

2

ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE COLLEMBOLA (ENTOGNATHA), EN ECOSISTEMAS DE CULTIVO DE MAÍZ SIN USO DE AGROQUÍMICOS, HERBAZAL Y BOSQUE SECO TROPICAL, EN SAN ROQUE, SAN FRANCISCO, VERAGUAS

(Abundance and diversity of Collembola (Entognatha) in corn crop ecosystems without applying agrochemicals, pasture ground and dry tropical forest in San Roque, San Francisco, Veraguas)

Vladimir Loaiza¹ y Jorge Gutiérrez¹

¹Universidad de Panamá, Departamento de Ciencias Ambientales. Email: vladilich26@hotmail.com

RESUMEN

Con el propósito de conocer la diversidad y abundancia de las familias del orden Collembola presente en ecosistemas de cultivo de maíz sin aplicación de agroquímicos, herbazal y bosque seco, se realizó este estudio desde octubre 2011 a marzo del 2012, en la comunidad de San Roque, San Francisco, Veraguas. Los especímenes fueron colectados utilizando trampas pitfall, obteniéndose un total de 11 912 especímenes en el área de cultivo de maíz sin uso de agroquímicos, constituyendo el 60,92% de la abundancia relativa, distribuidos en 8 familias; 4 687 especímenes en el área de herbazal, constituyendo el 23,76% de abundancia relativa, distribuidos en siete familias y 2 995 especímenes en el área de bosque seco, representando una abundancia relativa del 15,32%, distribuidos en siete familias. En las tres áreas estudiadas se encontraron especímenes de las familias Isotomidae, Entomobryidae, Brachystomellidae, Onychiuridae, Sminthuridae, Dicyrtomidae y Paronellidae; además, se encontró la familia Sminthurididae, solo en el ecosistema de cultivo de maíz sin agroquímicos. Los datos de este estudio realizado, constituyen un registro de las familias de Collembola, que brindan información sobre la biología, la diversidad y abundancia, en estos tres tipos de ecosistemas en Panamá.

PALABRAS CLAVES

Abundancia, diversidad, Collembola, Panamá.

ABSTRACT

With the purpose to learn about the diversity and abundance of Collembola's families of the corn crop ecosystem without applying agrochemicals, pastures ground and tropical dry forest area, this study was held from October 2011 to March 2012 in the community of San Roque, San

Francisco, province of Veraguas. Specimens were collected using pitfall traps, obtaining 11 912 specimens in the corn crop area without agrochemicals, that constitute 60, 92% of relative abundance, distributed in 8 families; 4 687 specimens in the pasture ground area for 23, 76% of relative abundance, distributed in 7 families and 2 995 specimens in the tropical dry forest area, that represents 15, 32% of relative abundance, distributed in 7 families. In the three areas studied, specimens of these families were found: Isotomidae, Entomobryidae, Brachystomellidae, Onychiuridae, Sminthuridae, Dicyrtomidae and Paronellidae. The family of Sminthurididae was also found, but only in the corn crop ecosystem without agrochemicals. The data of this study is recorded as the Collembola's families giving information about their biology, diversity and abundance in three kinds of ecosystems in Panama.

KEYWORD

Abundance, diversity, Springtails, Panama.

INTRODUCCIÓN

La fauna del suelo comprende una gran variedad de organismos con tamaños y estrategias adaptativas muy diferentes, especialmente en cuanto a la movilidad y modo de alimentación, determinando la manera en que estos pueden influir en los diversos procesos del suelo (Linden et al., 1994).

La composición y distribución de las comunidades de organismos asociados al suelo, son afectadas por factores como la disponibilidad de recursos, las condiciones microclimáticas, la fertilidad y estructura del suelo (Beare et al., 1995), por lo que la distribución de la fauna está muy relacionada con la forma en la cual está estructurado el suelo.

Desde el momento que un sistema natural es modificado para desarrollar actividades agrícolas, los mayores cambios ocurren en las propiedades del suelo y en la abundancia, biomasa y diversidad de la biota del suelo. Las comunidades presentes van a estar determinadas por la intensidad del cambio inducido respecto al ecosistema natural y por la habilidad de los organismos para adaptarse a esos cambios (Brown et al., 2001). Así por ejemplo Hopkins (1997) y Guillen et al. (2006), indicaron que los individuos de la familia Isotomidae, son frecuentes en suelos de actividad agrícola, por poder adaptarse a los cambios producidos en el suelo por esta actividad.

La adaptación de las diversas especies de Collembola a ecosistemas que presentan diferentes tipos de suelos, es determinada por la cantidad de materia orgánica en descomposición y el pH; aunque es necesario obtener mayor información acerca de los cambios en la dinámica de las

comunidades edáficas de los artrópodos y la relación con las variaciones de las propiedades físico-químicas observadas en los diferentes tipos de suelos, principalmente cuando se trata de entender la sucesión ecológica de los ecosistemas agrícolas y forestales (Rusek, 1998).

Estos organismos tanto por su densidad como por la función que desempeñan dentro de la fauna edáfica, constituyen uno de los grupos más diversificados, por lo que puede ser utilizado como un instrumento eficiente para estudios de biodiversidad en hábitats edáficos (Deharveng, 1996). Se ha mencionado que existe la tendencia de este grupo a variar en diversidad de especies con respecto a los ecosistemas que ocupan (Pianka, 1966; Heaney, 2001; O'Donnell y Kumar, 2006).

La estructura de la comunidad de colémbolos, es susceptible a las variaciones de materia orgánica presentes en los suelos (Hasegawa, 2002). Ponge y Pratt (1982); Curry y Good (1992); Bretes et al. (1995), determinaron que la abundancia, la diversidad y la estratificación espacial de los colémbolos, varían en función de la fertilidad y de la cantidad de materia orgánica en el suelo. En este mismo sentido Hazra y Choudhuri (1983); Frampton (1997); Mendoza-Arviso et al. (1999); Hasegawa (2002), indicaron que la abundancia y la diversidad de especies de Collembola, se ve influenciada por la materia orgánica presente en los suelos. Negri (2004), al igual que los autores citados anteriormente, confirman que las concentraciones elevadas de materia orgánica disponible en los suelos, propician las explosiones demográficas de Collembola, sustentando además la distribución gregaria del grupo.

Por otro lado Czarnecki (1983), indicó cómo los cambios en la estructura y funcionamiento de varios hábitats en diferentes ecosistemas tienen repercusión en la estructura de las poblaciones de colémbolos. Este es el caso como lo indicó Grisin (1955), en un estudio realizado en Europa, donde *Brachystomella parvula*, resultó ser una especie predominante de suelos degradados; es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo estimar la abundancia y diversidad de la fauna de Collembola, en área de cultivo de maíz sin la aplicación de agroquímicos, área de herbazal y en área de bosque seco tropical.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó desde octubre de 2011 hasta marzo de 2012, en los ecosistemas de cultivo de maíz sin la aplicación de agroquímicos, pero con aplicación de gallinaza como fertilizante, herbazal y bosque seco tropical, en el área de San Roque distrito de San Francisco Provincia de Veraguas, con coordenadas geográficas: 08°16.995" N° y 080°59.153" O, a una elevación de 161 m.s.n.m.

Se escogieron y delimitaron al azar parcelas de muestreo de 1000 metros cuadrados (20 x 50) en cada uno de los ecosistemas (cultivo de maíz sin agroquímicos, herbazal y bosque seco tropical). Para el caso de la parcela de maíz solamente se utilizó gallinaza como fertilizante.

En cada parcela de los ecosistemas escogidos, se colocaron al azar ocho (8) trampas pitfall, que contenían en su interior aproximadamente 500ml de una mezcla de formalina (5ml) y 495 ml de una solución jabonosa, durante tres días para realizar la colecta de los colémbolos. Cada trampa fue considerada como una unidad de muestreo.

Una vez colectados los colémbolos, fueron tamizados utilizando un tamiz de 50 micras, y colocados en envases con alcohol al 70%, etiquetados con la fecha y el lugar de colecta y transportadas al laboratorio en la Universidad De Panamá, para su limpieza final, separación e identificación respectiva con la ayuda de estereomicroscopios y microscopios de contrastes de fase. En el laboratorio los individuos del orden Collembola, fueron separados por fecha, familias y localidad de colecta. Las colectas se realizaron en cada área una vez por mes, durante los seis (6) meses.

Las familias de Collembola colectadas, fueron identificadas usando la clave de Palacios-Vargas (1990); Palacios-Vargas y Gómez-Anaya (1993); Díaz Aspiazu et al. (2004) y Christiansen et al. (2007).

Los datos obtenidos de la investigación, fueron tabulados y organizados utilizando el programa Microsoft Excel 2007. Además se utilizaron otros programas estadísticos como PAST PROGRAM (Paleontological Statistics Software) (2001) y el PROGRAMA SPSS 16.0.1 (Statistical Package for the Social Sciences) (2007), se realizó una prueba de ANOVA, determinando la existencia de diferencias significativas entre la abundancia de las tres áreas estudiadas y entre las familias de Collembola encontradas en las tres áreas de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que en el área de cultivo de maíz sin la aplicación de agroquímicos, fue la que presentó a mayor cantidad de especímenes colectados, con un total de 11 912, constituyendo una abundancia relativa del 60.92%, distribuidos en 8 familias; seguida por el área de herbazal con 4 647 especímenes colectados, representan una abundancia relativa del 23.76%, distribuidos en siete familias, mientras que el bosque seco tropical presentó 2 995 especímenes colectados, constituyendo el 15.32% de la abundancia relativa, distribuidos también en siete familias. (Cuadro 1 y Figura 1 y 2).

Cuadro 1. Número de individuos y abundancia relativa (%) de Collembola, en los ecosistemas de cultivo de maíz sin aplicación de agroquímicos, herbazal y bosque seco tropical.

Áreas de estudio	Número de individuos colectados	Número de familias	Abundancia relativa (%)
Bosque seco tropical	2,995	7	15.32
Herbazal	4,647	7	23.76
Cultivo de maíz sin agroquímicos	11,912	8	60.92
Total	19,554	8	100.00

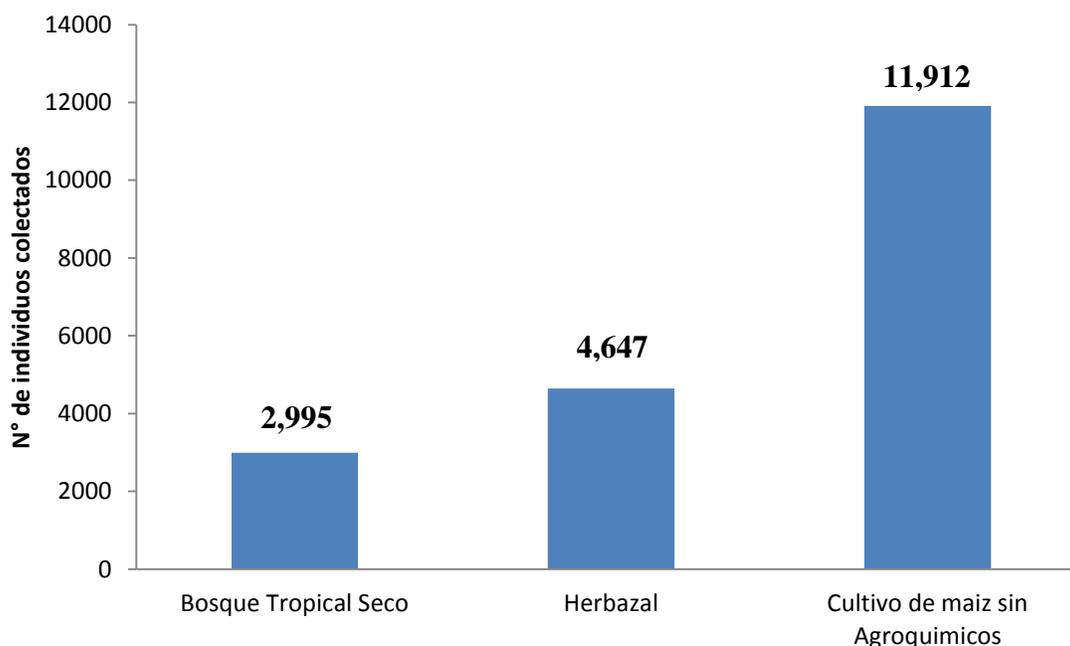


Figura 1. Número de individuos de Collembola, en los ecosistemas de cultivo de maíz sin aplicación de agroquímicos, herbazal y bosque seco tropical.

El hecho de que las áreas más perturbadas (cultivo de maíz sin agroquímico y herbazal), presentaron mayor número de individuos sobre el área menos perturbada (bosque seco tropical), se debe probablemente a la mayor perturbación sufrida en las dos primeras áreas, por las

actividades antropogénicas. En los suelos bajo cultivo, el uso intensivo, pueden provocar que las poblaciones de colémbolos del suelo se comporten de manera irregular, ayudando de esta forma, al desarrollo de algunas especies oportunistas, tal como lo indica Grisin (1955), en un estudio realizado en Europa, donde *Brachystomella parvula*, es una especie predominante de suelos degradados, *Neanura muscorum* una especie ocasional e *Isotomurus palustris* y *Sminthurides* sp, son especies típicas de suelos húmedos. Es posible que se esté dando esta misma situación en el comportamiento de abundancia de Collembola, en los ecosistemas estudiados.

Para el área de Cultivo de maíz sin la aplicación de agroquímico, la familia más abundante fue Isotomidae con 7 116 especímenes, representando una abundancia relativa de 59.74%, seguido de Entomobryidae con 3 235 especímenes, representando una abundancia de relativa de 27.16%; mientras que las familias menos abundantes fueron Sminthuridae con 81 especímenes y una abundancia relativa de 0.68 e Hypogastruridae con 92 especímenes y una abundancia relativa de 0.77% respectivamente (Cuadro 2, Figura 3). La diferencia marcada en la abundancia relativa de la familia Isotomidae con respecto a las demás familias encontradas en esta área, se debe a que la misma es una indicadora de contaminación o de perturbación en los ecosistemas.

Coincidiendo con resultado obtenidos por Guillen *et al.* (2006) y Hopkins (1997), quienes indicaron que los individuos de la familia Isotomidae, son frecuentes en suelos de actividad agrícola. Además de lo indicado por Ponge y Pratt (1982); Curry y Good (1992); Bretes *et al.* (1995), quienes determinaron que la abundancia la diversidad y la estratificación espacial de los colémbolos, cambian en función de la disponibilidad de materia orgánica en el suelo. Esta área de cultivo de maíz en estudio, se le agregó gallinaza como fertilizante, situación que aumentó el porcentaje de materia orgánica disponible en el suelo, lo que permitió el desarrollo una mayor abundancia de individuos dentro de las familias de Collembola, en esta área muestreada comparada con las otras dos áreas en estudio.

En el área de herbazal, se encontró que la familia Hypogastruridae con 1 392 especímenes y una abundancia relativa de 29.95%, seguido de Sminthuridae con 1 375 especímenes, representando una abundancia relativa del 29.59%. fueron las que presentó una mayor cantidad de especímenes; mientras que las familias Onychiuridae con 47 especímenes con una abundancia relativa de 1.01% y Paronellidae con 85 especímenes u una abundancia relativa de 1.83% respectivamente (Cuadro 2, Figura 4).

En el ecosistema de bosque seco tropical, las familias más abundantes fueron Entomobryidae, con un total de 767 individuos, representando una abundancia relativa de 25.61%, Hypogastruridae con 649 individuos, representando una abundancia relativa de 21.67% y Sminthuridae con 648 individuos, representando una abundancia relativa de 21.64%; mientras que las familias menos abundantes fueron Onychiuridae con 62 individuos, representando una

abundancia relativa de 2.07% y Dicyrtomidae con 108 individuos representando una abundancia relativa de 3.61% respectivamente (Cuadro 2, Figura 5).

La familia Sminthuridae, solamente fue encontrada en el ecosistema de cultivo de maíz sin la aplicación de agroquímico, no así en los ecosistemas de herbazal y bosque seco tropical (cuadro 2 y 3). Este resultado indica que esta por ser menos impactada presentó mayor diversidad de familias de Collembola. Esto es corroborado por Guillen *et al.* (2006a), cuando indicó que las áreas más estables presentan mayor diversidad.

Cuadro 2. Abundancia relativa (%) por familia de Collembola, en los ecosistemas de cultivo de maíz sin la aplicación de agroquímicos, herbazal y bosque seco tropical.

Área de estudio	Bosque seco tropical		Herbazal		Maíz sin agroquímicos	
	Número de Individuos colectados	Abundancia relativa (%)	Número de Individuos colectados	Abundancia relativa (%)	Número de Individuos colectados	Abundancia relativa (%)
Sminthuridae	648	21.64	1,375	29.59	373	3.13
Dicyrtomidae	108	3.61	694	14.93	103	0.86
Isotomidae	480	16.03	274	5.90	7,116	59.74
Hypogastruridae	649	21.67	1,392	29.95	92	0.77
Entomobryidae	767	25.61	780	16.79	3,235	27.16
Paronellidae	281	9.38	85	1.83	247	2.07
Onychiuridae	62	2.07	47	1.01	665	5.58
Sminthurididae	0	0	0	0	81	0.68
Total	2,995	100	4,647	100	11,912	100

La prueba de ANOVA, al 5% de significancia realizada, arrojó la existencia de diferencias significativas en cuanto a la abundancia de especímenes entre las áreas de cultivo de maíz sin aplicación de agroquímicos, herbazal y bosque seco tropical.

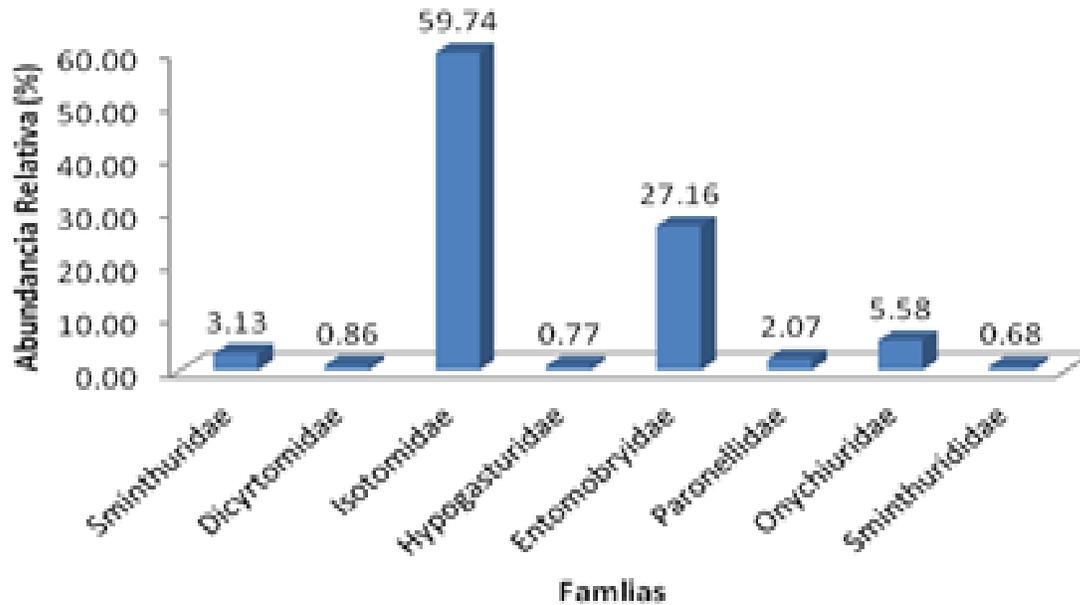


Figura 3. Abundancia relativa de las familias de Collembola en cultivo de maíz sin aplicación de agroquímicos.

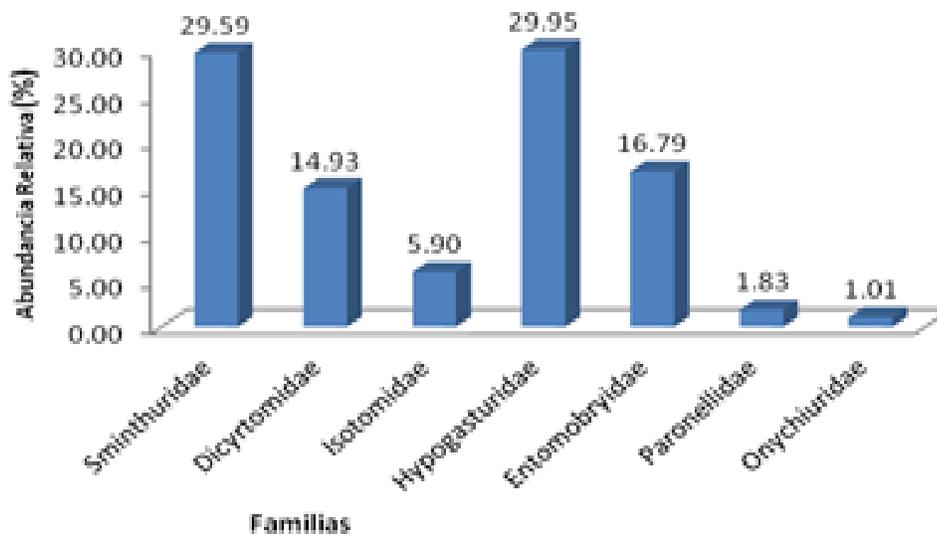


Figura 4. Abundancia relativa de las familias de Collembola en el área de herbazal.

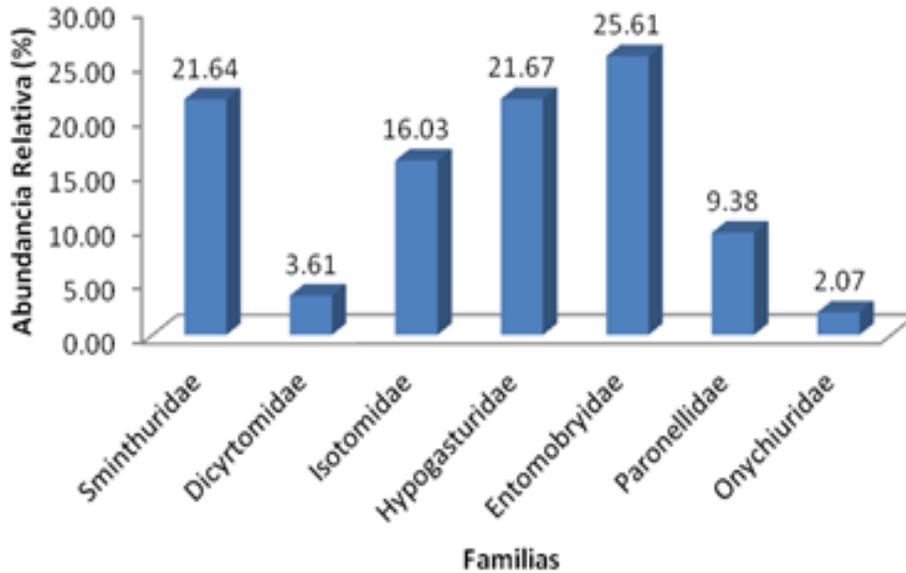


Figura 5. Abundancia relativa de las familias de Collembola en el área de bosque seco tropical.

En cuanto a la abundancia de especímenes dentro de las familias de Collembola presentes en cada área de estudio, la prueba de ANOVA indicó que existen diferencias significativas para la familia Isotomidae, Entomobryidae, Sminthuridae, Sminturidae, Hypogastruridae, Paronellidae y Onychiuridae en las tres áreas muestreadas; mientras que para la familia Dicyrtomidae existió diferencia significativa entre las áreas de cultivo de maíz sin la aplicación de agroquímicos y el bosque seco tropical, no así entre el cultivo de maíz sin la aplicación de agroquímicos y las áreas de herbazal y bosque seco tropical.

Esta prueba de ANOVA también indicó, que no existe diferencias significativas entre las tres áreas muestreadas con respecto al número de familias de Collembola presentes. También esto se aprecia en el Cuadro 3, de índice de diversidad y dominancia.

Este resultado es corroborado por Guillen, *et al.* 2006a, cuando indican que las áreas con índices de diversidad más elevados, tienen mayor diversidad, equidad y menos dominancia de especímenes de colémbolos, que aquellas donde existe un menor índice de diversidad.

Cuadro 3. Índices de diversidad de familias de Collembola en las áreas muestreadas.

Índices de Diversidad	Shannon-Weiner (H')	Equitability_J	Simpson_1-D	Dominance_D
Bosque Seco Tropical	1.30	0.84	0.67	0.33
Herbazal	1.11	0.79	0.60	0.40
Cultivo de Maíz sin agroquímicos	0.78	0.56	0.41	0.59

El cultivo de maíz fue donde se presentó un mayor índice de dominancia, el cual es favorecido por el alto número de individuos colectado sobre todo en la familia Isotomidae. Este índice de Simpson, representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat seleccionados al azar, pertenezcan a la misma especie.

Ponge y Pratt (1982); Curry y Good (1992); Bretes *et al.* (1995), lograron determinar que la abundancia, la diversidad y la estratificación espacial de los colémbolos, cambian en función de la disponibilidad de materia orgánica en el suelo; y que la adaptación de las diversas especies de Collembola, a ecosistemas que presentan diferentes tipos de suelos, es determinada por la cantidad de materia orgánica en descomposición y el pH (Rusek, 1998).

CONCLUSIONES

El ecosistema de cultivo de maíz sin la aplicación de agroquímicos, fue el que presentó mayor abundancia y abundancia relativa de especímenes de Collembola, seguido por el herbazal y el bosque seco tropical respectivamente; mientras que el ecosistema de bosque seco tropical, presentó la mayor diversidad de familias Collembola. La familia con mayor abundancia de especímenes fue Isotomidae, en el ecosistema de cultivo de maíz sin aplicación de agroquímicos, Hypogastruridae en el de herbazal y Entomobryidae en el de bosque seco tropical. El conocimiento de la fauna de Collembola, en diversos ecosistemas, es importante; ya que ellos son parte esencial en transformación de la materia y en la estabilidad que presentan los suelos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beare, M. H.; D. C. Coleman; D. A. Jr. Crossley; P. F. Hendrix y E. P. Odum. (1995). A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling.

Bretes, A.; J. J. Brun; B. Jabiol; J.F. Ponge y F. Toutain. (1995). Classification of forest humus forms: a French proposal. *Annales des Sciences Forestières* 52: 535-546.

Brown, G. G.; A. Pasini; N. P. Benito; A. M. Aquino y M. E. F. Correia. (2001). Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian no tillage agroecosystems: A preliminary analysis. In: *International Symposium on Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems*. FAO/CBD, Montreal. 1CD–Rom.

Christiansen, K.A., P. Greenlade, L. Deharveng, R.J. Pomorski y F. Jenssens. (2007). Checklist of the Collembola: key to the families of Collembola. 12 pags.

Curry, J. P. y J. A. Good. (1992). Soil faunal degradation and restoration. *Advances in soil Science* 17: 171-215.

Czarnecki, A. (1983). Spingtails (Apterygota: Collembola) as indexo forest site development. *New trends in soil Biology*. Ph. Lebrun et al. (eds): 643-645.

Deharveng, L. (1996). Soil Collembola Diversity, Endemism, and Reforestation: A Case Study in the Pyrenees (France). *Conservation Biology*, 10(1): 74-84.

Díaz Aspiazu, M., V. González Cairo, J.G. Palacios-Vargas y M.J. Luciañes Sánchez. (2004). Clave Dicotómica para la determinación de los colémbolos de Cuba (Hexapoda: Collembola). *Boletín S.E.A.* 34:73-83.

Frampton, G.K. (1997). The potential of Collembola as indicators of pesticide usage: evidence and methods from the UK arable ecosystem. *Pedobiologia* 41: 179-184.

Grisin, H. (1943). *Okologie und lebensgemeinschaften der Collembolen im Schweizerischen exkursionsgebiet basels*, [pp 131-224]. En: Arbea, J.I. yJ. Blasco-Zumeta. 2001. *Ecología de los colémbolos (Hexapoda, Collembola) en Los Monegros (Zaragoza, España)*. *Aracnet* 7 –Bol. S.E.A. 28: 35-48.

Guillén, C., F. Soto-Adames y M. Springer. (2006a). Diversidad y abundancia de los colémbolos edáficos en un bosque primario, un bosque secundario y un cafetal en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 30(2): 7-17.



- Guillén, C., F. Soto-Adames y M. Springer. (2006b). Variables, físico, químicas y biológicas del suelo sobre las poblaciones de colémbolos en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 30(2): 19-29.
- Hasegawa, M. (2002). The response of collembolan community to the amount and composition of organic matter of a forest floor. *Pedobiologia* 46: 353-364.
- Hazra, A.K. y D.K. Choudhuri. (1983). A study of Collembola communities in cultivated and uncultivated sites of West Bengal in relation to three major soil factors. *Review Ecology Biology Soil* 20: 385-401.
- Heaney, L. (2001). Small mammal diversity along elevational gradients in the Philippines: an assessment of patterns and hypotheses. *Global Ecol. Biogeogr.* 10: 15-39.
- Hopkin, S.P. (1997). *Biology of springtails (Insecta: Collembola)*. Oxford University Press, Oxford.
- Linden, D. R.; P. F. Hendrix; D. C. Coleman y Petra, C. J. Van Vliet. (1994). Faunal indicators of soil quality. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D. F. and Stewart, B. A. (eds). *Defining Soil Quality for Sustainable Environment*. SSSA Special Publication, No. 35 pp 3-22.
- Mendoza, A.S., F.J. Villalobos, L. Ruíz Montoya, y A.E. Castro R. (1999). Patrones ecológicos de los colémbolos en el cultivo de maíz en Balun Canal, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 78: 83-101.
- Negri, I. (2004). Spatial distribution of Collembola in presence and absence of a predator. *Pedobiología* 48: 585-588.
- O'Donnell, S. y A. Kumar. (2006). Microclimatic factors associated with elevational changes in army ant density in tropical montane forest. *Ecol. Entomol.* 31: 491-498.
- Palacios-Vargas, J. G. (1990). Diagnósis y clave para determinar las familias de los Collembola de la región Neotropical. *Manuales y guías para el estudio de microartrópodos*. México. Págs. 1-15.
- Palacios-Vargas, J.G. y J.A. Gómez-Anaya. (1993). Los Colémbolos (Hexapoda: Apterygota) de Chamela, Jalisco, México. (Distribución, Ecología y Claves). *Folia Entomológica Mexicana* 89: 1-34.
- Pianka, E. R. (1966). Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *Am. Nat.* 910: 33-46.

Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios

ISSN: 2313-7819

Indexada en: Latindex, ROAD, MIAR
revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn



Ponge, J. F. y B. Pratt. (1982). Les collemboles, indicateurs du mode d'humification dans les peuplements résineux, feuillus et mélangés: résultats obtenus en forêt d'Orléans. *Review Ecology Biology Soil* 19: 237-250.

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