

ISSN 2007-9133

# DUGESIANA

Revista de Entomología



Julio 2017

Volumen 24

Número 2

DEPARTAMENTO  
DE BOTÁNICA Y  
ZOOLOGÍA

Disponible en línea  
<http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/DUG/index>

Dugesiana, Año 24, No. 2, julio 2017- diciembre 2017 (segundo semestre de 2017), 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://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/DUG/index>, [glenusmx@gmail.com](mailto: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: José Luis Navarrete Heredia, Editor y Ana Laura González-Hernández, Asistente Editorial. Fecha de la última modificación 1 de julio de 2017, 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.

## Variación temporal de las comunidades de colémbolos (Hexapoda) en cuatro asociaciones vegetales, capturados con trampas amarillas en El Rayo, Zacatecas, México

### Temporal variation of springtails communities in four plant associations caught by yellow traps from El Rayo, Zacatecas, Mexico

César S. Magaña-Martínez\*, José G. Palacios-Vargas\*\*, Gabriela Castaño-Meneses\*\*\*

\*Entomología, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara, Km. 15.5 Carretera a Nogales, Las Agujas, Zapopan, Jalisco. 45110. Email: cesarparker@hotmail.com. \*\*Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM. 04510, México, D.F. E-mail: troglolaphysa@hotmail.com, \*\*\* Ecología de Artrópodos en Ambientes Extremos, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, UNAM, Campus Juriquilla, Boulevard Juriquilla 3001, Juriquilla 76230, Querétaro, México. E-mail: gabycast99@hotmail.com

#### RESUMEN

Se estudió la distribución temporal de los colémbolos en cuatro asociaciones vegetales en una zona semiárida de Zacatecas, utilizando como método de colecta trampas amarillas o platos trampa. Las colectas se efectuaron durante 5 meses (junio a octubre) del 2009 en cuatro zonas con vegetaciones diferentes: izotal, nopalera cultivada, nopalera silvestre y cultivo de maíz. Los resultados obtenidos de las colectas realizadas evalúan la eficiencia con el método de trampeo mencionado. Aunque no es el método tradicional de colecta para microartrópodos edáficos se obtuvieron un total de 7,230 colémbolos con una riqueza de 17 especies. También se presentan datos de abundancia y diversidad registrados en los sitios de colecta, así como la comparación entre estos datos y la variación temporal. Esta es la primera vez que se hace el estudio sistemático de los colémbolos de un izotal y cultivos asociados, como nopaleras y maíz de temporal.

**Palabras clave:** Collembola, cultivos, diversidad, comunidades.

#### ABSTRACT

Temporal distribution of springtails was studied in four plant associations of in a semi - arid zone of Zacatecas, using yellow pan traps as collecting method. Sampling was carried out during 5 months (June to October) of 2009 in four zones with different vegetation: izotal, cultivated nopalera, wild nopalera and corn crop. The results obtained allow us to evaluate the efficiency of this methodology. Although this is not the traditional technique edaphic microarthropod studies, a total of 7,230 springtails (of 17 species) were obtained. We also present the abundance and diversity data at each site, and a comparison among them and the monthly variation. This is the first time that the systematic study of springtails of an izotal and associated crops like nopaleras and of season corn crop is presented.

**Key words:** Collembola, crops, diversity, communities.

Los colémbolos son hexápodos que, después de los ácaros, constituyen el grupo de artrópodos más abundantes en el suelo (Cole et al. 2006). Se les encuentra en prácticamente todos los ambientes, incluso en la Antártica (Hopkin 1997, Palacios-Vargas et al. 2000), si bien sus hábitats preferidos son lugares con algo de humedad, como el suelo de los bosques, troncos en descomposición, hojarasca, hongos, nidos de insectos, e incluso, se han encontrado en nidos de aves y mamíferos (Vázquez y Palacios-Vargas 2004).

Los estudios de Collembola en zonas áridas de México han sido escasos, entre ellos se destaca el de Palacios-Vargas (1990) en Chihuahua, para el que cita 40 especies (dos nuevas para la ciencia), y el de Villarreal-Rosas et al. (2014), enfocado a las costras biológicas del suelo en Baja California Sur, con cuatro taxa registrados. Si bien es cierto que las abundancias no son tan altas en comparación con ecosistemas húmedos y templados, contrario a lo que se cree, la diversidad de microartrópodos en los ecosistemas áridos suele ser alta (Cepeda y Whitford 1990).

Más de la mitad del territorio de México está ocupado por zonas áridas y semiáridas, y la riqueza de plantas en el área se estima que es alrededor de 6 000 especies, con un alto porcentaje de endemismos (Challenger y Soberón 2008). Muchas han sido explotadas por los recursos

que ofrecen y su importancia económica, y en 100 años buena parte de la cubierta vegetal en estas áreas ha sido modificada por la introducción de ganado y cultivos, así como por la extracción de diversas cactáceas, magueyes, mezquites y yucas (Cervantes, 2002). Los colémbolos en zonas áridas, pueden alcanzar densidades que van desde 2 000 hasta los 30 000 ejemplares por m<sup>2</sup> (Wallwork et al. 1985, Greenslade 2007), y junto con otros invertebrados constituyen elementos esenciales en estos ecosistemas por su papel en distintos procesos como el ciclo de nutrientes y la formación de suelo (Whitford 2002). Entre los factores que se han encontrado que más afectan los patrones de distribución de microartrópodos en general y colémbolos en particular en zonas áridas, están el porcentaje de humedad, la cobertura vegetal, así como la fenología de las plantas (Whitford 2002).

Existen muchos métodos de colecta para estudiar la microfauna de suelo (Palacios-Vargas y Mejía-Recamier 2007), desde los métodos manuales con herramientas simples como: pinzas, pinceles y aspirador para colectas específicas de una captura directa, hasta el uso de herramientas más elaboradas para realizar tamizados de suelo y hojarasca con ayuda de embudos, charolas y sacos de Winkler. Otro método para obtener microartrópodos edáficos es con ayuda del embudo de Berlese-Tullgren,

el cual ha sido el más utilizado por su alta eficiencia para coleccionar microartrópodos en suelo, madera en descomposición, musgo y hojarasca (Vannier 1970). Sin embargo, el problema llega cuando se colecta en zonas en las que es escaso o ausente encontrar varios de los estratos de colecta mencionados. Para estos casos es recomendable probar múltiples tipos de trampas, incluso si no están dirigidas al grupo de interés presentes en un ecosistema dado.

Las trampas amarillas (Pan traps o platos trampa) son una técnica que se utiliza para coleccionar principalmente abejas y otros himenópteros, y que ha dado resultados excelentes incluso en zonas áridas, es un método simple, imparcial y eficiente para la captura de un mayor número de individuos, en comparación con otros (Droege 2009). Las trampas consisten en cacerolas de colores llenas de agua y con un aditivo (por ejemplo, jabón) para ayudar a romper la tensión superficial del agua. El amarillo ha sido el color más utilizado, ya que atrae a una diversidad de insectos mayor en comparación con otros colores (Leong y Thorp 1999). Por estas razones es importante analizar si este tipo de trapeo puede ser eficiente y que sirva de complemento para la captura de microartrópodos edáficos, en este caso colémbolos.

Si bien hay estudios de colémbolos de zonas áridas, los biotopos estudiados han sido las costras biológicas y el suelo, además con otras técnicas de muestreo (Palacios-Vargas 1990, Villarreal-Rosas et al. 2014), esta es la primera vez que se hace el estudio sistemático de los colémbolos para un ecosistema árido en sitios de colecta que incluye un izotal y cultivos asociados como nopaleras y maíz. El objetivo del presente trabajo es analizar la variación de las comunidades de colémbolos en una zona árida a lo largo de 5 meses de colecta realizados en cuatro sitios de colecta con vegetación diferente. Así mismo se discute si el método de colecta con trampas amarillas puede ser un complemento efectivo junto con los métodos tradicionales para captura de colémbolos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las colectas se llevaron a cabo de junio a octubre del 2009, periodo que marca el final de la temporada de secas y el inicio de la de lluvias (Rzedowski 2006). Los ejemplares fueron coleccionados en la localidad de El Rayo (21°58'53.48'' N, 101°36'16.88'' O a 2180 m.s.n.m), Municipio de Pinos, Zacatecas, que se localiza dentro de la zona árida del altiplano mexicano, el clima que predomina en la localidad

va de seco-templado a semifrío-semiseco (INEGI 2017). El servicio meteorológico nacional (CONAGUA 2009) reportó para ese año una temperatura máxima promedio de 26.1°C y una precipitación promedio de 487.13 mm. La vegetación que se presenta es el matorral xerófilo, dominado por la presencia de los géneros: *Opuntia*, *Yucca*, *Larrea* y *Fouquieria* (Rzedowski 2006). Las colectas se realizaron en cuatro ambientes diferentes, cuyas características se muestran en el Cuadro 1.

Para la obtención de los organismos, se utilizaron platos trampas de color (amarillo) de 8 cm de diámetro x 5 cm de profundidad y aproximadamente 150 ml de capacidad, agregándoles una solución jabonosa (100 ml de agua y ½ cucharada de detergente líquido comercial para trastes). Se seleccionaron cuatro sitios de muestreo: nopalera cultivada, nopalera silvestre, izotal y cultivo de temporal, en este caso de maíz. En cada sitio se establecieron 4 transectos lineales de 30 m de longitud cada uno, en cada transecto se colocaron en el suelo 10 trampas con 3 m lineales de separación entre cada una, con un total de 40 trampas activas por cada tipo de vegetación (160 en total), el periodo activo de las trampas fue de sólo 24 horas en cada mes, se retiraban y mismo día de colocación. Para la recuperación de los ejemplares, se utilizó un colador para eliminar el agua jabonosa, luego se depositaron en frascos con alcohol etílico al 70% como líquido conservador.

En el laboratorio, se procedió a separar y contar a los colémbolos por morfoespecies con la ayuda del microscopio estereoscópico ZEISS modelo Stemi DV4. Una vez separados, se elaboraron preparaciones semipermanentes con líquido de Hoyer, posteriormente se determinaron a nivel de familia, género y especie con la ayuda de las claves especializadas para el grupo (Christiansen y Bellinger, 1998; Bellinger et al., 2017).

Para evaluar el efecto del mes de colecta y el tipo de cultivo sobre la abundancia de colémbolos, se hizo un análisis de varianza de dos vías (ANOVA). Los datos fueron transformados con  $\sqrt{x+0.5}$  para normalizarlos (Zar 1984). Para clasificar las comunidades de cada sitio, se realizó un análisis de Cluster, utilizando como distancia el índice de similitud de Jaccard, y como método de agrupamiento medias aritméticas no pareadas (UPGMA), obteniéndose el dendrograma de las relaciones de similitud entre sitios. El análisis se hizo con el programa Statistica 8.0 (StatSoft 2007).

Se obtuvieron también los índices de diversidad de Shannon y de equitatividad de Pielou para cada una de

Cuadro 1. Coordenadas y vegetación dominante de las zonas de colecta de la localidad de El Rayo, Zacatecas.

Altitud	Coordenadas	Vegetación	Sp dominante	área (ha)
2,233	21°58'51.6''N 101° 36' 3''O	Izotal	<i>Yucca</i> sp.	36
2,145	21°59'19.4''N 101°36'22.3''O	Nopalera cultivada	<i>Opuntia</i> sp.	11.39
2,146	21°59' 27.2''N 101°36'10.2''O	Nopalera silvestre	<i>Opuntia</i> sp.	9.04
2,133	21°59'34.8''N 101°38'34.8''O	Cultivo de temporal	<i>Zea mays</i>	13.66

Cuadro 2. Distribución de las especies de colémbolos en las cuatro asociaciones vegetales durante cinco meses de colectas, abundancia total (N), riqueza (S), diversidad de Shannon (H') y equitatividad de Pielou (J').

<b>Taxon</b>	<b>Izotal</b>	<b>N.cultivada</b>	<b>N. silvestre</b>	<b>Cultivo de Maíz</b>	<b>Total</b>
<b>Brachystomellidae</b>					
<i>Brachystomella</i> sp.	1		2		3
<b>Hypogastruridae</b>					
<i>Hypogastrura</i> sp.		16			16
<i>H. brevispina</i>		32		16	48
<b>Isotomidae</b>					
<i>Clavisotoma laticauda</i>			299		299
<i>Isotoma</i> sp.		146			146
<i>Isotomurus tricolor</i>	61	133		109	303
<i>Proisotoma minuta</i>	22	9	538		569
<b>Entomobryidae</b>					
<i>Calx sabulicola</i>		442	371		813
<i>Entomobrya griseoolivata</i>		471			471
<i>Lepidocyrtus pallidus</i>		13	181		194
<i>Pseudosinella</i> sp.				664	664
<b>Sminthuridae</b>					
<i>Denisiella</i> sp.		2	222		224
<b>Katiannidae</b>					
<i>Sminthurinus</i> sp.	22	61	192	167	442
<b>Sminthuridae</b>					
<i>Sminthurus butcheri</i>	237		211		448
<i>Sminthurides weichseli</i>		29		245	274
<b>Bourletiellidae</b>					
<i>Heterosminthurus</i> sp.		981		466	1447
<i>Prorastriopes</i> sp.		16	178	675	869
<b>N</b>	343	2351	1656	2280	<b>7,230</b>
<b>S</b>	5	13	8	8	
<b>H</b>	0.93	1.66	1.91	1.81	
<b>J'</b>	0.57	0.65	0.92	0.87	

las comunidades, y se realizó la comparación entre los índices de diversidad mediante una prueba de t modificada (Hutcheson 1970), con corrección de Bonferroni para comparaciones pareadas (Zar 1984). Los cálculos se realizaron con el programa PAST (Hammer *et al.* 2001).

### RESULTADOS

Del total de muestras analizadas durante los cinco meses de colecta, se obtuvieron 7,230 colémbolos, de los que se determinaron 17 especies que pertenecen a 16 géneros y ocho familias. La zona con mayor abundancia fue el cultivo de maíz con 2,880 individuos lo que representa el 40% del total de individuos, el Izotal por el contrario registró la menor abundancia con el 5% de abundancia (Figura 1). Durante el periodo de colecta, septiembre registró el pico más alto de abundancia, se contabilizaron un total de 6,005 ejemplares, el caso opuesto fue junio que tuvo una abundancia de sólo 85 colémbolos (Figura 2).

El ANOVA de dos vías mostró que no hay efecto significativo del cultivo ( $F_{3,60} = 1.68$ ,  $p=0.18$ ), pero sí de la fecha ( $F_{4,60} = 11.52$ ;  $p < 0.0001$ ) sobre la abundancia.

En el cuadro 2 se muestra la variación y diversidad que tuvieron los colémbolos distribuidos en los cuatro sitios

de colecta. En la nopalera cultivada se registró la mayor diversidad con 13 especies que representan a siete familias de las ocho familias encontradas, la nopalera silvestre y el cultivo de maíz comparten el mismo número de especies diferentes con ocho cada una, al final, el Izotal tuvo una diversidad de cinco dentro de cuatro familias. En lo que respecta a la abundancia por especies, las tres con la mayor cantidad de individuos fueron: *Heterosminthurus* sp. (1,447), *Prorastriopes* sp. (869) y *Calx sabulicola* (813). En contraste, las tres menos abundantes fueron: *Brachystomella* sp. (3), *Hypogastrura* sp. (16) y *H. brevispina* (48) (Cuadro 2).

La mayor diversidad se registró en la Nopalera silvestre ( $H' = 1.92$ ), mientras que para el Izotal se obtuvieron los valores más bajos ( $H' = 0.93$ ), el mismo patrón se observó para la equitatividad, el valor más alto fue en la nopalera silvestre ( $J' = 0.92$ ), contrario al Izotal ( $J' = 0.579$ ) (Cuadro 3). En cuanto las comparaciones de los índices de diversidad, en todos los casos se observaron diferencias significativas en la diversidad de taxa entre los cuatro tipos de vegetación (Izotal vs. Nopalera cultivada:  $t = 13.78$ ;  $gl = 474$ ;  $p < 0.0001$ ; Izotal vs. Nopalera silvestre:  $t = 19.74$ ;  $gl = 361$ ;  $p < 0.0001$ ; Izotal vs. Maíz:  $t = 17.56$ ;  $gl = 373$ ;

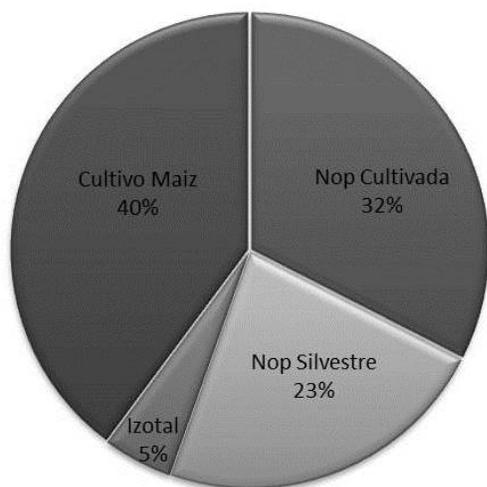


Figura 1. Porcentaje de abundancia de Colémbolos registrados en: izotal, nopalera cultivada, nopalera silvestre, cultivo de maíz.

$p < 0.0001$ ; Nopalera cultivada vs. Nopalera silvestre:  $t = 11.13$ ;  $gl = 3015$ ;  $p < 0.0001$ ; Nopalera cultivada vs. Maíz:  $t = 6.3$ ;  $gl = 3476$ ;  $p < 0.0001$ ; Nopalera silvestre vs. Maíz:  $t = 7.18$ ;  $gl = 4531$ ;  $p < 0.0001$ ). La riqueza de la nopalera cultivada fue la mayor ( $S=13$ ), mientras que el Izotal obtuvo la menor riqueza ( $S=5$ ) (Cuadro 2).

De acuerdo a la composición de colémbolos, el dendrograma elaborado con base en el coeficiente de similitud de Jaccard mostró dos grupos definidos similares en composición (Fig. 3). El primer grupo conformado por la nopalera cultivada y el cultivo de maíz con valores de similitud de 0.59, aunque estos sitios no presentan una cercanía significativa. El segundo grupo conformado por el Izotal y la nopalera silvestre con valores de similitud de 0.41, con una cercanía muy próxima cada una (Cuadro 3).

### DISCUSIÓN

Eficiencia de trampas amarillas. El empleo de trampas de amarillas ha dado resultado positivo en el seguimiento de las comunidades de colémbolos en un medio agrícola. Podemos decir que el número de ejemplares fue alto (7,230), si tomamos en cuenta que esas trampas en principio se diseñaron para capturar fauna como abejas y avispas y no para artrópodos del suelo (Disney et al. 1982). El promedio de capturas fue mayor que en estudios realizados en ambientes similares pero con muestras que provienen de colectas de suelo (Mendoza-Arviso et al 1999). Se observa

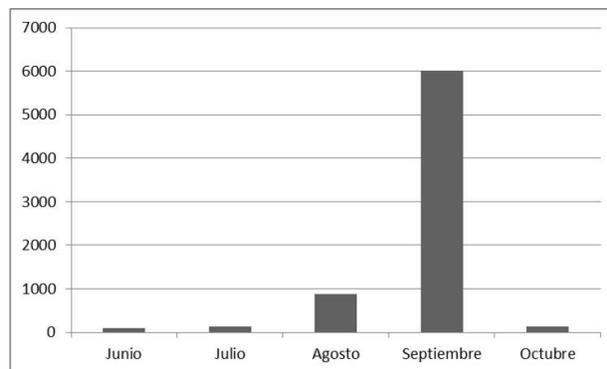


Figura 2. Abundancia de colémbolos durante los cinco meses de colecta.

que al realizar colecta de colémbolos utilizando métodos no tan tradicionales aporta muy buenos resultados, ejemplo de ello es el utilizado por Palacios-Vargas (1993) en Chamela, Jalisco, en el realizó fumigación del dosel, en el que se obtuvieron más de 1,044,000 de colémbolos; entonces de allí la importancia de hacer una combinación de varios métodos de colecta, incluso si están fuera del grupo de estudio. También resalta que este método resulta un buen complemento para colecta de colémbolos epiedáficos que son muy activos en la superficie ejemplo de ello es con *Calx sabulicola*. Otro punto a favor de su uso es porque se pueden encontrar ejemplares de especies que con muestras de suelo y hojarasca son raras de encontrar en ambientes como pueden ser representantes de los géneros: *Heterosminthurus* y *Prorastriones*, los que prefieren estar sobre la vegetación, después de realizar el análisis de las capturas con estas trampas, recomendamos su uso combinado con las técnicas de colecta ya establecidas para mesofauna edáfica, esto para aumentar más las probabilidades de captura de especies con comportamientos diferentes (activos sobre suelo o pasivos bajo el).

Variación de las comunidades por mes y por sitios de colecta. En los cuatro sitios de colecta se pudo observar que las poblaciones de colémbolos empiezan a incrementarse significativamente a finales de agosto, y su número comienza a decrecer a finales de septiembre. Sólo en septiembre se registró un total de 6005 individuos, durante el resto del periodo de muestreo fueron menores los registros, en agosto llegó a 870 colémbolos, en los otros meses las poblaciones se mantienen bajas (menos de 140 individuos por mes), estos resultados concuerdan con la presencia de humedad

Cuadro 3. Matriz con datos de las distancias de similitud de acuerdo a Jaccard.

* Comparación entre Zonas				
	<u>Izotal</u>	<u>N. Cul</u>	<u>N. Sil</u>	<u>C.Maiz</u>
<u>Izotal</u>	1	0.2	0.3	0.3
<u>N. Cul</u>	0.2	1	0.31	0.5
<u>N. Sil</u>	0.3	0.31	1	0.14
<u>C.Maiz</u>	0.3	0.5	0.14	1

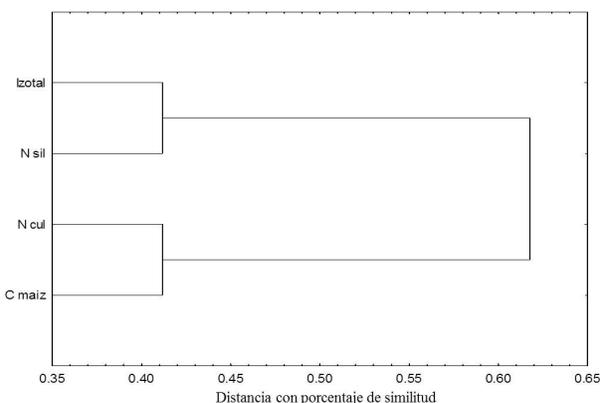


Figura 3. Dendrograma de acuerdo a la similitud de Jaccard para las comunidades de colémbolos colectados con trampas amarillas en cuatro ambientes en El Rayo, Zacatecas, México.

en el suelo, ya que la variable de precipitación sobre todo en agroecosistemas influye de manera importante en las densidades de colémbolos (Flores-Pardavé et al 2011), limitando el crecimiento de las comunidades de la mayoría de las especies. Ejemplo de eso es la presencia de miembros de las familias Hypogastruridae, Sminthuridae, Katiannidae y Bourletiellidae, cuyo registro se evidenció hasta avanzado el temporal de lluvias. Por el contrario, miembros de Isotomidae y Entomobryidae se hicieron presentes en temporada aún seca de junio y julio, aunque con poca abundancia debido a que estas familias poseen adaptaciones especiales que les ayudan a sobrevivir en zonas con muy poca humedad (Greenslade 1981).

La abundancia en los sitios de cultivo también fue mayor que en los sitios sin manejo agrícola, los 2,880 individuos colectados en el cultivo de maíz y los 2,351 de la nopalera cultivada demuestran que el manejo que se le da a la tierra para mantener los cultivos, resulta positivo en la abundancia de ciertas especies pero puede incidir en menor diversidad y equitatividad para otras familias de colémbolos. Como lo mencionan Flores et al. (2008), donde las prácticas agrícolas generan un efecto sobre la reproducción y un aumento en la disponibilidad del alimento, que afecta positivamente la dinámica de la población de microartrópodos, al incrementar la materia orgánica del suelo y controlar el pH del mismo.

Análisis de la Diversidad. Si bien la mayor riqueza de especies se registró en la nopalera cultivada (13), en comparación con los otros sitios, los valores de diversidad del índice de Shannon ( $H'$ ) y la equitatividad de Pielou ( $J'$ ), fueron mayores en la nopalera silvestre, ya que se tienen menos especies dominantes y la distribución de la abundancia de las ahí presentes es más homogénea. Como se mencionó, en las áreas con mayor manejo, como la nopalera cultivada y el cultivo de maíz, se favorece la presencia de especies con grandes abundancias que pueden resultar dominantes, por lo que se reduce la diversidad y equitatividad de estas áreas, puesto que se tienen siete especies cuyas abundancias sobrepasaron los 400 individuos en estos cultivos (ver cuadro 2).

Los resultados de esta investigación muestran que

existe un claro potencial para el uso de las trampas amarillas en estudios de mesofauna edáfica en ecosistemas áridos. Las comunidades de colémbolos tienen un incremento significativo en sus abundancias. Sin embargo, se necesita estudiar con más detalle algunas variables que pueden influir sobre las comunidades de colémbolos en estos ambientes.

Se tienen que realizar inventarios más intensivos y sistemáticos para tener una mejor idea de la verdadera diversidad de la colembofauna en los ecosistemas áridos de México. Muestreos intensivos en este tipo de ecosistema son escasos y sólo aumentando los pocos existentes se podrá comparar si la diversidad encontrada puede ser comparable o superior con las áreas tropicales o templadas.

#### AGRADECIMIENTOS

El material fue colectado como parte de un proyecto para conocer la diversidad de abejas de la zona de estudio mencionada, se agradece la donación de las muestras de colémbolos a: A. Muñoz, C. Uribe, J. Villaseñor y Hugo E. Fierros-López. El CONACYT a través del programa de becas para estudios de posgrado con apoyo al primer autor en sus estudios de posgrado. El presente trabajo es dedicado al Dr. Harry U. Braivlosky A. (Instituto de Biología, UNAM) como reconocimiento a su valioso trabajo en el conocimiento de la biodiversidad de los hemípteros del mundo.

#### LITERATURA CITADA

- Bellinger, P.F., K.A. Christiansen and F. Janssens. 1996-2017. *Checklist of the Collembola of the World*. <http://www.collembola.org> (Consultada marzo 2017).
- Cepeda, J. & W.C. Whitford. 1990. Microartrópodos Edáficos del desierto Chihuahuense, al Noreste de México. *Folia Entomológica Mexicana*, (78): 257-272.
- Cervantes, M. 2002. *Plantas de importancia económica en las zonas áridas y semiáridas de México*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. (pp. 87-108). En: Sarukhán, J. (coord.). *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Christiansen, K.A. and P.F. Bellinger. 1998. *The Collembola of North America North of the Rio Grande, A taxonomical analysis*. Grinnell College, Grinnell Iowa, USA.
- Cole, L., M.A. Bradford, P.J.A. Shaw and R.D. Bardgett. 2006. The abundance, richness and functional role of meso- and macrofauna in a temperate grassland. A case study. *Applied Soil Ecology*, (33): 186-198.
- Conagua (Comisión nacional del agua). 2009. *Servicio Meteorológico Nacional: resúmenes mensuales de temperaturas y lluvias*. <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias> (Consultada marzo 2017).
- Cutz-Pool, L.Q., J.G. Palacios-Vargas, G. Castaño-Meneses, & N.E. García Calderón. 2007. Edaphic

- Collembola from two agroecosystems with contrasting irrigation type in Hidalgo State, Mexico. *Applied Soil Ecology*, 36(1): 46-52.
- Disney, H.L., Y.Z. Erzinclioglu, D.J. de C. Henshaw, D. Howse, D.M. Unwin, P. Withers, & A. Woods. 1982. Collecting methods and the adequacy of attempted fauna surveys, with reference to the Diptera. *Field Studies*, (5): 607-621.
- Droege, S. 2009. *The Very Handy Manual: How to Catch and Identify Bees and Manage a Collection*. USA. Disponible en :<http://bees.tennessee.edu/publications/HandyBeeManual.pdf> (acceso Marzo de 2007).
- Flores-Pardavé, L., J.G. Palacios-Vargas, G. Castaño-Meneses y L.Q. 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.
- Flores-Tena, F.J., S. Hernández, A.J. Escoto-Rocha y J.L. Flores Pardavé. 2008. Estudio de la biodiversidad de artrópodos en suelos de alfalfa y maíz con aplicación de biosólidos. *Investigación y Ciencia*, (16): 11-18.
- Greenslade, P. 2007. The potential of Collembola to act as indicators of landscape stress in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, (47): 424-434.
- Hammer, Ø., D.A.T. Harper & P.D. Ryan. 2001. *PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis*. Paleontología Electrónica, 4: 9. Disponible en: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
- Hopkin, S.P. 1997. *Biology of the springtails (Insecta: Collembola)*. Oxford University Press, Oxford.
- Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities base on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology*, (29): 151-154.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2017. *Mapas Climatológicos. Escala 1:1,000,000*. Zacatecas, México.
- Leong, J.M & R.W. Thorp. 1999. Colour-coded sampling: the pan colour preferences of oligolectic and nonoligolectic bees associated with a vernal pool plant. *Ecological Entomology*, (24): 329-335.
- Mendoza-Arviso, S., F.J. Villalobos, L. Ruíz-Montoya y A.E. Castro-R. 1999. Patrones ecológicos de los colémbolos en el cultivo de maíz en Balún Canal, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, (78): 83-101.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Nueva Jersey.
- Palacios-Vargas, J.G. 1990. Nuevos Collembola del estado de Chihuahua, México. *Folia Entomológica Mexicana*, (79):5-32.
- Palacios-Vargas, J.G y J.A. Gómez-Anaya. 1993. Los Collembola (Hexapoda: Apterygota) de Chamela, Jalisco, México (Distribución, ecología y claves). *Folia Entomológica Mexicana*, (89): 1-34.
- Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño-Meneses y B.E. Mejía-Recamier. 2000. Collembola. (pp. 249-273). En: Llorente, J., E. González-Soriano y N. Papavero (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Palacios-Vargas, J.G y B.E. Mejía- Recamier. 2007. *Técnicas de colecta, montaje y preservación de Microartrópodos Edáficos*. Las Prensas de las Ciencias. UNAM. México.
- Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Vannier, G. 1970. Techniques relatives à extraction des arthropodes du sol. *Centre National de la Recherche Scientifique*, 7(40): 261-319.
- Vázquez, M.M. y J.G. Palacios-Vargas. 2004. *Catálogo de colémbolos (Hexápoda: Collembola) de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Universidad de Quintana Roo CONABIO, México, D.F.
- Villarreal-Rosas, J., J.G. Palacios-Vargas & Y. Maya. 2014. Microarthropods communities related with biological soil crusts in a desert scrub in northwestern Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 95: 513-522.
- Wallwork, J.A., B. Kamill & W.G. Whitford. 1985. Distribution and diversity patterns of soil mites and other microarthropods in a Chihuahuan Desert site. *Journal of Arid Environment*, 9: 215-31.
- Whitford, W.G. 2000. *Ecology of desert systems*. Elsevier Science, London.
- Zar, J.H. 2010. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Engelwood Cliffs, New Jersey.

Recibido: 24 de marzo 2017

Aceptado: 17 de mayo 2017