

ISSN 1405-4094 (edición impresa)
ISSN 2007-9133 (edición online)

DUGESIANA



Diciembre 2014

Volumen 21

Número 2

Disponible en línea
<http://dugesiana.cucba.udg.mx>



DEPARTAMENTO
DE BOTÁNICA Y
ZOOLOGÍA

Dugesiana, Año 21, No. 2, Julio-Diciembre 2014, es una publicación Semestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través del Centro de Estudios en Zoología, por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ramón Padilla Sánchez # 2100, Nextipac, Zapopan, Jalisco, Tel. 37771150 ext. 33218, <http://dugesiana.cucba.udg.mx>, glenusmx@gmail.com. Editor responsable: José Luis Navarrete Heredia. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2009-062310115100-203, ISSN: 2007-9133, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Coordinación de Tecnologías para el Aprendizaje, Unidad Multimedia Instruccional, M.B.A. Oscar Carbajal Mariscal. Fecha de la última modificación Diciembre 2014, con un tiraje de un ejemplar.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Guadalajara.

Importancia de cultivos para el estudio de colémbolos (Hexapoda: Collembola) de hábitos edáficos

Importance of cultures to study springtails (Hexapoda: Collembola) from soil habits

Arturo García-Gómez^{*1}, Alicia Callejas-Chavero^{1,2} y Gabriela Castaño-Meneses^{1,3}

¹Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito exterior s/n, Cd. Universitaria 04510, México, D. F., México;

²Laboratorio de Ecología Vegetal, Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Prolongación de Carpio y Plan de Ayala, Casco de Santo Tomás, Miguel Hidalgo 11340, México, D. F.; ³Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, *Campus Juriquilla*, Juriquilla, Querétaro, 76230, México, *e-mail- gab12yahoo.com.mx.

RESUMEN

Los colémbolos son microartrópodos cuyas poblaciones presentan altas densidades, y debido a sus hábitos alimenticios, tienen gran importancia como dispersores y controladores de poblaciones de hongos y bacterias, además aceleran procesos de descomposición de hojarasca y contribuyen a modificar el medio donde viven, permitiendo y/o acelerando la recuperación de suelos alterados. Sin embargo, son organismos difíciles de observar en su hábitat, por consiguiente, saber de su ecología, morfología, conducta o dinámica poblacional en condiciones naturales resulta complejo. Es por eso que se ha propuesto el uso de cultivos en condiciones de laboratorio, ya que permiten describir y conocer ciclos de vida, así como las condiciones ideales para el desarrollo y crecimiento de los organismos. En México, el uso de cultivos para el estudio de los colémbolos es poco común, debido a que no existe un estándar para su establecimiento y mantenimiento. En el presente trabajo se mencionan algunos de los principales factores a considerar antes y durante el mantenimiento de un cultivo, de tal forma que se asegure contar con un número adecuado de organismos para responder preguntas precisas, así como describir e identificar ciertas interacciones biológicas entre los colémbolos y otros organismos.

Palabras clave: Colémbolos, cultivos, recursos, historias de vida.

ABSTRACT

Springtails are microarthropods whose populations show high densities and by their feeding habits are very important in dispersion and regulation of fungi and bacteria communities, and also promote decomposition rates of litter and contributed to modified their habitat, allowing and/or accelerating the recovery of disturbed soils. However, by their size, they are difficult to observe directly in their habitat, and the study of their ecology, morphology, behavior and population dynamics in natural conditions are complex. In order to resolve that problems the use of cultures in laboratory conditions has been proposed to describing and learn about their life cycles and the ideal conditions for the development and growth of organisms. In Mexico, the use of springtails's cultures is particularly uncommon, because there are no standard conditions to establishment and maintenance of them. In the present work are show some of the main factors to consider before and during maintenance of a culture, in order to obtain an adequate number of specimens to answer specific questions and describe and identify biological interactions between Collembola and other organisms.

Key words: Springtails, cultures, resources, life history.

Los colémbolos son hexápodos apterigotos cuya talla va desde micrones (*Megalothorax*), hasta casi los dos centímetros de largo (*Holocanthella*); una característica diagnóstica del grupo es el colóforo o tubo ventral, estructura localizada en el primer segmento abdominal. Sin embargo, la característica más evidente es la fúrcula, aunque en algunos grupos se reduce o desaparece (Hopkin, 2002).

Son organismos con ciclos de vida corto, sus poblaciones presentan altas densidades y son relativamente fáciles de cultivar en el laboratorio, algunas especies como *Willemia anophthalma* Börner, 1905, *Paratullbergia callipygos* Börner, 1902, *Mesaphorura krausbaueri* Börner, 1901, *M. macrochaeta* Rusek, 1976, *M. sylvatica* Rusek, 1971, *Isotomiella minor* Schäffer, 1896, *Parisotoma (Isotoma) notabilis* Schäffer, 1896, *Megalothorax minimus* Willem, 1900, y *Folsomia candida* Willem, 1902, se consideran partenogenéticas (Hopkin, 1997). Tales características los hacen sistemas ideales para realizar estudios de diferente índole, por ejemplo, ver los cambios que determinados factores ambientales tienen sobre algunos caracteres de historia de vida, ontogenia, etología y fisiología, entre otros. La información que

se genera con estos estudios, constituye la base para resolver problemas particulares, como su uso como bioindicadores y/o restauradores de ecosistemas edáficos (Smit *et al.*, 1998).

Los colémbolos se distribuyen prácticamente en todo el mundo y en cualquier hábitat, se han registrado desde la Antártica (*Biscoia sudpolaris* Salmon, 1962), hasta las nieves perpetuas del Himalaya (*Aackia karakoramensis* Yosii, 1966), así como en zonas litorales (*Anurida maritima* Guérin, 1836), playas (*Archisotoma megalops* Bagnall, 1939), y superficies acuáticas (*Podura aquatica* Linnaeus, 1758). Pero es en el suelo donde se encuentran mejor representados y en donde han sido más ampliamente estudiados (Hopkin, 1997). En este biotopo son, junto con ácaros oribátidos, los grupos más abundantes, y debido a sus hábitos alimenticios (fungívoros y bacteriófagos), tienen gran importancia como dispersores y controladores de poblaciones de hongos y bacterias, además de que aceleran los procesos de descomposición de la hojarasca (Brand y Dunn, 1998).

A pesar de su importancia y amplia diversidad, la mayoría de los estudios realizados con estos organismos son de índole sistemático y taxonómico (Kováč y Palacios-Vargas, 1996;

Deharveng, 2004), y los que abarcan aspectos ecológicos, están enfocados principalmente en su diversidad (Traser *et al.*, 2006; Paul *et al.*, 2011), resistencia y tolerancia a condiciones ambientales (Gopal y Chauhan, 2006; Prasifka *et al.*, 2007). Por ejemplo, se ha documentado que cambios en la textura y composición del suelo ocasionados por constantes derrames de petróleo, o acumulación de metales pesados en los suelos, lo que afectan la dinámica y estructura de las comunidades de los organismos que en él se desarrollan (Cutz-Pool, 2003; Flores-Pardavé *et al.*, 2011), trayendo como consecuencia una pérdida en la riqueza específica y diversidad.

Dado que en los últimos años se ha incrementado el deterioro ambiental, con la consecuente pérdida de la diversidad, así como modificaciones en el funcionamiento de los sistemas, ha surgido la necesidad de realizar más estudios en los que se identifiquen especies indicadoras y/o biorremediadoras, con la intención de mitigar o solucionar el problema, por lo que resulta importante saber más sobre su morfología, fisiología y conducta de estos organismos, de tal forma que dicha información ayude a detectar aquellas especies que pueden acelerar la tasa de recuperación del mismo.

En algunos países como Estados Unidos y Alemania, se han iniciado trabajos con cultivos de colémbolos, incluyendo *Folsomia candida*, *F. fimetaria* Linnaeus, 1758 (Bruus *et al.*, 2000) y *Orthonychiurus folsomi* Schäffer, 1900 (Scroggins y Taylor, 2007) para conocer aspectos de su ecología, información de suma importancia para posteriormente utilizarlos con fines de recuperación y/o restauración de sitios contaminados con metales pesados e hidrocarburos (Won *et al.*, 2002).

Una herramienta importante para responder las preguntas antes planteadas, es el uso de cultivos en laboratorio, ya que con ellos se puede describir y conocer ciclos de vida, así como las condiciones (temperatura y humedad, entre otros) ideales para el desarrollo y crecimiento de los organismos.

Para el establecimiento de un cultivo, se deben tomar en cuenta varios aspectos, como los mencionados por Scroggins y Taylor (2007):

1.- Obtención de organismos. Se sugiere que los organismos se extraigan de sitios de preferencia conservados o del hábitat que comúnmente utilizan, ya sea mediante colectas directas, colectando manualmente a los organismos, o bien con métodos indirectos, extrayendo la fauna de la hojarasca y/o suelo, mediante el embudo de Berlese-Tullgren, para obtener organismos vivos con los cuales se puede iniciar un cultivo (Sharma y Metz, 1976; Greenslade y Vaughan, 2003).

Es importante mencionar que, al obtener los colémbolos, también se obtienen otros organismos, herbívoros o enemigos naturales (depredadores y/o parásitos). En el primer caso, conviven o compiten entre ellos; en el segundo, pueden acabar con los organismos de interés, por lo que se recomienda extraerlos en las etapas iniciales del establecimiento del cultivo (obs. pers.).

Una vez separados los organismos, se conservan en un medio de cultivo, el que consiste, generalmente, de una combinación de yeso con carbón activado a diferentes proporciones (6:4, 7:3, o 9:1); aunque existen otros medios hechos con fibra de coco, agar de dextrosa, trozos de carbón, o simplemente se colocan en cajas

de Petri manteniendo la humedad con papel filtro (Janssens y Rost, en preparación). La combinación de carbón con yeso, es ideal, ya que se puede agregarse agua y suelo necesario para su desarrollo (Scroggins y Taylor, 2007), además del cambio de color en el yeso permite saber si al cultivo le falta humedad.

2.- Establecer las condiciones (temperatura, humedad y fotoperíodo) adecuadas para el desarrollo de los organismos que se pretenden cultivar. Se sabe que para estos organismos las condiciones abióticas de temperatura, humedad y fotoperíodo son indispensables para su establecimiento y desarrollo (Sharma y Metz, 1976), lo que se traduciría en una mayor abundancia, a fin de tener los organismos necesarios para futuros experimentos, como la descripción del ciclo de vida y aspectos de sus historias de vida.

3.- Proveerles de los recursos adecuados para su desarrollo (alimento y espacio). Para el mantenimiento de los cultivos y desarrollo continuo de la especie en estudio, uno de los factores más importantes es el alimento. Se ha registrado que la levadura, en más del 90% de los casos, es adecuada para un buen desarrollo y reproducción de los organismos (Scroggins y Taylor, 2007). Sin embargo, también se ha demostrado que al proporcionarles una cantidad adecuada de materia orgánica obtenida del sitio del cual provienen los resultados son favorables (obs. per.); por ejemplo, en el caso de *Xenylla pseudomaritima* James, 1933 encontrada en la isla de Cozumel, Quintana Roo, al alimentarse de detritos u hojarasca, se incrementa la densidad poblacional rápidamente. Es importante mencionar que el uso de hojarasca también favorece el desarrollo de organismos no deseados, como hongos patógenos, por lo que se recomienda revisar continuamente los cultivos, y sacar las hifas de los hongos para así evitar el decremento en las poblaciones de colémbolos cultivados.

4.- Agregar individuos de otras poblaciones (naturales o de otros medios de cultivo) para evitar problemas de endogamia. Esta recomendación sólo aplicaría para aquellas especies cuya única forma de reproducción es sexual, ya que si hay problemas de endogamia en la población, se dificulta el mantenimiento y crecimiento de la misma; aunado a que los resultados que tienen que ver con el cambio en caracteres morfológicos o historias de vida, se pueden alterar. Se ha documentado en insectos, principalmente de la familia Bruchidae (Coleoptera), que después de tres generaciones, si no se incorporan individuos de campo o de otras poblaciones al cultivo, éstos se pueden colapsar y/o las nuevas generaciones presentan modificaciones morfológicas (malformaciones en las antenas y/o en los élitros; Callejas, 2002).

Tomando en cuenta los puntos antes mencionados, se podrían tener cultivos con un número suficiente y adecuado de organismos para el montaje de cualquier experimento. Sin embargo, se recomienda tener bien claros los objetivos; por ejemplo, si se desean conocer cambios en los caracteres de historias de vida, es pertinente contar con el número adecuado de réplicas o bien, si se va hacer un experimento con fines de conservación o recuperación, es importante no utilizar especies extrañas al ambiente a restaurar (Coleman *et al.*, 2004).

Las ventajas de trabajar con colémbolos que se cultivan bajo condiciones controladas son muchas, entre ellas, que permiten responder preguntas más precisas y controlar distintas

variables. Por ejemplo, se pueden encontrar especies sensibles a los cambios que se presentan en el suelo, lo que puede permitir proponer soluciones adecuadas para su posterior restauración y recuperación. Así mismo, podemos abordar aspectos relacionados con la dinámica poblacional en condiciones particulares (estrés ambiental, contaminación, etc.), tal es el caso de *Paronychiurus kimi* Lee, donde se observó que a mayor humedad y disponibilidad de alimento, la ovoposición y sobrevivencia se incrementa, además de que sus límites de tolerancia fluctúan entre los 17–28°C, parecido a lo encontrado en *Tomocerus minor* (Won *et al.*, 2002), pero muy superior (el rango) en comparación con lo registrado para especies antárticas, como *Onychiurus arcticus* Tullberg (Worland *et al.*, 1998).

Otra ventaja del trabajar en condiciones controladas es que es más sencillo describir e identificar ciertas interacciones biológicas que se establecen entre los colémbolos y otros organismos, principalmente con depredadores o parásitos. Por ejemplo, se encontró que la densidad poblacional de *Folsomia fimetaria* aumentó en presencia del ácaro *Hypoaspis aculeifer* Canestrini, 1883 (Aagaard *et al.*, 1997), caso contrario ocurre con *X. pseudomaritima*, donde la población disminuye hasta desaparecer (García-Gómez datos no publicados). Resultados importantes, ya que son un acercamiento a la comprensión de los mecanismos por los cuales se llegan a controlar las poblaciones de forma natural.

En Australia y Corea se han utilizado cultivos de colémbolos para resolver problemas de contaminación y del cambio de uso de suelo. Por ejemplo, *F. candida*, se empleó para probar la toxicidad de diferentes concentraciones de Cadmio sobre su tamaño poblacional, encontrando que la población disminuye, de un 4 al 8 %, conforme la concentración aumenta (Greenslade y Vaughan, 2003). Por otro lado, *P. kimi*, es considerado como bioindicador de salud de suelos de cultivo en Corea, ya que su tamaño poblacional ha ido disminuyendo como resultado del cambio de uso de suelo por las alteraciones en la temperatura y humedad del suelo (Choi *et al.*, 2002). Recientemente, en el XIII International Colloquium on Apterygota (Sousa y Berg, 2012), se expusieron cuestiones de cultivos de colémbolos, enfocándose a problemas de ecotoxicología y ecología, relacionados principalmente con cambios en la conducta de oviposición, desarrollo y crecimiento poblacional. En México, se están realizando estudios con varias especies. Por ejemplo, *X. pseudomaritima*, cuyo crecimiento poblacional es ideal entre los 24-33°C y un porcentaje de humedad de 90% (García-Gómez *et al.*, 2012), otro ejemplo es la especie *Onychiurus* sp. encontrada en un matorral xerófilo en Ciudad Universitaria, de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la Ciudad de México, cuya abundancia aumenta cuando crece bajo condiciones de temperatura por debajo de los 26° y una humedad relativa de 80% (datos sin publicar). La información generada con las especies antes mencionadas es muy importante, ya que en trabajos futuros se pretende utilizar para seleccionar especies bioindicadoras, biorremediadoras, o restauradoras de suelos contaminados con hidrocarburos, así como para acelerar procesos de degradación de hojarasca entre otros.

En resumen, podemos decir que el establecimiento de cultivos de colémbolos, no sólo nos permiten conocer aspectos de su sistemática y ecología si no también nos permiten generar

información relevante para resolver problemas actuales, relacionados con la restauración ó recuperación de sitios alterados.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue desarrollo del proyecto de la tesis doctoral de AGG, de igual forma se reconoce al Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM, y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (México), por el apoyo brindado. También se agradece al Dr. José Guadalupe Palacios Vargas (Facultad de Ciencias, UNAM), por la revisión y sus valiosos comentarios.

LITERATURA CITADA

- Aagaard, J., N. Holst, T. Hamers & P. Henning. 1997. Simulations of the predator-prey interactions in a two species ecotoxicological test system. *Ecological Modelling*, 101(1): 15-25.
- Brand, R.H. & C.P. Dunn. 1998. Diversity and abundance of springtails (Insecta: Collembola) in native restored tallgrass prairies. *American Midland Naturalist*, 139(2): 235-242.
- Bruus, M., C.A.M. van Gestel & N. Elmegaard. 2000. Effects of copper on reproduction of two collembolans species exposed through soil, food, and water. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 19(10): 2579-2588.
- Callejas Ch., A. 2002. Variación en los caracteres de historias de vida de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) en cuatro poblaciones silvestres de *Phaseolus vulgaris*: efecto de la planta hospedera, la competencia interespecífica y el parasitismo. Tesis Doctoral, Instituto de Ecología (UACyP-CCH), Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Coleman, D.C., D.A. Crossley & P.F. Hendrix. 2004. *Fundamentals of soil ecology*. Elsevier Academic Press.
- Choi, W.I., M.I. Ryoo & J.-G. Kim. 2002. Biology of *Paronychiurus kimi* (Collembola: Onychiuridae) under the influence of temperature, humidity and nutrition. *Pedobiologia*, 46(6): 548-557.
- Cutz-Pool, L.Q. 2003. Colémbolos edáficos de dos agroecosistemas de San Salvador, Hidalgo. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- Deharveng, L. 2004. Recent advances in Collembola systematic, 6th International seminar on Apterygota, Siena, Italy, 2002. *Pedobiologia*, 48(5-6): 415-433.
- Flores-Pardavé, L., J.G. Palacios-Vargas, G. Castaño-Meneses & L. Cutz-Pool. 2011. Colémbolos de suelos agrícolas en cultivos de alfalfa y de maíz adicionados con biosólidos en Aguascalientes, México. *Agrociencia*, 45(3): 353-362.
- García-Gómez, A., J.G. Palacios-Vargas & G. Castaño-Meneses. 2012. Behavioral observations on *Xenylla* sp. (Collembola: Hypogastruridae) from laboratory cultures (p. 9). Sousa P. y M. P Berg (Eds.). *XIII International Colloquium on Apterygota*. Coimbra, Portugal.
- Greenslade, P. & G.T. Vaughan. 2003. A comparison of Collembola species for toxicity testing of Australian soils. *Pedobiologia*, 47(2): 171-179
- Gopal, B. & M. Chauhan. 2006. Biodiversity and its conservation in the Surdarban Mangrove Ecosystem. *Aquatic Science*, 68(3): 338-354.

- Hopkin, S. P. 1997. *Biology of Springtails (Insecta: Collembola)*. Oxford University Press. New York.
- Hopkin, S.P. 2002. Collembola. In: *Encyclopedia of Soil Science*, Marcel Dekker (Ed.) United Kingdom.
- Kováč, L. & J.G. Palacios-Vargas. 1996. A survey of Mexican *Folsomides* (Collembola: Isotomidae) with description of three new species. *European Journal of Entomology*, 93(4): 595-606.
- Janssens, F. & M. Rost. En preparación. Experiences with culturing Collembola. <http://www.collembola.org/publicat/magda.htm>; última consulta: 07.VIII.2013.
- Paul, D., A. Nongmaithem & L.K. Jha. 2011. Collembola density and diversity in a forest and an agroecosystem. *Open Journal of Soil Science*, 1(2): 54-60.
- Prasifka, J.R., M. D. Lopez, R.L. Hellmich, L.C. Lewis & G.P. Dively. 2007. Comparison of pitfall traps and litter bags for sampling ground-dwelling arthropods. *Journal of Applied Entomology*, 131(2): 115-120.
- Sharma, G.D. & L.J. Metz. 1976. Biology of the Collembola *Xenylla grisea* Axelson and *Lepidocyrtus cyaneus* f. *cinereus* Folsom. *Ecological Entomology*, 1(3): 209-212.
- Scroggins, R. & L. Taylor. 2007. *Biological test method: test for measuring survival and reproduction of springtail exposed to contaminants in soil. Environmental Protection Series. EPS 3/HA*. Ontario, Canada.
- Smit, C.E., I. van Overbeek, & C.A.M. van Gestel. 1998. The influence of food supply on the toxicity of zinc for *Folsomia candida* (Collembola). *Pedobiologia*, 42(3-4): 154-164.
- Sousa P. & M. P Berg. 2012. *XIII International Colloquium on Apterygota*. Coimbra, Portugal.
- Traser, G., P. Szücs & D. Winkler. 2006. Collembola diversity of moss habitats in the Sopron region, N.W-Hungary. *Acta Silvatica & Lingaria Hungarica*, 2(1): 69-80.
- Won, C., R. Mun & K. Jeong-Gyu. 2002. Biology of *Paronychiurus kimi* (Collembola: Onychiuridae) under the influence of temperature, humidity and nutrition. *Pedobiologia*, 46(6): 548-557.
- Worland, M.R., G. Grubor-Lasjsic & P.O. Montiel. 1998. Partial desiccation induced by sub-zero temperatures as a component of the survival strategy of the Arctic collembolan *Onychiurus arcticus* (Tullberg). *Journal of Insect Physiology*, 44(3-4): 211-219.

Recibido: 17 de septiembre de 2014

Aceptado: 12 de noviembre de 2014