

Estructura de la comunidad de cunáxidos (Acarina) edáficos de una selva baja caducifolia en Chamela, México

Blanca Estela Mejía-Recamier & Gabriela Castaño-Meneses

Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México D.F., México; bemr@hp.fciencias.unam.mx. Tel: 56224902. Fax: 56224828

Recibido 19-X-2005. Corregido 24-XI-2006. Aceptado 14-V-2007.

Abstract: Community structure of edaphic cunaxids (Acarina) from a lowland dry forest in Chamela, México. The structure community of cunaxids mites was studied at a tropical dry forest in the Chamela Biological Station, Jalisco, Mexico. Monthly samples of litter and soil were taken during one year (July 1991-May 1992), in two small watersheds. A total of 43 species was recorded. We studied their abundance, species frequency (F), rareness and relative abundance (Ar), density (ind m⁻²), species richness (S), Shannon's diversity index (H'), and Pielou's evenness index (J'). The species richness was similar in litter and soil (38 species), but species composition was different. The higher density was found in soil, with 5 074 ind m⁻²; litter density was 2 199 ind m⁻². The subfamilies with the highest density in both biotopes were Coleoscirinae (H=1 127 ind m⁻²; S=2 235 ind m⁻²) and Cunaxiinae (H=887 ind m⁻²; S = 1 936 ind m⁻²). The genus *Pulaeus* had the most species, and all were new to science. Mean and variance indicate an aggregate distribution for these cunaxids. By permanency and relative abundance, the dominant species were: *Cunaxa potchensis*, *Coleoscirus simplex*, *Armscirus harrisoni*, *Cunaxoides* sp. nov. 1, *Cunaxoides* sp. nov. 2, *Pulaeus* sp. nov. 15 and *Pulaeus* sp. nov. 16. An significant effect of the month and the biotope were recorded on the diversity and composition of cunaxid communities. Most of the species presented a significant effect of the month (24 spp.) and biotope (23 spp.), and five species only had a significant effect of the watersheds. The highest similarity was in litter (75 %) and soil (74 %). The highest temporal variation in density, diversity and species richness was from April through June in litter, and from September through November in soil. The evenness was constant in both biotopes. In the dry period the soil presented higher values of density, while in the litter it was in the rainy season. The species with high soil density (February-June: dry season) in both watersheds, were: *C. simple*, *C. potchensis*, *Cunaxa* sp. nov. 1, *Cunaxa* sp. nov. 2, *C. veracruzana*, *Dactyloscirus* sp. nov. 2, *A. harrisoni*, *Cunaxoides* sp. nov. 1, *Cunaxoides* sp. nov. 2, *P. pectinatus*, *Pulaeus* sp. nov. 14, *Pulaeus* sp. nov. 15 and *Pulaeus* sp. nov. 16. They were the most representative species in the soil and litter of Chamela communities. The most abundant dry season species were *C. potchensis* in the soil and *A. harrisoni* in the litter. Rev. Biol. Trop. 55 (3-4): 911-930. Epub 2007 December, 28.

Key words: cunaxids, diversity, species richness, temporal variation, soil, litter.

En el ambiente edáfico, cerca del 90 % de las poblaciones de microartrópodos está compuesta por colémbolos y ácaros, dentro de este último grupo, los oribátidos (Cryptosotigmata) y los astigmados son principalmente de hábitos saprofitos y micofagos, mientras que los prostigmados y mesostigmados son en su mayoría depredadores. Los prostigmados es el segundo grupo de importancia en el suelo en cuanto a su abundancia, después de los oribátidos.

En trabajos realizados en distintos ambientes, incluyendo zonas semiáridas, selvas bajas, bosques, suelos arenosos y de cultivo, se ha citado que el 50 % del total de ácaros está compuesto por prostigmados (Estrada y Sánchez 1986, Moreno-Moreno 1996, De la Garza 2003). En las comunidades del suelo y hojarasca se han encontrado a 60 familias, 681 géneros y 6 400 especies de prostigmados; los grupos de depredadores comprenden 26 familias,

251 géneros y 1 200 especies (Kethley 1990, Vázquez Rojas 2002). Los ácaros cunáxidos, prostigmados depredadores, constituyen un grupo de microartrópodos de vida libre de gran interés faunístico. Estos ácaros son capaces de explotar numerosos microhábitats, por lo que se les recolecta tanto en medios húmedos como en secos. Debido a su actividad como depredadores, son de gran importancia en las cadenas alimenticias de los medios edáficos y otros ambientes, siendo sus presas artrópodos de talla pequeña, principalmente ácaros de distintos Ordenes y colémbolos. En los últimos años se ha manifestado el papel significativo que desempeñan los depredadores en la densidad de las poblaciones, por lo que se les considera de gran importancia en la estructura de las comunidades del suelo y en el control biológico de muchas plagas agrícolas de ácaros, principalmente de los ácaros fitófagos (Muma 1960, Schruft 1971, Kethley 1982, May 2001). La densidad de los depredadores es paralela con la de sus presas, por lo que el grado en que los organismos se desarrollan, va a depender de las características propias de los individuos y los factores abióticos del suelo, tales como la temperatura, la humedad, el pH, la porosidad y la disponibilidad de alimento. A su vez, hay cadenas alimenticias bien definidas y una intensa competencia por la supervivencia, que da como resultado que estos factores (bióticos y abióticos), influyen de manera considerable en la distribución espacial de los organismos del suelo. Esto permite utilizar a la fauna edáfica como bioindicadores para saber las condiciones en que se encuentran los suelos (Van Straalen y Verhoef 1997).

Sobre la ecología de los cunáxidos en particular, existen dos trabajos, uno realizado en Polonia por Michocka (1987), donde cita la distribución, así como aspectos taxonómicos de algunas especies de los géneros *Bonzia*, *Cunaxa*, *Cunaxoides*, *Neocunaxoides*, *Scirula* y *Dactyloscirus*.

En otro trabajo, realizado por Walter y Kaplan (1991), se estudia el tipo de alimentación de los géneros *Pulaeus*, *Cunaxa* y *Dactyloscirus*.

Los estudios realizados en México sobre los Cunaxidae, se han enfocado principalmente en aspectos taxonómicos (Baker y Hoffmann 1948, Smiley 1992). Uno de los estudios recientes fue el llevado a cabo por Vázquez Rojas (2002), en el cual estudia a los Prostigmata edáficos en la zona litoral del Golfo de México. Este trabajo menciona que los cunáxidos presentan un porcentaje de riqueza alto, y las especies que registra para una selva baja en esta zona fueron: *Cunaxa setirostris*, *Cunaxa womersleyi*, *Dactyloscirus fixus*, *Dactyloscirus bison*, *Neocunaxoides andrei*, *Pulaeus americanus* y *Pulaeus franciscaae*.

El propósito del presente estudio es aportar datos sobre la estructura de cuatro comunidades de cunáxidos de una selva baja caducifolia en las costas del Pacífico mexicano, y las variaciones espaciales y temporales que presenta.

Área de estudio: la Estación de Biología Chamela (EBCH), UNAM, se localiza en el Municipio de Chamela, en la costa del Estado de Jalisco (19°29' y 19°32' N; 104°58' y 105°05' W). La vegetación dominante en el área es el bosque tropical caducifolio (Bullock 1988).

Su topografía es muy irregular, lo que hace que gran parte de la zona se clasifique como lomeríos bajos que van de los 20 a los 250 m. El clima de Chamela, de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1988), es Aw₀i, que corresponde a un clima cálido subhúmedo, con una marcada estacionalidad, siendo el más seco de los tipos subhúmedos. La precipitación promedio anual es de 788 mm, con una gran variación interanual, por ejemplo, en 1992 se registró una precipitación de 1 393 mm, como resultado del efecto de los ciclones tropicales en la parte central de la costa del Pacífico, cambiando con ello los patrones de precipitación generalmente registrados (García-Oliva *et al.* 2002). La dinámica de las lluvias delimita dos estaciones climáticas: la de sequía, que abarca de diciembre hasta principios de junio; y la húmeda, que va de julio a octubre, siendo máxima precipitación agosto y septiembre (Bullock 1986), aunque se

presentan algunas lluvias ocasionadas por los huracanes de diciembre a febrero. La temperatura media anual es de 24.6 °C y la humedad relativa es de 65 % durante todo el año (García-Oliva *et al.* 2002).

Las comunidades vegetales dominantes son la selva baja caducifolia, con árboles de entre 5 y 12 m de altura, de copas extendidas lateralmente (que en época de sequía pierden la totalidad de sus hojas) y gran riqueza de especies. Se registra la existencia de más de 1 036 especies de plantas vasculares, las dos familias más representativas son: Leguminosae (57 especies) y Euphorbiaceae (26 especies). Existen más de 227 especies de árboles, además de arbustos (216 spp.), lianas y trepadoras (187 spp.), hierbas (366 spp.) y epífitas (47 spp.); entre los más importantes destacan: *Guapira linereaobracteata*, *Plumeria rubra*, *Bursera inestabilis*, *Lonchocarpus eriocarinalis* y *Celaedredron mexicanum* (Lott y Atkinson 2002).

Los tipos de suelos dominantes son los regosoles luvieútricos y éútricos, cambisoles éútricos y lixisol háplico (Cotler *et al.* 2002). Los suelos en la mayor parte de la estación son someros, su color oscila entre pardo amarillento pálido, en seco, y pardo amarillento oscuro, en húmedo. El promedio anual de humedad en el suelo es de 4.05 %. La textura es migajón arenoso, con bajo contenido de arcilla, y el porcentaje de porosidad es de 53 %. La proporción de las partículas en promedio es 62 % arena, 20 % arcilla y 18 % limo. El contenido de materia orgánica es bajo y el pH ácido. Es bajo el contenido de nutrientes, pero el calcio es el más abundante, seguido del magnesio y el potasio, y la producción de hojarasca es similar en ambas cuencas (Gómez –Anaya 1998).

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolecta: la zona de estudio comprende un área de 10 000 ha, integrada por un sistema de cinco cuencas hidrológicas, de las cuales se seleccionaron para el presente estudio, las cuencas denominadas 1 y 4, por ser similares en cuanto al tamaño y productividad, con un

promedio anual de hojarasca de 7 642 kg ha⁻¹ (Cervantes *et al.* 1988, Martínez- Yrizar *et al.* 1996, Patiño 1990). En cada una se delimitó una superficie de 50 x 50 m². Dentro de esta área se seleccionaron puntos aleatoriamente para tomar muestras de suelo y hojarasca. Se hicieron muestreos mensuales de julio de 1991 a junio de 1992. En cada mes se tomaron en cada una de las cuencas, 10 muestras de hojarasca codificadas como HC1 y HC4, para las cuencas 1 y 4 respectivamente, y 10 de suelo (SC1 y SC4), para este último biotopo se utilizó un sacabocados con una profundidad de 5 cm y un diámetro de 11 cm (95 cm²), la hojarasca tuvo un volumen variado. Las colectas se realizaron entre las 07:00 a 11:00 hrs.

Las muestras recogidas en el campo se pusieron en cajas de plástico para ser trasladadas al laboratorio, ubicado en la Estación de Biología Chamela, el mismo día de su recolecta. La extracción de la fauna se realizó mediante embudos de Berlese-Tullgren, en donde las muestras permanecieron por seis días, los tres primeros a temperatura ambiente y los últimos, con luz artificial de un foco de 25 W. La fauna se recolectó en frascos con alcohol al 96 %. Posteriormente el material obtenido se separó y cuantificó con la ayuda del microscopio estereoscópico. Para la elaboración de las preparaciones permanentes de los Cunaxidae, los ejemplares se aclararon en lactofenol por cinco días a una temperatura de 40 °C; posteriormente se hicieron las preparaciones en líquido de Hoyer.

La determinación a nivel de especie se realizó bajo el microscopio de contraste de fases, con la ayuda de literatura especializada del grupo. El material estudiado se encuentra depositado en la Colección de ácaros del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos, de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Análisis de datos: Para cada comunidad de cunáxidos se determinó la abundancia relativa (%), densidad (ind m⁻²), Frecuencia (F), porcentaje de permanencia (Pp), así como los índices de diversidad de Shannon (H'), índice de equitatividad de Pielou (J'), el índice

de dominancia de Simpson (λ), la similitud de Sørensen y los números de Hill (N_2), de acuerdo con Ludwig y Reynolds (1988). Para comparar entre los índices de diversidad de Shannon, se realizó una prueba de t modificada (Zar 1984).

El efecto de la cuenca, el biotopo y recolecta se evaluó mediante un análisis de varianza múltiple (MANOVA), realizando las comparaciones *post hoc*, mediante la prueba de Tukey. Para la normalización de los datos se utilizó una corrección de tipo $\sqrt{x+0.5}$ (Zar 1984). Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa estadístico STATISTICA ver. 6.0 (StatSoft Inc. 1995).

RESULTADOS

Riqueza y composición: Se recolectaron un total de 4 720 cunáxidos en el suelo y hojarasca en la Estación de Biología Chamela. El suelo presentó la mayor abundancia, con un total de 3 325 ejemplares ($5\,074\text{ ind m}^{-2}$), mientras que en la hojarasca fue de $1\,395\text{ (}2\,199\text{ ind m}^{-2}\text{)}$. Tanto en las comunidades del suelo, como en las de hojarasca, la abundancia relativa y densidad fue más similar entre los biotopos, que entre cuencas (Cuadro 1), para el SC1 fue de 37 %; para el SC4 de 34 %; en HC1 de 14 % y en HC4 de 15 % (Cuadro 1).

De acuerdo con el MANOVA, no se encontró efecto significativo de la cuenca, ni de ninguna de sus interacciones, sobre la abundancia de los cunáxidos. Sin embargo, el biotopo ($F=27.05$, $gl=1.432$, $p<0.0005$) y el mes ($F=2.81$, $gl=11.432$, $p<0.005$) si tuvieron un efecto significativo (Cuadro 2). El análisis *post hoc* mediante la prueba de Tukey mostró que las diferencias se encuentran entre febrero, mayo y junio (Fig. 1).

La riqueza que presentaron los cunáxidos en Chamela fue de 43 especies en total. En cuanto a la riqueza en la hojarasca y el suelo, en general fue similar, sin embargo, al estudiar por separado las cuatro comunidades, se encontró que en el SC1 y en la HC1 fue mayor la riqueza (Cuadro 1).

De la revisión de los ejemplares de la Familia Cunaxidae se identificaron cuatro Subfamilias, de éstas, las que presentaron una mayor densidad fueron Coleoscirinae ($H=1\,127\text{ ind m}^{-2}$; $S=2\,235\text{ ind m}^{-2}$) y Cunaxiinae ($H=887\text{ ind m}^{-2}$; $S=1\,936\text{ ind m}^{-2}$). De los 10 géneros identificados en este trabajo, los que tuvieron un mayor número de especies fueron: *Pulaeus* con 18 especies, de las cuales 17 se considera son nuevas especies para la ciencia, su densidad fue de 887 ind m^{-2} en la hojarasca y $1\,936\text{ ind m}^{-2}$ en el suelo; *Cunaxa* con 7 (incluyendo 5 especies nuevas para la ciencia), con una densidad de: $H=530\text{ ind m}^{-2}$ y $S=1253\text{ ind m}^{-2}$; *Dactyloscirus* con 6 especies, todas consideradas nuevas para la ciencia y con una densidad de $H=307\text{ ind m}^{-2}$ y $S=536\text{ ind m}^{-2}$, *Cunaxoides* y *Neoscirula* con 3 especies nuevas para la ciencia cada una y una densidad $H=232\text{ ind m}^{-2}$ y $S=696\text{ ind m}^{-2}$ y $H=30\text{ ind m}^{-2}$ y $S=125\text{ ind m}^{-2}$ respectivamente (Fig. 2A-D).

En la fauna del suelo se ha observado que las poblaciones tienden a una distribución agregada, en este trabajo se encontró que los cunáxidos presentaron tal distribución, ya que su varianza siempre fue mayor que la media en cada una de las comunidades estudiadas. Así mismo, su distribución fue muy heterogénea y se observaron especies con muchos ejemplares y pocas especies con muy pocos representantes en el período de recolecta (Fig. 2E).

La composición de las comunidades fue diferente, ya que se encontraron tres especies exclusivas en el suelo *Neoscirula* sp. nov. 1, *Neoscirula* sp. nov. 3 y *Pulaeus* sp. nov. 5; y una para la hojarasca: *Pulaeus* sp. nov. 6; pero al estudiar cada una de las comunidades se observó como exclusivas en SC1: *Cunaxa* sp. nov. 5 y *Pulaeus* sp. nov. 2; en HC1: *Pulaeus* sp. nov. 3, *Pulaeus* sp. nov. 4 y *Pulaeus* sp. nov. 17; y por último en HC4 *Pseudobonzia* sp. nov. 1 (Cuadro 1).

Abundancia relativa (Ar), coeficiente de frecuencia (F) y Porcentaje de permanencia: a partir de los valores obtenidos con el porcentaje de permanencia y abundancia relativa, se observó que las especies dominantes tanto en el suelo y como en la hojarasca, en ambas

CUADRO 1

Densidad, abundancia absoluta y composición de los Cunaxidae por comunidad, en la EBCh en Chamela, Jalisco. Suelo cuenca 1 (SC1); Suelo cuenca 4 (SC4); Hojarasca cuenca 1 (HC1); Hojarasca cuenca 4 (HC4); índice de diversidad de Shannon (H'); dominancia de Simpson (λ); número de Hill (N2); equitatividad (J').

TABLE 1

Density, absolute abundance and composition of the Cunaxidae community, in the EBCh in Chamela, Jalisco. Litter watershed 1 (HC1); litter watershed 4 (HC4); soil watershed 1 (SC1); soil watershed 4 (SC4); Shannon's index of diversity (H'); dominance of Simpson (λ); number of Hill (N2); Pielou's evenness index (J')

Espece / Comunidad	HC1	HC4	SC1	SC4	Hojarasca	Suelo
1 <i>Neoscirula</i> sp nov. 1	0	0	3	4	0	7
2 <i>Neoscirula</i> sp nov. 2	9	8	26	32	17	58
3 <i>Neoscirula</i> sp nov. 3	0	0	11	3	0	14
4 <i>Scutascirus</i> sp nov. 1	19	12	59	43	31	102
5 <i>Coleoscirus simplex</i>	18	29	155	219	47	374
6 <i>Pseudobonzia</i> sp nov. 1	0	8	0	0	8	0
7 <i>Pseudobonzia</i> sp nov. 2	1	16	3	35	17	38
8 <i>Cunaxa potchensis</i>	66	45	191	253	111	444
9 <i>Cunaxa veracruzana</i>	46	38	48	75	84	123
10 <i>Cunaxa</i> sp nov. 1	20	8	26	24	28	50
11 <i>Cunaxa</i> sp nov. 2	30	52	19	30	82	49
12 <i>Cunaxa</i> sp nov. 3	15	2	17	0	17	17
13 <i>Cunaxa</i> sp nov. 4	4	10	39	66	14	105
14 <i>Cunaxa</i> sp nov. 5	0	0	7	0	0	7
15 <i>Dactyloscirus</i> sp nov. 1	16	5	76	33	21	109
16 <i>Dactyloscirus</i> sp nov. 2	35	43	77	41	78	118
17 <i>Dactyloscirus</i> sp nov. 3	2	16	19	8	18	27
18 <i>Dactyloscirus</i> sp nov. 4	14	12	12	7	26	19
19 <i>Dactyloscirus</i> sp nov. 5	8	26	45	19	34	64
20 <i>Dactyloscirus</i> sp nov. 6	18	0	3	0	18	3
21 <i>Armascirus harrisoni</i>	99	85	135	148	184	283
22 <i>Cunaxoides</i> sp nov. 1	48	71	67	139	119	206
23 <i>Cunaxoides</i> sp nov. 2	20	6	134	19	26	153
24 <i>Cunaxoides</i> sp nov. 3	1	1	29	54	2	83
25 <i>Neocunaxoides</i> sp nov. 1	1	5	43	8	6	51
26 <i>Pulaeus</i> sp nov. 1	5	0	4	7	5	11
27 <i>Pulaeus</i> sp nov. 2	0	0	3	0	0	3
28 <i>Pulaeus</i> sp nov. 3	1	0	0	0	1	0
29 <i>Pulaeus</i> sp nov. 4	8	0	0	0	8	0
30 <i>Pulaeus</i> sp nov. 5	0	0	6	5	0	11

CUADRO 1 (Continuación)

Densidad, abundancia absoluta y composición de los Cunaxidae por comunidad, en la EBCh en Chamela, Jalisco. Suelo cuenca 1 (SC1); Suelo cuenca 4 (SC4); Hojarasca cuenca 1 (HC1); Hojarasca cuenca 4 (HC4); índice de diversidad de Shannon (H'); dominancia de Simpson (λ); número de Hill (N2); equitatividad (J').

TABLE 1 (Continued)

Density, absolute abundance and composition of the Cunaxidae community, in the EBCh in Chamela, Jalisco. Litter watershed 1 (HC1); litter watershed 4 (HC4); soil watershed 1 (SC1); soil watershed 4 (SC4); Shannon's index of diversity (H'); dominance of Simpson (λ); number of Hill (N2); Pielou's evenness index (J')

Especie / Comunidad	HC1	HC4	SC1	SC4	Hojarasca	Suelo
31 <i>Pulaeus</i> sp nov. 6	1	8	0	0	9	0
32 <i>Pulaeus</i> sp nov. 7	1	0	3	5	1	8
33 <i>Pulaeus</i> sp nov. 8	8	20	10	40	28	50
34 <i>Pulaeus</i> sp nov. 9	11	20	47	8	31	55
35 <i>Pulaeus pectinatus</i>	32	16	60	14	48	74
36 <i>Pulaeus</i> sp nov. 10	9	12	6	16	21	22
37 <i>Pulaeus</i> sp nov. 11	9	0	26	0	9	26
38 <i>Pulaeus</i> sp nov. 12	0	5	0	7	5	7
39 <i>Pulaeus</i> sp nov. 13	8	0	9	29	8	38
40 <i>Pulaeus</i> sp nov. 14	19	27	52	43	46	95
41 <i>Pulaeus</i> sp nov. 15	7	43	32	78	50	110
42 <i>Pulaeus</i> sp nov. 16	71	58	156	69	129	225
43 <i>Pulaeus</i> sp nov. 17	11	0	0	0	11	0
Abundancia Total	682	713	1 658	1 581	1 395	3 239
Densidad (ind m ⁻²)	1 082	1 117	2 597	2 472	2 199	5 074
Riqueza	35	30	37	33	38	38
H'	2.07	2.1	2.16	2.15	3.29	3.3
λ	0.74	0.70	0.92	0.92	0.14	0.95
J'	0.58	0.59	0.60	0.63	0.89	0.96
N2	13	14	11	11	7	11

cuencas, fueron: *C. simples*, *C. potchensis*, *A. harrisoni* y *Pulaeus* sp. nov. 16. Es importante señalar que, las tres primeras especies, tuvieron un 100 % de porcentaje de permanencia en el suelo (Fig. 3 y 4)

Por otra parte, *Cunaxoides* sp. nov. 2, *Scutascirus* sp. nov. 1 y *Cunaxa veracruzana* se les encontró como dominantes en el suelo de ambas cuencas; mientras que a *Cunaxoides* sp. nov. 1 y *Dactyloscirus* sp. nov. 2, lo fueron en la hojarasca (Fig. 3).

Por otro lado, las especies poco dominantes y abundantes en ambos biotopos fueron: *Cunaxa* sp. nov. 2, *Pulaeus pectinatus*, *Dactyloscirus* sp. nov. 5, *Pulaeus* sp. nov. 14 y *Pulaeus* sp. nov. 15. Asimismo, *Cunaxa* sp. nov. 1, *Cunaxa* sp. nov. 3, *Dactyloscirus* sp. nov. 1 y *Dactyloscirus* sp. nov. 6, lo fueron sólo para la hojarasca (Fig. 3 y 4). El resto las especies fueron raras, con un promedio de porcentaje de permanencia del 13 %.

El valor obtenido de la frecuencia en todas las especies fue accidental en la hojarasca y

CUADRO 2

MANOVA, para la densidad total de los cunáxidos encontrados en el suelo y hojarasca en las cuencas 1 y 4 en Chamela, Jalisco. (n.s = no significativo; * = $p < 0.05$ significativo; ** $p < 0.005$; *** = $p < 0.0005$)

TABLE 2

MANOVA, total density of the cunaxids found in the litter and soil in the watersheds 1 and 4 in Chamela, Jalisco. (n.s = not significant; * = $p < 0.05$ significant; ** $p < 0.005$; *** = $p < 0.0005$)

Fuente	Gl	F	p	
C	1, 436	0.94	0.33	n.s
B	1, 432	27.05	0.000	***
M	11, 432	2.81	0.002	**
CxB	1, 432	0.63	0.43	n.s
CxM	11, 432	0.58	0.84	n.s
BxM	11, 432	1.59	0.10	n.s
CxBxM	11, 432	0.74	0.70	n.s

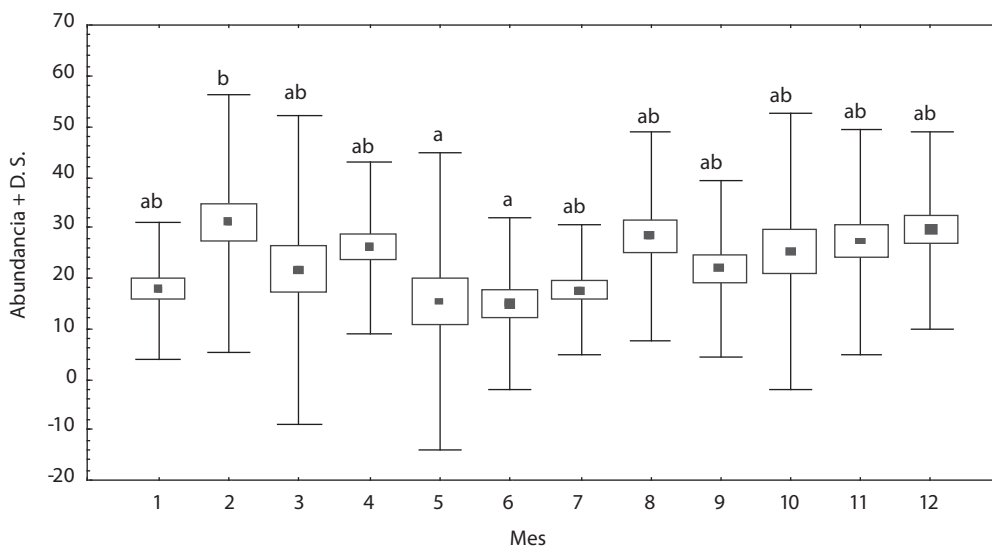


Fig. 1. Valores mensuales promedio de la abundancia de cunaxidos en suelo y hojarasca de la EBCH, Jalisco. Las letras distintas denotan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Fig. 1. Average monthly values for cunaxids abundance in litter and soil of the EBCH, Jalisco. Different letters denote significant differences among the months according, Tukey ($p < 0.05$).

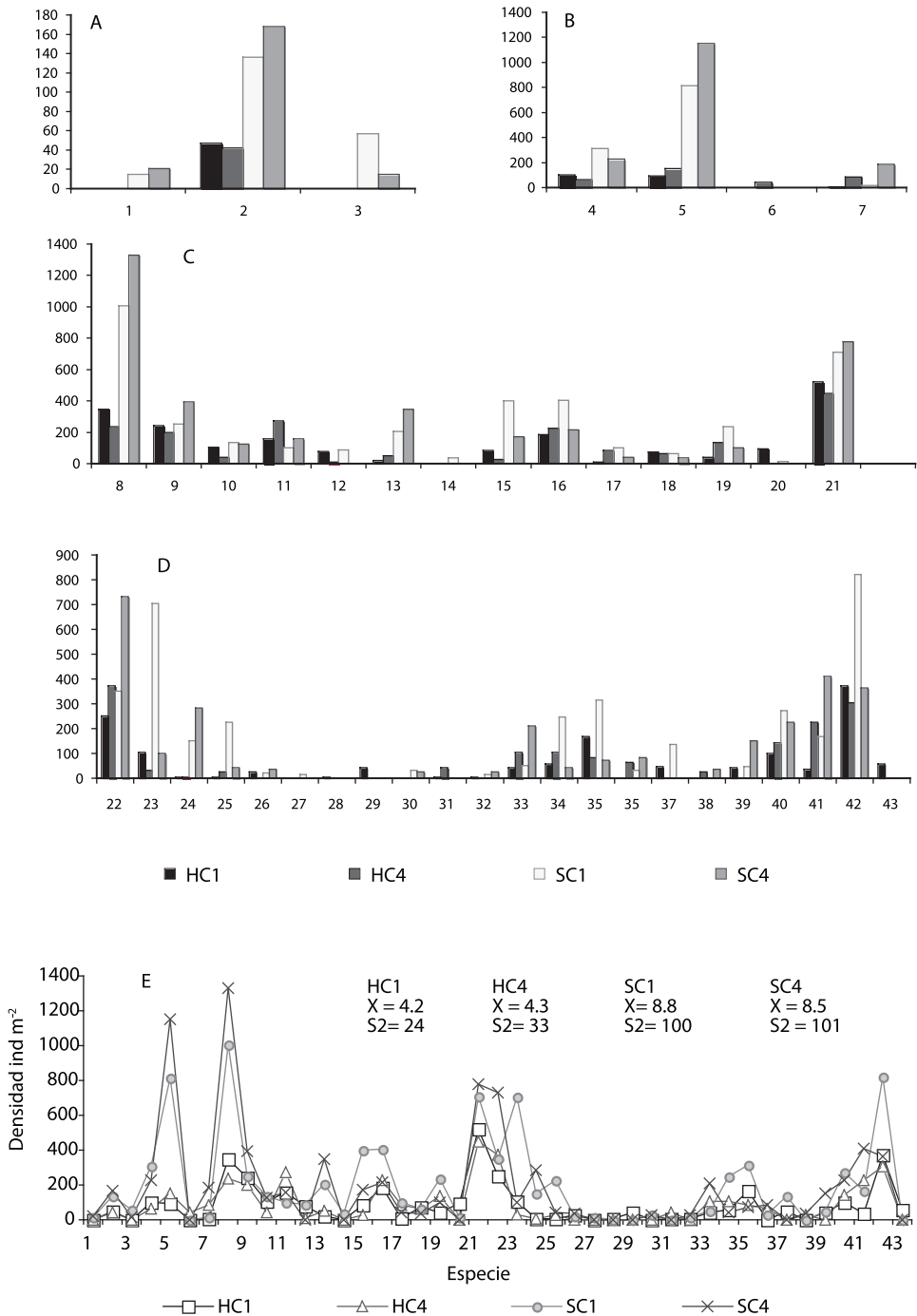


Fig. 2. Estructura de las Subfamilias de Cunaxidae en las comunidades de de la EBCH en Jalisco, México. A. Bonziinae; B. Coleoscirinae; C. Cunaxiinae; D. Cunaxoidinae; E. Comunidades de cunáxidos. Ver cuadro 1, para el nombre de las especies.

Fig. 2. Subfamily structure for Cunaxidae communities of the EBCH in Jalisco, Mexico. A. Bonziinae; B. Coleoscirinae; C. Cunaxiinae; D. Cunaxoidinae; E. Cunaxidae communities of Chamela. For cunaxid species names, see Table 1.

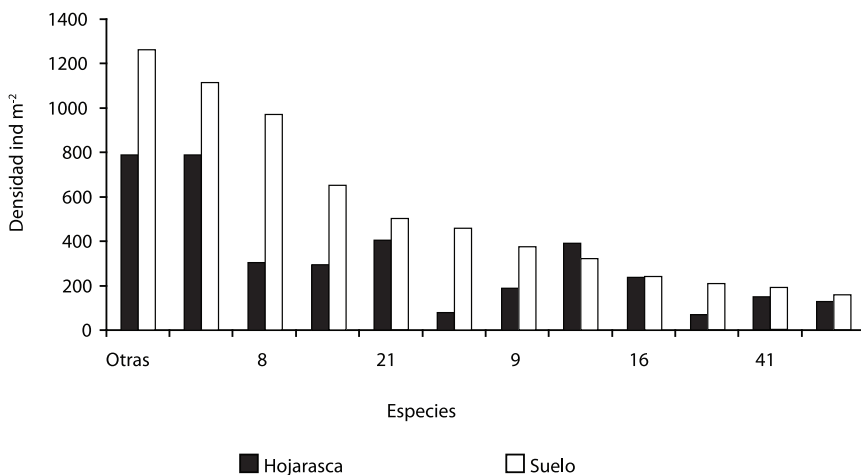


Fig. 3. Densidad de las especies más abundantes en la comunidad de cunáxidos de suelo y hojarasca en las cuencas 1 y 4. 5=*Coleoscirus simplex*; 8=*Cunaxa potchensis*, 9=*C. veracruzana*, 15=*Dactyloscirus* sp. nov. 1; 16=*Dactyloscirus* sp. nov. 2; 21=*Armscirus harrisoni*; 22=*Cunaxoides* sp. nov. 1; 23=*Cunaxoides* sp. nov. 2; 40=*Pulaeus* sp. nov. 14; 41=*Pulaeus* sp. nov. 15; 42=*Pulaeus* sp. nov. 16.

Fig. 3. Density of the most abundant cunaxids from soil and litter of watersheds 1 and 4. 5=*Coleoscirus simplex*; 8=*Cunaxa potchensis*, 9=*C. veracruzana*, 15=*Dactyloscirus* sp. nov. 1; 16=*Dactyloscirus* sp. nov. 2; 21=*Armscirus harrisoni*; 22=*Cunaxoides* sp. nov. 1; 23=*Cunaxoides* sp. nov. 2; 40=*Pulaeus* sp. nov. 14; 41=*Pulaeus* sp. nov. 15; 42=*Pulaeus* sp. nov. 16.

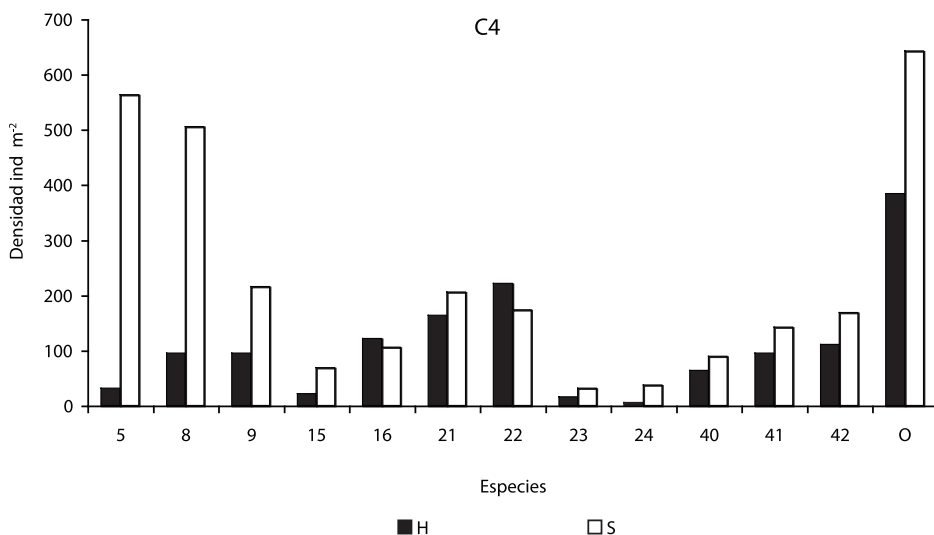


Fig. 4. Estructura de las cuatro comunidades de cunáxidos. 5=*Coleoscirus simplex*; 8=*Cunaxa potchensis*, 9=*C. veracruzana*, 15=*Dactyloscirus* sp. nov. 1; 16=*Dactyloscirus* sp. nov. 2; 21=*Armscirus harrisoni*; 22=*Cunaxoides* sp. nov. 1; 23=*Cunaxoides* sp. nov. 2; 40=*Pulaeus* sp. nov. 14; 41=*Pulaeus* sp. nov. 15; 42=*Pulaeus* sp. nov. 16; O, Otras especies con baja densidad.

Fig. 4. Structure of the four cunaxids communities in Chamela, Jal. 5=*Coleoscirus simplex*; 8=*Cunaxa potchensis*, 9=*C. veracruzana*, 15=*Dactyloscirus* sp. nov. 1; 16=*Dactyloscirus* sp. nov. 2; 21=*Armscirus harrisoni*; 22=*Cunaxoides* sp. nov. 1; 23=*Cunaxoides* sp. nov. 2; 40=*Pulaeus* sp. nov. 14; 41=*Pulaeus* sp. nov. 15; 42=*Pulaeus* sp. nov. 16; O, Others species with low density.

suelo de la selva baja caducifolia de Chamela, Jalisco.

Efecto de la cuenca (C), biotopo (B) y mes (M) sobre la abundancia de las especies de los cunáxidos de Chamela: el análisis de varianza para evaluar el efecto de la C, B, y M, sobre las abundancias de las especies de cunáxidos, mostró efectos diferenciales, como se puede ver en el Cuadro 3. En la mayoría de las especies se presenta un efecto significativo del biotopo (23 spp.) y mes (24 spp.), y sólo cinco especies se encontró un efecto significativo de la cuenca (Cuadro 3).

En las especies *Cunaxa* sp. nov. 3, *Cunaxa* sp. nov. 5, *Dactyloscirus* sp. nov. 4, *Cunaxoides* sp. nov. 2, *Pulaeus* sp. nov. 2, *Pulaeus* sp. nov. 3, *Pulaeus* sp. nov. 4 y *Pulaeus* sp. nov. 6, no se encontró ningún efecto significativo de las variables consideradas (C, B, M), ni de sus interacciones.

Diversidad (H'), Dominancia de Simpson (λ) y equitatividad (J'), de la fauna de cunáxidos: de acuerdo al análisis de la prueba de t, para el índice de diversidad, no se detectaron diferencias significativas entre los biotopos de ambas cuencas ($t=0.30$; $p>0.05$; $gl=241$).

Por lo anteriormente citado, se tomaron en cuenta los datos totales de la diversidad encontrada para las comunidades de suelo y hojarasca. La diversidad es similar en la hojarasca y suelo, así como la riqueza y equitatividad. Sin embargo, en el suelo hubo una mayor dominancia y densidad, por lo tanto un número mayor de especies muy abundantes (Cuadro 1), esto se debe a que hay un número mayor de especies abundantes ($N_1=16, 11$, suelo y hojarasca, respectivamente) y muy abundantes ($N_2=17, 11$), como son: *C. potchensis*, *C. simplex*, *A. harrisoni*, *Cunaxoides* sp. nov. 1 y *Pulaeus* sp. nov. 16 (Cuadro 1). Todo lo contrario se observó en las comunidades de la hojarasca, ambas tiene menor diversidad, equitatividad, riqueza, diversidad (H'), dominancia (λ), así como una mayor uniformidad (J'); existe también una presencia menor de especies abundantes ($E5=0.77$) y por lo tanto hay una mayor codominancia entre las especies.

Coefficiente de similitud faunística de Sørensen entre las comunidades de cunáxidos: el índice de Sørensen nos ayuda a determinar el posible cambio o efecto sobre la composición de las comunidades de cunáxidos. Los valores de similitud fueron mayores entre los biotopos de la hojarasca que los del suelo, como se puede ver en el Cuadro 4. En las comunidades de ambas cuencas tuvieron mucha similitud en su composición y comparan las mismas especies (Cuadro 1). Como se puede ver en el Cuadro 4, la mayor diferencia estuvo entre las comunidades de HC1-SC4, HC1-SC1 y HC4-SC1.

Variación temporal de la densidad, diversidad (H'), dominancia de Simpson (λ) y equitatividad (J') de la fauna de cunáxidos: se observaron variaciones tanto en la densidad como en la diversidad en el período de estudio, en el suelo y en la hojarasca. En general, en la hojarasca las mayores densidades se presentaron en febrero, octubre y noviembre; mientras que para el suelo fueron en marzo, mayo, agosto, octubre y diciembre. En la hojarasca los meses con mayor diversidad y riqueza fueron: febrero, octubre y noviembre; sin embargo en el suelo, sólo en agosto. La diversidad y riqueza se vio afectada por la densidad en las cuatro comunidades, siendo más notoria en las comunidades de hojarasca de marzo a junio, esto debido a que es un sustrato sensible a los cambios climático. En ambos biotopos la equitatividad fue más constante en el transcurso del año.

En las comunidades de la hojarasca abril a julio mostraron una disminución en su diversidad, riqueza, densidad y un número menor de especies dominantes, sólo la equitatividad fue mayor durante todo el año, las poblaciones de cunaxidos fueron más homogéneas. Se incrementó el índice de dominancia de Simpson (λ) en la HC1 en febrero, junio, agosto, septiembre y octubre, las especies más dominantes fueron: *Cunaxa* sp. nov. 1, *Cunaxa* sp. nov. 2, *Dactyloscirus* sp. nov. 1, *Cunaxoides* sp. nov. 2 y *Scutascirus* sp. nov. 1. Mientras que en al hojarasca fueron abril y octubre con las

CUADRO 3

MANOVA, para las especies de cunáxidos encontrados en el suelo y hojarasca en las cuencas 1 y 4 en Chamela, Jalisco. Cuenca (C); Biotopo (B); Mes (M). (gl, C, B, CxB = 1, 432; gl, M, CxM, BxM, CxBxM = 11, 432; no significativo = n.s.; significativo con un * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.005$; *** = $p < 0.0005$)

TABLE 3

MANOVA, cunaxids species found in the litter and soil in the watersheds 1 and 4 in Chamela, Jalisco. watershed (C); Biotope (B); Month (M). (gl, C, B, CxB = 1, 432; gl, M, CxM, BxM, CxBxM = 11, 432; not significant = n.s.; significant with a * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.005$; *** = $p < 0.0005$)

	C		B		M		CxB		CxM		BxM		CxBxM	
<i>Pseudobonzia</i> sp. nov. 2	12	**	12	***	2.46	**	8.2	**	1.3	n.s.	3	**	2.1	*
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 15	3.9	*	4.9	*	3	**	0.5	n.s.	2.8	**	2.2	*	1.8	*
<i>Dactyloscirus</i> sp. nov. 5	0.1	n.s.	8.4	**	6.7	***	0.2	n.s.	3.2	***	7.4	***	3.2	***
<i>Cunaxoides</i> sp. nov. 2	4.1	*	0	n.s.	2.1	*	19	***	2	*	3.8	***	1.6	n.s.
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 9	2.8	n.s.	7.8	n.s.	3.4	***	3.1	*	2.3	*	4.1	***	3.3	***
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 14	0	n.s.	22	***	2.2	*	0	n.s.	1.9	*	2.6	**	1.9	*
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 16	2.4	n.s.	13	***	1.9	*	11	**	1.8	*	4.6	***	0.9	n.s.
<i>Neocunaxoides</i> sp. nov. 1	0.7	n.s.	4.6	*	6.2	***	1.5	n.s.	2.3	**	5.1	***	1.5	n.s.
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 1	0.1	n.s.	1.7	n.s.	4	***	2.7	n.s.	4.9	***	2.3	**	2.3	*
<i>Neoscirula</i> sp. nov. 1	1	n.s.	6.2	*	1.4	n.s.	1	n.s.	1.9	*	1.4	n.s.	1.9	*
<i>Coleoscirus simplex</i>	0.8	n.s.	57	***	3.1	**	1.3	n.s.	1.3	n.s.	2.4	**	0.5	n.s.
<i>Cunaxa potchensis</i>	0.4	n.s.	57	***	3.3	***	1.3	n.s.	0.9	n.s.	2.6	**	0.5	n.s.
<i>Dactyloscirus</i> sp. nov. 1	1.5	n.s.	27	***	3	**	0.8	n.s.	0.6	n.s.	3.4	***	0.7	n.s.
<i>Dactyloscirus</i> sp. nov. 3	0.9	n.s.	6.3	*	3.1	**	3	n.s.	1.6	n.s.	2.5	**	1.2	n.s.
<i>Armascirus harrisoni</i>	1.8	n.s.	18	***	3.3	***	0	n.s.	0.5	n.s.	2.2	*	0.6	n.s.
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 7	0	n.s.	2.4	*	1.6	*	0.3	n.s.	2.1	n.s.	1.9	n.s.	2.1	**
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 8	1.4	n.s.	6.4	*	1.9	*	0.8	n.s.	1	n.s.	1.5	n.s.	2.5	**
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 12	8.5	**	0	n.s.	2.4	**	0	n.s.	2.4	**	1.1	n.s.	1.1	n.s.
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 17	12	**	12	**	0.8	n.s.	12	**	0.8	n.s.	0.8	n.s.	0.8	n.s.
<i>Neoscirula</i> sp. nov. 2	0	n.s.	8.6	***	3.6	***	0.4	n.s.	1.3	n.s.	1.3	n.s.	1.5	n.s.
<i>Cunaxa</i> sp. nov. 4	0.2	n.s.	9.6	**	1	n.s.	0.3	n.s.	1.1	n.s.	1.9	*	1	n.s.
<i>Dactyloscirus</i> sp. nov. 6	1.6	n.s.	2.3	n.s.	1.9	*	0.2	n.s.	0.3	n.s.	2.2	*	0.4	n.s.
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 5	0.5	n.s.	0.6	n.s.	2.4	**	0.4	n.s.	0.5	n.s.	2.7	**	0.5	n.s.
<i>Neoscirula</i> sp. nov. 3	1.2	n.s.	4.3	*	1.4	n.s.	1.2	n.s.	1.7	n.s.	1.4	n.s.	1.7	n.s.
<i>Scutascirus</i> sp. nov. 1	0	n.s.	17	***	1.1	n.s.	0.8	n.s.	1.4	n.s.	0.9	n.s.	1.5	n.s.
<i>Pseudobonzia</i> sp. nov. 1	1.9	n.s.	7.4	**	1.7	n.s.	1.9	n.s.	1.1	n.s.	1.7	n.s.	1.1	n.s.
<i>Cunaxa veracruzana</i>	3.7	n.s.	3.7	n.s.	2.6	**	2.7	n.s.	1.3	n.s.	1.3	n.s.	2	n.s.
<i>Cunaxa</i> sp. nov. 1	1.4	n.s.	1.1	n.s.	0.6	n.s.	0.4	n.s.	1.8	n.s.	2.2	*	1.2	n.s.
<i>Cunaxa</i> sp. nov. 2	0.5	n.s.	0	n.s.	3.6	***	0	n.s.	1	n.s.	1.8	n.s.	0.8	n.s.
<i>Dactyloscirus</i> sp. nov. 2	0.6	n.s.	9.7	**	1.5	n.s.	0.1	n.s.	0.8	n.s.	1.1	n.s.	0.8	n.s.
<i>Cunaxoides</i> sp. nov. 3	0	n.s.	20	***	0.7	n.s.	0.2	n.s.	1.7	n.s.	1	n.s.	1.2	n.s.
<i>Pulaeus pectinatus</i>	1	n.s.	1.6	n.s.	2.9	**	1.2	n.s.	1.2	n.s.	1.4	n.s.	1.4	n.s.
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 10	0	n.s.	0.5	n.s.	2.3	*	0.5	n.s.	0.5	n.s.	1.7	n.s.	0.7	n.s.
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 11	4	*	1	n.s.	1.7	n.s.	1	n.s.	1.7	n.s.	0.4	n.s.	0.4	n.s.
<i>Pulaeus</i> sp. nov. 13	0.5	n.s.	6.5	*	1.2	n.s.	2.3	n.s.	1.5	n.s.	1.6	n.s.	1.4	n.s.

CUADRO 4

Coefficiente de similitud faunística de Sörensen entre las cuatro comunidades de cunáxidos

TABLE 4
Sörensen's similarity coefficient among four cunaxids communities

	HC1	HC4	SC1	SC4
HC1	*	75	56	48
HC4	*	*	58	57
SC1	*	*	*	74
SC4	*	*	*	*

especies *C. veracruzana* y *Cunaxa* sp. nov. 1. (Fig. 5 y 6).

En las comunidades del suelo de febrero a junio fueron los meses más heterogéneos, ya que presentaron una baja equitatividad y dominancia; con una alta diversidad, riqueza y densidad; las especies dominantes en ambas comunidades fueron: *C. simplex*, *C. potchensis* y *Pulaeus* sp. nov. 16 y sólo *C. simplex* en el SC4 (Fig. 5 y 6).

Por lo tanto, podemos concluir que las especies: *C. simplex*, *C. potchensis*, *Cunaxa* sp. nov. 1, *Cunaxa* sp. nov. 2, *C. veracruzana*, *Dactyloscirus* sp. nov. 2, *A. harrisoni*, *Cunaxoides* sp. nov. 1, *Cunaxoides* sp. nov. 2, *P. pectinatus*, *Pulaeus* sp. nov. 14, *Pulaeus* sp. nov. 15 y *Pulaeus* sp. nov. 16 *Scutascirus* sp. nov.1 fueron las especies más representativas en el suelo y hojarasca de Chamela. Con respecto a la distribución en el transcurso del año, se observó que en la hojarasca de las dos cuencas, en febrero, fue en donde la mayoría de las especies presentaron una mayor densidad, mientras que en el suelo tuvo su incremento de febrero a junio en ambas cuencas; pero también el SC1 presentó un aumento en el número de ejemplares en diciembre y en el SC4 en octubre (Fig. 6).

Al estudiar la distribución de la densidad de las cuatro comunidades de cunáxidos en la época de lluvias (julio a noviembre) y sequía (diciembre a junio); en el suelo de ambas comunidades hubo un incremento en su densidad en la época seca, pero en la HC1 fue casi similar en ambos períodos; sin embargo, la HC4 fue la

única comunidad que su densidad fue mayor en época de lluvias (Fig. 7). Las especies más abundantes en el suelo en la época seca fue *C. potchensis* y en la época húmeda lo fue *A. harrisoni*. Mientras que en la hojarasca en el periodo seco lo fue *A. harrisoni* y en el húmedo *Cunaxoides* sp. nov. 1. La especie que presentó una menor densidad en la hojarasca y suelo en ambos períodos fue *Neoscirula* sp. nov. 2 (Fig. 8).

DISCUSIÓN

De acuerdo con Martínez-Sánchez (1994), en la selva baja caducifolia en Chamela, los Cunaxidae ocupan el primer lugar en abundancia dentro de las familias de los Prostigmata (Cunaxidae, Eupodidae, Pachygnatidae (=Bimichaelidae), Nanorchestidae y Bdellidae). En nuestro estudio, los cunáxidos presentaron una abundancia total de 4 720 individuos (3 325 ejemplares en el suelo, y 1 395 en hojarasca). Comparando su abundancia con otro tipo de medios, en plantaciones de plátano en Brasil, donde se hizo un estudio de suelo orgánico durante 304 días, se observó una abundancia de 82 cunáxidos (Bettioll *et al.* 2002), ésto se debe a que son suelos manejados, y el área de nuestro estudio es un medio más estable y las condiciones son más adecuadas, y por lo tanto hay más disponibilidad de presas. Athias *et al.* (1974), encontraron que los bdélidos fueron más abundantes que los Cunaxidae en un ecosistema tropical húmedo en la sabana de Lamto.

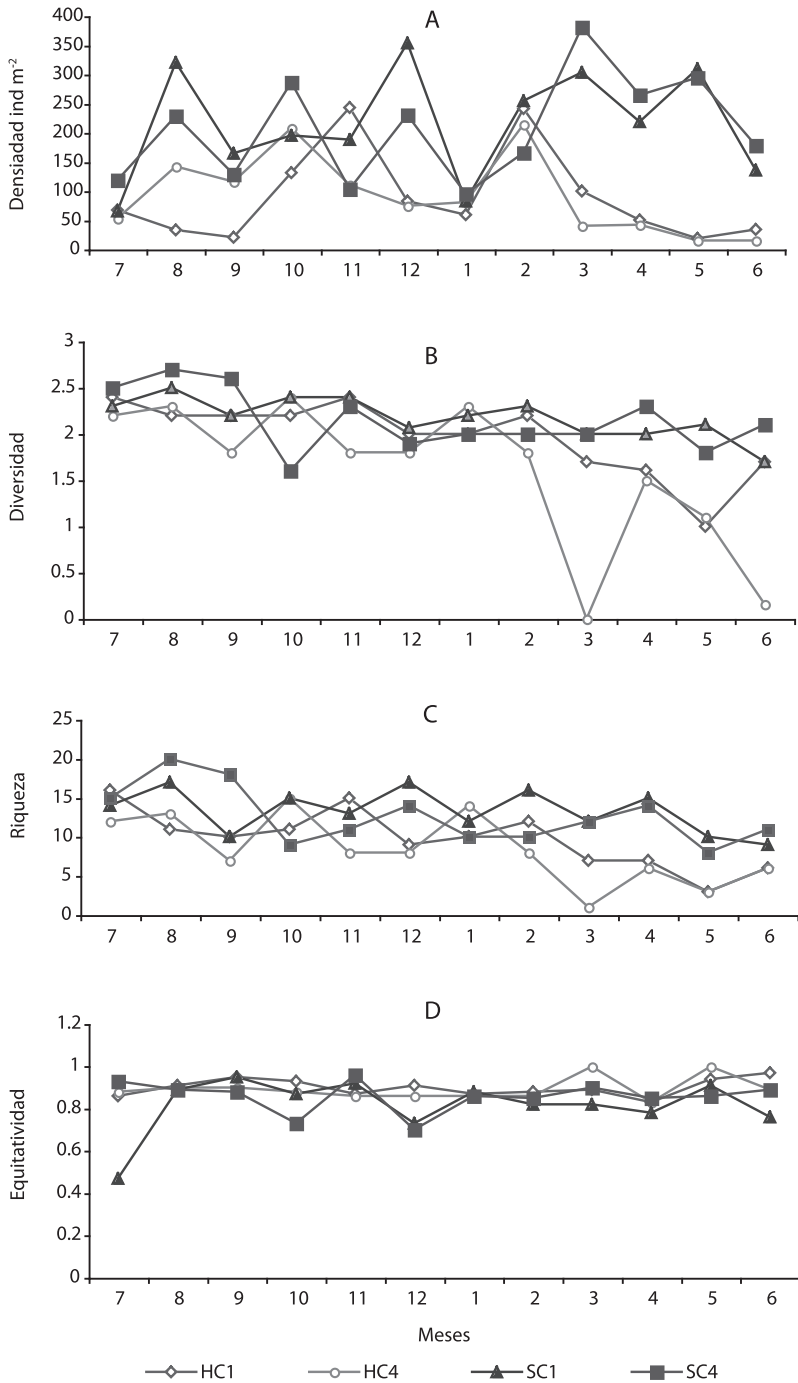


Fig. 5. Variación temporal en las cuatro comunidades de cunaxidos en la EBCH en Jalisco, México. A. Densidad (ind m⁻²); B. Índice de diversidad de Shanon (H'); C. riqueza; D. índice de Equitatividad de Pielou (J').

Fig. 5. Temporal variation in the four cunaxids communities in the EBCH in Jalisco, Mexico. A. Density (ind m⁻²); B. Shanon's diversity index (H'); C. richness; D. Pielou's evenness index (J').

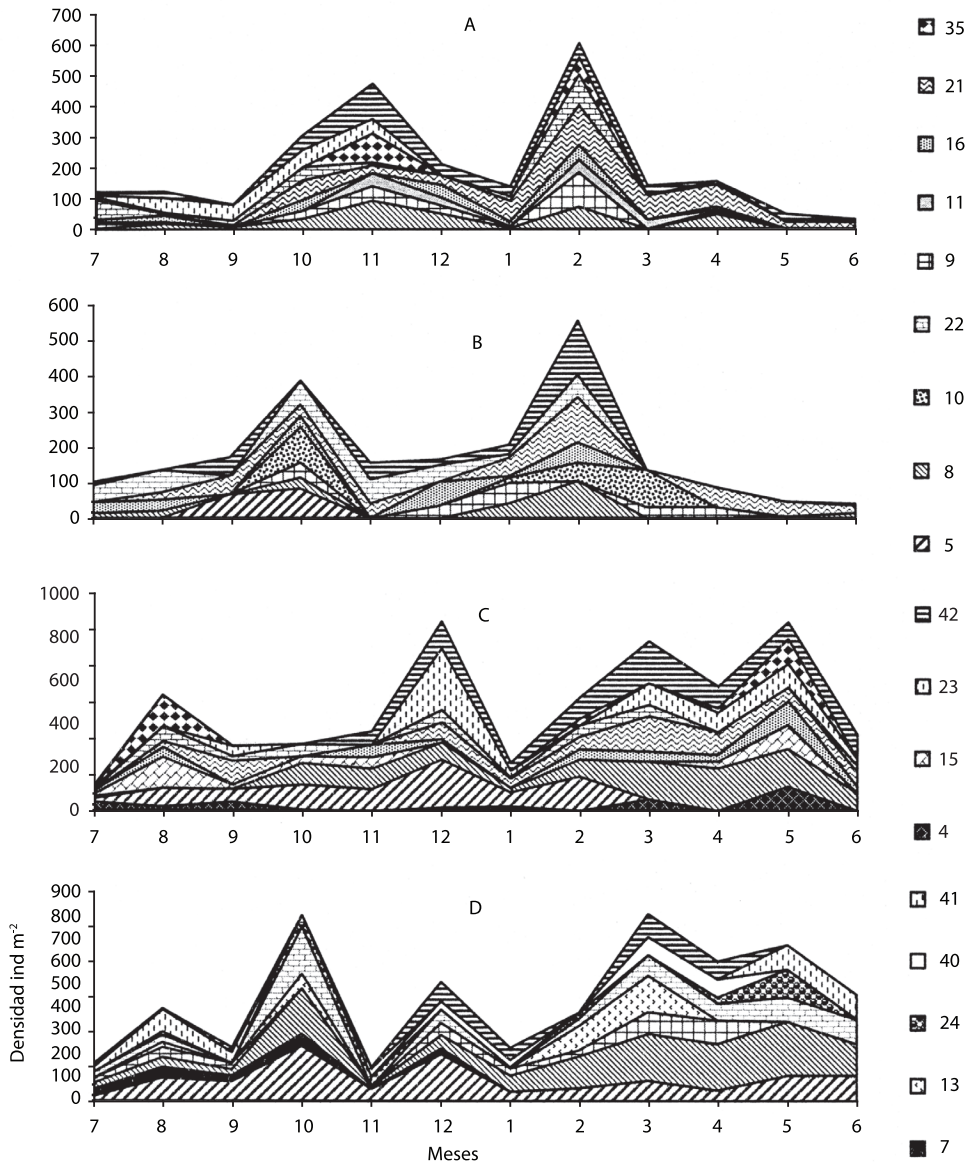


Fig. 6. Variación temporal de las especies más abundantes en las cuatro comunidades de EBCH en Chamela, Jalisco. A. Hojarasca cuenca 1; B. Hojarasca cuenca 4; C. Suelo cuenca 1; D. Suelo cuenca 4. 4=*Scutascirus* sp. nov. 1; 5=*Coleoscirus simplex*, 7=*Pseudobonzia* sp. nov. 2; 8=*Cunaxa potchensis*; 9=*C. veracruzana*; 10=*Cunaxa* sp. nov. 1; 11=*Cunaxa* sp. nov. 2; 13=*Cunaxa* sp. nov. 4; 15=*Dactyloscirus* sp. nov. 1; 16=*Dactyloscirus* sp. nov. 2; 21=*Armascirus harrisoni*; 22=*Cunaxoides* sp. nov. 1; 23=*Cunaxoides* sp. nov. 2; 24=*Cunaxoides* sp. nov. 3; 35=*Pulaeus pectinatus*; 40=*Pulaeus* sp. nov. 14; 41=*Pulaeus* sp. nov. 15; 42=*Pulaeus* sp. nov. 16.

Fig. 6. Temporal variation of the most abundant species in the four communities of EBCH in Chamela, Jalisco. A. litter watershed 1; B. litter watershed 4; C. soil watershed 1; D. soil watershed 4. 4=*Scutascirus* sp. nov. 1; 5=*Coleoscirus simplex*, 7=*Pseudobonzia* sp. nov. 2; 8=*Cunaxa potchensis*; 9=*C. veracruzana*; 10=*Cunaxa* sp. nov. 1; 11=*Cunaxa* sp. nov. 2; 13=*Cunaxa* sp. nov. 4; 15=*Dactyloscirus* sp. nov. 1; 16=*Dactyloscirus* sp. nov. 2; 21=*Armascirus harrisoni*; 22=*Cunaxoides* sp. nov. 1; 23=*Cunaxoides* sp. nov. 2; 24=*Cunaxoides* sp. nov. 3; 35=*Pulaeus pectinatus*; 40=*Pulaeus* sp. nov. 14; 41=*Pulaeus* sp. nov. 15; 42=*Pulaeus* sp. nov. 16.

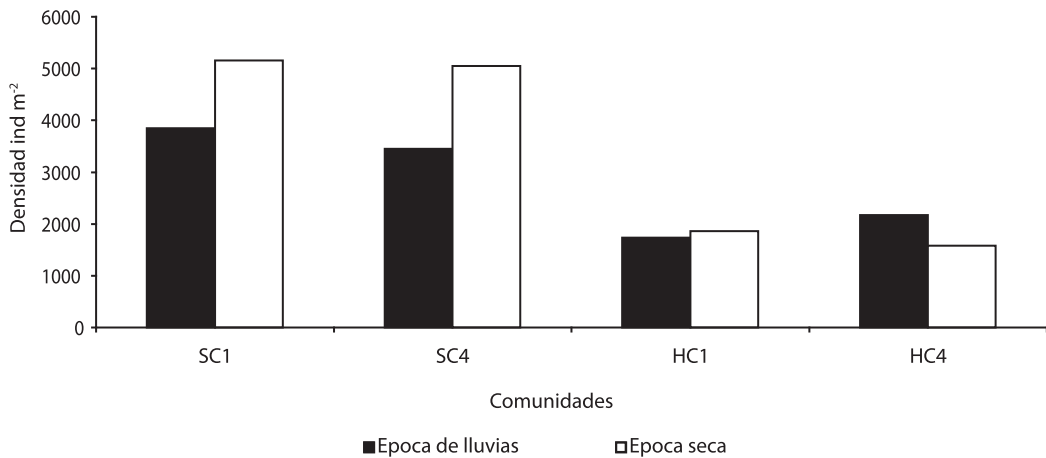


Fig. 7. Densidad total de las cuatro comunidades, agrupadas en la época seca y de lluvias en la selva baja caducifolia, Chamela, Jalisco.

Fig. 7. Total density of the four communities, in the dry and rainy periods, tropical dry forest, Chamela Biological Station, Jalisco.

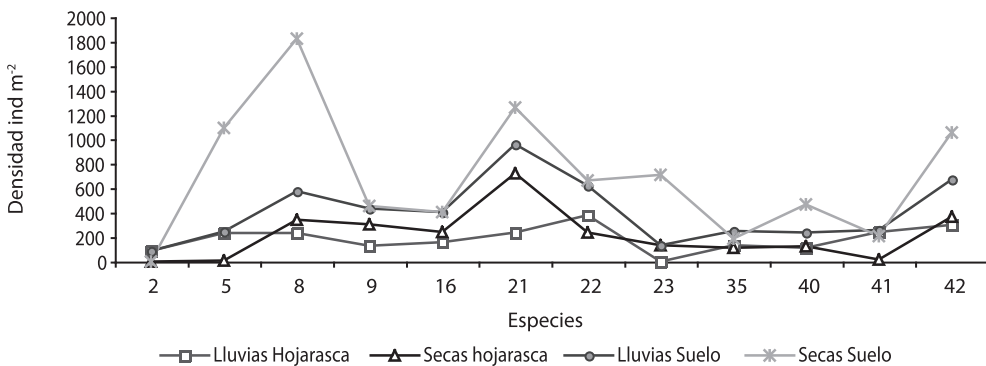


Fig. 8. Especies más abundantes en la época seca y húmeda en Chamela, Jal. 2=*Neoscirula* sp. nov. 2; 5=*Coleoscius simplex*; 8=*Cunaxa potchensis*; 9=*C. veracruzana*; 16=*Dactyloscius* sp. nov. 2; 21=*Armscius harrisoni*; 22=*Cunaxoides* sp. nov. 1; 23=*Cunaxoides* sp. nov. 2; 35=*Pulaeus pectinatus*; 40=*Pulaeus* sp. nov. 14; 41=*Pulaeus* sp. nov. 15; 42=*Pulaeus* sp. nov. 16.

Fig. 8. Species with the highest density in the dry and rainy seasons in Chamela, Jalisco. 2=*Neoscirula* sp. nov. 2; 5=*Coleoscius simplex*; 8=*Cunaxa potchensis*; 9=*C. veracruzana*; 16=*Dactyloscius* sp. nov. 2; 21=*Armscius harrisoni*; 22=*Cunaxoides* sp. nov. 1; 23=*Cunaxoides* sp. nov. 2; 35=*Pulaeus pectinatus*; 40=*Pulaeus* sp. nov. 14; 41=*Pulaeus* sp. nov. 15; 42=*Pulaeus* sp. nov. 16.

También en un estudio realizado por Vázquez (2002) en una selva baja caducifolia, en la zona litoral de México, se cita una abundancia de 100 ejemplares de cunáxidos, en un muestreo que se hizo durante tres años por medio de trampas de pitfall. Estas diferencias tal vez

se deban al tipo de vegetación y clima, el cual influye sobre las especies, así como el que tengan requerimientos ecológicos particulares y al tipo de muestreo. Otro factor puede ser que los organismos edáficos tienen la tendencia a formar poblaciones agregadas, lo que origina

una variación en el número de especies dentro de una serie de muestras. En nuestra investigación, en algunas unidades de muestreo, los recuentos fueron muy bajos (inclusive cero) y en otras muy elevados como lo mencionan Astudillo *et al.* (1966).

Tomando en cuenta la estimación de la abundancia y densidad de los biotopos, las cuencas presentaron un comportamiento semejante. Además, es importante señalar que las comunidades de cunáxidos tuvieron un número mayor de organismos en el suelo, debido a que en las zonas estudiadas no se observó un verdadero extracto de hojarasca, por lo tanto los factores ambientales y biológicos actúan de una manera más drástica. Santos *et al.* (1981) consideran que un buen aporte de hojarasca sirve como un reservorio de nutrientes, el cual puede influir en la abundancia de los organismos. Cuando las condiciones microclimáticas son críticas, los organismos tienden a adaptarse a un hábitat más estable (capas menos superficiales del suelo), como lo menciona Whitford (1984), y para protegerse de los cambios de temperatura suelen presentar movimientos verticales en el mantillo y los 20 primeros centímetros del suelo.

Medir la abundancia relativa y coeficiente de frecuencia de cada especie de cunáxidos, nos permitió identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales, o a otros factores. En este estudio el coeficiente de frecuencia todas las especies fue accidental (100 %), y su abundancia relativa tuvo un 30 % de especies raras en ambas cuencas y biotopos; los ecólogos dan varias explicaciones a este comportamiento, ya que consideran que el reparto de los recursos, da como resultado que la abundancia de las especies, en algunos casos, es equivalente a la parte del espacio del nicho que ocupan o prefieren éstas. Otro factor podría ser su diversidad temporal, como pueden ser las diferentes actividades diarias, ya que existe especies diurnas y nocturnas, que dan como resultado la presencia de especies “temporales”, especies que no son residentes permanentes, y que están de paso, las

cuales podría estar incrementando el número de especies en cada muestreo (Magurran 1989).

Las especies más dominantes de las comunidades de cunáxidos fueron: *C. potchensis*, *A. harrisoni*, *Cunaxoides* sp. nov. 1, *Pulaeus* sp. nov. 16, *C. veracruzana*, *C. simplex*, *Dactyloscirus* sp. nov. 2 y *Cunaxoides* sp. nov. 2, tales especies presentan características morfológicas de los organismos hemiedáficos ó euedáficos, los cuales deben tener modificaciones para facilitar sus movimientos en el suelo, y en estos cunáxidos presentan el cuerpo pequeño y alargado (alargamiento del idiosoma entre el intervalo de las patas II y III) y poco plano, no esclerosado, con estriaciones, sin pigmentación, así como tener los pedipalpos y quelíceros cortos ó reducidos (tarsos) para poder pasar a través de suelo, sedas del cuerpo cortas, y las patas sus tarsos y tibias cortos y delgados, lo que los hacer tener movimientos rápidos (Rapoport 1970, Lindquist y Palacios-Vargas 1991, Villani *et al.* 1999). Además de lo anterior, se puede inferir que el clima estacional que presenta la zona de estudio, pudo provocar agregación de los cunáxidos en zonas con mejor condiciones, y el suelo es un medio más estable, en el cual los cambios climáticos no son tan drásticos como en la hojarasca, y por lo tanto, influyen indudablemente en su abundancia y riqueza.

Comparando el comportamiento de otros microartrópodos edáficos estudiados en la misma zona y biotopos, como son los colémbolos, con los datos obtenidos con cunáxidos, observamos que la Familia Isotomidae y Onychiridae coinciden en sus patrones de densidad con las especies *A. harrisoni*, *C. simplex*, *Dactyloscirus* sp. nov. 2, *P. pectinatus*, *Pulaeus* sp. nov. 15 y *Pulaeus* sp. nov. 16, *C. veracruzana*, *Cunaxoides* sp. nov. 2, *C. potchensis* y *C. simplex* (Gómez-Anaya 1998, Gómez-Anaya y Palacios-Vargas 2004). Por otro lado, en un estudio realizado por Walter y Kaplan (1991) sobre los hábitos alimenticios de los géneros *Pulaeus*, *Cunaxa* y *Dactyloscirus*, se encontró que se alimentan de algunos grupos de colémbolos (Isotomidae y Onychiridae), lo que nos hace suponer que el comportamiento

sea similar en los colémbolos (presas) y los cunáxidos (depredadores), y que cuando hay mayor disponibilidad de recursos y factores abióticos (humedad, temperatura, porosidad, materia orgánica) en un sitio determinado, esto propicia la agregación de los individuos

En las comunidades del suelo las especies más importantes fueron: *C. simplex*, *C. potchensis*, *A. harrisoni*, *Cunaxoides* sp. nov. 1 y *Pulaeus* sp. nov. 16, probablemente estas especies se encuentren cumpliendo un papel ecológico específico, modificando la densidad de las poblaciones de los cunáxidos, dentro de este ecosistema (selva baja caducifolia), y sean unas especies generalistas eficientes las cuales utilicen los recursos intensamente, y al existir una gran competencia, desplacen a las especies menos abundantes y competitivas.

La variación temporal en las comunidades de los cunáxidos presentó un comportamiento distinto, esto se debe a que los factores abióticos (temperatura, precipitación, humedad y composición del suelo y cobertura vegetal) y los bióticos (competencia y depredación), se encuentran estrechamente relacionados con la abundancia y distribución de los organismos. Los resultados durante el desarrollo de esta investigación, al analizar la densidad que presentan las cuencas y biotopos, nos permiten señalar que ambos siguen una conducta semejante, el suelo sobresalió en abundancia, presentando dos picos máximos, uno después de la época húmeda y el otro después de la lluvia atípica de enero. Mientras que en la hojarasca se presentaron en febrero, noviembre. El comportamiento de los cunáxidos fue semejante al que en general se presenta en los ácaros y en particular los Prostigmata, ya que su densidad incrementa después de los períodos de lluvia (Luxton 1981). Quizá también se relacione con otros factores, como pueden ser la densidad de otros depredadores y la cantidad de presas disponibles, como los son los colémbolos, oribátidos, nemátodos y Tydeidae (Walter y Kaplan 1991). Un comportamiento contrario se observó con las especies de bdélicos (Mejía-Recamier 1997), esto tal vez se deba a que existe una competencia más intensa por

el alimento y espacio entre los miembros de la comunidad (intraespecífica ó interespecífica) en esta época, lo que determina la abundancia de estos organismos y la Familia Cunaxidae sea un depredador más eficiente en este medio.

Tomando en cuenta sólo a los biotopos, en la hojarasca los índices de diversidad, equidad y riqueza disminuyeron. En general la hojarasca se considera como un microhábitat temporal e inestable, el cual sustenta una gran variedad de especies accidentales y raras. De acuerdo a lo mencionado por Coddington *et al.* (1996), las especies raras incrementan la estimación de la riqueza, pero no son miembros permanentes de las comunidades que están siendo estimadas. Por otro lado, en el suelo dominan un número menor de especies, y puede deberse a que sólo algunas especies se especializan a un biotopo determinado, ó si las condiciones son mejores, debido al aumento de producción de frutos, flores y de hojarasca, se provoca que tengan movimientos tanto verticales y como horizontales. Como los cunáxidos son depredadores muy activos, tienden a buscar presas en lugares en donde hay buenas condiciones, como puede ser el suelo y la hojarasca.

El índice de diversidad y riqueza anual que se observó en las diferentes comunidades de cunáxidos, revela que fue constante la mayor parte del año, pero abril desciende en la HC4, esto lo podemos asociar con los factores abióticos como la precipitación atípica, que fue la más elevada que se ha citado en esta zona, además el tamaño y contenido de hojarasca que fue el mes con un menor contenido, las cuales afectaron de cierta forma a las comunidades. Se ha observado que cuando se presentan situaciones extremas de perturbación, así como escasez de recursos, da como resultado una disminución de la diversidad y riqueza.

El índice de similitud que se obtuvo en las cuatro comunidades reflejan una elevada similitud entre las comunidades, las que presentaron el más alto índice de similitud fueron el SC1 y SC4 con la HC1 y HC4 (75 %), esto tal vez se deba a que tales comunidades presentaron semejante equidad, diversidad y riqueza, lo que hace que presenten una alta similitud.

La actividad de los depredadores es esencial para el buen funcionamiento de todos los ecosistemas terrestres, por lo tanto los cunáxidos juegan un papel importante dentro de los distintos ecosistemas ya que intervienen en la regulación de las poblaciones. Por lo que es necesario conocer la estructura de las comunidades de los depredadores benéficos, para poder establecer las relaciones entre la estructura y fenología vegetal.

Sus funciones dentro de las cadenas tróficas, pueden ser las de suprimir en las poblaciones a los individuos no adaptados o enfermos, así como prevenir la superpoblación, ya que una población que no esta regulada eficazmente por una serie de factores externos, puede transformarse en plaga. Sin embargo, por lo común existe un equilibrio de las poblaciones naturales, en el cual juegan un papel decisivo los depredadores. Los cunáxidos, en particular, regulan las poblaciones de algunos colémbolos y ácaros que causan daños a cultivos, por lo que se les considera como eficaces en el control biológico (Muma 1960, Schruft 1971, Kethley 1982, Tawfik 1984, May 2001).

El presente trabajo constituye uno de los pocos enfocados hacia el estudio de los patrones de distribución espacial y temporal de los cunáxidos en suelos, y el gran número de especies nuevas encontradas, que actualmente se encuentran en estudio (Mejía-Recamier y Palacios-Vargas, en prep.), pone en evidencia la diversidad del grupo y su importancia faunística y ecológica en los suelos de México.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue realizado con material obtenido del proyecto DGAPA IN-7820/20 "Efectos del uso de una selva baja caducifolia sobre la fauna de artrópodos". Agradecemos a José Antonio Gómez Anaya y Alicia Rodríguez Palafox por la recolecta y procesamiento de las muestras de suelo y hojarasca. Este trabajo está dedicado a la memoria de Alicia Rodríguez Palafox.

RESUMEN

Se estudió la variación espacial y temporal de la estructura de la comunidad de los cunáxidos edáficos de una selva baja caducifolia en Chamela, Jalisco, México. Se tomaron muestras mensuales de suelo y hojarasca durante un año (Julio 1991-Junio 1992) en dos cuencas. Registramos 43 especies, para las cuales se proporciona su abundancia, frecuencia, abundancia relativa, riqueza, densidad, diversidad, equitatividad y rareza. El número de especies fue similar en el suelo y la hojarasca, pero ambos biotopos difirieron en su composición. La mayor densidad se encontró en el suelo con 5 074 ind m⁻². *Pulaeus* fue el género que presentó la mayor riqueza. De acuerdo a la permanencia y abundancia relativa, las especies dominantes, tanto en el suelo y como en la hojarasca, fueron: *Colescirus simplex*, *Cunaxa potchensis*, *Armascirus harrisoni* y *Pulaeus* sp. nov. 16. El suelo presentó una mayor dominancia y densidad, siendo *C. potchensis*, *C. simplex*, *A. harrisoni* *Cunaxoides* sp. nov. 1 y *Pulaeus* sp. nov. 16 las especies más abundantes. En la hojarasca se registró una mayor variación temporal en cuanto a densidad, diversidad y riqueza entre abril a junio, y en el suelo de septiembre a noviembre.

Palabras clave: cunáxidos, diversidad, riqueza, variación estacional, suelo, hojarasca.

REFERENCIAS

- Athias, F., G. Josens, P. Lavelle & R. Schaefer. 1974. Les microarthropodes du sol de la Savane de Lamto. Bull. Liaison Chercheurs de Lamto 5: 55-89.
- Astudillo, V.M., A. Morales & R. Loyola. 1966. Problemas en el análisis estadístico de poblaciones con distribución contagiosa. Programa en Biología del Suelo. Coloquio Latinoamericano de Biología del Suelo, UNESCO, México DF: 359-369.
- Baker, E.W. & A. Hoffmann. 1948. Ácaros de la familia Cunaxidae. An. Esc. Nac. de Cienc. Biol. Méx. 5: 229-273.
- Bettiol W., R. Ghini, J.A. Haddad, M.A. Vieira. 2002. Soil organisms in organic and conventional cropping systems. Sci. Agric. 59: 565-572.
- Bullock, S.H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco and trends in south coastal region of Mexico. Arch. Met. Geoph. Biocl. 36: 297-316.
- Bullock, S.H. 1988. Rasgos del ambiente físico y biológico de Chamela, Jalisco, México. Folia Entomol. Mex. 77: 5-17.

- Cervantes, S.L., M. Maass & R. Domínguez. 1988. Relación lluvia- escurrimiento en un sistema pequeño de cuencas de Selva Baja Caducifolia. *Ingeniería Hidráulica en México* 3: 24-30.
- Coddington, J.A., L.H. Young & F.A. Coyle. 1996. Estimating spider species richness in a Southern Appalachian cave hardwood forest. *J. Arac.* 24: 111-128.
- Cotler, H., E. Durán & Ch. Siebe. 2002. Caracterización morfo-edaológica y calidad de sitio de un bosque tropical caducifolio, p. 17-79. *In* F.A. Noguera, J.H. Vega R., A.N. García A. & M. Quezada A. (eds). *Historia Natural de Chamela*, Instituto de Biología, UNAM, México.
- De la Garza, J. 2003. Efecto de las prácticas sobre la mesofauna edáfica con énfasis en Collembola. Tesis Profesional, Universidad Nacional Autónoma México, D.F., México.
- Estrada, E.G. & I. Sánchez. 1986. Ácaros del suelo de dos zonas del Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis Profesional. ENEP. Iztacala, Universidad Nacional Autónoma México, D.F., México.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., México.
- García-Oliva, F., A. Camou & J.M. Maass. 2002. El clima de la región central de la costa del Pacífico mexicano, p. 3-10. *In* F.A. Noguera, J.H. Vega R., A.N. García A & M. Quezada A. (eds). *Historia Natural de Chamela*, Instituto de Biología, UNAM, México.
- Gómez-Anaya, J.A. 1998. Ecología de Collembola (Hexapoda: Apterygota) de Chamela, Jalisco, México. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma México, D.F., México.
- Gómez-Anaya, J.A. & J.G. Palacios-Vargas. 2004. Structure and composition of litter and soil Poduromorpha assemblages (Hexapoda: Entognatha: Collembola) from a tropical dry forest in western Mexico. *Folia Entomol. Mex.* 43: 215-225.
- Kethley, J. 1990. Acarina: Prostigmata (Actinedida), p. 667-756. *In* D.L. Dindal (ed). *Soil Biology Guide*. Wiley, Nueva York, EEUU.
- Kethley, J. 1982. Acariformes, p. 117-146. *In* S.P. Baker (ed). *Synopsis and classification of living organisms*. McGraw-Hill, Nueva York, USA.
- Lindquist, E.E. & J.G. Palacios-Vargas. 1991. Proterorhagiidae (Acari: Endeostigmata), a new Family of Rhagidid-like mites from Mexico. *Acarol.* 32: 341-363.
- Lott, E.J. & T.H. Atkinson. 2002. Biodiversidad y fitogeografía de Chamela-Cuixmala, Jalisco, p. 83-97. *In* F.A. Noguera, J.H. Vega R., A.N. García A. & M. Quezada A. (eds). *Historia Natural de Chamela*, Instituto de Biología, UNAM, México.
- Ludwing, J. & J. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology. A primer on methods and Computing*. Wiley-Interscience, Nueva York, EEUU.
- Luxton, M. 1981. Studies on the prostigmatic mites of a Danish beech wood. *Pedobiologia* 23: 1-8.
- Magurran, A.E. 1989. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University, Nueva Jersey, EEUU.
- Martínez-Yrizar, A., J.M. Maass, A. Pérez-Jiménez & J. Sarukhán. 1996. Net primary productivity of a tropical deciduous forest ecosystem in western Mexico. *J. Trop. Ecol.* 12: 169-175.
- Martínez-Sánchez, J. 1994. Análisis cuantitativo de los ácaros Prostigmata edáficos de la selva de Chamela, Jalisco. *In* Sociedad Mexicana de Entomología. Resumen XXIX. Congreso Nacional de Entomología, México DF, México.
- Mejía-Recamier, B.E. 1997. Aspectos ecológicos de los ácaros de la Familia Bdellidae de Chamela, Jalisco. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma México, D.F., México.
- Michocka, S. 1987. Polskie roztocze (Acari) Zrodzin Bdellidae I. Cunaxidae. *Monogr. faun. Pol.* 14: 1-120.
- Moreno-Moreno, J.A. 1996. Soil mites from the high altitude pine forest in Central Mexico, p. 579-584. *In* R. Mitchell, D.J. Horn, G.R. Needham & W.C. Welbourn (eds). *Acarology IX, Proceedings*. Ohio Biological Survey, Columbus, Ohio.
- Muma, M.H. 1960. Predatory of the Family Cunaxidae associated with citrus in Florida. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 53: 321-326.
- Patiño, M.C. 1990. Variación espacial y temporal de la capa de hojarasca (mantillo) en una selva baja caducifolia en Chamela, Jal. México. Tesis Profesional, Universidad Nacional Autónoma México, D.F., México.

- Rapoport, E.H. 1970. Fauna del suelo: Algunos datos sobre su abundancia y distribución, p. 469-481. *In* La Ciencia en Venezuela. Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela.
- Santos, P.F. & W.G. Whitford. 1981. The effects of microarthropods in litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. *Ecology* 62: 654-663.
- Sorensen, J.T., D.N. Kinn & R.L. Doutt. 1983. Biological observations on *Bdella longicornis*: A predatory mites in California vineyards (Acari: Bdellidae). *Entomonomogr.* 2: 297-305.
- Schruff, G. 1971. *Haleupalus oliveri* new species, A "Thorn-palped" mites on grape vines (*Vitis* Spp) Acari: Cunaxidae. *Deut. Entomol. Zeits.* 18: 379-382.
- Smiley, R.L. 1992. The predatory mite family Cunaxidae (Acari) of the world with a new classification. Indira Publishing House, Michigan, EEUU.
- StatSoft Inc. 1995. Statical user guide. Complete Statistical System StatSsf. Oklahoma
- Van Straalen, N.M. & H.A. Verhoef. 1997. The development of a bioindicator system for soil acidity based on arthropod pH referents. *J. Appl. Ecol.* 34: 217-232.
- Vázquez Rojas, I.M. 2002. Prostigmata (Acárida) edáficos de una zona litoral del Golfo de México. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma México, D.F. México.
- Villani, M.G., L.L. Alle, A. Díaz & P.S. Robbins. 1999. Adaptative strategies of edaphic arthropods. *Ann. Rev. Entomol.* 44: 233-256.
- Walter, D.E. & D.T. Kaplan. 1991. Observation on *Coleseirus simplex* (Acarina: Prostigmata), a predatory mites colonizer greenhouse cultures of rootknot nematodes (*Meloidogyne* Spp) and review of feeding behavior in the Cunaxidae. *Exp. Appl. Acarol.* 12: 47-59.
- Wallwork, J.A., B.W. Kawill & W.G. Whitford. 1985. Distribution and diversity patterns of soil mites and another microarthropods in a Chihuahua desert sites. *J. Arid Environ.* 9: 215-231.
- Whitford, W.G. 1984. The effects of high salt concentration on desert soil microarthropod density and diversity. *Natur.* 29: 239-242.
- Zar, H.J. 1984. *Biosstatistica análisis*. Printice may, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, EEUU.

REFERENCIA DE INTERNET

- May, J. 2001. Citrus red mites in Arizona. University Arizona Cooperative Extension [p://ag.arizona.edu/yuma/urbanhorticulture/citrusredmite.htm](http://ag.arizona.edu/yuma/urbanhorticulture/citrusredmite.htm) (consultado 12 mayo 2007).