


DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE COLÉMBOLOS (HEXAPODA) EN SUELO Y HOJARASCA DE *Guarea glabra* Y *Astrocarium mexicanum* DE LA SELVA DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ, MÉXICO

Baruch Cisneros  y José G. Palacios-Vargas

Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos. Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM. C. P. 04510 México, D.F.

 Autor de correspondencia: baruchcisneros@ciencias.unam.mx

RESUMEN. Con la finalidad de evaluar la diversidad de los colémbolos de suelo y hojarasca en los Tuxtlas, se realizó un muestreo sistemático en la base de cinco árboles de *Guarea glabra* y cinco de *Astrocarium mexicanum*, durante un año entre 2016 y 2017. Se registraron individuos pertenecientes a ocho familias, nueve géneros y 14 morfoespecies con un total de 7,751 ejemplares. Los géneros más representativos en la hojarasca fueron: *Proisotoma* (34 %) y *Trogolaphysa* (32 %), y para el suelo, *Trogolaphysa* (26 %) y *Proisotoma* (24 %). Los resultados indican una diferencia en la mayor abundancia, relacionada a los meses de mayo para hojarasca y marzo para el suelo. Dichos resultados obtenidos, fueron comparados con un estudio anterior, en que se usaron trampas pitfall, realizado en la misma localidad donde, a pesar de existir mayor riqueza de especies, se presenta una menor abundancia.

Palabras clave: Abundancia, diversidad, Collembola, riqueza, números efectivos

Collembola (Hexapoda) diversity and abundance at soil and litter of *Guarea glabra* y *Astrocarium mexicanum* from the tropical forest of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico

ABSTRACT. The purpose of this contribution is to evaluate the diversity of soil and litter Collembola at Los Tuxtlas, a systematic sampling was carried out at the base of five trees of *Guarea glabra* and five of *Astrocarium mexicanum*, during a year between 2016 and 2017. Specimens belonging to eight families, nine genera and 14 morphospecies with a total of 7,751 specimens were obtained. The most representative genera in the litter were: *Proisotoma* (34 %) and *Trogolaphysa* (32 %), and for the soil, *Trogolaphysa* (26 %) and *Proisotoma* (24 %).

The results indicate a difference in the highest abundance, related to May for litter and March for the soil. Those results were compared with a previous study using pitfall traps, carried out in the same locality, where despite having a higher species richness, the abundance was much lower.

Keywords: Abundance, diversity, Collembola, richness, effective numbers

INTRODUCCIÓN

A pesar de que las selvas altas perennifolias poseen una gran diversidad biológica, con poco más de la mitad de todas las especies conocidas en el planeta (Wilson, 1988) su fauna edáfica es una de las menos conocidas. Sin embargo, por su relevancia en los procesos de reciclaje de la materia orgánica y la conservación de esos ecosistemas debería ser prioritario.

La selva Tropical de Los Tuxtlas en el estado de Veracruz, se caracteriza por una amplia dominancia vegetal de ciertos grupos de palmas como *Astrocaryum mexicanum* que junto con el árbol *Guarea glabra* pueden constituir hasta el 60 % de la densidad total de plantas (Piñero *et al.*, 1977). En el complejo proceso de descomposición de la materia orgánica en suelo y hojarasca, los microartrópodos tienen un papel relevante y por lo general los más abundantes son los ácaros y los colémbolos, mismos que también pueden vivir en plantas epífitas, musgos, líquenes, follaje y suelos suspendidos que son parte del dosel (Lindo y Winchester, 2006; Palacios-Vargas e Iglesias, 2004).

Existen diversos trabajos de colémbolos que habitan en las selvas de México, relacionados a

taxonomía, composición, estacionalidad y diversidad, estos, se han realizado en diferentes biotopos, que van desde el suelo hasta el dosel de la selva (Palacios-Vargas *et al.*, 1998, Palacios Vargas *et al.*, 1999, Palacios-Vargas 2003, Palacios-Vargas y Castaño-Meneses 2003, Palacios-Vargas y Mejía Recamier 2008, Palacios-Vargas y Mejía-Recamier 2017, Palacios *et al.*, 2018).

Para el estado de Veracruz, Palacios-Vargas (2013), cuantificó alrededor de 140 especies. En un trabajo realizado en el dosel de selva Veracruz, Palacios-Vargas y Mejía Recamier (2017), registraron 32 géneros de colémbolos, a su vez en un muestreo realizado con trampas pitfall (Palacios-Vargas *et al.*, 2018) se registraron 35 géneros en la selva de los Tuxtlas.

Aquí se presenta información sobre la diversidad y abundancia de los colémbolos de la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas Veracruz con base en recolectas de suelo y hojarasca de la base de dos especies de árboles.

MATERIALES Y MÉTODO

El material analizado fue recolectado mensualmente de febrero a diciembre de 2016 y enero de 2017 se obtuvieron cinco muestras de suelo y cinco muestras adicionales de hojarasca asociadas a *G. glabra*, el mismo procedimiento se realizó con *A. mexicanum* para un total de 20 muestras mensuales. Dichas muestras fueron tomadas con un nucleador de 11 cm de diámetro y 5 cm de profundidad para estandarizar los tamaños de muestra. Fueron procesadas "in situ" en embudos de Berlese-Tullgren por seis días (los últimos tres días con un foco de 25 watts cada una). Los colémbolos fueron separados y algunos fueron montados en preparaciones semipermanentes en líquido de Hoyer para lo cual fueron previamente aclarados en KOH y lactofenol. Las determinaciones fueron obtenidas basándose en claves dependiendo de la familia o del género.

Para estimar la calidad de los muestreos, se realizó una curva de acumulación de especies con el índice no paramétrico de Chao 1, con la finalidad de predecir el número máximo de especies en la zona, en ambos biotopos, se utilizó el software Stimates 9.1.0 (Colwell, 2013). Con la finalidad de obtener la diversidad mensual por biotopo, se utilizó el índice de diversidad de Shannon (H'), así como el índice de uniformidad (J'). De igual forma se calculó el número efectivo de especies, a partir de los números de diversidad de Hill (1973), derivado del supuesto propuesto de Renyi (1961) de que:

$$H_a = \ln(N_a)$$

Por lo que se entiende que N_a es igual a la sumatoria a la potencia $1/(1-a)$, de las (n) abundancias proporcionales a la potencia a:

$$N_a = (P_1^a + P_2^a + P_3^a + \dots + P_n^a)^{1/(1-a)}$$

Por lo tanto. Cuando $a = 1$ $N_1 = e^{H'}$, siendo H' el índice de Shannon, de tal forma que se pudieran comparar los cambios mensuales entre ambos biotopos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un total de 7,751 ejemplares pertenecientes a 8 familias, 9 géneros y 14 especies (Cuadro 1). La cantidad de especies es menor que lo obtenido en una parcela cercana de la misma localidad, donde se muestreó por medio de trampas pitfall (Palacios-Vargas, *et al.*, 2018) que tuvo 33 especies de Collembola, sin embargo, la abundancia total fue casi del doble (7,751 vs 4,291). El mes con la mayor cantidad de ejemplares para hojarasca fue mayo (1,170 ejemplares) y la menor

en noviembre (144 ejemplares). Por otro lado, para el suelo el mes con mayor cantidad de ejemplares fue marzo (421 ejemplares) y la menor en septiembre en el mismo biotopo, con 77 ejemplares (Cuadro 1). Los géneros más representativos, son *Trogolaphysa* y *Proisotoma* en ambos biotopos (Figura 1: a y b).

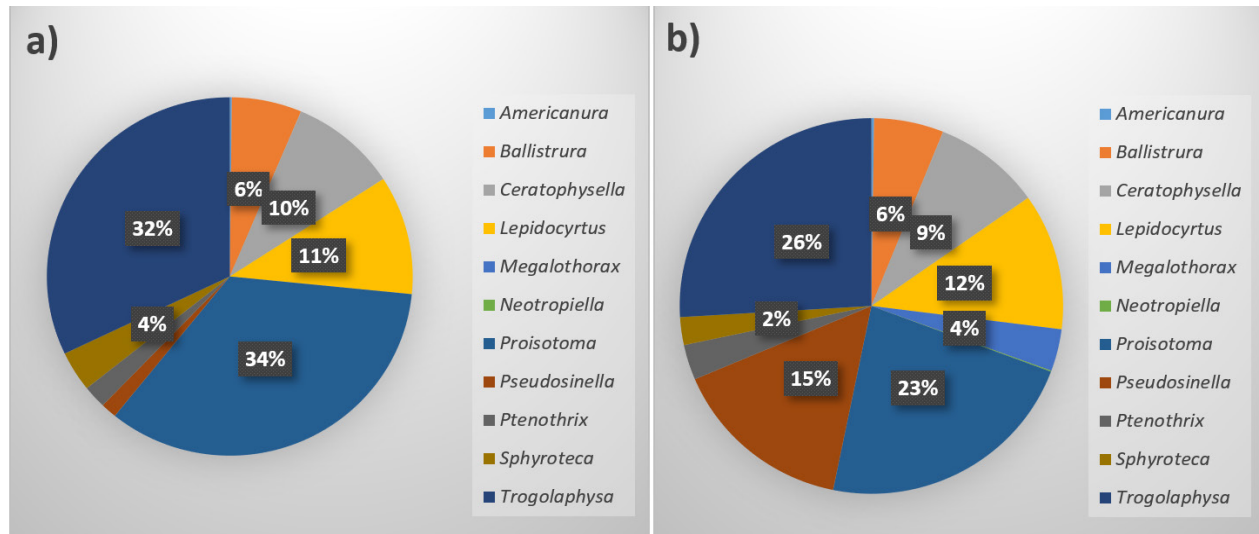


Figura 1. Porcentaje y abundancia de géneros obtenidos en: a) hojarasca y b) suelo

Cuadro 1 (Meses: Marzo-Agosto). Abundancia de los Colémbolos de hojarasca y suelo de *Guarea glabra* y *Astrocarium mexicanum*. Abundancia total y mensual, riqueza específica (*S*), índice de diversidad de Shannon (*H'*), Uniformidad de Pielou's (*J'*), número efectivo de morfoespecies (*D*), en comunidades de colémbolos encontrados en Suelo y Hojarasca de Los Tuxtlas, Veracruz, México.

	Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto	
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
Dicyrtomidae												
<i>Ptenothrix</i> Sp.	0	1	0	4	3	1	0	3	1	0	8	5
Entomobryidae												
<i>Lepidocyrtus</i> Sp.	38	27	26	24	159	55	21	49	79	46	91	42
<i>Pseudosinella</i> Sp.	2	15	1	2	28	4	1	14	9	101	3	38
Hypogasturidae												
<i>Ceratophysella</i> Sp_1	32	63	23	16	84	10	17	4	53	20	27	20
<i>Ceratophysella</i> Sp_2	0	1	0	0	0	1	0	0	3	3	2	1
Isotomidae												
<i>Ballistrura</i> Sp.	61	19	54	24	148	10	8	5	14	13	5	6
<i>Proisotoma</i> Sp.	19	177	7	30	295	32	49	11	205	70	84	25

Cuadro 1 (Meses: Marzo-Agosto). Abundancia de los Colémbolos de hojarasca y suelo de *Guarea glabra*...

Neanuridae												
<i>Americanura</i> Sp.	1	0	0	0	7	0	1	0	1	2	0	1
<i>Neotropiella</i> Sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Neelidae												
<i>Megalothorax</i> Sp.	0	1	0	0	0	14	0	1	0	11	0	5
Paronellidae												
<i>Trogolaphysa</i> Sp_1	79	33	40	25	277	32	61	14	102	26	87	8
<i>Trogolaphysa</i> Sp_2	12	2	38	17	62	3	14	4	18	1	20	4
<i>Trogolaphysa</i> Sp_3	36	70	47	54	87	27	24	16	67	43	66	75
Sminthuridae												
<i>Sphyrroteca</i> Sp.	10	0	3	9	19	1	7	1	9	8	45	17
Total	299	421	240	208	1170	192	203	122	563	348	439	250
S	10	11	9	11	11	12	10	11	12	12	11	13
H'	1.931	1.669	1.895	2.077	1.962	1.968	1.88	1.872	1.816	1.983	1.979	2.041
D	6.9	5.307	6.652	7.98	7.113	7.156	6.553	6.501	6.147	7.264	7.235	7.698
J'	0.839	0.696	0.863	0.866	0.818	0.792	0.816	0.78	0.731	0.798	0.825	0.796

Cuadro 1 (Continuación: Septiembre-Febrero). Abundancia de los Colémbolos de hojarasca y suelo de *Guarea glabra* y *Astrocarium mexicanum*. Abundancia total y mensual, riqueza específica (**S**), índice de diversidad de Shannon (**H'**), Uniformidad de Pielou's (**J'**), número efectivo de morfoespecies (**D**), en comunidades de colémbolos encontrados en Suelo y Hojarasca de Los Tuxtlas, Veracruz, México.

	Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero		Total
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	
Dicyrtomidae													
<i>Ptenothrix</i> Sp.	1	9	17	5	1	8	34	18	28	9	21	4	181
Entomobryidae													
<i>Lepidocyrtus</i> Sp.	49	2	37	1	8	1	37	3	20	0	29	10	854
<i>Pseudosinella</i> Sp.	26	30	1	38	1	58	5	27	1	8	0	6	419
Hypograsstruridae													
<i>Ceratophysella</i> Sp_1	38	12	67	6	28	12	56	9	58	10	19	2	686
<i>Ceratophysella</i> Sp_2	2	7	0	0	5	0	7	4	2	1	2	0	41

Cuadro 1 (Continuación: Septiembre-Febrero). Abundancia de los Colémbolos de hojarasca y suelo de *Guarea glabra* y *Astrocarium mexicanum*...

Isotomidae													
<i>Ballistura</i> Sp.	8	2	5	7	6	9	23	15	6	18	5	2	473
<i>Proisotoma</i> Sp.	78	9	80	17	50	15	423	33	453	49	154	30	2395
Neanuridae													
<i>Americanura</i> Sp.	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	15
<i>Neotropiella</i> Sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Neelidae													
<i>Megalothorax</i> Sp.	0	0	0	0	0	6	0	41	0	1	0	0	80
Paronellidae													
<i>Trogolaphysa</i> Sp_1	82	0	46	4	23	2	42	5	121	3	31	8	1151
<i>Trogolaphysa</i> Sp_2	29	0	21	0	10	1	58	0	22	0	8	1	345
<i>Trogolaphysa</i> Sp_3	28	5	10	26	3	13	30	14	44	15	32	23	855
Sminthuridae													
<i>Sphyroteca</i> Sp.	22	1	9	6	8	9	44	0	10	1	15	0	254
Total	363	77	302	113	144	134	776	177	776	124	317	89	7751
S	11	9	10	10	11	11	11	12	11	10	10	9	14
H'	2.06	1.8	1.909	1.828	1.89	1.856	1.636	2.084	1.399	1.736	1.714	1.746	1.744
D	7.846	6.05	6.746	6.221	6.6194	6.398	5.135	8.036	4.051	5.674	5.551	5.731	5.72
J'	0.859	0.819	0.829	0.794	0.788	0.774	0.682	0.839	0.583	0.754	0.744	0.795	0.6

Abundancia total y mensual, riqueza específica (S), índice de diversidad de Shannon (H'), Uniformidad de Pielou's (J'), número efectivo de morfoespecies (D).

Las morfoespecies más abundantes fueron *Proisotoma* sp. con 2,395 ejemplares y *Trogolaphysa* sp. 1 con 1151. Otras como *Trogolaphysa* sp. 3 y *Lepidocyrtus* sp. tuvieron una abundancia similar (855 y 854). Es interesante notar que en el caso de algunos grupos como *Ceratophysella*, existen dos especies, una de ellas con muchos ejemplares (687) y otra con pocos (41). Por otro lado, *Neotropiella* y *Americanura*, ambas de la familia Neanuridae son las menos abundantes con 2 y 15 respectivamente (Figura 2). *Neotropiella* fue una de las más abundantes colectadas con trampas pitfall en el estudio previo. *Americanura* carece de fúrcula, lo que pudo ser un factor que impidiera su colecta por medio de dichas trampas. En este estudio fue de las menos abundantes, debido a su preferencia por vivir en cortezas de árboles o en troncos en descomposición.

Para los estimadores de riqueza, en todos los casos se obtuvo un muestreo que permitió que se recolectara la mayor cantidad de especies estimadas para ambos biotopos. (Figura 3, a y b)

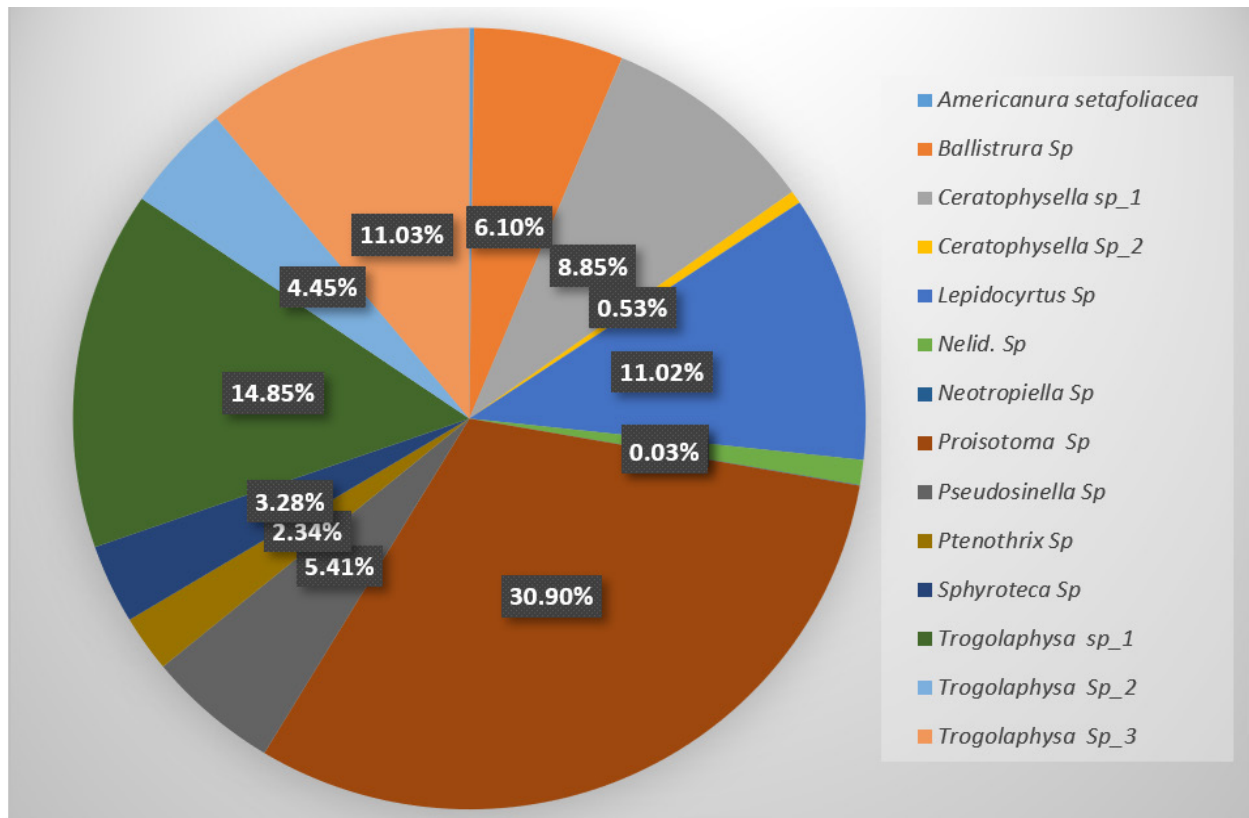


Figura 2. Abundancia y porcentajes de morfoespecies encontradas en ambos biotopos.

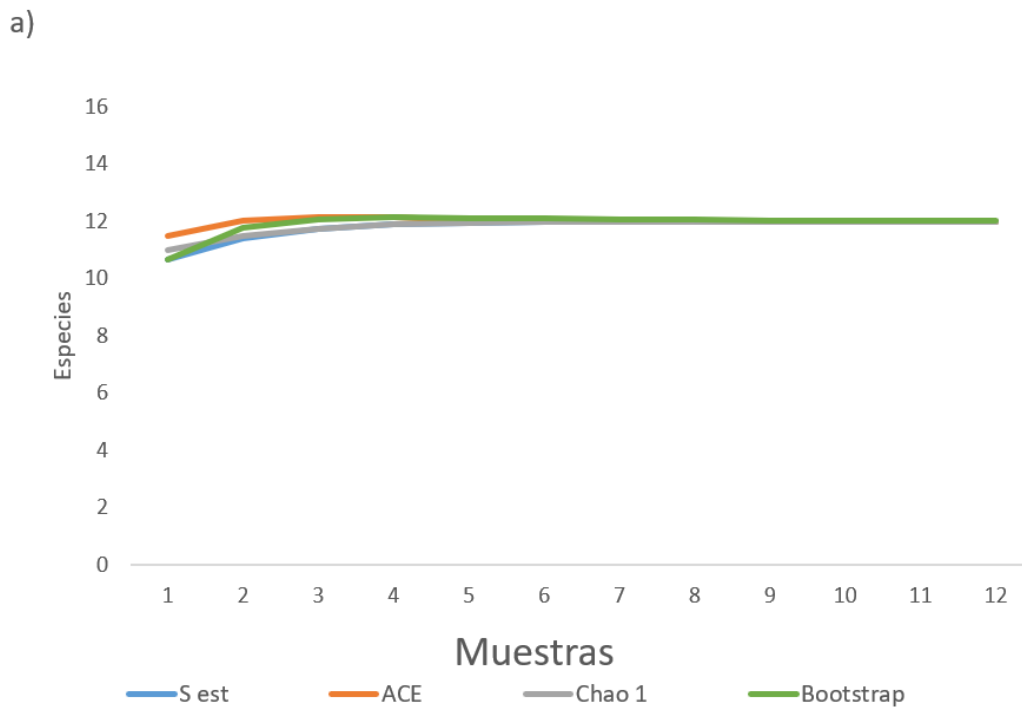


Figura 3 (parte 1). Curva de acumulación de especies: a) Hojarasca. b) Suelo

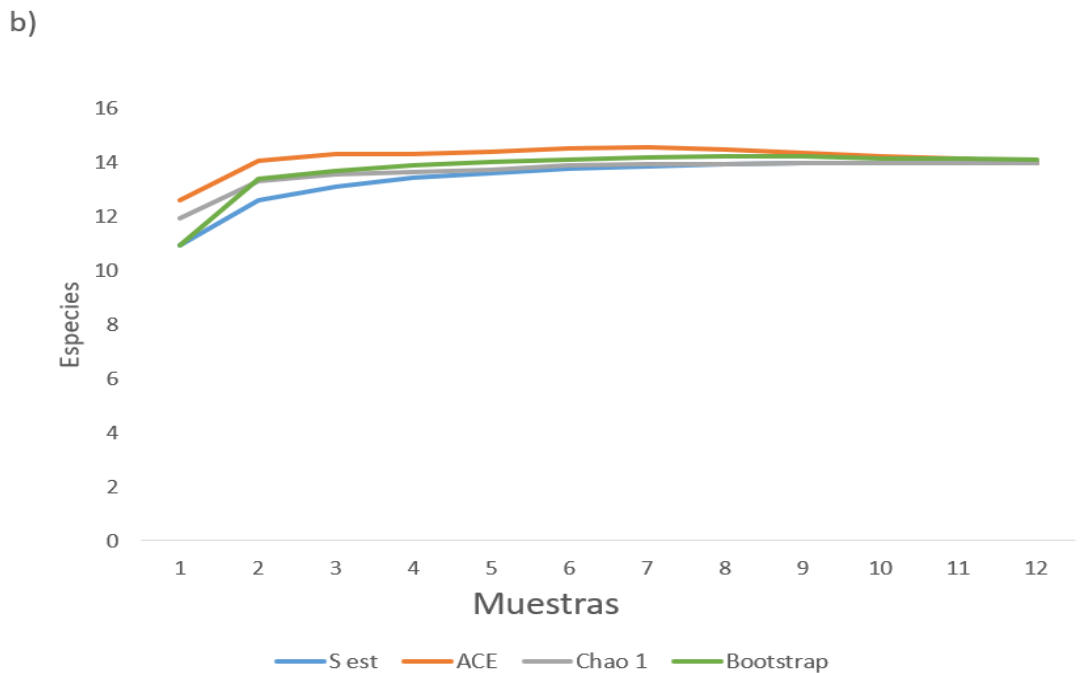


Figura 3 (parte 2). Curva de acumulación de especies: a) Hojarasca. b) Suelo

El número efectivo de especies obtenido en el muestreo fue de seis. El valor total del índice Shannon, fue de 1.74, el valor de la uniformidad de Pielou fue de 0.6; sin embargo, este valor difiere entre los meses, los valores más bajos le pertenecen al mes de enero en el biotopo de hojarasca y el más alto en el mes de abril, en el biotopo de hojarasca. El valor obtenido en los números efectivos muestra que en el suelo, en diciembre, se presenta el mayor valor, así como en la hojarasca, en diciembre el menor. En la riqueza específica, es en el suelo y en el mes de agosto que se presentan 13 de las 14 morfoespecies, siendo el que posee el mayor valor, por su parte, el menor valor obtenido es compartido por hojarasca en abril y suelo en febrero con nueve morfoespecies.

CONCLUSIONES

Fue posible observar la preferencia de hábitat de algunos géneros y la similitud de especies entre biotopos. La hojarasca de *Guarea glabra* tiene más ejemplares de Collembola, lo que puede deberse a que las hojas son anchas y dan más protección al suelo, lo que no ocurre con las hojas de las palmas.

La composición y abundancia de los colémbolos de hojarasca y suelo tomando y procesando muestras de las mismas, tienen poca diversidad comparado con lo que se puede obtener por otras técnicas como las trampas pitfall. Hace falta analizar lo que se encuentra en la canopia, ya que pueden existir varias especies que migren de acuerdo con la estación del año.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue apoyado por el programa PAPIIT (UNAM) IN214816: Ecología de Microartrópodos de la selva de Los Tuxtlas, Veracruz a cargo de José G. Palacios Vargas. Rosamond Coates y Martha

Madora (estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas) apoyaron el desarrollo de este proyecto. Los estudiantes Adrián Gómez, Fernando Villagómez, Jesús Cruz, Jair Páez y Ariel Quintero y el Prof. Ricardo Iglesias participaron en el trabajo de campo. Blanca Mejía ayudó en el montaje de los ejemplares.

LITERATURA CITADA

- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0. [<http://purl.oclc.org/estimates>]
- Hill, M. O. 1973. Ecological Society of America. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology ESA Journals*, 54. DOI: <https://doi.org/10.2307/1934352>
- Lindo, Z. and N. N. Winchester. 2006. A comparison of microarthropod assemblages with emphasis on oribatid mites in canopy suspended soils and forest floors associated with ancient western redcedar trees. *Pedobiologia*. 50: 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2005.09.002>
- Rényi, Alfréd. On Measures of Entropy and Information. *Proceedings of the Fourth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, Volume 1: Contributions to the Theory of Statistics, 547--561, University of California Press, Berkeley, Calif., 1961. <https://projecteuclid.org/euclid.bsmmsp/1200512181>
- Palacios-Vargas, J. G. 2003. Los microartrópodos (Collembola) de la selva tropical húmeda. In: Álvarez-Sánchez, J. Y E. Naranjo-García (eds): *Ecología del suelo de la Selva Tropical*. DOI: <https://doi.org/10.2307/2989802>
- Palacios-Vargas, J. G. (2013): Biodiversidad de Collembola (Hexapoda: Entognatha) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 220–231. DOI: <https://doi.org/10.7550/rmb.32713>
- Palacios-Vargas, J. G. and G. Castaño-Meneses. 2003. Seasonality and community composition of springtails in Mexican forest. Págs. 159-169. In *Arthropods of Tropical Forests. Spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy*. Y. Basset, V. Novotny, S. E. Miller and R. L. Kitching. Cambridge University Press.
- Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño Meneses and J.A. Gómez Anaya. 1998. Collembola from the canopy of a Mexican tropical deciduous forest. *Pan-Pacific Entomologist*. 74(1): 47-54. Recuperado de <http://pcentroc.org/>
- Palacios-Vargas, J. G. and B. E. Mejía-Recamier. 2008. Diversidad, abundancia y variación estacional de los colémbolos de necrotrampas. In: Estrada-Vanegas, E. G. (ed.): *Fauna de Suelo I. Micro, meso y macrofauna*. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México: 94–106. DOI: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-03-07>
- Palacios-Vargas, J. G. y B. E. Mejía-Recamier. 2017. Artrópodos de la canopia en la selva tropical húmeda de Los Tuxtlas, Veracruz. *Entomología mexicana*, 4: 96–101. Recuperado de <http://www.socmexent.org/entomologia/volumen.html>
- Palacios, J. G., B. E. Mejía, R. Coates, M. Madora and G. Castaño. 2018. Monthly variation of leaf litter Collembola in the tropical rainforest of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Soil Organisms*, 90(3): 131-140. DOI: <https://doi.org/10.25674/n03y-sn47>
- Palacios-Vargas, J. G., G. Castaño-Meneses and A. Pescador Rubio. 1999. Phenology of canopy arthropods of a tropical deciduous forest in Western Mexico. *Pan-Pacific Entomologist*, 75(4):200-211. Recuperado de <http://pcentroc.org/>
- Piñero, D., J. Sarukhán y E. González. 1977. Estudios demográficos en plantas. *Astrocarium mexicanum* Liebm. I. Estructura de las poblaciones. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 37: 69-118 DOI: <https://doi.org/10.17129/botsoci.1164>
- Wilson, E. O. 1988. The current state of biological diversity. Pp. 3-18. En: Wilson, E.O. y Peter, F.M. (eds.). *BioDiversity*. National Academy Press, New York.