

Composición de gremios tróficos de invertebrados en un bosque de pino-encino en Durango

Composition of Invertebrate Trophic Guilds in a Pine - Oak Forest in Durango

María Fernanda Sánchez-Alfaro¹, **María Guadalupe Viggers-Carrasco²**, **José Gamaliel Castañeda-Gaytán³**, **Josué Raymundo Estrada-Arellano³**, **Jorge Luis Becerra-López³** y **Jesús Lumar Reyes-Muñoz^{3*}**

¹ Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Durango. Calle Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II. C.P. 34220. Durango, México.

² Tecnológico Nacional de México-Campus del Valle de Guadiana. Carretera Durango-México, km. 22.5. C.P. 34371. Villa Montemorelos, Durango, México.

³ Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Universidad s/n, Fracc. Filadelfia, C.P. 35010. Gómez Palacio, Durango, México.

ABSTRACT

Mexico has a wide diversity of ecosystems, among which are different types of forests that cover almost 33 % of the country's territory. One of the main characteristics of these ecosystems is that they host a great diversity of organisms, including arthropods, who play an important role within these natural systems. The research was carried out in 3 sites at Pueblo Nuevo, Durango from September 2017 to March 2018. Twenty pit-fall traps and 10 necrophagous traps were used, as well as direct on-site specimen collection. A total of 18 251 organisms were collected that belonged to 20 orders and 67 families, grouped into eight trophic guilds, of which the detritivores were the most widely represented, followed by the coprophagous and the predatory. In the state of Durango there is an information void regarding the functions that these organisms perform in the forests, and therefore this research study has as its main objective to evaluate trophic guilds associated with a pine - oak forest.

Keywords: abundance, arthropods, diversity, ecosystem, insects.

RESUMEN

En el territorio mexicano se encuentra una amplia diversidad de ecosistemas, dentro de los cuales podemos mencionar diferentes tipos de bosques que ocupan casi 33 % del territorio nacional. Una de las características principales de estos ecosistemas es que presentan una alta diversidad de organismos, entre ellos los artrópodos quienes juegan roles importantes dentro de dichos sistemas naturales. El trabajo se realizó en 3 sitios de Pueblo Nuevo, Durango, durante septiembre 2017-marzo 2018. Se utilizaron 20 trampas pit-fall y 10 trampas necrófagas, así como muestreos directos en suelo. Se colectaron un total de 18,251 organismos pertenecientes a 20 órdenes y 67 familias, agrupados en ocho gremios tróficos, siendo los detritívoros el mejor representado, seguido de los coprófagos y depredadores. En el estado de Durango, existe un vacío de información acerca de las funciones que estos organismos realizan en los bosques, de tal manera que

el presente trabajo tiene como principal objetivo evaluar los gremios tróficos asociados a un bosque de pino-encino.

Palabras clave: abundancia, artrópodos, diversidad, ecosistema, insectos.

INTRODUCCIÓN

México cuenta con una extraordinaria diversidad de bosques, abarcando 33 % de su territorio nacional. En el estado de Durango 46.56 % de su territorio son bosques, predominando los templados de coníferas y encinos, así como pequeños enclaves de bosque mesófilo (SEMARNAT, 2017) en estos ecosistemas existe una gran diversidad de organismos, entre ellos los artrópodos.

Los artrópodos son un grupo de organismos muy diversos y tienen una gran capacidad de adaptación, lo que hace que se encuentren prácticamente en casi todos los ecosistemas (Pinkus-Rendón, 2010). Debido a ello se han descrito alrededor de 1 302 809 especies en el mundo (Zhang, 2013), y en México se conocen cerca de 108 519 especies, de las cuales 54.74 % son artrópodos (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008; CONABIO, 2020).

Los artrópodos juegan diferentes roles dentro de los ecosistemas al desempeñar diversas funciones, donde cada uno utiliza distintas fuentes de recursos como alimentos, agrupándose en gremios tróficos. (Chen y Wise, 1999; Moore *et al.*, 2004). Dentro de los gremios tróficos están los depredadores, quienes en su mayoría son generalistas y no restringen su dieta a especies herbívoras, siendo el canibalismo un hábito alimenticio común dentro de este gremio, tal comportamiento puede llegar a ser un mecanismo de control poblacional efectivo, al disminuir el número de competidores intraespecíficos (Sabelis, 1992; Smith, 1996; Speight *et al.*, 1999). Así mismo, están los fitófagos los cuales son fuente importante de alimento para depredadores y parasitoides, este gremio se alimenta de hojas, tallos y savia (Swift y Anderson, 1994; Speigth *et al.*, 1999). Mientras que, los omnívoros son aquellos que se alimentan de dos o más niveles tróficos diferentes (Polis y Strong, 1996). Por último,

*Autor para correspondencia: Jesús Lumar Reyes-Muñoz

Correo-e: jesuslumar.reyes@ujed.mx

Recibido: 21 de diciembre de 2023

Aceptado: 8 de mayo de 2024

Publicado: 31 de mayo de 2024

el gremio de los descomponedores o detritívoros se alimentan de materia orgánica en descomposición, degradando componentes principales de las plantas (lignina y celulosa), además de materia de origen animal como cadáveres y excrementos (Galante y Marcos-García, 1997).

Actualmente muchos artrópodos son usados como bioindicadores al ser sensibles a cambios ambientales, particularmente los que son causados por las actividades antropogénicas (Rocha *et al.*, 2010; Cameron y Leather, 2012; Niño-Maldonado y Sánchez-Reyes, 2017; Lucio-García *et al.*, 2022). Estos organismos resultan útiles ya que, por su tamaño pequeño, corto ciclo de vida, las altas tasas reproductivas, la abundancia de muchas especies y además sus poblaciones se ajustan rápidamente a las condiciones los hace idóneos como herramienta para el monitoreo de la calidad ambiental, efectos del cambio a través del tiempo/espacio, y a su vez para distinguir modificaciones en el paisaje (Kremen *et al.*, 1993; Schowalter, 2016).

Debido a la importancia de este grupo biológico, el principal objetivo de este trabajo es generar información al evaluar los gremios tróficos de artrópodos presentes en un bosque de pino encino en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango, así como analizar la correlación de las abundancias de insectos con variables ambientales, como humedad, temperatura, precipitación, entre otras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se realizó al sur del Estado de Durango, en el municipio de Pueblo Nuevo, ubicado en la Sierra Madre Occidental, con una altitud que va de los 2500 a 2600 m. Presenta una precipitación media anual de 1300 milímetros cúbicos, con régimen de lluvias en los meses de junio-septiembre. Se eligieron tres localidades: Ejido Adolfo Ruiz Cortines (RC), Ejido San Esteban (SE) y la Reserva Ecológica de Santa Bárbara (SB) (Fig. 1).

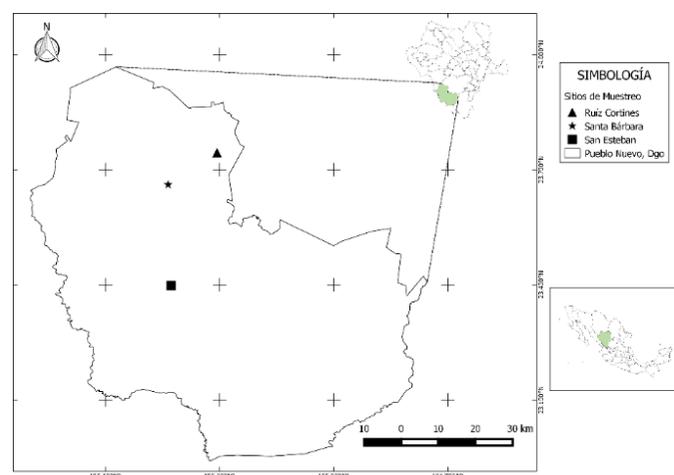


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.
Figure 1. Geographical location of the study area.

Métodos de muestreo

Se realizaron muestreos de septiembre de 2017 a marzo de 2018. Los sitios de muestreo cuentan con características particulares de vegetación (Tabla 1), además, RC y SE cuentan con un manejo forestal mientras que, SB al ser una reserva protegida no hay aprovechamiento forestal.

Para la instalación y monitoreo de trampas se modificó la metodología propuesta por Márquez-Luna (2005) y Cheli y Corley (2010) de la siguiente manera: en cada sitio de muestreo se eligió una superficie de 500 m² al azar instalándose un total de 30 trampas (Fig. 2) las cuales se fabricaron con contenedores plásticos (1000 mL) y contenedores de aluminio (355 mL).

Tabla 1. Características y coordenadas de los sitios de muestreo.

Table 1. Characteristics and coordinates of the sampling sites.

	Sitio 1 (S1)	Sitio 2 (S2)	Sitio 3 (S3)
Características	Adolfo Ruiz Cortines	San Esteban	Santa Bárbara
Coordenadas	23° 44' 39.82" N, 105° 18' 23.99" O	23° 23' 52.10" N, 105° 25' 38" O	23° 39' 39.12" N, 105° 26' 7.03" O
Altitud	2 550 m snm	2 400 m snm	2 721 m snm
Tipo de Vegetación	<i>Pinus</i> spp <i>Quercus</i> spp	<i>Pinus cooperi</i> <i>P. durangensis</i> <i>P. engelmannii</i> <i>P. leiophylla</i>	<i>Picea chihuahuana</i> <i>Abies durangensis</i> <i>Pseudotsuga menziesii</i>

Se colocaron las trampas de manera aleatoria, 20 trampas pitfall al ras de la superficie del suelo en dos transectos de 100 m (10 trampas por transecto), con una separación de 10 m entre cada trampa, como preservador se utilizaron 180 mL de anticongelante, se dejaron activas durante 15 días y fueron revisadas cada 7 días. Se colocaron 10 necrotampas cebadas con calamar en dos transectos al azar de 50 m (5 trampas por transecto), con una separación de 10 m entre cada trampa, dejándose activas durante 7 días (Fig. 2).

Simultáneamente, se realizaron muestreos directos de suelo, utilizando el método descrito en el libro Tropical Soil Biology and Fertility (Anderson e Ingram, 1989), el cual consistió en la elaboración de monolitos de 30 x 30 cm² de área, de 10 a 30 cm de profundidad según la época del año correspondiente, puesto que a menor temperatura los organismos edáficos se encuentran a mayor profundidad, la hojarasca superficial del monolito fue retirada y revisada manualmente, de esta manera se colectaron los individuos epigeos, posteriormente la muestra de suelo colectada se trasladó al laboratorio para ser separada en charolas de plástico para su tamizado, se utilizó un tamiz con apertura de 2 mm, de esta manera con ayuda de lupas, pinceles, pinzas y lámparas se separaron manualmente los organismos encontrados en el sustrato (Anderson e Ingram, 1989).

Adicionalmente, se instalaron sensores automatizados tipo HOBO (Familia H8, Forestry Suppliers, Inc.) en cada sitio de muestreo, para registrar la temperatura ambiente (°C), temperatura de suelo y humedad. Con un pluviómetro automatizado Davis® S-RGC-M00 conectado a un sensor HOBO

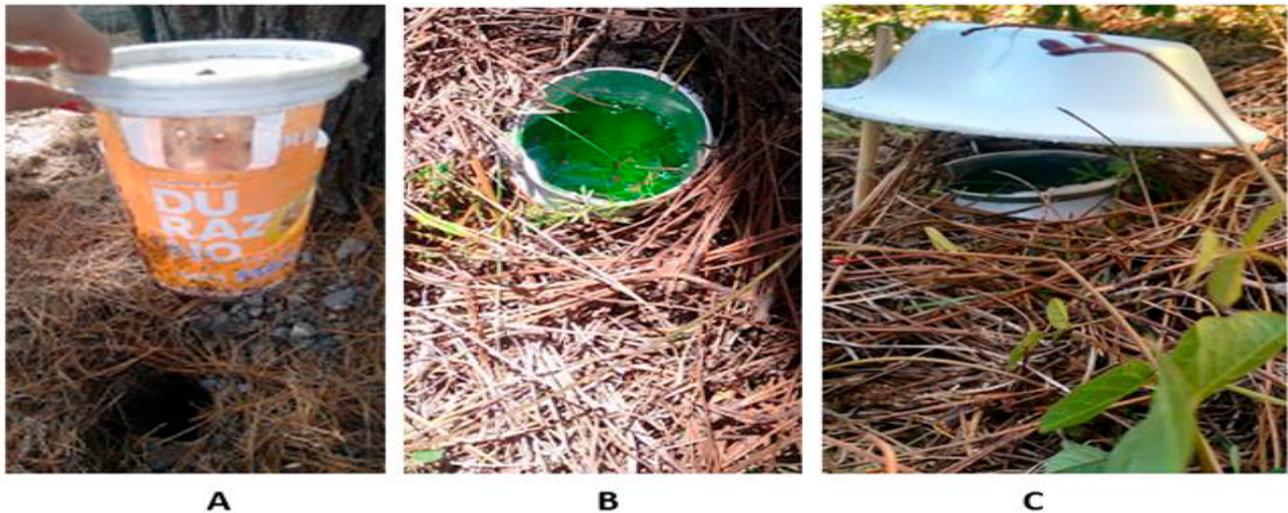


Figura 2. Trampas A) necrotrampas, B) pit-fall en época de secas y C) pit-fall en época de lluvia.
Figure 2. Taps A) necrotramps, B) pit-fall in dry seasons and C) pit-fall in rainy seasons.

Event Onset, se cuantificó la cantidad diaria de precipitación pluvial (mm^3) durante los meses de muestreo.

Por último, las muestras obtenidas fueron separadas y colocadas en frascos con alcohol al 70 % para su preservación, traslado y depósito en el laboratorio de Zoología del Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, en donde se llevó a cabo el tratamiento curatorial correspondiente, así como su identificación taxonómica a nivel familia, empleando para ello claves de identificación taxonómica especializadas (Arnett *et al.*, 2002; Triplehorn y Johnson, 2005). Ya identificados los organismos fueron debidamente etiquetados y preservados en viales con alcohol al 70 %, posteriormente se definieron los gremios tróficos de acuerdo con Brown *et al.* (2001).

RESULTADOS Y DISCUSION

En los tres sitios de muestreo se colectaron un total de 18,251 individuos en el periodo de septiembre del 2017 a marzo del 2018, agrupados en 20 órdenes y 67 familias, pertenecientes a ocho gremios tróficos. La composición de familias de invertebrados encontradas en el bosque de pino-encino descrita en la Tabla 2 coinciden con el estudio realizado por Brown *et al.* (2001), quienes realizaron una recopilación de trabajos realizados en Veracruz y otros estados, encontrando 20 órdenes, 107 familias y nueve gremios, de los cuales 13 órdenes, 27 familias y siete gremios tróficos coinciden con el presente estudio, los órdenes no encontrados fueron Isoptera, Homoptera, Isopoda, Diplura, Pseudoscorpion, Trochida y Julida. Es probable que la ausencia de estos órdenes se deba a la diferencia de ecosistemas de ambos trabajos, ya que el estudio de Brown *et al.* (2001) se realizó mayormente en diferentes ecosistemas en el sureste de México.

En los tres sitios se encontraron ocho categorías tróficas, siendo los detritívoros el gremio más representado con 9,635 individuos (52.79 %), seguido por los depredadores con 2,836 (15.53 %) y coprófagos con 2,305 (12.62 %). Los 3,475 (19.06 %) organismos restantes estuvo conformado por gremios:

fitófagos, necrófagos, nectarívoros, omnívoros y parasitoides (Tabla 2). El gremio de los detritívoros cumple una función de vital importancia en el suelo al degradar materia orgánica, dentro de este gremio las familias más abundantes pertenecen al Orden de los colémbolos y ácaros, siendo los grupos con mayor abundancia en la hojarasca y suelo, además su presencia se registra a lo largo de todo el año y no solo en algunas épocas (Varela *et al.*, 2007). Así mismo, dentro de este gremio se encuentran las lombrices, quienes contribuyen a porcentajes altos de degradación y de acuerdo con Frago *et al.* (2001) estos organismos se encuentran presentes en ambientes húmedos y no tan perturbados, concordando con este trabajo donde la mayor abundancia de lombrices fue en SB, sitio con mayor humedad y menor perturbación al ser una Reserva Ecológica. Aunque en los otros sitios de muestreo la presencia de estos organismos se mostró en menor cantidad, probablemente esto se deba a factores como la baja cantidad de materia orgánica y compactación de suelo, este último factor es determinante para el desarrollo y mantenimiento de las comunidades de lombrices, es decir, entre más alto el porcentaje de compactación, hay una disminución en el tamaño de las poblaciones de lombrices (Domínguez *et al.*, 2009).

Así mismo, el gremio de los depredadores obtuvo una alta abundancia de individuos y familias, que en su mayoría pertenecen al Orden Araneae y Coleoptera, los cuales cumplen funciones importantes en el ecosistema ya que pueden llegar a ser controladores biológicos de especies perjudiciales para el ecosistema, así como para regular las poblaciones presentes en el mismo (Urbaneja *et al.*, 2005).

Los coprófagos (Coleoptera: Scarabaeida: Scarabaeinae) por su parte obtuvieron su mayor abundancia en el sitio RC, sus altas abundancias pudieran estar estrechamente relacionados a la existencia cercana de un área de manejo de ganado bovino, y de acuerdo con Favila y Díaz (1997) y Escobar (2000) estos escarabajos están asociados a este tipo

Tabla 2. Número de individuos colectados por sitio, separados en órdenes y familias.
Table 2. Number of individuals collected by site, separated into orders and families.

No.	Orden	No.	Familia	Sitio/ Número de individuos		
				RC	SE	SB
1	Araneae	1	Amaurobiidae	8	2	0
		2	Araneidae	15	0	0
		3	Clubionidae	0	17	47
		4	Ctenizidae	3	1	2
		5	Dictynidae	3	0	0
		6	Lycosidae	127	62	6
		7	Pisauridae	0	18	0
		8	Salticidae	7	1	3
		9	Thomisidae	14	7	2
2	Archaeognatha	10	Meinertellidae	48	4	8
3	Blattodea	11	Blattidae	233	117	46
4	Coleoptera	12	Cantharidae	1	0	1
		13	Carabidae	84	202	196
		14	Curculionidae	0	5	4
		15	Histeridae	32	72	3
		16	Lampyridae	1	0	0
		17	Scarabaeidae	2,098	145	62
		18	Silphidae	377	193	20
		19	Staphylinidae	135	122	192
		20	Tenebrionidae	12	6	0
		21	Trogidae	6	8	15
		5	Collembola	22	Entomobryoidea	673
23	Hypogastruroidea			1	0	2
24	Isotomoidea			3	0	0
25	Onychiuroidea			97	219	0
26	Sminthuroidea			20	18	42
27	Forficulidae			0	0	5
6	Dermaptera	27	Forficulidae	0	0	5
7	Diptera	28	Anthomyiidae	0	0	16
		29	Calliphoridae	146	53	100
		30	Dolichopodidae	38	4	22
		31	Drosophilidae	365	308	890
		32	Empididae	0	3	0
		33	Heleomyzidae	48	77	41
		34	Muscidae	118	83	150
		35	Mycetophilidae	68	130	862
		36	Otitidae	7	0	0
		37	Phoridae	25	179	78
		38	Sarcophagidae	2	17	2
		39	Sciaridae	2	231	51
		40	Tachinidae	24	18	14
		41	Tipulidae	0	0	24
		8	Hemiptera	42	Largidae	34
43	Lygaeidae			17	1	19

No.	Orden	No.	Familia	Sitio/ Número de individuos		
				RC	SE	SB
		44	Miridae	145	19	7
		45	Pentatomidae	2	0	2
		46	Reduviidae	49	0	47
9	Hymenoptera	47	Apidae	2	1	4
		48	Braconidae	1	20	10
		49	Formicidae	292	504	34
		50	Ichneumonidae	19	13	23
		51	Pompilidae	0	0	1
		52	Vespidae	7	2	10
10	Julida	53	Julidae	1	3	69
11	Lepidoptera	54	Geometridae	9	6	5
		55	Noctuidae	0	2	0
12	Mesostigmata	56	Macrochelidae	1,095	1,591	385
13	Opiliones	57	Phalangiidae	58	120	134
		58	Cosmetidae	0	4	0
14	Opisthoptera	59	Lumbricidae	92	29	232
15	Orthoptera	60	Acrididae	83	4	0
		61	Gryllidae	71	252	1
		62	Tettigoniidae	7	42	61
16	Scolopendromorpha	63	Scolopendridae	1	0	2
17	Scorpiones	64	Vejoividae	2	0	0
18	Solifugae	65	Eremobatidae	0	1	0
19	Stylommatophora	66	Arionidae	3	1	11
20	Trombidiformes	67	Erythraeidae	9	2	0
			*Larvas	49	103	66

**RC= Ruiz Cortines // SE= San Sebastián // SB= Santa Bárbara

de mamíferos, siendo el excremento su principal fuente de alimento y refugio. La presencia de este gremio trófico puede generar beneficios al ecosistema al participar activamente en el reciclaje de nutrientes en el suelo, incorporando la materia orgánica en descomposición e incrementando la fertilidad del suelo, acelerando la incorporación del estiércol al ciclo de nutrimentos edáficos (Basto-Estrella *et al.*, 2012).

Los resultados mostrados en la Figura 3 corresponden al climograma del sitio RC, donde la temperatura ambiental y del suelo presentan valores similares, comparándolos con los individuos, la abundancia de estos disminuye en relación con las temperaturas más bajas presentadas en los meses de diciembre y enero, además, se observa que en el mes de febrero y marzo las temperaturas aumentan simultáneamente con la abundancia de los organismos. La presencia de organismos en el mes de octubre se relacionó con la precipitación y humedad relativa.

En la Figura 4 se describe el climograma de SE donde la temperatura de suelo fue más baja que la temperatura ambiente. Sin embargo, las temperaturas y la humedad fueron constantes, por lo que, la abundancia de los individuos fue

más uniforme, en diciembre y enero se observó un declive en las temperaturas y organismos. El mes donde se encontraron más organismos fue en febrero con un total de 1,525 organismos.

En el climograma de SB la temperatura de suelo y ambiente fueron similares, no obstante, este sitio mostró las temperaturas y abundancias más bajas en comparación al resto. El mes con mayor presencia de organismos fue noviembre y la menor abundancia en marzo. Pese a que en diciembre se presentó mayor precipitación, hubo un declive en el número de organismos debido a nevadas en el sitio, las cuales influyeron en las abundancias. Por último, la nula precipitación en el mes de marzo pudo afectar la presencia de organismos.

En los climogramas de los tres sitios se puede observar que los parámetros físicos (humedad, temperatura y precipitación) pueden estar relacionados con las abundancias de los organismos, ya que, en los meses con precipitación, temperatura mayor a los 12°C y humedad mayor al 60 %, las abundancias aumentaron, mientras que, en los meses en donde estos parámetros fueron menores a los ya men-

Tabla 3. Número de individuos colectados en los tres sitios, agrupados por gremios tróficos y separados por familias.
Table 3. Number of individuals collected at the three sites, grouped by trophic guilds and separated by families.

Gremio	Familias	Total, de Individuos		
Coprófago	Scarabaeidae	2,305		
	Blattidae		Julidae	Otitidae
	Entomobryidae		Lumbricidae	Phoridae
	Forficulidae		Macrochelidae	Sciaridae
Detritívoro	Hypogastruridae	Meinertellidae	Sminthuridae	
	Isotomidae	Mycetophilidae	Staphylinidae	
	Calliphoridae	Onychiuridae	Tenebrionidae	
	Histeridae	Silphidae	Miridae	
Necrófago	Muscidae	Acrididae	Noctuidae	
	Sarcophagidae	Anthomyiidae	1,397	
	Arionidae	Lampyridae		Reduviidae
	Curculionidae	Largidae		Tettigoniidae
Geometridae	Lygaeidae	775		
Heleomyzidae	Pentatomidae			
Nectarívoro	Apidae		7	
	Formicidae			
Omnívoros	Gryllidae	Cantharidae	Tipulidae	
	Amaurobiidae	Empididae	Vespidae	
	Araneidae	Eremobatidae	1,152	
	Carabidae	Erythraeidae		
Clubionidae	Dolichopodidae	Pompilidae		
Clubionidae	Braconidae	Salticidae		
Depredador	Cosmetidae	Lycosidae	Scolopendridae	
	Ctenizidae	Phalangiidae	Thomisidae	
	Dictynidae	Pisauridae	Drosophilidae	
	Parasitoide	Ichneumonidae	Tachinidae	Vaejovidae
			2,838	
		142		
		Total	18,033	
		Larvas	218	
		Total	18,251	

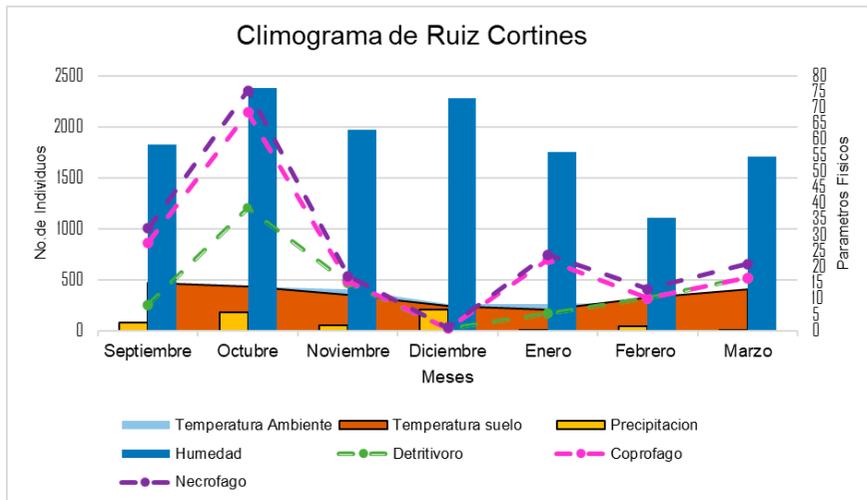


Figura 3. Climograma de RC con relación a las abundancias de insectos.
Figure 3. Climogram of CR in relation to the abundances of insects.

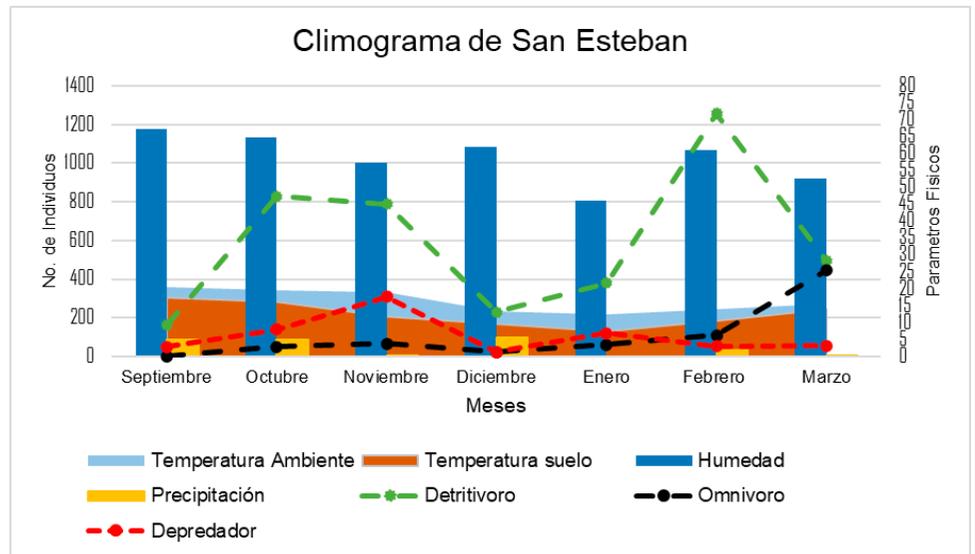


Figura 4.- Climograma de SE con relación a las abundancias de insectos.
Figure 4.- Climogram of SE in relation to the abundances of insects.

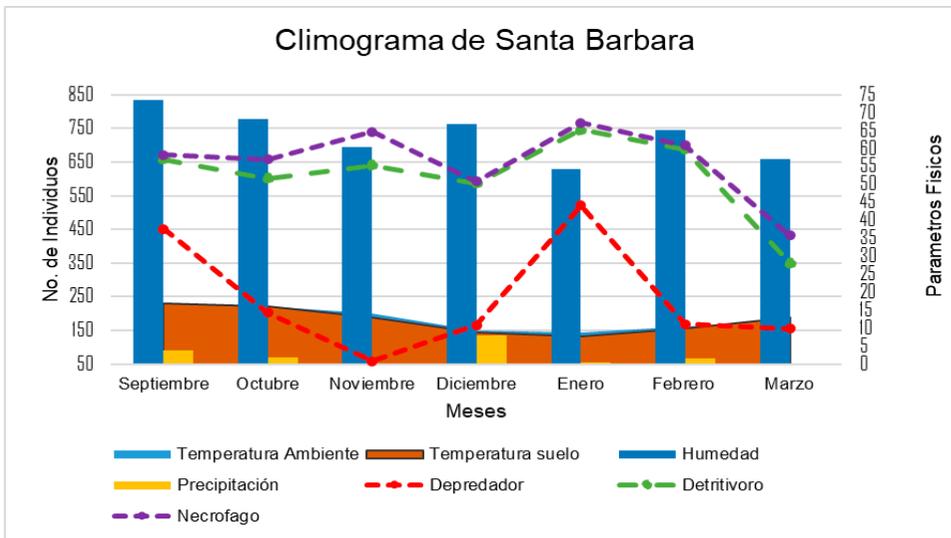


Figura 5.- Climograma de SB con relación a las abundancias de insectos.
Figure 5.- Climogram of SB in relation to the abundances of insects.

cionados las abundancias disminuyeron, lo que concuerda con Barraza *et al.* (2010) encontrando mayor abundancia en época de lluvias, esto puede deberse a que en esta época el suelo se encuentra menos compactado y les resulta más fácil emerger a los organismos, dado que la mayoría de individuos reportados tienen sus ciclo de vida mayormente en el suelo.

Por otra parte, en SE las abundancias pudieron verse afectadas ya que es un sitio con manejo forestal, además que, en el mes de septiembre las trampas fueron saqueadas, sin embargo, esto no sesgó los resultados, ya que solo se dio en dicho mes. En RC hubo mayor abundancia de coprófagos, ya que cerca del sitio de muestreo existe una zona de manejo bovino. Finalmente, en SB la abundancia y diversidad fue menor a pesar de ser una reserva y carecer de manejo forestal, sin embargo, es el sitio con mayor altitud.

CONCLUSIONES

Durante el periodo de septiembre del 2017 a marzo del 2018, se recolectó un total de 18,251 individuos pertenecientes a

20 órdenes, 67 familias agrupados en ocho gremios tróficos.

El gremio detritivoro fue el que presentó mayor número de individuos, mientras que, nectarívoro fue el menos abundante, el sitio que presentó mayor número de familias y mayor abundancia fue RC. Las familias con mayor número de individuos fueron Macrochelidae, Entomobryidae y Scarabaeidae con 3071, 2957 y 2305 ejemplares, respectivamente.

La abundancia de organismos decrece o se incrementa debido a los factores ambientales que se presentan a lo largo del año, pues en los meses donde se presentó mayor humedad, precipitación y temperaturas altas los organismos fueron más abundantes, siendo estas variables un factor para efectos positivos o negativos sobre las poblaciones y diversos taxa.

Por último, es trascendental conocer el papel que desempeñan los artrópodos y las relaciones ecológicas que cada uno aporta en el ecosistema, ya que al entender las interacciones entre los diferentes gremios tróficos se generaría más información acerca del funcionamiento dentro del mismo. Es conveniente la realización de más estudios entomofaunísti-

cos y de diversidad en zonas de bosques en el estado de Durango, al ser estos organismos bioindicadores ambientales se pudieran realizar en estudios futuros propuestas de manejo, monitoreo y conversación de estos ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Tilo Gustavo Domínguez Gómez por la contribución a la obtención de datos gracias al Proyecto SEP-ITM-ITESA-PTC-002, Caracterización de los Servicios Ecosistémicos Bosques Mixto de la Sierra Madre Occidental en la Región de el Salto, Durango, México, a la Biol. María Guadalupe Viggers Carrasco por su asesoría en la elaboración y procesamiento de datos en el Instituto Tecnológico Valle del Guadiana y al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT).

CONFLICTO DE INTERESÉS

Los autores participantes en éste documento hacen constar que no presentan ningún conflicto de intereses para la publicación de este documento.

REFERENCIAS

- Anderson, J. M., y Ingram, J. S. I. 1989. Tropical soil biology and fertility. Wallingford: CAB international.
- Arnett, R. H., Thomas, M. C., Skelley, P. E., y Frank, J. H. (Eds.). (2002). American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea (Vol. 2). CRC press.
- Barraza, J. M., Montes, J. F., Martínez, N. H., y Deloya, C. 2010. Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Tropical Seco, Bahía Concha, Santa Marta (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 36(2), 285. doi.org/10.18257
- Basto-Estrella, G., Rodríguez-Vivas, R. I., Delfín-González, H., y Reyes-Novelo, E. 2012. Escarabajos estercoleros (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de ranchos ganaderos de Yucatán, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(2), 380-386.
- Brown, G., Fragoso, I., Barois, P., Rojas, J., Patrón, J., Bueno, A., y Ortiz, V. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*, 79-110. doi.org/10.21829/azm.2001.8401847
- Cameron, K. H., y Leather, S. R. 2012. How good are carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of invertebrate abundances and order richness?. *Biodiversity and Conservation*, 21, 763-779. doi.org/10.1007/s10531-011-0215-9
- Cheli, G. H., y Corley, J. C. 2010 Efficient sampling of ground-dwelling arthropods using pitfall traps in arid steppes. *Neotropical Entomology*, 39, 912-917.
- Chen, B., y Wise, D. H. 1999. Bottom-up limitation of predaceous arthropods in a detritus-based terrestrial food web. *Ecology*, 80, 761-772. doi.org/10.2307/177015
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. 2020. ¿Cuántas especies hay?. Recuperado de <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/cuantasesp.htm>
- Domínguez, A., Bedano, J. C., y Becker, A. R. 2009. Cambios en la comunidad de lombrices de tierra (Annelida: Lumbricina) como consecuencia del uso de la técnica de siembra directa en el centro-sur de Córdoba, Argentina. *Ciencia del suelo*, 27(1), 11-19.
- Escobar, F. 2000. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. *Caldasia*, 3, 419-430.
- Favila, M. E., y Díaz, A. 1997. Escarabajos coprófagos y necrófagos. *Historia Natural De Los Tuxtlas*. Universidad Nacional Autónoma de México: 383-384.
- Fragoso, C., Reyes Castillo, P., y Rojas, P. 2001. La importancia de la biota edáfica en México. *Acta Zoológica Mexicana*, 1, 1-10
- Galante, E., y Marcos-García, M. A. 1997. Detritívoros Coprófagos y Necrófagos. *Sociedad Aragonesa de Entomología*, 20, 57-64.
- Kremen, C., Colwell, R. K., Erwin, T. L., Murphy, D. D., Noss, R. A., y Sanjayan, M. A. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation biology*, 7, 796-808.
- Llorente-Bousquets, J., y Ocegueda, S. 2008. Estado del conocimiento de la biota. *Capital Natural de México*, 1, 283-322.
- Lucio-García, J. N., Sánchez-Reyes, U. J., Horta-Vega, J.V., Reyes-Muñoz, J.L., Clark, S.M. y Niño-Maldonado, S. 2022. Seasonal and microclimatic effects on leaf beetles (Coleoptera, Chrysomelidae) in a tropical forest fragment in northeastern Mexico. *ZooKeys*, 1080, 21-52. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1080.76522>
- Márquez -Luna, J. M. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37, 385-408.
- Moore, J. C., Berlow, E. L., Coleman, D. C., Ruitter, P. C., Dong, Q., Hastings, A., Johnson N. C., McCann, K. S., Melville, K., Morin, P. J., Nadelhoffer, K., Rosemond, A. D., Post D. M., Sabo, J. L., Scow, K. M., Vanni, M. J., y Wall, D. H. 2004 Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecology Letters*, 7, 584-600. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00606.x>
- Niño-Maldonado, S., y Sánchez-Reyes, U. J. 2017. Taxonomía de insectos. Orden Coleoptera. Familia Chrysomelidae. En Cibrián-Tovar D (Ed.) *Fundamentos de entomología forestal*, 282-288. UACH.
- Pinkus-Rendón, M. Á. 2010. El hombre y los artrópodos: un vínculo inalienable. *Península*, 5, 81-100.
- Polis, G. A., y Strong, D. R. 1996. Food web complexity and community dynamics. *The American Naturalist*, 147, 813-846.
- Rocha, J., Almeida, J. R., Lins, G. A., y Durval, A. 2010. Insects as indicators of environmental changing and pollution: a review of appropriate species and their monitoring. *Holos Environment*, 10, 250-262. <https://doi.org/10.14295/holos.v10i2.2996>
- Sabelis, M. W. 1992. Predatory arthropods. *Natural Enemies: The population biology of predators, parasites and diseases*, 225-264.
- Schowalter, T. D. 2016. *Insect ecology: an ecosystem approach*. Academic press.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2017). Anuario Estadístico de la Producción Forestal. Recuperado de www.gob.mx/attachment/file/542586/2017.pdf



- Smith, R. 1996. Ecology and field biology. Harper Collins. College Publishers. New York.
- Speight, M., Hunter, M., y Watt, A. 1999. Ecology of insects. Concepts and applications. Malden, USA. Blackwell Science.
- Swift, M. J., y Anderson, J. M. 1994. Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems. Biodiversity and ecosystem function. Springer, Berlin, Heidelberg
- Triplehorn, C. A., y Johnson, N. F. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects, 7th ed. Thomson Brooks/Cole, Belmont, CA
- Urbaneja, A., Castañera Domínguez, P., Vanaclocha, P., Tortosa, D., Jaques, J. A., Calvo, J., y Abad-Moyano, R. 2005. Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España. Boletín de Sanidad Vegetal, 31, 209-224.
- Varela, A., Cortés, C., y Cotes, C. 2007. Cambios en la edafofauna asociada a descomposición de la hojarasca en un bosque nublado. Revista Colombiana De Entomología, 33, 45-53.
- Zhang, Z. Q. 2013. Phylum Arthropoda. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013). Zootaxa, 3703(1), 17-26.