

DIVERSIDAD DE MICROINVERTEBRADOS EN COSTRAS BIOLÓGICAS Y SUELO DEL VALLE DE ZAPOTITLÁN, PUEBLA

Jessica Miguel de la Cruz¹✉, María del Carmen Herrera-Fuentes¹, Rosalva García-Sánchez² y Noé Manuel Montaña-Arias¹

¹Departamento de Biología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Del. Iztapalapa, C. P. 09360, México D.F.

²Unidad de Investigación en Ecología Vegetal, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.

✉ Autor de correspondencia: miguelys44@gmail.com

RESUMEN. Este estudio comparó la riqueza y diversidad de tres microhábitats del Valle de Zapotitlán, Puebla, México: las costras biológicas del suelo (CBS), el suelo bajo las costras (SCB), y el suelo de áreas abiertas (SAA). Las CBS y el suelo fueron colectados durante dos estaciones (lluvias y secas). La fauna se extrajo con embudos tipo Berlese. Se estimó la densidad, riqueza y diversidad (Shannon-Wiener H' ; Simpson λ) de los taxa colectados. Los taxa registrados fueron Acari, Arachnida, Chilopoda, Insecta y Nematoda. En ambas estaciones, la riqueza fue mayor en las CBS y menor en SCB y SAA. Los índices H' y λ indicaron que, en lluvias, la diversidad es menos equitativa. El grupo predominante es Acari especialmente el orden Oribatida. La densidad total de microartrópodos indica que las CBS son un refugio para los microartrópodos de este Valle semiárido.

Palabras clave: Fauna edáfica, Acari, matorrales semiáridos.

Biological diversity of micro invertebrate in scabs and soil in Zapotitlan valley, Puebla

ABSTRACT. This study compared the richness and diversity of three microhabitats of Zapotitlan Valley, Puebla, Mexico: the soils crust biology (CBS), the soil under the crust (SCB) and soil of open areas (SAA). The crust soil biology and soil were collected during dry and rainy seasons. The faunal was extracted from crust biology and soil samples using a Berlese system. Was estimated taxa density-richness, diversity Shannon-Wiener (H') and Simpson (λ) indexes. Acari, Arachnida, Chilopoda, Insecta and Nematoda taxa were registered. The richness and diversity of taxa were higher in CBS in both seasons and lower in SCB and SAA. The comparison between H' and λ showed that rainy season had less taxa evenness, especially Oribatida order. Total density of microarthropod indicates that CBS is a haven of microarthropod this semiarid Valley.

Keywords: Soil fauna, Acari, thorny scrub.

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas y semiáridas se han estudiado dos principales grupos de fauna: los vertebrados (pequeños mamíferos, roedores y reptiles) y los invertebrados que incluyen microartrópodos y nematodos de suelo (Steinberger, 1991; Santos y Whintford, 1981). La abundancia y diversidad de los organismos del suelo puede ser influenciada fuertemente por las condiciones climáticas extremas de los ecosistemas áridos y semiáridos, se ha considerado a las comunidades de microinvertebrados, de estos ecosistemas, son relativamente ricas en especies adaptadas al clima extremo (Wallwork, 1972, 1982), por ejemplo algunos nematodos pueden tolerar la desecación del suelo (Darby *et al.*, 2009). Sin embargo, otros organismos deben su supervivencia en gran parte a la elección de sitios adecuados para su desarrollo como leguminosas, cactáceas y en las costras biológicas del suelo (Belnap, 2001; Shepherd *et al.*, 2007). Las costras biológicas del suelo (CBS) son un consorcio de cianobacterias, líquenes, musgos y hepáticas y llegan a cubrir hasta el 70 % del suelo sin vegetación (Belnap, 2003; Rivera Aguilar *et al.*, 2006, 2009), en la zona árida del sur de la península de Baja California se observó que las costras

biológicas del suelo favorecen el desarrollo de microartrópodos (Villarreal-Rosas *et al.*, 2014) en las costras se encontraron ácaros: Oribátidos, Astigmata y con mayor diversidad Prostigmata, además se observaron colémbolos, arañas, pseudoescorpiones y otros insectos.

La edafofauna de las zonas áridas de México, ha sido poco estudiada, particularmente la relación de los organismos del suelo con las costras biológicas, en el Valle semiárido de Zapotitlán se ha estudiado a las costras como “mantos de fertilidad” (Sandoval-Pérez *et al.*, 2016) porque sus componentes fijan carbono y nitrógeno, además sobre su superficie queda atrapado mantillo (Sandoval-Pérez, 2011). Además la estructura porosa de las CBS podría ser un microhábitat ideal para la fauna del suelo y sus componentes una fuente de alimento. En los desiertos de Norteamérica se le ha considerado una alfombra biótica sobre el suelo (Belnap, 2003), que se activa con las lluvias y aun en la temporada seca puede ser un refugio de las altas temperaturas de la superficie del suelo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de las costras biológicas de suelo (CBS) sobre la densidad y composición de microinvertebrados (artrópodos y nematodos) en relación con la temporada de lluvias y secas en el ecosistema semiárido del Valle de Zapotitlán, Puebla, México.

MATERIALES Y MÉTODO

El material utilizado en este estudio fue recolectado en dos temporadas: lluvias (Septiembre 2011) y secas (Febrero de 2012), en siete sitios dentro del Valle de Zapotitlán, Puebla (18° 20' N, 97° 28' W), donde el clima es seco semiárido y la vegetación predominante es el matorral xerófilo, el valle pertenece a la Reserva de la biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. Para obtener las muestras de costras y suelo se estableció en cada sitio una parcela de 20 x 50 m, en cada parcela las costras biológicas y el suelo fueron colectados de tres microhábitats a una profundidad de 3 cm: CBS que no estuvieran relacionadas a vegetación, el suelo por debajo de las costras biológicas (SCB), así como el suelo de áreas abiertas (SAA). Los microinvertebrados fueron extraídos en embudos tipo Berlesse-Tullgren, con fuente de luz, durante 15 días y conservados en alcohol al 70 %. Se estimó la densidad total y por taxa de microartrópodos (ind/m²). La diversidad se calculó mediante los índices de Shannon (H'), Dominancia de Simpson (λ), Equidad de Pielou (J'). Para evaluar las diferencias se realizó un análisis de varianza de medidas repetidas (RMANOVA) con un factor entre grupos (microhábitats: CBS, SCB y SAA) y otro dentro de grupos (fechas de muestreo: seca y lluvias). Los promedios se compararon usando una prueba de Tukey's HSD (von Ende, 1993; Sokal y Rohlf, 1995). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica 6.1 (Statsoft 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad total de microinvertebrados (ind/m²) fue afectada por la estación. En la temporada de lluvias, las CBS tuvo mayor densidad total que el suelo bajo la costra y el suelo de área abierta SAA. En contraste, en la estación seca, la densidad de organismos fue similar entre la costra y el suelo bajo la CB, pero el microhábitat con la menor densidad fue SAA (Fig. 1a).

Se determinaron tres órdenes de ácaros: Oribatida, Prostigmata y Mesostigmata. Oribatida fue el más abundante, estuvo presente en todos los microhábitats y en las dos estaciones; en cambio Prostigmata se observó en todos los microhábitats, excepto en SAA durante la temporada de seca. En contraste, Mesostigmata sólo se presentó en las CBS y en las dos estaciones (Cuadro 1).

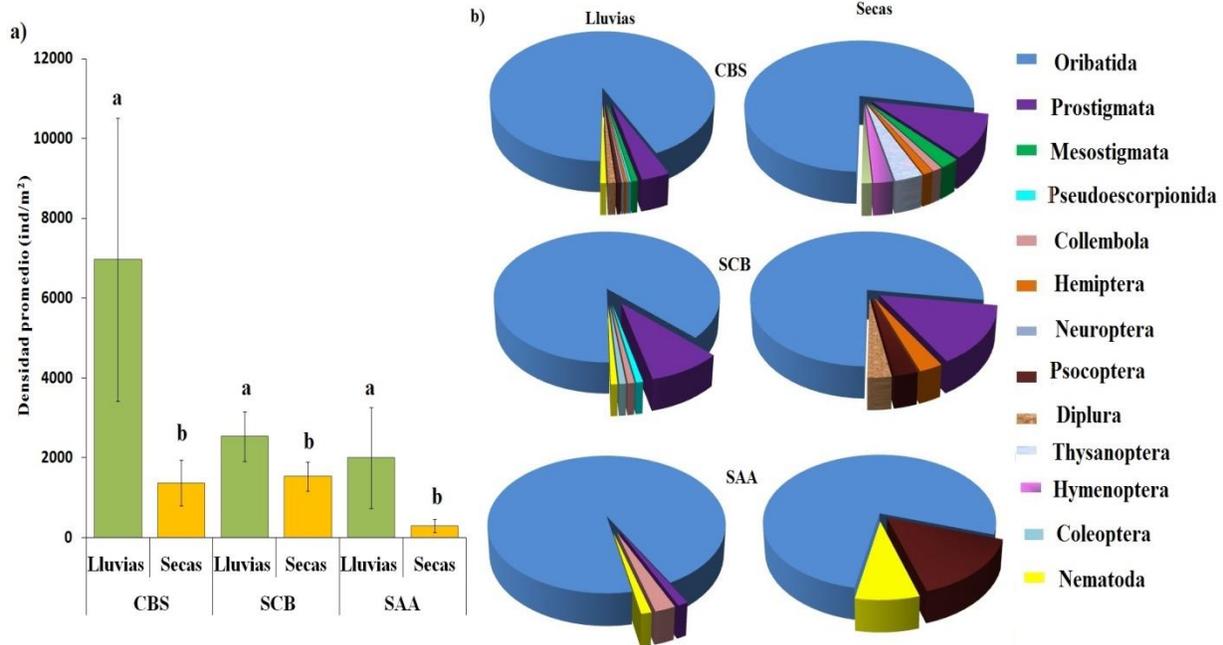


Figura 1. a) Densidad total promedio y b) por cada taxa de invertebrados registrados en la costra biológica y en el suelo de tres microhábitats y en dos estaciones (lluvias y secas) en un ecosistema semiárido del Valle de Zapotitlán, Puebla, México. CBS = costra biológica de suelo; SCB = suelo bajo la costra biológica; SAA = suelo de área abierta.

Insecta en particular Collembola y Psocoptera fueron los otros grupos cuya densidad de organismos fue afectada por la estación. Otros taxa también fueron registrados, pero en baja densidad y la mayoría sólo se observaron en las muestras colectadas en una sola temporada. Así, Pseudoescorpionida se encontró solo en CBS y el SCB. Diplura se registró en la temporada de lluvias en CB y en la temporada de seca en el suelo bajo la CBS. Los nematodos se observaron en la temporada de lluvias solo en CBS y en el SBC, en contraste en el suelo de SAA se presentaron durante las dos temporadas.

La mayor riqueza de taxa (S) se encontró en las costras de la temporada lluviosa con 10 órdenes, la menor riqueza se observó en SAA secas con tres órdenes (Fig. 1b). Los índices H' y λ indicaron que en lluvias la diversidad es menos equitativa. El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), que da peso a los taxa poco dominantes, indicó que la diversidad de fauna fue mayor en secas y menor en lluvias. La equidad (índice de Pielou) mostró que la dominancia de algunos taxa fue mayor en lluvias en casi todos los microhábitats (Cuadro 1).

Los taxa dominantes fueron Acari y Colembola, éstos han sido también registrados en suelo y en CB de otros ecosistemas desérticos (Neher *et al.*, 2009; Shepherd *et al.*, 2002). Estrada *et al.* (1988) indican que los ácaros son también un taxa dominante en el suelo del Valle semiárido de Tehuacán, Puebla.

La mayor densidad presente durante la temporada de lluvias se debe a que los estados inmaduros de Oribátidos son los más abundantes en todo los microhábitats, en contraste en las costras biológicas de un matorral de Baja California los Oribatidos y Prostigmata tuvieron densidades parecidas pero Prostigmata presento mayor riqueza de familias en las costras (Villarreal-Rosas *et al.*, 2014).

Collembola es frecuente en la mayoría de los suelos y en las CBS de Baja California también se ha encontrado este grupo (Villarreal-Rosas *et al.*, 2014), la presencia de Collembola se puede deber a sus hábitos de alimentación (Neher *et al.*, 2009; Shepherd *et al.*, 2002; Bastrup *et al.*, 2006), se

reconoce que algunos colémbolos se alimentan de hifas de hongos y de material vegetal en descomposición (Palacios-Vargas y Mejía-Recamier, 2004), los hongos son un componente abundante en CB (Bates *et al.*, 2010). Asimismo, los nemátodos que pueden ser herbívoros, fungívoros o bacteriófagos (Santos y Whintford, 1981) son atraídos por las CB, en donde es mayor la cantidad de esporas de hongos (Bates *et al.*, 2010) y comunidades bacterianas (García-Pichel *et al.*, 2003)

Cuadro 1. Densidad total de cada taxa de invertebrados (individuos por m²), riqueza de taxa (S), índice de diversidad Shannon-Wener (H'), dominancia de Simpson (λ) y equidad de pielou (J') de costra biológica y del suelo en tres microhábitats (CBS, SCB y SAA) y en dos estaciones (lluvias y secas) en un ecosistema semiárido en el Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, México.

Taxa	Microhábitats					
	CBS		SCB		SAA	
	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas
Acari						
Oribatida	45867	7625	15645	8344	13478	1728
Prostigmata	1733	1040	1639	1490	173	
Mesostigmata	347	231	-	-	-	-
Insecta						
Hemiptera	116	116	-	298	-	-
Thysanoptera		347	-	-	-	-
Neuroptera	116	-	-	-	-	-
Hymenoptera		231	-	-	-	-
Psocoptera	232	-	-	298	-	346
Coleoptera		116	149	-	-	-
Collembola	116	117	149	-	346	-
Diplura	462	-	-	298	-	-
Arachnida						
Pseudoescorpionida	116	-	149	-	-	-
Nematoda	116	-	149	-	172	172
Densidad total	49221	9823	17880	10728	14169	2246
S	10	8	6	5	4	3
H'	0.4	0.9	0.5	0.8	0.2	0.7
λ	0.87	0.62	0.77	0.63	0.91	0.62
J'	0.15	0.42	0.27	0.47	0.18	0.63

CBS = costra biológica de suelo; SCB = suelo bajo la costra biológica; SAA= suelo de área abierta.

La mayor abundancia de microartrópodos en las CBS indican que es un ambiente favorable para su desarrollo en el Valle de Zapotitlán, los componentes de las CB se activan durante los periodos de lluvias y aun durante la temporada seca los musgos, líquenes, cianobacterias, algas y hongos de las CB pueden ser una fuente abundante y diversa de alimento para la fauna herbívora y omnívora que las habita (Gerson, 1969). Asimismo, algunos insectos que se encuentran en las CB se alimentan de los musgos, en donde, inclusive, pueden encontrar un sitio con condiciones adecuadas para ovopositar y para el desarrollo de parte de su ciclo de vida (Li *et al.*, 2006), otros grupos de mayor tamaño como los pseudoescorpiones pueden depredar colémbolos y algunos insectos maduros o en estado larvario (Lensing *et al.*, 2005).

CONCLUSIÓN

Las costras biológicas favorecen la densidad y riqueza de microartrópodos, la densidad está dominada por Acarí, también se favorecen algunos ordenes de Insecta especialmente a Collembola y Psocoptera. Debido a que la vegetación del valle no es continua las CBS están ofreciendo a estos taxa una mayor cantidad de recursos y mejores condiciones microambientales para su desarrollo. En las CBS se pueden activar las redes alimenticias del suelo y favorecer así la integración de nutrimentos al suelo.

Agradecimientos

A la Dra. Sara Lucía Camargo Ricalde los apoyos otorgados, así como a Mtra. Susana A. Montaña Arias y Mtro. Eduardo Chimal Sánchez, por la ayuda durante las salidas al campo. Al jardín Botánico “Helia Bravo Hollis” y al comité ejidal de Zapotitlán Salinas por el apoyo logístico durante el trabajo de campo.

Literatura Citada

- Baatrup, E., Bayley M and J. A Axelsen. 2006. Predation of the mite *Hypoaspis aculeifer* on the springtail *Folsomia fimetaria* and the influence of sex, size, starvation, and poisoning. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 118: 61–70.
- Bates, S.T., Nash, T. H III, Sweat, K.G. and F. Garcia-Pichel. 2010. Fungal communities of lichen-dominated biological soil crusts: diversity, relative microbial biomass, and their relationship to disturbance and crust cover. *Journal of Arid Environments*, 74: 1192–1199.
- Belnap, J. 2001. Microbes and microfauna associated with biological soil crust. Pp. 167–174. In: Belnap, J. y O. L. Lange (Eds.) *Biological soil crust: structure, function, and management*. Springer, New York.
- Belnap, J. 2003. The world at your feet: desert biological soil crusts. *Frontiers in Ecology Environment*, 1(5): 181–189.
- Estrada, V. E. G., Sánchez, I. e I. Bassois. 1988. Ácaros del suelo de dos zonas del Valle de Tehuacán Puebla, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 76: 225–236.
- García-Pichel, F., Johnson, S. L., Youngkin, D. and J. Belnap. 2003. Small-scale vertical distribution of bacterial biomass and diversity in biological soil crust from arid land in the Colorado Plateau. *Microbial Ecology*, 46: 312–321.
- Lensing, J., Tood, T. and H. Wise. 2005. The impact of altered precipitation on spatial stratification and activity-densities of springtails (Collembola) and spider (Araneae). *Ecological Entomology*, 30: 194–200.
- Gerson, U. 1969. Moss-Arthropod Associations. *The Bryologist*, 72(4): 495–500.
- Li, X. R., Chen, Y.W., Su, Y.G. and H. J Tan. 2006. Effects of biological soil crust on desert insect diversity: evidence from the Tengger Desert of Northern China. *Arid Land Research and Management*, 20: 263–280.
- Neher, D. A., Lewins, S. A., Weicht, T. R. and B. J. Darby. 2009. Microarthropod communities associated with biological soil crusts in the Colorado Plateau and Chihuahuan deserts. *Journal of Arid Environments*, 73: 672–677.
- Palacios-Vargas, J. G. y B. E Mejía-Recamier. 2004. Diversidad, abundancia y variación estacional de los colémbolos de necrotampas. Pp. 94–106, In: Estrada-Venegas, E. G. (Ed.). *Fauna del suelo I: micro, meso y macrofauna*. Colegio de Postgraduados, México.
- Rivera-Aguilar, V., Montejano, S., Durán-Díaz, A. and S. Rodríguez-Zaragoza. 2006. Distribution and composition of cyanobacteria, mosses and lichens of the biological soil crusts of the Tehuacán Valley, Puebla, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 67: 208–225.
- Rivera-Aguilar, V., Godínez-Álvarez, H., Moreno-Torres, R. and S. Rodríguez-Zaragoza. 2009. Soil physico-chemical properties affecting the distribution of biological soil crusts along an

- environmental transect al Zapotitlán Drylands, México. *Journal of Arid Environments*, 73: 1023–1028.
- Sandoval-Pérez, A. L. 2011. *Efecto de Mimosa luisana (Leguminosae) y de las costras biológicas sobre la dinámica del carbono y del nitrógeno en el suelo de un ecosistema semiárido en México*. Tesis de Maestría en Biología, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, D.F., 92 p.
- Sandoval-Pérez, A. L., Camargo-Ricalde, S. L., Montaña, N. M., García-Oliva, F., Alarcón, A., Montaña-Arias, S. A. and M. Esperón-Rodríguez. 2016. Biocrusts, inside and outside resource islands of *Mimosa luisana* (Leguminosae), improve soil carbon and nitrogen dynamics in a Mexican semiarid ecosystem. *European Journal of Soil Biology* *European Journal of Soil Biology*, 74: 93–103.
- Santos, F. P. and G. W. Whintford. 1981. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan Desert ecosystem. *Ecology*, 62(3): 654–663.
- Shepherd, U. L., Brantley, S. L. and C. A. Tarleton. 2002. Species richness and abundance patterns of microarthropods on cryptobiotic crusts in a pinon-juniper habitat: a call for greater knowledge. *Journal of Arid Environments*, 52: 349–360.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1995. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman and Co., New York, 362 p.
- Statsoft, INC. 2000. *Statistica for Windows vers. 6*. Tulsa. OK, Tulsa.
- Steinberger, Y. 1991. Biology of arid region soil: faunal components. Pp. 173–192. *In: Skujins (Ed.). Semiarid land and desert: soil resource and reclamation*. Marcel Dekker Inc. USA.
- Villarreal-Rosas, J., Palacios-Vargas, J. G and Y. Maya. 2014. Microarthropod communities related with biological soil crusts in a desert scrub in northwestern Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(2): 513–522.
- von Ende, C. N. 1993. Repeated-measures analysis: growth and other time-dependant measures. Pp. 113–137. *In: Scheiner S. M. and J. Gurevitch (Eds.). Design and analysis of ecological experiments*. Chapman y Hall; New York Wallwork.
- Wallwork, A. 1972. Distribution Patterns and Population Dynamics of the Micro-Arthropods of a Desert Soil in Southern California. *Journal of Animal Ecology*, 4(2): 291–310.
- Wallwork, A. 1982. *Desert soil fauna*. Praeger Publisher, New York. 296 p.