisoles (Aguirre, 1971).

El bosque, situado en una pendiente mayor de 50° baja hacia el río Reventazón y se desarrolla en un suelo muy superficial y heterogéneo, con fuerte erosión y abundantes piedras. Este puede ser clasificado como Entisol (Lithosol) (Dóndoli & Torres, 1954; Hardy, 1961)

Todas las muestras fueron tomadas en la época lluviosa, entre el 15 de julio y el 30 de agosto de 1977, en horas de la mañana. En cada una de las cinco localidades se tomó 16 muestras cilíndricas de 1000 cc (8 cm de diámetro por 20 cm de profundidad). Para la toma de cada muestra se utilizaron cuatro tubos plásticos de 250 cc sobrepuestos y colocados dentro de una armadura metálica, con el fin de obtener una columna de suelo de 20 cm, fraccionable en cuatro secciones de 5 cm cada una.

En el laboratorio las muestras se dejaron en reposo por un día para aminorar, por lo menos en parte, el efecto temporalmente negativo que la toma de muestras puede causar sobre la vitalidad de los microartrópodos (Rapoport & Oros, 1969).

La extracción de la fauna se efectuó por un lapso de 48 horas, utilizando embudos de Tullgren modificados, con mallas metálicas (poros de 2 mm). La temperatura de unos 35 C, fue suministrada por bombillos de 60 vatios, mantenidos a mitad de potencia y colocados a 25 cm de la superficie de las muestras. Los microartrópodos se recolectaron en frascos pequeños conteniendo alcohol metílico de 70% y su identificación y recuento se efectuó manualmente con el empleo de binoculares estereoscópicos. No se logró determinar un índice de eficiencia de los aparatos utilizados, pero notamos que luego de las 48 horas los especímenes que todavía caían eran muy escasos. Trabajos hechos por otros autores utilizando suelos agrícolas encuentran una eficiencia de 84% aproximadamente, en los primeros dos días (Benham, 1975).

Para estudiar la homogeneidad de la distribución de las poblaciones se aplicó el índice de Lexis, $= \frac{s^2}{\bar{x}}$. Es decir, la relación entre la varianza y la media, índice

que proporciona valores cercanos a la unidad si la distribución es casual, inferiores si es más o menos uniforme y superiores si hay fenómenos de agregación (Alicata *et al.*, 1973).

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se observa los valores de densidad por metro cuadrado de todos los grupos faunísticos estudiados en cada uno de los cinco ambientes. En el Cuadro 2 se resumen los resultados obtenidos al calcular el índice de Lexis. En la Figura 1, se comparan las proporciones en porcentaje de los grupos cuantitativamente más importantes. En los Cuadros 2, 4, 5, 6 y 7 se muestra la distribución vertical de cada grupo y la densidad total de los microartrópodos por metro cuadrado en cuatro niveles diferentes de profundidad.

DISCUSION

La información bibliográfica sobre este tema en la región neotropical es escasa y no permite una comparación exhaustiva con los datos por nosotros obtenidos; no obstante puede ser interesante determinar si nuestras conclusiones coinciden con las obtenidas por otros autores.

En numerosas publicaciones (Duvigneaud, 1967; Raw, 1971) se ha determinado que en regiones templadas, los suelos de áreas cultivadas exhiben menor cantidad y diversidad de grupos de microartrópodos en comparación con los suelos de bosques y pastizales. Por lo que concierne a las regiones tropicales resulta, en cambio, que los suelos de pastoreo son los más pobres en microfauna y que los más ricos siguen siendo los silvestres (Raw, 1971).

Según los datos presentados en el Cuadro 1, se puede afirmar que de todos los ambientes estudiados, el pastizal exhibe la menor densidad de microartrópodos. Por otra parte, en el bosque se ha observado la mayor diversidad de grupos en cuanto a número de especies pero con una densidad total de especímenes menor o casi igual a la encontrada en los suelos cultivados; sólo el yucal resultó poseer una cantidad menor de animales respecto al bosque, mientras que los suelos del cafetal y del maizal manifestaron valores más altos. La densidad animal relativamente baja encontrada en el bosque posiblemente deriva de la fuerte y continua erosión que sufre su suelo, lo cual limita el establecimiento masivo de poblaciones de microartrópodos.

De los grupos faunísticos estudiados, las cochinillas (Homoptera; Coccoidea) presentan una distribución que sugiere una estrecha relación con las raíces de las plantas.

En la primera columna de la Figura 1 se puede apreciar las proporciones relativas de los grupos numéricamente más importantes; coherentemente con la mayoría de los datos hasta ahora obtenidos (Wallwork, 1967), los colémbolos y los ácaros parecen ser los grupos más importantes y juntos representan en el maizal, hasta el 94% del total de la microfauna edáfica.

Además en la Figura 1 se puede notar que el grupo dominante de colémbolos en forma casi absoluta es el de los Isotomidae, excepto en el cultivo de yuca, donde

CUADRO 1

Número de microartrópodos edáficos por metro cuadrado encontrados en 5 ambientes

	Café	Yuca	Maíz	Bosque	Pastizal
Collembola					
Isotomidae	12.562,5	9.012,5	40.200	10.175	3.200
Entomobryidae	2.275	3.487,5	7.937,5	1.150	200
Poduridae	5.312,5	11.950	425	987,5	912,5
Onychiuridae	575	887,5	2.375	2.425	12,5
Sminthuridae	587,5	250	1.575	100	762,5
Neelidae	300	1.637,5	2.987,5	287,5	275
Total	21.612,5	27.225	55.500	15.125	5.362,5
Diplura					
Campodeidae	—	—	—	37,5	—
Japygidae	337,5	—	—	337,5	—
Total	337,5	—	—	375	—
Protura	2.400	687,5	112,5	1.675	1.325
Homoptera					
Coccoidea	17.675	—	—	10.912,5	—
Aphidioidea	—	—	262,5	—	—
Total	17.675	—	262,5	10.912,5	—
Otros Insectos *	812,5	362,5	200	2.500	362,5
Larvas Insectos	650	87,5	525	575	387,5
TOTAL INSECTA	43.487,5	28.362,5	56.600	31.162,5	7.437,5
Acarina					
Prostigmata	9.437,5	7.700	8.550	11.150	3.100
Cryptostigmata	12.812,5	11.025	11.725	11.087,5	4.550
Mesostigmata	5.212,5	862,5	2.400	900	212,5
Total	27.462,5	19.587,5	22.675	23.137,5	7.862,5
Palpigrada	187,5	37,5	—	800	—
Pseudoscorpiona	—	—	—	75	—
Araneae	125	125	12,5	75	25
TOTAL ARACHNIDA	27.775	19.750	22.687,5	24.087,5	7.887,5
Symphyla	587,5	1.362,5	2.825	1.100	1.100
Pauropoda	100	512,5	1.112,5	212,5	87,5
Diplopoda					
Pselaphognatha	—	—	—	75	—
Chilognatha	450	275	25	300	—
Total	450	275	25	375	—
CHILOPODA	87,5	25	—	125	12,5
CRUSTACEA (Isopoda)	37,5	—	—	687,5	—
TOTAL ARTHROPODA	72.525	50.287,5	83.250	57.750	16.525

* En gran parte pertenecientes a las Familias Staphylinidae, Scarabeidae (Coleoptera) y Formicidae (Hymenoptera)

dominan los Poduridae; entre los ácaros dominan las dos subórdenes Prostigmata y Cryptostigmata, con prevalencia del segundo.

La distribución vertical en todos los suelos estudiados (Cuadros 3,4,5,6,7) manifiesta una clara disminución de la densidad total de la microfauna conforme aumenta la profundidad; la única excepción se observó en el cafetal, donde hay un aumento de densidad entre 10 y 15 cm de profundidad, debido en parte a la abundancia de ejemplares de Coccoidea, a un nivel donde hay grandes cantidades de pequeñas raíces, y en parte al aumento de la densidad de la familia Poduridae (Collembola). Se notó que los ácaros y los colémbolos en general disminuyen su densidad con la profundidad, coincidiendo así con hallazgos anteriores (Ashraf, 1973; Wallwork, 1971); en cambio se constató que los Symphila y los Pauropoda tienen otra distribución vertical, manifestando generalmente una densidad menor en la superficie que a otras profundidades; de hecho, se considera que estos dos grupos notoriamente forman parte importante de la fauna del subsuelo (Raw, 1971); los isópodos se localizan casi exclusivamente en los estratos superficiales.

En lo que concierne al tipo de distribución de algunos grupos estudiados (Cuadro 2) se notó una tendencia general, a la agregación, como era de esperarse (Hale, 1971; Usher, 1975); solamente en dos casos (Sminthuridae [Collembola] en el bosque y paurópodos en el pastizal) se encontró un valor que revelaría una distribución relativamente homogénea en ambos casos. Sin embargo, se trata de poblaciones de densidad muy baja (100 y 87,5 individuos por metro cuadrado, respectivamente); en otros casos además, el índice encontrado, acercándose mucho a la unidad, indicaría una distribución casual, relativamente común en los dipluros, en los sínfilos y en los paurópodos.

CUADRO 2

Índice de agregación de Lexis ($= \frac{s^2}{x}$)

	Café	Yuca	Maíz	Bosque	Pastizal
Collembola	137,5	62,2	61,4	22,7	15,5
Isotomidae	129,1	11,8	65,9	16,5	13,4
Entomobryidae	4,3	8,8	33,6	3,2	3,3
Poduridae	33,4	157,6	7,2	11,2	10,4
Onychiuridae	12,8	20,6	11,3	18,1	—
Sminthuridae	9,3	3,4	28,2	0,8	4,5
Neelidae	3,2	5,5	17,8	2,4	8,4
Diplura	2,6	—	—	4,4	—
Protura	33,7	16,7	3,9	14,8	4,3
Coccoidea (Homoptera)	192,1	—	—	254,7	—
Acarina	155,1	18,4	22,2	19,3	8,5
Prostigmata	20,5	5,0	19,5	10,8	4,2
Cryptostigmata	34,6	15,2	15,2	12,5	12,1
Mesostigmata	319,2	7,4	11,2	3,9	11,6
Symphila	2,3	2,8	3,1	5,3	1,1
Pauropoda	1,1	3,3	13,8	4,7	0,8

CUADRO 3

Número de microartrópodos por metro cuadrado a diferentes profundidades en cultivo de Café, Barreal, Heredia, Costa Rica

	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm
Collembola				
Isotomidae	4.750	3.675	3.675	462,5
Entomobryidae	962,5	762,5	362,5	187,5
Poduridae	525	950	1.975	1.862,5
Onychiuridae	300	75	100	100
Sminthuridae	562,5	25	—	—
Neelidae	225	37,5	12,5	25
Total	7.325	5.525	6.125	2.637,5
Diplura				
Campodeidae	—	—	—	—
Japygidae	87,5	87,5	75	87,5
Total	87,5	87,5	75	87,5
Protura	825	950	300	325
Homoptera				
Coccoidea	1.900	3.287,5	7.362,5	5.125
Aphidoidea	—	—	—	—
Total	1.900	3.287,5	7.362,5	5.125
Otros Insectos	187,5	237,5	250	137,5
Larvas Insectos	600	25	12,5	12,5
TOTAL INSECTA	10.925	10.112,5	14.125	8.325
Acarina				
Prostigmata	3.800	2.312,5	2.025	1.300
Cryptostigmata	6.412,5	2.162,5	2.300	1.937,5
Mesostigmata	2.025	1.512,5	1.100	575
Total	12.237,5	5.987,5	5.425	3.812,5
Palpigrada	25	37,5	50	75
Pseudoscorpionida	—	—	—	—
Araneae	50	12,5	62,5	—
TOTAL ARACHNIDA	12.312,5	6.037,5	5.537,5	3.887,5
Symphyla	112,5	162,5	137,5	175
Pauropoda	12,5	12,5	37,5	37,5
Diplopoda				
Pselaphognatha	—	—	—	—
Chilognatha	375	62,5	12,5	—
Total	375	62,5	12,5	—
CHILOPODA	25	—	37,5	25
CRUSTACEA (Isopoda)	37,5	—	—	—
TOTAL ARTHROPODA	23.800	16.387,5	19.887,5	12.450

CUADRO 4

Número de microartrópodos por metro cuadrado a diferentes profundidades en cultivo de yuca, Turrialba, Costa Rica

	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm
Collembola				
Isotomidae	3.362,5	2.862,5	1.612,5	1.175
Entomobryidae	925	1.600	762,5	200
Poduridae	10.675	1.225	12,5	37,5
Onychiuridae	512,5	200	175	—
Sminthuridae	200	25	12,5	12,5
Neelidae	375	825	337,5	100
Total	16.050	6.737,5	2.912,5	1.525
Diplura				
Campodeidae	—	—	—	—
Japygidae	—	—	—	—
Total	—	—	—	—
Protura	87,5	387,5	75	137,5
Homoptera				
Coecoidea	—	—	—	—
Aphidioidea	—	—	—	—
Total	—	—	—	—
Otros Insectos	50	87,5	175	50
Larvas Insectos	87,5	—	—	—
TOTAL INSECTA	16.275	7.212,5	3.162,5	1.712,5
Acarina				
Prostigmata	4.375	1.950	812,5	562,5
Cryptostigmata	5.925	3.387,5	1.212,5	500
Mesostigmata	125	375	250	112,5
Total	10.425	5.712,5	2.275	1.175
Palpigrada	—	—	12,5	25
Pseudoscorpionida	—	—	—	—
Araneae	100	12,5	—	12,5
TOTAL ARACHNIDA	10.525	5.725	2.287,5	1.212,5
Symphyla	112,5	400	500	350
Pauropoda	12,5	125	212,5	162,5
Diplopoda				
Pselaphognatha	—	—	—	—
Chilognatha	175	87,5	12,5	—
Total	175	87,5	12,5	—
CHILOPODA	—	25	—	—
CRUSTACEA (Isopoda)	—	—	—	—
TOTAL ARTHROPODA	27.100	13.575	6.175	3.437,5

CUADRO 5

Número de microartrópodos por metro cuadrado a diferentes profundidades en cultivo de maíz, Turrialba, Costa Rica

	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm
Collembola				
Isotomidae	32.150	6.725	1.012,5	312,5
Entomobryidae	4.825	2.775	262,5	75
Poduridae	150	125	87,5	62,5
Onychiuridae	1.862,5	450	37,5	25
Sminthuridae	1.287,5	275	12,5	—
Neelidae	2.000	872,5	12,5	112,5
Total	42.275	11.212,5	1.425	587,5
Diplura				
Campodeidae	—	—	—	—
Japygidae	—	—	—	—
Total	—	—	—	—
Protura	25	12,5	—	75
Homoptera				
Coccoidea	—	—	—	—
Aphidioidea	125	137,5	—	—
Total	125	137,5	—	—
Otros Insectos	25	75	50	50
Larvas Insectos	437,5	87,5	—	—
TOTAL INSECTA	42.887,5	11.525	1.475	712,5
Acarina				
Prostigmata	6.262,5	1.625	300	362,5
Cryptostigmata	7.075	2.000	1.275	1.375
Mesostigmata	575	1.462,5	175	187,5
Total	13.912,5	5.087,5	1.750	1.925
Palpigrada	—	—	—	—
Pseudoscorpionida	—	—	—	—
Araneae	—	12,5	—	—
TOTAL ARACHNIDA	13.912,5	5.100	1.750	1.925
Symphyla	612,5	1.275	787,5	150
Paupoda	125	650	275	62,5
Diplopoda				
Pselaphognatha	—	—	—	—
Chilognatha	12,5	12,5	—	—
Total	12,5	12,5	—	—
CHILOPODA	—	—	—	—
CRUSTACEA (Isopoda)	—	—	—	—
TOTAL ARTHROPODA	57.550	18.562,5	4.287,5	2.850

CUADRO 6

Número de microartrópodos por metro cuadrado a diferentes profundidades en un bosque, Turrialba, Costa Rica

	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm
Collembola				
Isotomidae	5.425	2.187,5	1.700	862,5
Entomobryidae	662,5	212,5	187,5	87,5
Poduridae	925	50	—	12,5
Onychiuridae	1.500	400	212,5	312,5
Sminthuridae	75	—	12,5	12,5
Neelidae	275	12,5	—	—
Total	8.862,5	2.862,5	2.112,5	1.287,5
Diplura				
Campodeidae	25	12,5	—	—
Japygidae	—	25	200	112,5
Total	25	37,5	200	112,5
Protura	125	700	675	175
Homoptera				
Coccoidea	1.212,5	5.412,5	2.837,5	1.450
Aphidioidea	—	—	—	—
Total	1.212,5	5.412,5	2.837,5	1.450
Otros insectos	687,5	512,5	950	350
Larvas insectos	487,5	62,5	12,5	12,5
TOTAL INSECTA	11.400	9.587,5	6.787,5	3.387,5
Acarina				
Prostigmata	4.300	3.250	1.912,5	1.687,5
Cryptostigmata	5.900	1.587,5	1.362,5	2.237,5
Mesostigmata	350	225	150	175
Total	10.550	5.062,5	3.425	4.100
Palpigrada	25	125	300	350
Pseudoscorpionida	—	25	50	—
Araneae	25	12,5	—	37,5
TOTAL ARACHNIDA	10.600	5.225	3.775	4.487,5
Symphyla	100	262,5	375	362,5
Paupoda	37,5	75	75	25
Diplopoda				
Pselaphognatha	37,5	25	—	12,5
Chilognatha	225	37,5	25	12,5
Total	262,5	62,5	25	25
CHILOPODA	12,5	50	25	37,5
CRUSTACEA (Isopoda)	575	100	12,5	—
TOTAL ARTHROPODA	22.987,5	15.362,5	11.075	8.325

CUADRO 7

Número de microartrópodos por metro cuadrado a diferentes profundidades en un pastizal, Turrialba, Costa Rica

	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm
Collembola				
Isotomidae	2.400	250	350	200
Entomobryidae	125	—	33	42
Poduridae	775	37,5	17	83
Onychiuridae	12,5	—	—	—
Sminthuridae	662,5	12,5	47,5	40
Neelidae	200	50	25	—
Total	4.175	350	472,5	365
Diplura				
Campodeidae	—	—	—	—
Japygidae	—	—	—	—
Total	—	—	—	—
Protura	212,5	512,5	400	200
Homoptera				
Coccoidea	—	—	—	—
Aphidioidea	—	—	—	—
Total	—	—	—	—
Otros Insectos	100	87,5	138	37
Larvas Insectos	362,5	12,5	12,5	—
TOTAL INSECTA	4.850	962,5	1.023	602
Acarina				
Prostigmata	1.450	562,5	525,5	562
Cryptostigmata	2.912,5	637,5	478	522
Mesostigmata	25	162,5	25	—
Total	4.387,5	1.362,5	1.028,5	1.084
Palpigrada	—	—	—	—
Pseudoscorpionida	—	—	—	—
Araneae	12,5	—	12,5	—
TOTAL ARACHNIDA	4.400	1.362,5	1.041	1.084
Symphyla	350	412	138	200
Pauropoda	—	75	12,5	—
Diplopoda				
Pselaphognatha	—	—	—	—
Chilognatha	—	—	—	—
Total	—	—	—	—
CHILOPODA	—	12,5	—	—
CRUSTACEA (Isopoda)	—	—	—	—
TOTAL ARTHROPODA	9.600	2.824,5	2.214,5	1.886

RESUMEN

Se estudió durante los meses de julio y agosto de 1977, la densidad, distribución vertical y el grado de agregación de las poblaciones de microartrópodos de los suelos de tres cultivos (*Coffea arabica*, *Manihot utilissima*, *Zea mays*), de un bosque, y de un pastizal en dos localidades del Valle Central de Costa Rica.

Los datos obtenidos indican una dominancia casi constante de algunos grupos (Isotomidae en los colémbolos, Cryptostigmata en los ácaros y Symphyla). Se nota también una gradual disminución de la densidad de los microartrópodos conforme aumenta la profundidad, aunque no para todos los grupos; finalmente se evidencia un estado de agregación más o menos fuerte.

Le jerarquía en el orden descendiente de las densidades del total de microartrópodos en los cinco ambientes es la siguiente: maíz, café, bosque, yuca y pastizal.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Director y al personal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, por habernos permitido tomar parte de las muestras en los cultivos, propiedad del Instituto y por habernos sugerido y facilitado la información necesaria; al personal de la finca de la Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional por la ayuda que nos brindó en el trabajo realizado en el cafetal; al Profesor Luko Hilge Q. por la revisión del manuscrito; finalmente, queremos agradecer a todas las personas que con su interés estimularon nuestro trabajo.

REFERENCIAS

Aguirre, V.

1971. *Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación*. Tesis Mag. Sc. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. (Mimeografiado).

Aleinikova, M. M., & N. M. Utrobina

1973. *Changes in the structure of animal populations in soil under the influence of farm crops*. Progress in soil zoology, 429-435, Praga.

Alicata, P., R. Arcidiacono, D. Caruso, & I. Marcellino

1973. Distribution et fluctuation saisonnières des populations de quelques especes d'Oribates (Acariens) d'un bois de chêne verts de l'Etna. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 10: 535-557.

Ashraf, M.

1973. Local and vertical distribution of Collembola. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 10: 71-76.

Benham, G. S., Jr.

1975. A funnel apparatus for the extraction of microarthropods from agricultural soils. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 68: 529-532.

Dóndoli, C., & J. A. Torres M.

1954. *Estudio geoagronómico de la región oriental de la Meseta Central*. Ministerio de Agricultura e Industrias, S. José, Costa Rica. 180 p.

Duvigneaud, P.

1967. *L'ecologie, science moderne de synthèse*. Documentation 23, Bruxelles

Hale, W. G.

1971. Colémbolos, p. 463-479. In A. Burges & F. Raw (eds.), *Biología del suelo*. Omega, Barcelona.

Hardy, F.

1961. *Soils of the I.A.I.A.S. (Inter American Institute of Agriculture Sciences) area (Turrialba: Costa Rica)*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba. (Mimeografiado).

Rapoport, E. H., & E. Oros

1969. Transporte y manipuleo de las muestras de suelo y su efecto sobre la micro y mesofauna. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 6: 31-39.

Raw, F.

1971. Artrópodos, p. 379-423. In A. Burges & F. Raw (eds.), *Biología del suelo*. Omega, Barcelona.

Sáenz M., A.

1966. *Suelos volcánicos cafeteros de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica, S. José, 353 p.

Usher, M. B.

1975. Some properties of the agregations of soil arthropods: Cryptostigmata, *Pedobiología*, 15: 355-363.

Wallwork, J. A.

1971. Acaros, p. 426-461. In A. Burges & F. Raw (eds.), *Biología del suelo*. Omega, Barcelona.

