



**Tecnociencia 2011, Vol. 13, N° 1.**

## **ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD EDÁFICA DE COLLEMBOLA (HEXAPODA: ENTOGNATHA), EN ÁREAS PRODUCTORAS DE BANANO, LOCALIZADAS EN ALANJE, PROGRESO Y BARÚ, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, PANAMÁ**

**<sup>1</sup>Bruno Zachrisson y <sup>1</sup>Onesio Martínez**

<sup>1</sup> Laboratorio de Entomología, Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr); Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

E-mail: bazsalam@sinfo.net

### **RESUMEN**

El presente estudio tuvo como objetivo definir y conocer, la estructura de la comunidad edáfica de Collembola, en las localidades de Alanje, Progreso y Barú, ubicados en la provincia de Chiriquí, considerada la principal zona de banano en Panamá. La extracción de los monolitos de suelo se realizó de manera aleatoria, en las localidades estudiadas, las cuales fueron procesadas con auxilio del embudo de Berlesse. Los individuos colectados, fueron separados, procesados, montados e identificados al nivel taxonómico de familia. Se determinaron los índices de diversidad ( $\alpha$ ) propuestos por Shannon-Wiener, Margalef y por los coeficientes de similitud (Q). Los resultados destacaron la contribución significativa de familias Isotomidae y Entomobryidae, en la estructura de la comunidad edáfica de las zonas muestreadas. La abundancia relativa de individuos pertenecientes a las familias Onychiuridae, Poduridae y Sminthuridae, fue reducida. Los análisis realizados, confirmaron la semejanza de la estructura de la comunidad edáfica, entre las localidades de Alanje y Progreso.

### **PALABRAS CLAVES**

Hexapoda, Entognatha, Collembola, comunidad edáfica, banano.

### **ABSTRACT**

This study aimed to define and know the structure of the edaphic community of Collembola, in the localities of Alanje, Progreso and Barú, in the province of Chiriquí, which considered the main banana production zone in Panama. The

extraction of the soil monoliths was carried out in a random way, in these localities and was processed with aid of the Berlesse funnel. The collection of specimens, was conducted, separately, processed, mounted and identified to taxonomic family level. The analyses of the data were carried out by means of the diversity index ( $\alpha$ ) proposed by Shannon-Wiener and Margalef; and for the similarity coefficients (Q). The results highlight the significant contribution of the families Isotomidae and Entomobryidae, to the structure of the edaphic community of the areas sampled. The relative abundance of individuals belonging to the families Onychiuridae, Poduridae and Sminthuridae, was reduced. The analyses, confirmed the similarity of the structure of the edaphic community, between the locations of Alanje and Progreso.

## KEYWORDS

Hexapoda, Entognatha, Collembola, edaphic community, banana.

## INTRODUCCIÓN

El orden Collembola, es considerado un grupo primitivo de artrópodos (Gisin, 1943), que está relacionado directamente con la salud edáfica en los diversos ecosistemas, considerándose algunas especies de este grupo como bioindicadores de contaminación (van Straalen, 1997). El elevado grado de susceptibilidad de *Folsomia candida* (Isotomidae) y *Heteromurus nitidus* (Entomobryidae), a los cambios observados en la estructura y composición físico-química de los suelos de ecosistemas forestales del continente europeo, sustentan su papel como bioindicadores de contaminación (Cronau *et al.*, 1999; Salmon & Monge, 1999). En este sentido, parámetros biológicos tales como la longevidad y fecundidad de estas especies, se relacionan directamente con el pH del suelo y algunos contaminantes como Cadmio, Plomo y Zinc, lo que posibilita su uso como bioindicadores de la salud y calidad de suelos (Berrios, 2002; Cobarrubias *et al.*, 1992; Cronau *et al.*, 1999; Eisenbeis & Wichard, 1987; Greenslade & Vaughan, 2003; Hutson, 1978; Salmon & Ponge, 1999; van Straalen, 1997).

La adaptación de las diversas especies de Collembola, a ecosistemas que presentan diferentes tipos de suelo, es determinada entre otros factores por la cantidad de materia orgánica en descomposición y el pH (Rusek, 1998). Sin embargo, se necesita más información sobre los cambios en la dinámica de las comunidades edáficas de artrópodos y su relación con la variación en las propiedades físico-químicas de los suelos, principalmente cuando se trata de entender la sucesión

ecológica de los ecosistemas agrícolas y forestales (Chauvat *et al.*, 2003; Rusek, 1998).

La mayor parte de los estudios realizados sobre este tema, se concentran en ecosistemas forestales del continente europeo y australiano (Greenslade & Vaughan, 2003; van Straalen, 1997). A la fecha, los estudios realizados en América Latina, son pocos y la mayoría presentan resultados que no se ajustan a la realidad observada en los ecosistemas tropicales (Kanal, 2004). Sin embargo, existen evidencias de que independientemente de la zona biogeográfica estudiada, las relaciones tróficas y tendencias encontradas en las poblaciones de Collembola, son semejantes (Garita-Cambronero *et al.*, 2006; Greenslade & Vaughan, 2003).

Algunos trabajos pioneros realizados en el continente americano por Mari Mutt (1982), Mari Mutt & Berllinger (1996) y Palacios-Vargas (1992), presentaron observaciones preliminares sobre la distribución geográfica de más de 6,000 especies de colémbolos registradas para la región. De este total, solo 900 especies que representan 156 géneros, están debidamente identificadas para la región neotropical (Palacios-Vargas, 1992). En los bosques primarios de Panamá, se reportan tres (3) géneros endémicos (*Arlesia*, *Dicranocentrus* y *Folsomiella*), los cuales están restringidos para la región del neotrópico.

La actividad humana en los diferentes agroecosistemas, involucra actividades de fertilización y aplicación de agroquímicos, en la tentativa de promover la sostenibilidad de la producción agrícola a mediano y largo plazo (Ponge *et al.*, 1986; Rebek *et al.*, 2002). Razón por la cual, se sugiere que previo a la implementación de propuestas de investigación, se considere la definición de la estructura de la comunidad edáfica de artrópodos encontrados en los suelos destinados a la siembra de cultivos anuales. Por lo que, el presente trabajo tuvo como objetivo definir y conocer, la estructura de la comunidad edáfica de Collembola, en las localidades, de Alanje, Progreso y Barú, provincia de Chiriquí, Panamá.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante el año 2006, en las localidades de Alanje, Progreso y Barú, provincia de Chiriquí, en donde se concentra la principal zona productora de banano de Panamá. Para tal fin, se tomaron cincuenta muestras de suelo aleatoriamente, en cada una de las localidades estudiadas. Las mismas fueron extraídas por medio de monolitos de suelo con dimensiones de 100 cm<sup>3</sup>, próximas a plantas de banano seleccionadas previamente, las cuales fueron transferidas al laboratorio de entomología del Centro de Investigación Agropecuaria Oriental (CIAOr), del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), por medio de bolsas plásticas. Estas se rotularon con información pertinente, en donde se consideró la fecha de recolección de la muestra y el nombre de la localidad. El intervalo de tiempo entre la toma de la muestra en campo y la recepción de la misma en el laboratorio, no sobrepasó el período de 48 horas, aspecto que garantizó el control de calidad en el proceso de extracción de los artrópodos edáficos. Además, como medida para garantizar la calidad de la muestra procesada e impedir la alteración físico-química del suelo, se evitó la exposición directa a la radiación solar.

La extracción de ejemplares de Collembola entre otros artrópodos edáficos, encontrados en las muestras de suelos, representativas para las diferentes localidades estudiadas, se realizaron por medio del embudo de Berlesse (Mound & Marullo, 1996) (Figura 1).



Fig.1. Detalle de la muestra de suelo, en el interior del “Embudo de Berlesse”.

El período de tiempo entre el inicio de la extracción del material y la retirada de este, fue de seis (6) días, garantizando la preservación de las características morfológicas de los ejemplares, para la identificación de los especímenes. El número de muestras de suelo recolectadas por finca, totalizaron ocho (8).

Los individuos recolectados, específicamente los pertenecientes al orden Collembola, fueron separados y transferidos a viales de 3 cc con alcohol al 70%, los cuales se rotularon con codificaciones específicas de acuerdo a la fecha de recolecta, el nombre de la finca y el distrito. La preparación y montaje del material, constó de tres (3) etapas: a) limpieza, b) clarificación, c) fijación temporal ó definitiva. Inicialmente, se procedió a la limpieza del material utilizando KOH a 70%, durante 5 segundos, lo que facilitó la eliminación de impurezas encontradas en el interior de los especímenes. Posteriormente, para clarificar el material, se colocó una gota de lactofenol a 5%, sobre el ejemplar, por un período aproximado de siete (7) minutos. Posteriormente, se colocó el ejemplar sobre el porta objeto y se fijó temporalmente, utilizando el líquido de "Hoyer", luego de la identificación se fijó de manera definitiva con "Balsamo de Canadá". La identificación de los ejemplares a nivel de familia, se realizó utilizando claves taxonómicas específicas para el grupo en estudio, las cuales incluyen especies de la región neotropical (Palacios-Vargas, 1983; 1992) y se basaron en las características morfológicas discriminantes para la definición de la familia.

Con la finalidad de comparar la estructura de la comunidad edáfica con énfasis en el grupo Collembola, en cada localidad, se estimaron los índices de diversidad ( $\alpha$ ) propuestos por Shannon-Wiener (1949), Margalef (1951) y Southwood, (1978). Además, se determinaron los coeficientes de similitud (Q) indicados por Jacard (1908) y Sorensen (1948) (Southwood, 1978).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Trejos & Villalobos (2006), establecieron que uno de los indicadores que influyen en la salud y calidad de suelos bananeros, fue "Colémbolas Totales por Familia". La selección del indicador biológico "Colembolas Totales por Familia", es considerado como uno

de los más relevantes en la determinación de la calidad y salud de los suelos, para algunos ecosistemas tropicales y de zonas templadas (Berrios, 2002; Cronau *et al.*, 1999; Garita-Cambronero *et al.*, 2006; Greenslade & Vaughan, 2003; Salmon & Ponge, 1999; Rebek *et al.*, 2002; van Straalen, 1997).

La abundancia relativa definida por familia, para las localidades muestreadas, presentaron tasas superiores a 46 y 23%, para las familias Isotomidae y Entomobryidae, respectivamente (Cuadro 1). No obstante, la variabilidad en cuanto a la abundancia relativa por familia, en cada localidad, pudo atribuirse al manejo fitosanitario del cultivo, entre otros factores. Rebek *et al.* (2002), estudiaron el impacto de cuatro (4) sistemas de producción, sobre la abundancia y diversidad de la fauna edáfica de Collembola, en donde se destacó la aplicación de fertilizantes y de agroquímicos como parte del programa de manejo. Además, la variación del pH de 5.6 y de la materia orgánica de 1.4%, encontrados en estas zonas productoras pueden influir sobre la abundancia relativa presentadas por las familias de Collembola (Villalobos & Trejos, 2006). Estas variables a juicio de diversos autores pudieron afectar la biología reproductiva de las diferentes especies de Collembola (Greenslade & Vaughan, 2003; Salmon & Ponge, 1999), afectando consecuentemente la abundancia relativa.

Los índices de diversidad (Southwood, 1978), determinaron que las familias Isotomidae y Entomobryidae, tuvieron mayor representación en todas las localidades muestreadas (Cuadro 1). La abundancia relativa de las familias de Collembola y los índices de diversidad, determinados para las localidades de Alanje, Progreso y Barú (Cuadro 1), permitieron caracterizar la estructura edáfica de Collembola, en estas localidades. La elevada abundancia relativa de las familias Isotomidae y Entomobryidae, confirman la contribución de estas familias a la estructura edáfica de colémbola, para las localidades muestreadas. Por el contrario, la reducida abundancia relativa de las familias Onychiuridae, Poduridae y Sminthuridae, puede atribuirse a la susceptibilidad de las especies a las diversas variables edáficas, entre otros factores, encontradas en los suelos de estas localidades. Por lo cual se recomienda, el registro de géneros y especies, encontrados dentro de estas familias, que presenten características de indicadores biológicos, para los suelos destinados al cultivo del banano. No

obstante, se hace necesario la implementación de estudios taxonómicos que permitan identificar los géneros y especies, consideradas como posibles indicadores biológicos de la salud y calidad, para estos suelos de vocación agrícola.

Cuadro 1. Abundancia relativa (%) de las familias de Collembola (Hexapoda: Entognatha) e índices de diversidad ( $\alpha$ ), para los distritos de Alanje, Progreso y Barú, provincia de Chiriquí, Panamá. 2006.

Distrito	Número Total de Ind. / Collembola	Número de Familias / Collembola	Total de Ind. / Isotomidae	Total de Ind. / Entomobryidae	Total de Ind. / Onychuridae	Total de Ind. / Poduridae	Total de Ind. / Sminthuridae	Índice de Diversidad (Margalef)	Índice de Diversidad (Shannon-Wiener)
Alanje	1,480	5	699 (47.22%)	544 (36.75%)	193 (13.04%)	17 (1.14%)	27 (1.82%)	0.5480	0.4826
Progreso	134	4	56 (41.79%)	32 (23.88%)	23 (17.16%)	0	23 (17.16%)	0.6125	0.5694
Barú	669	4	311 (46.48%)	258 (38.56%)	21 (3.13%)	0	79 (11.80%)	0.4612	0.4701

Los coeficientes de similitud Sorensen y Jacard (Cuadro 2), indicaron que existe un elevado nivel de semejanza en la estructura edáfica de la comunidad de Collembola, entre las localidades de Alanje y Progreso. Rebek *et al.* (2002), afirmaron que los colémbolos responden a la alteración de la estructura de los suelos producto de la actividad agrícola y antropogénica. De esta forma, se puede afirmar que el manejo agronómico en las localidades de Alanje y Progreso, destinadas al cultivo del banano, impacto de manera semejante a la población de colémbolos.

Cuadro 2. Coeficiente de similitud ( $Q$ ,  $Q_s$ ) y porcentaje de similitud (%S), en las localidades muestreados de la provincia de Chiriquí, Panamá. 2006.

Comparación entre Localidades	Coeficiente de Similitud ( $Q_j$ ) (Jacard)	Coeficiente de Similitud ( $Q_s$ ) (Sorensen)	Porcentaje de Similitud (% S)
Alanje: Progreso	0.9170	0.9567	82.90
Progreso: Barú	0.1669	0.2860	79.10
Alanje: Barú	0.6889	0.8157	86.90

La interpretación general de los resultados, permitieron definir la estructura de la comunidad edáfica de Collembola y establecieron parámetros de comparación para determinar la salud y la calidad de los suelos bananeros. El impacto del manejo agronómico y fitosanitario, que se implemente en el futuro, para las diferentes áreas de producción bananera de Panamá, podrá cuantificarse ya sea por la abundancia relativa de las familias Onychiuridae, Poduridae y Sminthuridae, o por medio de los índices de diversidad y similitud.

### CONCLUSIONES

Las familias Isotomidae y Entomobryidae, contribuyeron de manera significativa a la estructura de la comunidad edáfica de Collembola, en las zonas productoras de banano de Panamá.

Los coeficientes de similitud propuestos, confirmaron la semejanza en cuanto a la calidad y salud de los suelos de vocación arrocera, para las localidades de Alanje y Progreso, considerando la estructura edáfica de la comunidad de Collembola, como referencia.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la coordinación del proyecto "Innovaciones tecnológicas para el manejo y mejoramiento de la calidad y salud de suelos bananeros, en América Latina y el Caribe", financiado por FONTAGRO, cuyos fondos fueron manejados por Bioversity.

## REFERENCIAS

- Berrios, P. 2002. Artrópodos asociados a suelos renovables de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oersted (Fabacea) en la zona costera de la VIII región. Gayana, 66 (1): 1-6.
- Chauvat, M., A. S. Zaitsev & V. Wolters. 2003. Successional changes of Collembola and soil microbiota during forest rotation. Oecologia, 137: 269-276.
- Cobarrubias, R., C. Cobarrubias & I. Mellado. 1992. Microartrópodos en suelos de bosques de *Nothofagus pumilio* en parques nacionales de Chile. Acta Entomológica Chilena, 18: 41-51.
- Cronau, Y., P. Chenon & C. Gisclard. 1999. The use of *Folsomia candida* (Collembola: Isotomidae) for the bioassay of xenobiotic substances and soil pollutants. Applied Soil Ecology, 12: 103-111.
- Eisenbeis, G. & W. Wichard. 1987. Atlas on the biology of soil arthropods. Springer-Verlag, Berlin, Alemania. 437 pp.
- Garita-Cambronero, J., A. Duarte-Madrigal & Retana-Salazar. 2006. A. Indicadores eficientes de salud edáfica. MES, 1 (11): 23-32.
- Greenslade, P. & G. Vaughan. 2003. A comparison of Collembola species for toxicity testing of Australian soils. Pedobiologia, 47: 171-179.
- Hutson, B. R. 1978. Influence of pH, temperature and salinity on the fecundity and longevity of four species of Collembola. Pedobiologia, 18: 163-179.
- Iannacone, J. & L. Alvarino. 2006. Diversidad de la artropofauna terrestre en la Reserva Nacional de Junín, Perú. Ecología Aplicada, 5 (1, 2): 171-174.
- Kanal, A. 2004. Effect of fertilization and edaphic properties on soil-associated Collembola in crop rotation. Agronomy Research, 2 (2): 153-118.

Mari Mutt, J. A. & P. F. Bellinger. 1996. Supplement to the Catalog of the Neotropical Collembola - August 1989 to April 1996. Caribbean Journal of Science, 32 (2): 166-175.

Mound, L. A. & R. Marullo. 1996. The thrips of Central and South America: An introduction (Insecta: Thysanoptera). Mem. Entomol. 487 p.

Palacios-Vargas, J.G. 1983. Catálogo de los colémbolos mexicanos. An. Esc. Nal. Cienc. Biol., 27: 61-76.

Palacios-Vargas, J.G. 1992. Guide to the springtails of Panama and Costa Rica (Collembola). In: Quintero, D. y Aiello, A. (eds.), Insects of Panama and Mesoamerica: Selected studies, pp. 25-36. Oxford University Press, Oxford.

Ponge, J. F., G. Vannier, P. Arpin & J. F. David. 1986. Soil fauna and site assessment in beech stands of the Belgian Ardennes. Canadian Journal of Forest Research, 27: 2053-2064.

Rebek, E. J., D. B. Hogg & D. K. Young. 2002. Effect of four cropping systems on the abundance and diversity of epedaphic springtails (Hexapoda: Parainsecta: Collembola) in Southern Wisconsin. Environmental Entomology, 31 (1): 37- 46.

Rusek, J. 1998. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. Biodiversity and Conservation, 7: 1207-1219.

Salmon, S. & J. F. Ponge. 1999. Distribution of *Heteromurus nitidus* (Hexapoda, Collembola) according to soil acidity: interactions with earthworms and predator pressure. Soil Biology and Chemistry, 31: 1161-1170.

Southwood, T. R. E. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insects populations. 2 Ed. Chapman and Hall Publication, London 524 p.

Trejos, J. & M. Villalobos. 2006. Construcción del índice de calidad y salud de suelos bananeros en Panamá. Informe del Proyecto

“Innovaciones tecnológicas para el manejo y mejoramiento de la calidad y salud de suelos bananeros, en América Latina y el Caribe”, 11 pp.

van Straalen, N. M. 1997. Community structure of soil arthropods as bioindicators of soil health. In: Pankhurst, C. E., Double, B.M. and Gupta, V. V. S. R. eds. *Biological Indicators of Soil Health*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 235-264.

Villalobos, M. & J. Trejos. 2006. Rango y curvas de respuesta de los indicadores seleccionados para Panamá. Informe del Proyecto “Innovaciones tecnológicas para el manejo y mejoramiento de la calidad y salud de suelos bananeros, en América Latina y el Caribe”, 15 pp.

*Recibido enero de 2011, aceptado mayo de 2011.*