

Entomología 2006 *mexicana*

Vol. 5
Tomo 1



Editores *Edith G. Estrada Venegas*
Jesús Romero Nápoles
Armando Equihua Martínez
Cándido Luna León
José Luis Rosas Acevedo

Springtails (Hexapoda: Collembola) from the forest canopy in San Lorenzo, Colon Province, Panama

Gabriela Castaño-Meneses^{1,2}, Yves Basset², Neville Winchester³ y Hector Barrios⁴.
¹Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F. 04510. ²Smithsonian Tropical Research Institute, Apartado 0843-03092, Balboa, Ancon, Panama City, Republic of Panama. ³Biology Department, University Victoria, POB 3020, Victoria, BC, Canada. ⁴Programa de Maestría en Entomología, Universidad de Panamá, República de Panamá.

Palabras clave: Distribución vertical, distribución espacial, dosel, hojarasca, suelo.

Introducción

El dosel de los bosques constituye un ambiente particular, que alberga una enorme diversidad de plantas y animales, lo que lo hace esencial en el mantenimiento de la biodiversidad y en los procesos que a nivel local y global se llevan a cabo en los ecosistemas, ya que conforma la interfase funcional entre el 90% de la biomasa terrestre y la atmósfera (Baker, 1996; Basset, 2001; Fitzjarrald y Moore, 1995; Ozanne *et al.* 2003).

La fauna del dosel incluye una gran variedad de grupos, con diferentes niveles de afinidad a este ambiente, ya que algunos sólo lo ocupan temporalmente y otros son habitantes permanentes sin ninguna relación con el suelo del bosque (Walter y Behan-Pelletier, 1999; Winchester *et al.* 1999). Diversos estudios han mostrado que si bien los colémbolos no constituyen uno de los grupos más diversos de artrópodos en bosque tropicales, si representan uno de los más dominantes en términos de abundancia (Kitching *et al.*, 1993; Guilbert *et al.*, 1995; Palacios-Vargas *et al.*, 1998, 1999), lo que los hace muy importantes en los procesos de descomposición que se realizan en el dosel del bosque.

Los estudios realizados sobre la estratificación vertical de Collembola en Australia, muestra que existen grupos de especies asociadas con el suelo y los estratos bajos y altos del dosel, presentando baja similitud en la composición de sus comunidades (Rodgers y Kitching, 1998), mientras que en los trabajos realizados en distintos tipos de vegetación en México, muestran mayores similitudes entre las comunidades de diferentes estratos (Palacios-Vargas y Castaño-Meneses, 2003). Se ha planteado que los movimientos verticales de los colémbolos del suelo hacia el dosel, son muy importantes en los procesos de estructuración de las comunidades arbóricolas (Yoshida e Hijii, 2005).

Con el fin de estudiar la diversidad beta (distribución horizontal), la estratificación vertical y estacionalidad de distintos grupos de artrópodos, y sus relaciones con distintos procesos en la selva tropical de San Lorenzo, en Panamá, surge el proyecto IBISCA (http://www.naturalsciences.be/cb/ants/projects/ibisca_main.htm), el cuál integra una gran cantidad de investigadores y métodos de muestreo en el dosel y suelo de la selva (Didham y Fagan, 2003; Roslin, 2003). El presente trabajo está enfocado al análisis de la distribución vertical y horizontal los colémbolos en el dosel y suelo de San Lorenzo.

Materiales y Método

El Área Protegida de San Lorenzo (9°17'N, 79°58'W) se localiza en la costa Caribe de Panamá, en la Provincia de Colón, a una altitud de 130 m. En este bosque tropical húmedo la precipitación promedio anual es de 3,152 mm y la temperatura promedio es de 25.8 °C. Se eligieron 8 sitios de aproximadamente 400 m², en los cuales se podía tener fácil acceso tanto al sotobosque como al dosel. Estos sitios se ubicaron dentro un radio de 2 km del área de la grúa. Las características generales de la grúa pueden ser consultadas en Basset *et al.* (2003). En cada sitio fueron elegidos tres árboles, tomando en cada uno ocho muestras de hojarasca en el dosel, y ocho en el piso del bosque, para un total de 16 muestras por árbol y 384 en todo el estudio. En todos los casos se registró el peso de la muestra, así como la altura del árbol a la que fue tomada. El acceso a los árboles se realizó mediante el uso de cuerdas y equipo de ascenso y descenso. Los muestreos se realizaron durante septiembre y octubre de 2003. Las muestras fueron pesadas en fresco previo a la extracción de la fauna mediante embudos de Berlese, donde permanecieron durante 48 hrs, y posteriormente secadas para obtener el porcentaje de humedad. La fauna fue preservada en etanol al 75%. Los Collembola fueron separados a morfoespecies y montados en líquido de Hoyer para su posterior identificación.

Para estandarizar las abundancias, se expresan como número de individuos por gramo de peso seco de hojarasca. Se utilizó una transformación mediante logaritmo de los datos a fin de normalizar la distribución, la cuál fue comprobada mediante una prueba de Kolmogorov-Smirnov. Con el fin de evaluar el efecto del sitio y el estrato de colecta, se realizó una prueba de Análisis de varianza de dos vías (ANOVA), así como una prueba *post hoc* de Tukey para detectar las diferencias significativas. Las diferencias de peso fresco y peso seco de la hojarasca fueron evaluadas mediante una prueba de t. Para comparar las abundancias de las principales familias entre los dos estratos, se utilizó prueba de χ^2 mediante tablas de contingencia. Los análisis fueron realizados con el programa Statistica ver. 6.0 (StatSoft, 1999).

Resultados

Se obtuvieron un total de 11,595 individuos (1.45 ind/g peso seco hojarasca: media \pm ee: 1.66 \pm 0.09) en todo el estudio, 6,231 en el suelo (1.43 ind/g peso seco hojarasca: 1.58 \pm 0.12) y 5,364 en el dosel (1.48 ind/g peso seco hojarasca: 1.76 \pm 0.13). Los datos de abundancia transformados, mostraron una distribución normal ($d=0.05$, $p > 0.2$). De manera general, las abundancias registradas fueron mayores en el dosel en la mayoría de los sitios (Figura 1), sin embargo, el análisis de varianza no mostró un efecto significativo del estrato sobre las abundancias ($F_{1,363}=0.49$ $p>0.05$), mientras que en los sitios si se detectó un efecto significativo ($F_{7,363}=8.75$ $p<0.001$), así como también en la interacción entre las dos variables ($F_{7,363}=3.00$ $p<0.005$). El porcentaje de promedio de humedad en el suelo fue de 67.94 (ee \pm 0.58) y en el dosel de 56.86 (ee \pm 1.25), existiendo diferencias significativas entre ambos ($t_{382}=8.03$, $p<0.005$).

La familia que presentó la mayor abundancia en el dosel fue Entomobryidae, mientras que en el suelo lo fue Isotomidae (Figura 2). En el suelo, la distribución de familias es más amplia que en el dosel, en donde más del 70% de la abundancia está representada sólo por dos familias, Entomobryidae e Isotomidae. Mediante una prueba de χ^2 se detectaron diferencias significativas en las abundancias de estas dos familias en el dosel y el suelo ($\chi^2 = 64.21$, $p<0.0001$).

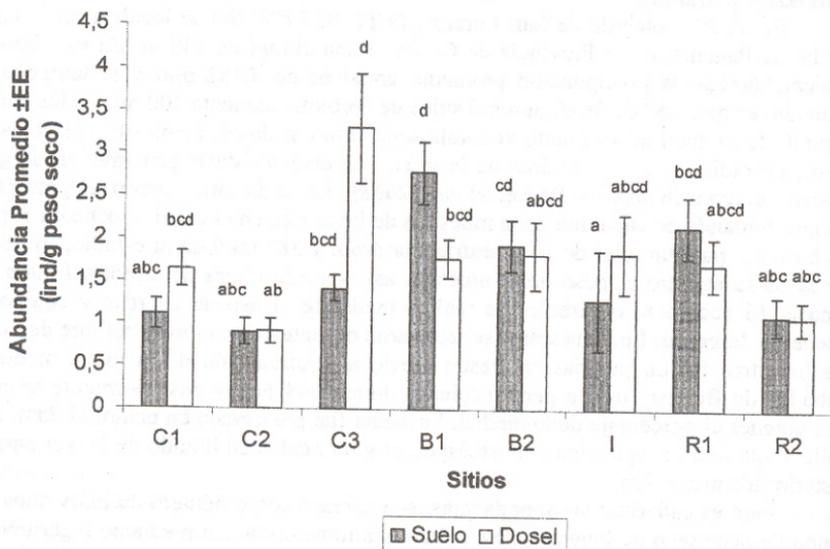


Figura 1. Abundancia de Collembola en el suelo y dosel de ocho sitios del bosque tropical húmedo de San Lorenzo, Provincia de Colón, Panamá. Letras distintas denotan diferencias significativas de acuerdo con el análisis *post hoc* de Tukey ($p < 0.05$).

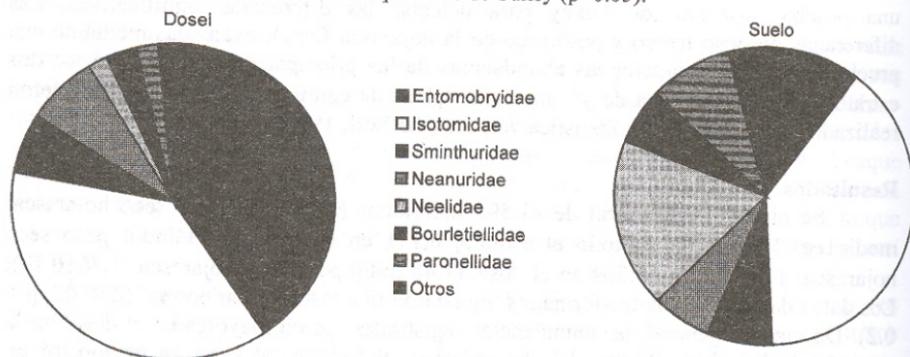


Figura 2. Abundancia relativa de familias de Collembola en el dosel y suelo de ocho sitios del bosque tropical húmedo de San Lorenzo, Colón, Panamá. Otros incluye Dicyrtomidae, Onychiuridae, Oncopoduridae, Hypogastruridae, Sminthuridae, Katianidae y Arrhophalitidae.

Discusión y Conclusiones

Los resultados mostraron una marcada diferencia en la distribución horizontal de la abundancia de colémbolos en los sitios estudiados, lo que sugiere una alta heterogeneidad en el sistema en general y variaciones en la diversidad que puede presentarse en los distintos sitios.

Las abundancias (no. ind/g peso seco) registradas en nuestro estudio, no mostraron diferencias significativas entre el suelo y el dosel, lo que coincide con lo encontrado por Rodgers y Kitching (1998) en un colémbolo de un bosque tropical de Australia. Esto puede indicar que la hojarasca acumulada en el dosel provee un

ambiente comparable al del suelo en este bosque. En estudios realizados en bosques tropicales de Venezuela (Paoletti *et al.*, 1991), y en distintos tipos de bosque en México (Palacios y Castaño, 2003), por el contrario, se han registrado mayores abundancias de microartrópodos y colémbolos en el dosel, en comparación con el suelo forestal, mientras que en Costa Rica, Nadkarni y Longino (1990), encontraron que las abundancias absolutas de artrópodos eran significativamente más altas en el suelo forestal que en el dosel, y en bosques templados, también se ha registrado esta distribución de abundancias (Lindo y Winchester, 2006). Si bien las abundancias son similares, la composición de familias es claramente distinta en un estrato y otro, con una marcada distribución vertical de los grupos de colémbolos. Estas diferencias han sido atribuidas a las condiciones microclimáticas que pueden favorecer la presencia de determinados grupos, a la capacidad de dispersión de los organismos y a la calidad de la materia orgánica en el suelo y el dosel (Lindo & Winchester, 2006). En el dosel se encontró que dos familias prácticamente dominan las comunidades en este ambiente, lo que indica que existen una menor diversidad, y que las condiciones que se presentan en este estrato restringen la presencia de especies que pueden ser muy abundantes en los suelos. Estudios en distintos bosques tropicales, muestran que los Parnonellidae, Entomobryidae e Isotomidae son las familias más dominantes en el dosel (Palacios *et al.*, 1998; Rodgers y Kitching, 1998). Generalmente, estos grupos de colémbolos en el dosel se alimentan de polen y esporas más frecuentemente que los que habitan en el suelo (Christiansen, 1964), ya que debido a las condiciones de humedad, temperatura e insolación en el dosel, es menos frecuente encontrar grupos que se alimenten de líquidos de tejido vegetal fresco, presentando modificaciones en su aparato bucal para ello, como en el caso de los Hypogastruridae (Castaño *et al.*, 2004), o los Neanuridae, que se alimentan principalmente de hifas de hongos.

Los resultados obtenidos permiten tener una idea de los patrones de distribución y el papel que desempeñan los colémbolos como descomponedores e integradores de materia orgánica en los distintos estratos del bosque, ya que la acumulación de hojarasca en el dosel puede resultar un ambiente para sustentar una gran diversidad de comunidades de artrópodos. Estas bases permitirán realizar estudios sobre la biología y requerimientos de las especies presentes en el dosel, para comprender más claramente los patrones de distribución y las variaciones en la estructura de las comunidades de colémbolos y su participación en los ciclos energéticos del ecosistema.

Agradecimientos

Este estudio fue realizado gracias a una beca postdoctoral otorgada al primer autor por parte de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, Universidad Nacional Autónoma de México. El material fue colectado como parte del proyecto IBISCA. El Dr. José G. Palacios-Vargas (Facultad de Ciencias, UNAM), aportó valiosos comentarios al manuscrito. Se agradece la ayuda de K. Jordan en la colecta de las muestras del dosel y en el trabajo de campo.

Literatura Citada

- Barker, M. G. 1996. Vertical profiles in a Brunei rain forest: I. Microclimate associated with a canopy tree. *Journal of Tropical Forest Science* 8: 505-519.
- Basset, Y. 2001. Invertebrates in the canopy of tropical rain forests. How much do we really know? *Plant Ecology* 153: 87-107.
- Basset, Y., V. Horlyck y S.J. Wright (Eds.) 2003. *Studying Forest Canopies from Above: The International Canopy Crane Network*. Smithsonian Tropical Research Institute & UNEP, Panama.

- Castañón-Meneses, G., J. G. Palacios-Vargas y L. Q. Cutz-Pool. 2004. Feeding habits of Collembola and their ecological niche. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 75: 135-142.
- Christiansen, K. A. 1964. Bionomics of Collembola. *Annual Review of Entomology* 9: 147-178.
- Didham, R. K. y L. L. Fagan. 2003. Project IBISCA- Investigating the biodiversity of soil and canopy arthropods. *The Weta* 26: 1-6.
- Fitzjarrald, D. R. & K. E. Moore. 1995. Physical mechanism of heat and mass exchange between forest and the atmosphere. Pp 45-72. *In: Lowman, M. & N. Nadkarni (eds.), Forest canopies. Academic Press, San Diego.*
- Kitching, R.L., H. Mitchell, G. Morse, and C. Thebaud. 1997. Determinants of species richness in assemblages of canopy arthropods in rainforests. *In: Stork, N.E., J.A. Adis, & R.K. Didham (Eds.) Canopy Arthropods. Chapman and Hall, London. Pp. 131-150*
- Lindo, Z. y N. N. Winchester. 2006. A comparison of microarthropod assemblage with emphasis on oribatid mites in canopy suspended soils and forest floors associated with ancient western redcedar trees. *Pedobiologia* 50: 31-41
- Ozanne, C. M. P., D. Anhof, S. L. Boulter, M. Keller, R. L. Kitching, D. Körner, F. C. Meinzer, A. W. Mitchell, T. Nakashizuka, P. L. Silva Dias, N. E. Stork, S. J. Wright & M. Yoshimura. 2003. Biodiversity meets the atmosphere: A global view of forest canopies. *Science* 301: 183-186.
- Paoletti, M. G., R. A. J. Taylor, B. R. Stinner, D. H. Stinner y D. H. Benzing. 1991. Diversity of soil fauna in the canopy and forest floor of a Venezuelan cloud forest. *Journal of Tropical Ecology* 7: 373-383.
- Palacios-Vargas, J. G. y G. Castañón-Meneses. 2003. Seasonality and community composition of springtails in Mexican forests. pp. 159-169. *In: Basset, Y., V. Novotny, S. Miller & R. Kitching (Eds.) Arthropods of Tropical Forests. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.*
- Palacios-Vargas, J. G., G. Castañón-Meneses & J. A. Gómez-Anaya, 1998. Collembola from the canopy of a Mexican tropical deciduous forest. *Pan-Pacific Entomologist* 74: 47-54
- Palacios-Vargas, J. G., G. Castañón-Meneses & A. Pescador 1999. Phenology of canopy arthropods of a tropical deciduous forest in western Mexico. *Pan-Pacific Entomologist* 75:200-211.
- Rodgers, D. J. y R. L. Kitching. 1998. Vertical stratification of rainforest collembolan (Collembola: Insecta) assemblages: description of ecological patterns and hypothesis concerning their generation. *Ecography* 21: 392-400.
- Roslin, T. 2003. No so quiet on the high frontier. *TREE* 18: 376-379.
- StatSoft Inc. 1999. Statistical user guide. Complete Statistical System Statsoft. Oklahoma, USA.
- Yoshida, T. y N. Hijii. 2005. Vertical distribution and seasonal dynamics of arboreal collembolan communities in a Japanese cedar *Cryptomeria japonica* D. Don plantation. *Pedobiologia* 49: 425-434.
- Walter, D. E. & V. Behan-Pelletier. 1999. Mites in forest canopies: filling the size distribution shortfall? *Annual Review of Entomology* 44: 1-19.
- Winchester, N. N., V. Behan-Pelletier & R. A. Ring. 1999. Arboreal specificity, diversity and abundance of canopy-dwelling oribatid mites (Acari: Oribatida). *Pedobiologia* 43: 391-400.