

MYRIÁPODOS DEL CARIBE COLOMBIANO

MARTÍN CARRILLO PALLARES



**Universidad
de Cartagena**

Fundada en 1827

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.

2021



**Universidad
de Cartagena**
Fundada en 1827

MYRIÁPODOS DEL CARIBE

MARTÍN CARRILLO PALLARES

CÓDIGO: 6621510010

Trabajo de grado presentado para optar al título de Biólogo

DIRECTOR

GABRIEL RODOLFO NAVAS SUÁREZ

Dr. Cien. Biología

CO-DIRECTORA

SHIRLEY DANIELLA MARTÍNEZ TORRES

MSc. Cien. Biología

CARTAGENA, 2021

ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN
No. 0058

En la ciudad de Cartagena, a los veintidós (22) días del mes de julio de 2021, se presentó de manera virtual (vía Google Meet) a sustentar su trabajo final de trabajo de grado titulado:

"MYRIÁPODOS DEL CARIBE COLOMBIANO"

El estudiante:

Código:

MARTÍN EMILIO CARRILLO PALLARES

6621510010

Una vez terminada la sustentación y luego de revisar el documento final del trabajo de grado, los evaluadores de común acuerdo asignaron la siguiente cualificación y calificación:

REPROBADO	APROBADO	MERITORIO	LAUREADO
	X		

NOMBRES	LETRA	NÚMERO
MARTÍN EMILIO CARRILLO PALLARES	Cuatro. ochenta	4.80

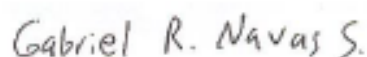
Para constancia se firma la presente acta por los que en ella intervinieron:



JULIÁN BUENO VILLEGAS
Jurado Evaluador (Vía Google Meet)



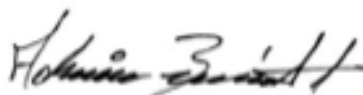
FABIO GERMÁN CUPUL MAGAÑA
Jurado Evaluador (Vía Google Meet)



GABRIEL RODOLFO NAVAS SUAREZ
Director del Trabajo de Grado (Vía Google Meet)



SHIRLEY DANIELLA MARTÍNEZ TORRES
Co- Director del Trabajo de Grado (Vía Google Meet)



ADRIANA BERMÚDEZ TOBÓN
Directora del Programa de Biología (Vía Google Meet)



JUAN ALBERTO CÁRDENAS GUERRA
Jefe del Depto. Académico de Biología (D) (Vía Google Meet)

OBSERVACIONES:

PRESENTACIÓN

El bosque seco tropical (BST) es un ecosistema de gran importancia natural ya que alberga una marcada biodiversidad y brinda recursos vitales de los cuales dependen, no solo los organismos que lo habitan, sino muchas familias y comunidades humanas que obtienen bienes y servicios de sus fuentes hídricas y suelos fértiles. No obstante, la explotación y el mal uso de sus recursos por actividades antropogénicas han llevado a este ecosistema a un estado de fragmentación y deterioro generando un desequilibrio ecológico progresivo. Por otra parte, los miriápodos son artrópodos que componen la fauna edáfica y suelen ser más diversos y abundantes en los bosques tropicales; por sus hábitos alimenticios son importantes en el mantenimiento y la formación de suelos. Por tal razón este proyecto se realizó con el fin de obtener datos sobre las características de este ecosistema utilizando a los miriápodos como organismos modelo, respondiendo preguntas como: ¿Cuáles miriápodos están presentes en la región Caribe colombiana? ¿Cómo se relaciona la diversidad de ciempiés y milpiés con las variables ambientales de diferentes fragmentos de BST del departamento de Bolívar?

Para esto, inicialmente se realizó una revisión de la información existente de los miriápodos de la región Caribe colombiana, consultando la bibliografía publicada, colecciones biológicas y bases de datos virtuales, además se realizaron expediciones a remanentes de BST del departamento de Bolívar. Los resultados se presentan en dos capítulos.

El primero se titula ***Lista de miriápodos (Arthropoda: Myriapoda) de la región Caribe colombiana***, en el cual se presenta el listado actualizado de los miriápodos conocidos para esta región, obtenido a partir de la revisión tanto bibliográfica como de colecciones biológicas y la recolecta de ejemplares en campo. Para cada especie se presenta su ámbito geográfico, altitud, colección de referencia y fuente del registro. La presentación de esta información, siguió el formato y los lineamientos de la revista Biota Colombiana, a la cual será sometida.

El segundo capítulo se titula ***Diversidad de ciempiés y milpiés (Arthropoda: Myriapoda) en fragmentos de Bosque Seco Tropical del departamento de Bolívar, Colombia***, en el cual se presenta un estudio ecológico de la diversidad de los ciempiés y milpiés encontrados en diferentes fragmentos de BST del departamento de Bolívar, se discute el papel que juegan los ensamblajes de este grupo de organismos en el BST del departamento Bolívar, mediante una comparación de la diversidad alfa y beta de los miriápodos en cuatro localidades (Turbaco, San Jacinto, Magangué y el Carmen), además se evalúa la influencia de parámetros ambientales en este grupo. Para la presentación de esta información, se siguió el formato de acuerdo con los lineamientos de la revista de Biología Tropical.

Con este trabajo se contribuye al conocimiento sobre la diversidad del grupo taxonómico en el Caribe colombiano y se espera motivar a nuevos investigadores para seguir aportando al conocimiento de estos organismos. La información suministrada servirá como insumo para acciones que emprendan diferentes actores en pro de la conservación y restauración de este ecosistema estratégico.

AGRADECIMIENTOS

De manera especial agradezco a Ada Luz Sandoval Bernal, Gloribeth Ríos Guzmán y Wilder Zapata Murillo por su apoyo incondicional durante todo el proyecto, así mismo a Diego Bolaño, Andrés Florez, José Martínez, Waldo León y Dairo Rodríguez, David Vergara y Alejandro Segovia, por su apoyo y acompañamiento durante la fase de campo, a los miembros de las comunidades de Brasilar, Tolemaida, Cañaveral y Henequén por sus aportes culturales, acompañamiento y disposición para permitirnos la realización de este proyecto en cada localidad evaluada. A mi director Gabriel Navas Suárez y codirectora Shirley Daniella Martínez Torres, por su orientación, dedicación y conocimiento impartido en la realización de este proyecto. A Sebastián Galvis y los profesores Julián Bueno Villegas y Fabio Germán Cupul Magaña, por sus consejos y asesorías en el proyecto y la identificación de muestras, al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional por permitirnos el acceso y facilitar la información de la colección. A todos los miembros del semillero de investigación Hidrobiología por el préstamo de equipos y el espacio para procesar e identificar las muestras. Finalmente, a la Universidad de Cartagena por la financiación del proyecto “Diversidad de ciempiés y milpiés (Arthropoda: Myriapoda) presentes en fragmentos de Bosque Seco Tropical del departamento de Bolívar, Colombia” a través del fondo de financiación de semilleros de investigación resolución N° 02062 de 2019.

CAPÍTULO 1

Lista de miriápodos (ARTHROPODA: MYRIAPODA) de la región Caribe colombiana.



lineamientos de la revista:

BIOTA COLOMBIANA

ISSN 0124-5376

Lista de miriápodos (Arthropoda: Myriapoda) de la región Caribe colombiana.

Checklist of myriapods (Arthropoda: Myriapoda) from the Colombian Caribbean region.

Carrillo-Pallares Martín¹; Martínez-Torres Daniela²; Navas-S. Gabriel R.³

Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Programa de Biología, Grupo de Investigación Biología Descriptiva y Aplicada, Campus San Pablo, Cartagena de Indias, Colombia. m-carrillo1996@hotmail.com

Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Grupo colombiano de Aracnología, sede Bogotá, Bogotá, Colombia. martinez.daniela@gmail.com

Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Programa de Biología, Grupo de Investigación Hidrobiología, Campus San Pablo, Cartagena de Indias, Colombia. gnavass@unicartagena.edu.co

Resumen

El presente trabajo recopila información de las 73 especies de miriápodos conocidos para la región Caribe colombiana. Para cada una se incluye su ámbito geográfico por departamentos en la región Caribe, intervalo altitudinal, colección de referencia y fuente bibliográfica. Adicionalmente se reconoce por primera vez para el Caribe colombiano la presencia de dos morfoespecies de la familia Fuhrmannodesmidae y dos de Paradoxosomatidae del orden Polydesmida, una de la familia Lophoproctidae del orden Polyxenida y dos más de la familia Scolopendrellidae de la clase Symphyla, además, se registra la presencia de la especie *Scolopendra arthrorhabdoides* para el departamento de Bolívar. Con esta información se concluye que en el Caribe colombiano se ha documentado para la clase Chilopoda, tres órdenes, seis familias, seis géneros y 14 especies; para la clase Diplopoda seis órdenes, 15 familias, 22 géneros, 47 especies, seis morfoespecies; y finalmente una morfoespecie para la clase Symphyla.

Palabras Clave: Chilopoda, Diplopoda, revisión, taxonomía, Colombia.

Abstract

The present work compiles information on the 73 myriapods species known for the Colombian Caribbean region. For each species includes its geographic range by department in the Caribbean region, altitudinal range, reference collection and bibliographic source. Additionally, two morphospecies of the family Fuhrmannodesmidae and two of Paradoxosomatidae of the order Polydesmida, one of the family Lophoproctidae of the order Polyxenida and two more of the family Scolopendrellidae of the class Symphyla are recognized for the first time for the Colombian Caribbean. In addition, the presence of the species *Scolopendra arthrorhabdoides* is registered for Bolivar department. With this information it is concluded that in the Colombian Caribbean, three orders, six families, six genera and 14 species have been documented for Chilopoda; for Diplopoda six orders, 15 families, 22 genera, 47 species, six morphospecies; and finally, one morphospecies for the class Symphyla.

Keywords: Chilopoda, Diplopoda, review, taxonomy, Colombia.

INTRODUCTION

The myriapods (Subphylum Myriapoda Latreille, 1802) are edaphic arthropods characterized in a general way by a body with marked metamery where two tagmata are distinguished, head and trunk, with a high number of segments which, for the most part, have one or two pairs of legs. They are widely distributed in ecosystems from sea level to more than three thousand altitude meters, with greater richness in tropical and subtropical areas, inhabiting a great variety of terrestrial microhabitats (soil, litter, decomposing trunks, stems, trees, and canopy) (Minelli, 2011; Bueno-Villegas, 2012). They can transform the soil's physical and chemical structure due to their ability to excavate, which increases the porosity and therefore the water retention capacity of the soil, thus improving the flow of nutrients. Their feces release nitrogenous components that allow the formation of humus, accelerating the processes of decomposition and mineralization of organic matter (Scheller, 2011; Bueno-Villegas, 2012).

Myriapoda includes four classes: Chilopoda Latreille, 1817 (commonly known as centipedes), that has five orders, 18 families, 39 genera, and approximately 3.110 species worldwide (Minelli, 2011; Chilobase, 2020). Diplopoda de Blainville in Gervais, 1844 (commonly known as millipedes) with 16 orders, 140 families, and approximately 13.000 recorded species (Adis, 2002; Enghoff *et al.*, 2015; Sierwald & Spelda, 2020). Pauropoda Lubbock, 1868 (commonly known as pauropods), is comprised of two orders, twelve families, 46 genera, and approximately 800 species (Scheller, 2008; Scheller, 2011); and finally, Symphyla Ryder, 1880 (commonly known as garden centipedes), with only two families, 15 genera, and around 200

species (Scheller & Adis, 2002; Scheller, 2011).

✿ Chilopoda

Chilopods have a sclerotized body of variable size (between 2 and 300 mm in length), they have a pair of legs for each of their segments, and their first pair of legs (known as forcipules) is modified for the injection of venom (Minelli, 2011). Most of these organisms are predators that feed on both other invertebrates and small vertebrates. This class is composed of five orders: Geophilomorpha, Lithobiomorpha, Scolopendromorpha, Scutigleromorpha, and Craterostigmomorpha, the first four are registered for Colombia (Lewis, 1981; Minelli, 2011; Prado *et al.*, 2016).

Diplopoda

Individuals of this class have also a sclerotized body of variable size (between 1.5 and 350 mm in length) and are characterized by having two pairs of legs in most of their segments (diplosegments). They are detritivores with mandibular structures adapted to fragment decomposing plant material (Hopkin & Read, 1992; Bueno-Villegas, 2012). Of the 16 orders of this class, seven have been reported for Colombia: Polydesmida, Spirostreptida, Spirobolida, Siphonophorida, Polyxenida, Glomeridesmida, and Stemmiulida (Ruiz-Cobo *et al.*, 2010; Martínez-Torres & Flórez, 2015).

Pauropoda

Pauropods are characterized by having small bodies (between 0.4 and 2 mm in length), poorly sclerotized, and a pair of branched antennae. Although their eating habits are little understood, it is believed that they feed on fluids from fungal hyphae and root hairs (Hüther, 1959). Despite they are challenging to observe and collect due

to their small size, there are 780 described species distributed in the Hexamerocerata and Tetramerocerata orders, the latter having distribution in Colombia with the genus *Hemipauropus* Silvestri, 1902 (Scheller & Adis, 2002; Scheller, 2008; Minelli, 2011).

Symphyla

Symphyla includes blind individuals with a small body (0.5-8.0 mm in length) and a poorly sclerotized cuticle. They have long and filiform antennae and a pair of spiracles on the head; their eating habits vary since they can be herbivorous or fungivorous (Szucsich & Scheller, 2011). In the Neotropic, its fauna has received little attention, probably due to the few specialists in the group and the difficulty in observing the characters that allow them to be assigned at the genus and species level (Scheller & Adis, 2002; Minelli, 2011). Only 29 species have been reported for Central America (Scheller, 1986; Scheller, 1992). Although its distribution is known in other Neotropical countries, for Colombia there is only one species report (*Scutigrella immaculata* Newport, 1845), which is considered a pest for pineapple and flower crops (Agredo, 1988; Navarro & Gaviria, 2001).

Study of Myriapods in Colombia

The first records of the group of species distributed in Colombia were published in the mid-19th century (Gervais & Goudot, 1844; Gervais, 1844, 1859; Humbert & Saussure, 1870; Karsch, 1884; Pocock, 1896), thanks to European expeditions. They reported, catalogued, and preserved specimens in different museums and foreign biological collections. At the beginning of the 20th century, expeditions such as those of O. Fuhrmann and Eugene Mayor (1910) and the one carried out by the

University of Michigan to Central America (1913) made it possible to consolidate the knowledge of the species of the group in the country in the publications made by Ribaut (1912), Carl (1914) and Chamberlin (1921). Since the 20th century, as a consequence of the recognition of biological diversity and the accelerated loss of species richness, in recent years there has been a growing interest in the study of myriapods in the country, which is reflected in biological, taxonomic, ecological, and geographic studies, such as those of Ruiz *et al.* (2010), Martínez *et al.* (2011), Hoffman & Martínez-Torres (2012), Chagas *et al.* (2014), Castillo *et al.* (2015), Martínez-Torres & Flórez (2015), Prado *et al.* (2016) and Prado *et al.* (2018).

In this list, two families of Diplopoda are recorded for the Colombian Caribbean, one of Symphyla, and one morphospecies of Chilopoda for the department of Bolívar. Finally, the list of myriapods registered for the Colombian Caribbean region is presented.

Materials and methods

Study area

The Caribbean region has an approximate area of 132,288 km² that corresponds to 11.6% of the country's total area, spread over a continental area of 132,218 km² and another insular area of 70 km². The continental area of the region is located between 12° 60' and 7° 80' north latitude and 75° and 71° longitude west of Greenwich and is compound of seven departments (La Guajira, Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Magdalena and Sucre) (PNUD, 2009).

Given its geography, the Caribbean region is considered relatively homogeneous in most of its territory (Galvis, 2009). It presents both. low and flat lands which do not exceed 500m of altitude, mainly in the

Córdoba, Bolívar, and Cesar departments. The mountainous area includes the Sierra Nevada de Santa Marta in Magdalena that presents heights of 5,775 masl (Mesa-S *et al.*, 2016).

For the lowlands, the Colombian Caribbean ecosystems are subject to a marked climatic seasonality (Pizano & García, 2014). Rainfall ranges from 20 mm in the dry months to 200 mm in months of higher rainfall, and temperatures vary between 26 and 30 °C. In the Sierra Nevada de Santa Marta and its surroundings, the average monthly precipitation is 209.9 mm in the upper part, and the temperature drops to 0 °C (Jaramillo-Robledo & Chaves-Córdoba, 2000; Pabon-Caicedo *et al.*, 2001; Maass & Burgos, 2011; Arango *et al.*, 2015).

Determination of species

For the morphospecies, the taxonomic identification of the collected individuals was carried out following the descriptions of previous works and keys available in the publications of Adis (2002), Chagas *et al.* (2014), and Prado *et al.* (2016).

For the list of species, information was collected on the myriapods registered in the Colombian Caribbean region, consulting published bibliography and biological material preserved in the collections of the Universidad de Cartagena and Institute of Natural Sciences of the Universidad Nacional de Colombia. Taxonomic data

and bibliographic citations were confirmed with the Sierwald and Spelda World Catalog of Diplopod Species (2020) and the World Catalog of Chilopod Species prepared by Minelli *et al.* (2006). The list was ordered following the phylogenetic hypothesis proposed by Miyazawa *et al.* (2014) and the alphabetical order for the species.

The distribution information by departments for each species is confirmed with published bibliography and data from the collections of Universidad de Cartagena and the Institute of Natural Sciences of Universidad Nacional de Colombia. Table 1 shows each species, with its geographical distribution in the Caribbean region (by departments), its altitudinal range and published bibliography.

Within the table, the following abbreviations will be used for the departments of the Caribbean region: Bolívar (Bol), Magdalena (Mag), Atlántico (Atl), Córdoba (Cor) and Sucre (Suc). For the collections, the acronyms used are: Collection Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia (CUDC), Institute of Natural Sciences, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia (ICN); Field Museum of Natural History, Chicago, USA (FMNH); Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, USA (MCZ); R. V Chamberlin Collection (CRVC).

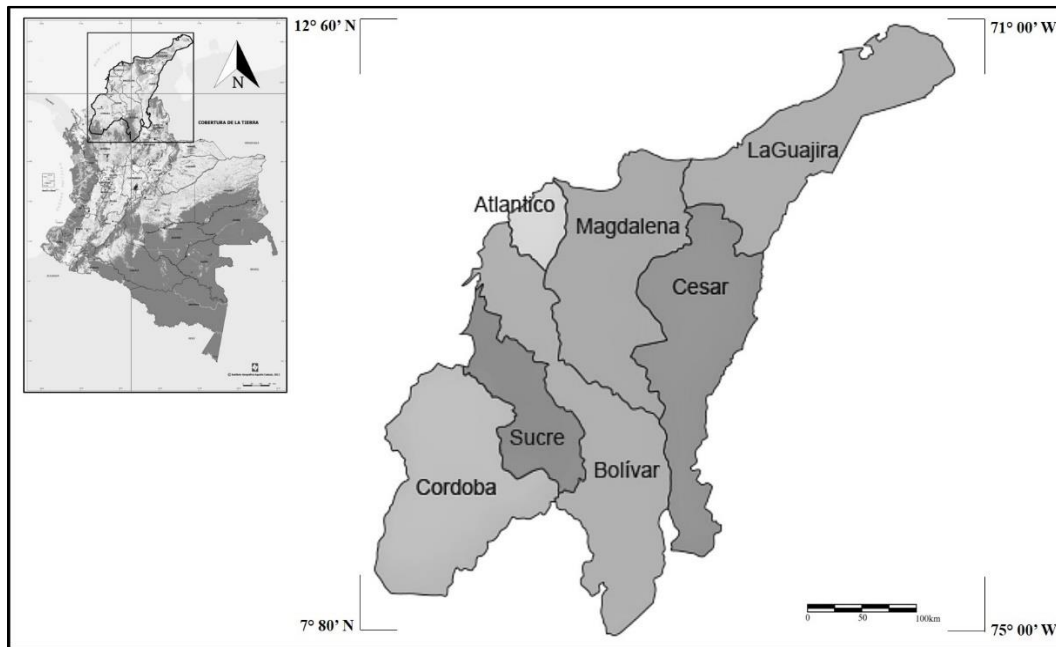


Figure 1. Departments of the Caribbean region, Colombia.

Results and Discussion

There are 73 species of Myriapods known for the Colombian Caribbean region, 14 belong to the Chilopoda class, 57 to the Diplopoda class, and two to the Symphyla class, 20 families (four from Chilopoda, 15 from Diplopoda and one from Symphyla) included in eleven orders (three from Chilopoda, seven from Diplopoda, and one from Symphyla).

The presence of two morphospecies of the family Paradoxosomatidae and two of the family Fuhrmannodesmidae, order Polydesmida, as well as one morphospecies of the family Lophoproctidae, Polyxenida, are recorded in this article. On the other hand, the class Symphyla includes two morphospecies of the family Scolopendrellidae, placed in the collection of biological specimens of the Universidad de Cartagena and collected in the Colombian Caribbean.

For the Chilopoda class, the families with the highest richness were Scolopendridae and Scolopocryptopidae, with six species belonging to the Scolopendromorpha order. In comparison, the Lithobiidae families of the Lithobiomorpha order and Psellioididae of the Scutigermorpha order presented one species. *Scolopendra gigantea* Linnaeus, 1758 was the species with the largest geographic range in the Caribbean region, with records in five departments (Table 1). According to Chagas *et al.*, 2014, in Colombia, this species is only distributed in this region.

In this work, the species *Scolopendra arthrorhabdoides* Ribaut, 1912, is recorded for the department of Bolívar, expanding its distribution which is considered restricted by Chagas *et al.*, 2014 and Prado *et al.*, 2018; in this work, records between 0 and 100 masl were found.

For the Diplopoda class, the family with the highest richness was Chelodesmidae

(Polydesmida) with 31 species, followed by Pseudonannolenidae (Spirostreptida) and Rhinocricidae (Spirobolida), each one with five species, while Siphonotidae (Polyzoniida), Glomeridesmidae (Glomerida), Spirobolellidae (Spirobolida), Cyrtodesmidae and Pyrgodesmidae (Polydesmida), shown the lower richness with one individual each one (Table 1).

The list includes the species *Trachelodesmus angulatus* and *T. ancylaphor* recorded for the Colombian Caribbean by Chamberlin, 1923. However, Hoffman & Flórez (1995) consider that these species' taxonomic identity is not sure, and they possibly do not belong to the *Trachelodesmus* genus. Therefore, it is recommended to do a review of the type material.

Regarding the Symphyla class, no publications were found with records of species for the Colombian Caribbean. Still, in the collections of Universidad de Cartagena and the Institute of Natural Sciences of Universidad Nacional de Colombia, specimens of the Scolopendrellidae family were found.

Of the Pauropoda class, no species records were found for the Colombian Caribbean;

however, their presence in the region is possible, so it is recommended to increase the search for these tiny individuals.

In general, the species documented in the literature for the Caribbean region are found in the Magdalena Department, reporting a total of 51 species; these records are related to the expeditions made by Otto Fuhrmann and Eugene Mayor (1910), Carl (1914), and University of Michigan to Central America (1913) and Chamberlin (1921) in the 20th century, which focused mainly on determining the biological diversity of the Sierra Nevada de Santa Marta and its surroundings.

The results obtained here show a high richness of myriapods in the Colombian Caribbean region, which should be reviewed in a more detailed way, for example, by examining the type material of the species, in addition to taxonomically determining the morphospecies mentioned here. For this, it is recommended to continue carrying out projects that allow a more detailed contribution to the myriapod fauna knowledge in this region of the country.

Taxonomic list

Table 1: List of myriapod species known for the Colombian Caribbean region, based on available literature and material preserved in collections. For each species, its geographical range, altitude, reference collection, source of the record, and the bibliographic reference are provided. The new records are presented in bold; the list is organized based on Miyazawa *et al.* (2014) and the alphabetical order for the species.

Clase/Class	Orden/Order	Familia/Family	Taxón/Taxon	Distribución en el Caribe Colombiano / Distribution in Colombian Caribbean	Altitud (msnm) / Altitude (masl)	Colección de Referencia / Collection for Reference	Referencia Bibliográfica / Bibliographic Reference
-------------	-------------	----------------	-------------	--	---	---	--

Chilopoda	Lithobiomorpha	Lithobiidae	<i>Lithobius forficatus</i> Linnaeus, 1758	Cor	87	ICN	<i>Linnaeus, 1758; Prado et al., 2018</i>
	Scolopendromorpha	Scolopendridae	<i>Otostigmus clavifer</i> Chamberlin, 1921	Mag	13 - 16	MCZ	<i>Chamberlin, 1921; Chagas et al., 2014</i>
			<i>Rhysida celeris</i> Humbert & Saussure, 1870	Suc Bol	1210	ICN	<i>Humbert & De Saussure, 1870</i>
			<i>Rhysida longipes</i> Newport, 1845	Suc Bol	44 - 100	CUDC, ICN	<i>Newport, 1845; Chagas et al., 2014</i>
			<i>Scolopendra alternans</i> Leach, 1815	Atl	-	ICN	<i>Leach, 1815</i>
			<i>Scolopendra arthrorhabdoides</i> Ribaut, 1912	Atl Bol	0 - 100	ICN, CUDC	<i>Ribaut, 1912</i>
			<i>Scolopendra gigantea</i> Linnaeus, 1758	Suc Atl Bol Mag Cor	9 - 102	CUDC, ICN	<i>Linnaeus, 1758; Chagas et al., 2014</i>
		Scolopocryptopidae	<i>Newportia longitarsis stehowi</i> Verhoeff, 1938	Mag	1300 - 3245	ICN	<i>Verhoeff, 1938; Chagas et al., 2014</i>
			<i>Newportia longitarsis longitarsis</i> Gervais, 1847	Mag	sep-50	NMNH	<i>Gervais, 1847; Chagas et al., 2014</i>
			<i>Newportia longitarsis guadeloupensis</i> Demange, 1981	Mag	200 - 2850	ICN	<i>Demange, 1981; Chagas et al., 2014</i>
			<i>Newportia monticola</i> Pocock, 1890	Bol	20	ICN	<i>Pocock, 1890</i>
			<i>Newportia simoni</i> Brölemann, 1898	Suc	640 - 1920	-	<i>Brölemann, 1898; Chagas et al., 2014</i>
			<i>Scolopocryptops ferrugineus</i> Linnaeus, 1767	Mag	1300	ICN	<i>Linnaeus, 1767; Chagas et al., 2014</i>
Diplopoda	Scutigermorpha	Psellioididae	<i>Sphendononema guildingii</i> Newport, 1845	Mag Bol	60 - 2200	ICN, NMNH	<i>Newport, 1845; Stoev, 2004</i>
	Glomeridesmida	Glomeridesmidae	<i>Glomeridesmus porcellus</i> Gervais & Goudot, 1844	Mag	762 - 1219	CRVC	<i>Gervais & Goudot, 1844; Loomis, 1968</i>

	Polydesmida	Aphelidesmidae	<i>Pycnotropis cylindroides</i> Chamberlin, 1923	Mag	1620	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Pycnotropis colombiensis</i> Chamberlin, 1923	Mag	915 - 1370	MCZ	Chamberlin, 1923
		Chelodesmidae	<i>Alassodesmus reductus</i> Chamberlin, 1923	Mag	1890	MCZ	Chamberlin, 1923; Hoffman, 1975
			<i>Alocodesmus longipes</i> Chamberlin, 1923	Mag	10	MCZ	Hoffman, 1969; Chamberlin, 1923
			<i>Chondrodesmus ceracinopus</i> Chamberlin, 1923	Mag	10	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Chondrodesmus</i> cf. <i>riparius</i> Carl, 1914	Bol	0 - 100 m.	CUDC, ICN	Carl, 1914
			<i>Chondrodesmus rugosior</i> Chamberlin, 1923	Mag	1370	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Chondrodesmus tamocalanus</i> Chamberlin, 1923	Mag	200 - 1370	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Chondrodesmus virgatus</i> Chamberlin, 1923	Mag	10	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Colombodesmus catharus</i> Chamberlin, 1923	Mag	1370	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Colombodesmus lygrus</i> Chamberlin, 1923	Mag	610 - 1370	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Cormodesmus hirtutellus</i> Chamberlin, 1923	Mag	1220-1620	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Trachelodesmus ancylophor</i> Chamberlin, 1923	Mag	1890	MCZ	Chamberlin, 1923; Hoffman, 1975
	Polydesmida		<i>Trachelodesmus angulatus</i> Chamberlin, 1923	Mag	1220	MCZ	Chamberlin, 1923; Hoffman, 1975

			<i>Trichomorpha angulella</i> Chamberlin, 1923	Mag	762	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Trichomorpha eusema</i> Chamberlin, 1923	Mag	1370	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Trichomorpha eutyla</i> Chamberlin, 1923	Mag	1370	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Trichomorpha manzanaris</i> Chamberlin, 1952	Mag	-	FMNH	Chamberlin, 1952; Sierwald, 2006
			<i>Trichomorpha paurothrix</i> Chamberlin, 1923	Mag	1530	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Trichomorpha rondonum</i> Chamberlin, 1952	Mag	-	FMNH	Chamberlin, 1952; Sierwald, 2006
			<i>Trichomorpha rugosella</i> Chamberlin, 1923	Mag	1036 - 1220	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Trichomorpha setosior</i> Chamberlin, 1923	Mag	1370	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Trichomorpha tuberculos a</i> Chamberlin, 1923	Mag	1890	MCZ	Chamberlin, 1923
		Cyrtodesmidae	<i>Agnurodesmus thrixophor</i> Chamberlin, 1923	Mag	1370	MCZ	Chamberlin, 1923
		Fuhrmannodesmidae	Fuhrmannodesmidae sp1	Bol	100	CUDC	Brolemann, 1916
			Fuhrmannodesmidae sp2	Bol	100	CUDC	Brolemann, 1916
		Paradoxosomatidae	Paradoxosomatidae sp1	Bol	0 - 100	CUDC, ICN	Daday, 1889
			Paradoxosomatidae sp2	Bol	56 - 67	ICN	Daday, 1889
			Paradoxosomatidae sp3	Bol	100	ICN	Daday, 1889

	Platyrhacidae	<i>Colomborus martanus</i> Chamberlin, 1952	Mag	0 - 700	FMNH	<i>Chamberlin, 1952; Sierwald, 2006</i>
		<i>Colomborus colombiensis</i> Chamberlin, 1923	Mag	1370	MCZ	<i>Chamberlin, 1923</i>
		Pyrgodesmidae	<i>Arionus ulophilus</i> Chamberlin, 1923	Mag	1220	MCZ
Polyxenida	Lophoproctidae	Lophoproctidae sp1	Bol	9 - 120	CUDC, ICN	<i>Pocock, 1894</i>
Siphonophorida	Siphonophoridae	<i>Columbiozonium pearsei</i> Chamberlin, 1923	Mag	10	MCZ	<i>Chamberlin, 1923</i>
		<i>Siphonophora graciliceps</i> Chamberlin, 1923	Mag	10	MCZ	<i>Chamberlin, 1923</i>
Spirobolida	Rhinocricidae	<i>Lissocricus howlandi</i> Chamberlin, 1953	Mag	-	FMNH	<i>Chamberlin, 1953; Sierwald, 2006</i>
		<i>Rhinocricus amblus</i> Chamberlin, 1923	Mag	1370	MCZ	<i>Chamberlin, 1923</i>
		<i>Rhinocricus colombianus</i> Schubart, 1951	Mag	610	-	<i>Schubart, 1951</i>
		<i>Rhinocricus hylophilus</i> Chamberlin, 1923	Mag	610 - 1370	MCZ	<i>Chamberlin, 1923; Marek et al., 2003</i>
		<i>Rhinocricus pycnus</i> Chamberlin, 1923	Mag	610 - 1280	MCZ	<i>Chamberlin, 1923; Marek et al., 2003</i>
	Spirobolellidae	<i>Microspirobolus tridens</i> Chamberlin, 1923	Mag	1370	MCZ	<i>Chamberlin, 1923</i>
Spirostreptida	Pseudonannolenidae	<i>Epinannolene arius</i> Chamberlin, 1923	Mag	260	MCZ	<i>Chamberlin, 1923</i>
		<i>Epinannolene lorenzonus</i> , Chamberlin, 1923	Mag	915	MCZ	<i>Chamberlin, 1923</i>

			<i>Epinannolene xestus</i> Chamberlin, 1923	Mag	1370 - 1520	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Phallorthus colombianus</i> Chamberlin, 1952	Mag	-	FMNH	Chamberlin, 1952; Hoffman y Florez, 1995; Sierwald, 2006
			<i>Phallorthus lorenzonus</i> Chamberlin, 1923	Mag	-	MCZ	Chamberlin, 1923; Hoffman y Florez, 1995
		Spirostreptidae	<i>Spirostreptus atopus</i> Chamberlin, 1923	Mag	610 - 1370	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Spirostreptus eustriatus</i> Chamberlin, 1923	Mag	10	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Orthoporus gaigei</i> Chamberlin, 1923	Mag	610 - 1370	MCZ	Chamberlin, 1923
	Stemmiulida	Stemmiulidae	<i>Stemmiulus craurus</i> Chamberlin, 1923	Mag	790	MCZ	Chamberlin, 1923
			<i>Stemmiulus major</i> Carl, 1914	Mag	610	-	Carl, 1914
			<i>Stemmiulus ruthveni</i> Chamberlin, 1929	Mag	1370 - 1520	-	Chamberlin, 1929
Symphyla	Symphyla	Scolopendrellidae	Scolopendrellidae sp1	Bol	100	CUDC	Bagnall, 1913
			Scolopendrellidae sp2	Bol	100	CUDC	Bagnall, 1913

REFERENCES

Adis, J. A., J. W. Minelli, L. A. Morais, F. Pereira, J. Barbieri & M. Rodrigues. 1996. On abundance and phenology of Geophilomorpha (Chilopoda) from central Amazonian upland forests. *Ecotropica* 2 (2): 165-175.

Agredo, C., J. Zuluaga & E. Chaparro. 1988. Observaciones sobre características, distribución y daños de sínfilidos (Symphyla) y otros organismos del suelo, en cultivos de piña (*Ananas comosus*) del Valle del Cauca. *Acta Agronómica* 38: 65-73.

- Arango, C., J. Dorado, D. Guzmán & J. F. Ruiz. 2015. Climatología trimestral de Colombia. Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático Subdirección de Meteorología – IDEAM.
<http://www.ideam.gov.co/documentos/21021/21789/Climatolog%C3%ADa+Trimestral+para+Colombia+%28Ruiz%2C+Guzman%2C+Arango+y+Dorado%29.pdf/c2825963-c373-449a-a7cb8480874478d9>
- Bagnall, R. S. 1913 On the classification of the order Symphyla. *Journal of the Linnean Society London Zoology* 32: 195–199.
- Brölemann, H.W. 1898. Myriapodes du Haut et Bas Sarare (Venezuela) donnés par M. F. Geayau au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. *Annalés de la Société Entomologique de France* 67 (3): 314–335.
- Brolemann, H. W. 1916. Les gonopodes des Spirostreptes [Myriap. Diplop.]. Note préliminaire. *Bulletin de la Société entomologique de France* 21 (1): 51-53.
- Bueno-Villegas, J. 2012. Diplópodos: los desconocidos formadores de suelo. *Biodiversitas* 102: 1–5.
- Castillo-Ávila, C. C., C. Prado-Sepulveda & G. A. García. 2015. First record of the intake of lichenized fungi by diplopods (Myriapoda) in Eastern subregion of Sumapaz, Colombia. *Boletín de La Sociedad Entomológica Aragonesa* 57: 358-360.
- Carl, J. 1914. Die Diplopoden von Columbien nebst Beiträgen zur Morphologie der Stemmatoiuuliden. In O. Fuhrman & F. Mayor (eds.), *Voyage d'Exploration scientifique en Colombie. Neuchatel: Attinger Frères* 821–993.
- Chagas, Jr. A., E. Chaparro, S. Galvis, D. Triana, E. Flórez & J. Sicoli, 2014. The centipedes (Arthropoda, Myriapoda, Chilopoda) from Colombia: Part I. Scutigermorpha and Scolopendromorpha. *Zootaxa* 3779 (2): 133-156.
- Chamberlin, R.V. 1921. New Chilopoda and Diplopoda from the East Indian Region. *Annals and Magazine of Natural History* 7: 50–87.
- Chamberlin, R.V. 1923. Results of the Bryant Walker expeditions of the University of Michigan to Colombia, 1913, and British Guiana, 1914. The Diplopoda. - Occasional Papers Mus. Zool. Univ. Michigan 133: 1-143.
- Chamberlin, R.V. 1952. Further records and descriptions of American millipeds. *Great Basin Naturalist* 12: 13-34.
- Chamberlin, R.V. 1953. Some American Millipeds of the Order Spirobolida. *American Midland Naturalist* 50 (1): 138.
- Cupul, M. F. 2013. La diversidad de los ciempiés (Chilopoda) de México, *Dugesiana* 20: 17-41.
- Daday, J. 1889. Pauropoda. – In: Myriopoda Regni Hungariae. (In Hungarian). *Kilian Trigyes, Budapest* 33, 78-80.

- Edgecombe, G. 2011. Phylogenetic relationships of the Myriapoda. In: The Myriapoda. Alessandro Minelli (Ed). Brill. Leiden – Boston 1-20.
- Enghoff, H. 2015. Diplopoda - Geographical Distribution. En: The Myriapoda. Vol II. Alessandro Minelli (Ed). Brill Leiden - Boston, 329-336.
- Galvis, L. 2009. Geografía económica del Caribe Continental. Documentos de trabajo sobre economía regional No. 119. *Banco de la República. Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER)* 87.
- Gervais, F. P. 1844. Études sur les Myriapodes. *Annales des Sciences Naturelles* 3 (2): 51–80.
- Gervais, F. P & J. Goudot. 1844. Description des Myriapodes recueillis par Goudot en Colombie. *Annales de la Société Entomologique de France* 2 (2): 26–29.
- Gervais, P. 1847. Chilopodes, In: M. Le Baron Walckenaer & P. Gervais, Eds., *Histoire Naturelle des Insects. Aptères. (Suites á Buffon)* 4: 210–328.
- Gervais, F. P. 1859. Myriapodes et Scorpions. In: Animaux nouveaux ou rares recueillis pendant l'expédition dans les parties centrales de l'Amérique du Sud, de Rio de Janeiro à Lima, et de Lima au Para; exécutée par ordre du Gouvernement Français pendant les années 1843 a 1847, sous la direction du Comte Francis de Castelnau. P. Bertrand, Paris, 1–39.
- Hoffman, R. L. 1969. Myriapoda, exclusive of insecta. En: Moore R, C. (ed) *treatise on invertebrate paleontology* 2 (4): 572-606.
- Hoffman, R. L. 1975. Chelodesmid studies VI. A synopsis of the tribe Trachelodesmini (Diplopoda: Polydesmida). *Studies on Neotropical Fauna*, 10 (2), 127–144.
- Hoffman, R.L & E. Flórez. 1995. The milliped genus *Phallorthis* revalidated: another facet of a taxonomic enigma (Spirostreptida: Pseudonannolenidae). *Myriapodologica*, 3: 115–126.
- Hoffman, R.L & D. Martinez-Torres. (2012). *Amnestorhacus*, a new genus in the neotropical diplopod fauna, based on the forgotten species *Arcidesmus ologona* Silvestri, 1898. *Estratto Dagli Annali Del Museo Civico Di Storia Naturale "G. Doria,"* 104: 131-140.
- Hopkin, S. P & H. J. Read. 1992. The biology of millipedes. *Oxford University Press* 233.
- Humbert, A & H. Saussure. 1870. Myriapoda nova Americana. Description de divers Myriapodes nouveaux du musée de Vienne. *Revue et Magasin de Zoologie* 22: 196–205.
- Jaramillo-Robledo, A & B. Chaves-Córdoba. 2000. Distribución de la precipitación en Colombia analizada mediante conglomeración estadística. *Cenicafé* 51 (2): 102–113.
- Karsch, F. Von. 1884. Über einige neue und minder bekannte Arthropoden

- des Bremer Museums. *Abhandlungen herausgegeben vom naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen* 9: 65-71.
- Leach, W.E. 1815. A tabular view of the external characters of four classes of animals which Linné arranged under Insecta; with the distribution of the genera composing three of these classes into orders, etc. and descriptions of several new genera and species. *Transactions of the Linnean Society of London* (Ser. I) 11: 306–400.
- Lewis, J. E. 1981. The biology of centipedes. *Cambridge University Press, Cambridge* 476.
- Linnaeus, C. 1758. Holmiae, Laurentus Salvus. *Systema Naturae* 1: 1–824.
- Loomis, H. F. 1968. A checklist of the millipeds of Mexico and Central America. *Bulletin of the U.S. National Museum* 266: 1–137.
- Maass, M & A. Burgos. 2011. Water dynamics at the ecosystem level in seasonally dry tropical forests: seasonally dry tropical forests. *Ecology and Conservation* 141-156.
- Marek, P.E., J. E. Bond & P. Sierwald. 2003. Rhinocricidae Systematics II, A species catalog of the Rhinocricidae (Diplopoda, Spirobolida) with synonymies. *Zootaxa* 308: 1–108.
- Martínez-Torres, D & D. E. Flórez. 2015. Clase Diplopoda. En: E. Flórez D., C. Romero-Ortíz, D. S. López (Eds.), Los artrópodos de la reserva natural río Nambí. *Serie de Guías de Campo del Instituto de Ciencias Naturales* 15: 264–290.
- Martínez-Torres, D., D. E. Flórez & E. Linares. 2011. Meeting between kingdoms: discovery of a close association between Diplopoda and Bryophyta in a transitional Andean-Pacific forest in Colombia. *International Journal of Myriapodology* 6: 29-36.
- Mesa-S, L.M., M. Santamaría, H. García & J. Aguilar-Cano. 2016. (Eds.) Catálogo de biodiversidad de la región Caribe. Volumen 3. Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en áreas operativas de Ecopetrol. Proyecto Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ecopetrol S.A. Bogotá D.C, 452.
- Minelli, A. 2011. Class Chilopoda, Class Symphyla and Class Pauropoda En: The Myriapoda. Vol I. Alessandro Mienlli (Ed). Brill. Leiden - Boston, 3148.
- Minelli, A., L. Bonato & R. Dioguardi. 2006. Chilobase: a web resource for Chilopoda taxonomy. <http://chilobase.bio.unipd.it>.
- Miyazawa, H., C. Ueda, K. Yahata & Z. H. Su. 2014. Molecular phylogeny of Myriapoda provides insights into evolutionary patterns of the mode in post-embryonic development. *Scientific Reports* 4: 4127.
- Navarro, R. & B. Gaviria. 2001. Resistencia de variedades de crisantemo a la pudrición de raíces (*Cylindrocarpon destructans* Zinssin) Schalten. Reinfestación

- por nemátodos en suelos & nematofauna asociada a las aguas de riego. Serie de investigación, Asociación Colombiana de Exportadores de Flores ASOCOLFLORES, Universidad Católica de Oriente, Unidad de Sanidad Vegetal, Rionegro, Antioquia, 30-34.
- Newport, G. 1845. Monograph of the class Myriapoda order Chilopoda; with observations on the general arrangement of the Articulata. *Transactions of the Linnean Society of London* 19: 265–302, 349–439.
- Pabón C, J. D., R, J. A. Eslava & T. R. E. Gómez. 2001. Generalidades de la distribución espacial y temporal de la temperatura del aire y de la precipitación en Colombia. *Meteorologia colombiana* 4: 47-59.
- Pérez-Asso, A. R & D. E. Pérez-Gelabert, 2001. Checklist of the millipedes (Diplopoda) of Hispaniola. *Boletín SEA* 28: 67-80.
- Pizano, C & H. García. 2014. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, 213.
- Pocock, R.I. 1890. Report upon a small collection of scorpions and centipedes sent from Madras by Mr. Edgar Thurston, of the Government Central Museum. *Ann. Mag. Nat. Hist* 6: 236–245.
- Pocock, R. I. 1894. Contributions to our knowledge of the arthropod fauna of the West Indies. Part III. Diplopoda and Malacopoda, with a supplement on the Arachnida of the class Pedipalpi. *Journal of the Linnean Society of London, Zoology* 24 (157): 473-544.
- Pocock, R.I. 1896. Class Chilopoda. In: Chilopoda and Diplopoda. *Biologia Centrali-Americana* 1: 1-40.
- Prado-Sepúlveda, C. C., H. D. Triana & J. S. Galvis. 2016. Los ciempiés (Myriapoda: Chilopoda) de bosque andino en el municipio de Icononzo (Colombia, Tolima) y clave para las familias presentes en Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 58: 188-196.
- Prado-Sepúlveda, C. C., H. D. Triana, C. C. Castillo & E. Tulande-M. 2018. First records of *Lithobius* (*Lithobius*) *forficatus* (Linnaeus, 1758) and *Lithobius* (*Lithobius*) *obscurus* Meinert, 1872 (Lithobiomorpha, Lithobiidae) introduced to Colombia. *Check List* 14 (3): 559-568.
- Programa De Naciones Unidas Para El Desarrollo (PNUD). 2009. Observatorio del Caribe Colombiano. El Caribe colombiano Frente a los objetivos del desarrollo del milenio (ODM).
- Ribaut, H. 1912. Contribution à l'étude des chilopodes de Colombie (O. Fuhrmann et Eug. Mayor, voyage d'exploration scientifique en Colombie). *Mémoires de la Société*

- de Sciences Naturelles de Neuchâte*, 5: 67-95.
- Ruiz, D. H., J. Bueno-Villegas & A. Feijoo. 2010. Uso de la tierra y diversidades alfa, beta y gamma de diplópodos en la cuenca del río Otún, Colombia. *Universitas Scientiarum*, 15 (1): 59-67.
- Scheller, U. 1986. Symphyla from the United States and Mexico. *Texas Museo Speleol* 1: 87-125.
- Scheller, U. 1992. A study of Neotropical Symphyla (Myriapoda): List of species, keys to genera and description of two new Amazonian species. *Amazoniana* 12 (2): 169-180.
- Scheller, U. 2008. A reclassification of the Pauropoda. *International Journal of Myriapodology* 1: 1-38.
- Scheller, U & J. Adis. 2002a. Pauropoda. En: Amazonian Arachnida and Myriapoda. Joachim Adis (Ed.). Pensoft Publishers. Sofía – Moscow 541-551.
- Scheller, U & J. Adis, 2002b. Symphyla. En: Amazonian Arachnida and Myriapoda. Joachim Adis (Ed.). Pensoft Publishers. Sofía – Moscow, 490-511.
- Scheller, U. 2008. A reclassification of the Pauropoda. *International Journal of Myriapodology* 1: 1-38.
- Schubart, O. 1951. Contribucao para a fauna do estado de sao paulo II. Os Rhinocricidae (Opisthopermorphora, Diplopoda), anais acad. Brasil. Ciene 23 (2): 221-275.
- Shelley, R. M. 2002. A revised, annotated, family-level classification of the Diplopoda. *Arthropoda Selecta* 11 (3) 187-207.
- Shelley, R. M & W. A. Shear. 2005. A new milliped of the genus *Stenozonium* Shelley 1998 from Washington State, U. S. A.: first record of the genus and family from North of the Columbia River (Polyzoniida: Polyzoniidae). *Zootaxa* 1017: 25-32.
- Shear, W. A. 2016. Redescription of the South African millipede *Cylichnogaster lawrencei* Verhoeff, 1937 and notes on the family Siphonotidae (Diplopoda, Polyzoniida). *Zootaxa* 4079 (1): 119-128.
- Sierwald, P., J. E. Bond & G.T. Gurda. 2005. The millipede type specimens in the Collections of the Field Museum of Natural History (Arthropoda: Diplopoda). *Zootaxa*, 1005 (1), 1-64.
- Sierwald, P. & J. Spelda. 2020. MilliBase. Available from: <http://www.millibase.org> (consultada diciembre 2020)
- Stoev, P. & J. J. Geoffroy. 2004. An annotated catalogue of the scutigeromorph centipedes in the collection of the Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (France) (Chilopoda: Scutigeromorpha). *Zootaxa* 635: 1-12.
- Stoev, P., M. Zapparoli, S. Golovatch, H. Enghoff, N. Akkari & A. Barber. 2010. Myriapods (Myriapoda). Chapter 7.2. (Eds) Alien terrestrial

- arthropods of Europe. *BioRisk* 4 (1): 97-130.
- Szucsich, N. & U. Scheller. 2011. Symphyla. The Myriapoda. Alessandro Mienli (Ed). *Brill. Leiden* 1: 490-511.
- Verhoeff, K.W. 1938. Über einige amerikanische Myriapoden. *Zoologischer Anzeiger* 122: 273-284.

CAPÍTULO 2

DIVERSIDAD DE CIEMPIÉS Y MILPIÉS (ARTHROPODA: MYRIAPODA) EN FRAGMENTOS DE BOSQUE SECO TROPICAL DEL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR, COLOMBIA.



lineamientos de la revista:

BIOLOGÍA TROPICAL

ISSN 2357-3759

Diversidad de ciempiés y milpiés (Arthropoda: Myriapoda) en fragmentos de bosque seco tropical del departamento de Bolívar, Colombia.

Carrillo-Pallares Martín¹, Zapata-M Wilder¹, Martínez-Torres Daniela², Navas-S. Gabriel R.³ & Bermúdez Adriana¹

¹ Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Programa de Biología, Grupo de Investigación Biología Descriptiva y Aplicada, Campus San Pablo, Cartagena de Indias, Colombia. m-carrillo1996@hotmail.com, wilder214_@hotmail.com, abermudezt@gmail.com

² Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Grupo Colombiano de Aracnología, Sede Bogotá, Bogotá, Colombia. martinez.daniela@gmail.com

³ Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Programa de Biología, Grupo de Investigación Hidrobiología, Campus San Pablo, Cartagena de Indias, Colombia. gnavass@unicartagena.edu.co

Abstract: Diversity of centipedes and millipedes (Arthropoda: Myriapoda) in tropical dry forest fragments of the department of Bolívar, Colombia. The diversity of centipedes and millipedes in fragments of tropical dry forest in the department of Bolivar is presented. The field phase was developed in four fragments of tropical dry forest in the municipalities of Turbaco, San Jacinto, Magangué, and El Carmen, between October and November 2020. In each one, sampling was carried out by means of free search, soil monolith, pitfall traps and Winkler traps, in a 50 x 50 m plot. In total 1106 individuals of the class Chilopoda and Diplopoda were collected, belonging to eight orders, 15 families and 32 morphospecies. The data obtained allowed us to evaluate the alpha and beta diversity, from the diversity profiles and a classification and ordination analysis. The results showed that there is a marked variation in the diversity of myriapods in tropical dry forest fragments, A grouping was observed among the species assemblages of the fragments evaluated in the localities of Turbaco, San Jacinto, possibly due to the little anthropic intervention that these localities present. The presence of the following genera of class Chilopoda *Newportia* Gervais, 1847, *Scolopocryptops* Newport, 1844, *Rhisiyda* Wood, 1862, *Cormocephalus* Newport, 1844 and *Scolopendra* Linnaeus, 1758, order Scolopendromorpha, and *Notiphilides* Latzel, 1880, order Geophilomorpha, are registered for first time at department of Bolivar. Meanwhile, in the class Diplopoda, the presence of nine of the 19 families already registered for Colombia are recorded for first time.

Key words: Caribbean, dissimilarity, tropical dry forest, Diplopoda, Chilopoda.

INTRODUCCIÓN

El Bosque Seco Tropical (BST) se puede definir como una cobertura boscosa que se distribuye entre 0 y 1000 m de altitud, la cual presenta temperaturas de 25°C a 38°C (Murphy y Lugo, 1986; IAVH, 1997) y recibe precipitaciones entre 250 y 2000 mm al año, con períodos marcados de sequía de cuatro a seis meses (Grainger, 1996; Mayaux *et al.*, 2005; Miles *et al.*, 2006; Pennington, 2006). Debido a la

relación que existe entre las características estructurales y los parámetros físicos, el BST presenta altos niveles de diversidad alfa y endemismo con importantes estrategias adaptativas, como la capacidad de soportar condiciones extremas de sequía, siendo esto una respuesta a la estacionalidad climática (Murphy y Lugo, 1986; Dryflor, 2016).

Etter (1993) estimó que la cobertura original de BST en Colombia tenía

alrededor de 80000 km². En algunas publicaciones (ej. IDEAM *et al.*, 2007) se calculó una extensión de 76581 km², distribuido en seis regiones (el Caribe, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, la región NorAndina en Santander y Norte de Santander, el valle del Patía, Arauca y Vichada en los Llanos) cubriendo aproximadamente el 7% del territorio nacional (IAVH, 1998; Díaz, 2006). Miles *et al.* (2006) registraron que un 97% de la cobertura original del BST se encontraba fragmentada e impactada por las poblaciones humanas, debido a actividades antrópicas como la ganadería, minería, deforestación y quema para instalación de monocultivos, acelerando la tasa de deterioro (Escobar, 1997; Rangel-Ch *et al.*, 1997).

La región Caribe cuenta con el remanente de BST más extenso del país (Rodríguez *et al.*, 2012), con un estimado de 1355 km² de superficie boscosa para esa fecha, con un gran porcentaje de fragmentos dispersos y fuertemente intervenidos (Díaz, 2006). Bolívar es el tercer departamento con mayor presencia de BST con cerca del 4.1% del territorio nacional, siendo los departamentos de Atlántico (5.7%) y Cesar (4.9%) los de primer y segundo lugar respectivamente (Pizano y García, 2014). Teniendo en cuenta que los relictos de BST son considerados de estudio prioritario, se hace necesaria la identificación de grupos de artrópodos que permitan entender su ecología y dinámica, y que generen información que pueda ser utilizada en futuros proyectos de conservación y restauración (Bello *et al.*, 2014; Ramírez, 2018).

Los miriápodos son un subfilo de artrópodos compuesto por cuatro clases: Chilopoda Latreille, 1817 (ciempiés), Diplopoda de Blaville en Gervais, 1844 (milpiés), Symphyla Ryder, 1880

(sínfilos) y Pauropoda Lubbock, 1868 (paurópodos) (Shelley, 2002; Edgecombe, 2011). A nivel general se caracterizan por tener un cuerpo conformado por dos tagmas, la cabeza y el tronco con múltiples segmentos repetitivos con uno o dos pares de patas (Bueno-Villegas, 2012). Este grupo se ha adaptado a una gran variedad de ecosistemas, encontrándose desde el nivel del mar hasta los 5300 m de altura. Por su capacidad para excavar, los milpiés y ciempiés modifican tanto física como químicamente la estructura del suelo, por lo que son importantes en la formación del mismo, al aumentar su porosidad y capacidad de retención de agua; de igual manera, mejoran el flujo de nutrientes y estimulan los procesos de descomposición (Bueno-Villegas, 2012). Debido a su relación con las características del hábitat en el que residen, pueden ser utilizados como indicadores de calidad de suelos, cambios en el ambiente y del estado de conservación de los ecosistemas (Adis *et al.*, 1996; Druce *et al.*, 2004). Así mismo, algunos cumplen funciones como controladores biológicos, se alimentan de meso y macrofauna edáfica, y en ocasiones, de algunos vertebrados como pequeños murciélagos y roedores (Lewis, 1981; Molinari *et al.*, 2005). Además, son parte de la dieta de aves, mamíferos, reptiles, insectos y arácnidos, entre otros (Cantú-Salazar *et al.*, 2005; Cupul-Magaña, 2014).

En Colombia son escasos los estudios de miriápodos en BST. La mayoría de los trabajos se han realizado en la región Andina, reportando para el país cuatro órdenes, siete familias, doce géneros y 40 especies de la clase Chilopoda (Chagas Jr *et al.*, 2014; Prado-Sepúlveda *et al.*, 2016); y siete órdenes, 20 familias, 76 géneros y aproximadamente 215 especies de la clase Diplopoda (Castillo-Ávila *et al.*, 2015; Martínez-Torres y Flórez, 2015).

Para el Caribe colombiano, Carl (1914) y Chamberlin (1921) describieron algunas especies de miriápodos encontradas en los departamentos del Magdalena y Atlántico. Por su parte, para el departamento de Bolívar, algunos inventarios de miriápodos del BST han sido presentados en eventos científicos, donde se ha mencionado la presencia de cuatro órdenes, seis familias y nueve morfoespecies para Chilopoda; y seis órdenes, once familias y más de 20 morfoespecies para la clase Diplopoda (Carrillo-Pallares *et al.*, 2016; Carrillo-Pallares *et al.*, 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo se plantea evaluar la diversidad de ciempiés y milpiés en diferentes fragmentos de BST del departamento de Bolívar, y como se relacionan las especies de las clases Chilopoda y Diplopoda con las variables ambientales evaluadas (humedad del ambiente, temperatura del ambiente, temperatura del suelo, pH de suelo) del BST. Con ello se busca contribuir al conocimiento taxonómico y ecológico del grupo en el departamento de Bolívar y Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: El departamento de Bolívar se encuentra al norte del país, en la región de la llanura del Caribe Colombiano (Fig. 1). Geográficamente está localizado entre los 07°00'03'' y los 10°48'37'' de latitud Norte y entre los

73°45'15'' y los 75°42'18'' de longitud Oeste. Limita en el norte con el mar Caribe y con el departamento del Atlántico; en el este con el río Magdalena, al sur con los departamentos de Santander y Antioquia, y en el oeste con Antioquia, Córdoba, Sucre y el mar Caribe. Tiene una extensión de 25978 km² desde el nivel del mar hasta los 2700 msnm, con temperatura promedio entre los 19 °C y 30 °C y precipitaciones entre 911 y 1157 mm, área equivalente al 20% del total de la superficie de la región Caribe y al 2.3% del territorio nacional (Galvis, 2009). Se divide en 45 municipios y 348 corregimientos, caracterizados por presentar fragmentos de BST en estado de sucesión, zonas arbustivas, bosques de galería y algunas áreas deforestadas para actividad pastoril y de cultivo (Pizano y García, 2014).

Fase de campo: Durante octubre y noviembre del 2020 se realizó una salida de campo a cada una de las localidades designadas en los municipios de Turbaco, San Jacinto, Magangué y El Carmen en el departamento de Bolívar (Tabla 1, Fig. 2), teniendo como característica principal la presencia de remanentes de BST. Para el diseño del muestreo se tomó como referencia la metodología de los protocolos “COBRA” (Evaluación rápida de la biodiversidad orientada a la conservación) propuesta por Cardoso *et al.* (2009) y Malumbres-Olarte *et al.* (2017) con las modificaciones aplicadas por Yesenia (2019) y Galvis (2019).

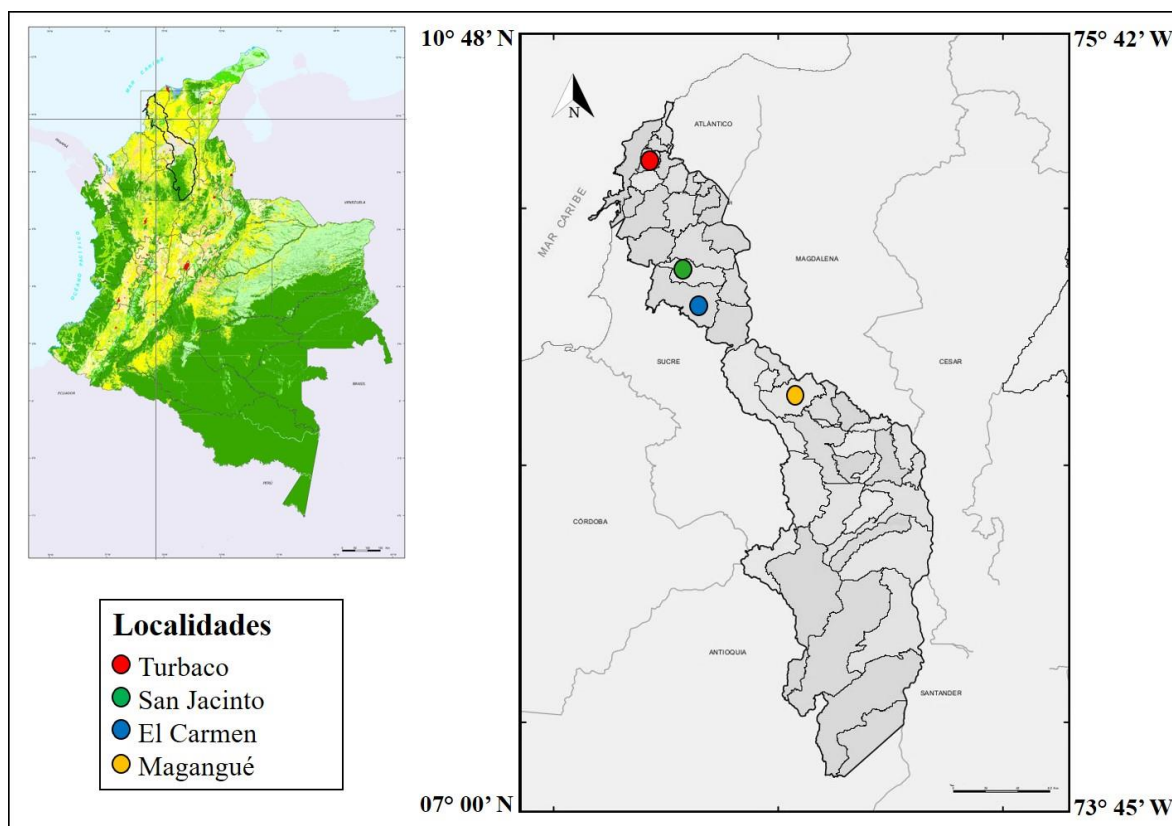


Figura 1. Localidades de muestreo en el departamento de Bolívar.

Tabla 1. Descripción de las localidades de estudio en el departamento de Bolívar, Colombia.

Localidad, Municipalidad	Coordenadas	Elevación (msnm)	Descripción
Cañaveral, Turbaco	10°22′07.1″N, 75°21′30.1″O	104	Fragmento de BST en estado de conservación, fuente hídrica cercana, poco perturbado por actividades antrópicas.
Brasilar, San Jacinto	9°54′33.1″N, 75°11′06.1″O	435	Fragmento de BST en estado de conservación, zonas montañosas, fuente hídrica cercana.
Henequén, Magangué	9°12′29.9″N 74°53′45.9″O	56	Fragmento de BST conservado, áreas aledañas perturbadas por actividades antrópicas (ganadería, vías de acceso, monocultivos, áreas semiurbanas), zona inundable.
Tolemaida, El Carmen	9°38′07.4″N 75°07′29.3″O	253	Fragmento de BST conservado, áreas aledañas perturbadas por actividades antrópicas (conflicto armado, monocultivos, ganadería) y en estado de sucesión, zonas montañosas. Sin fuentes hídricas cercanas.

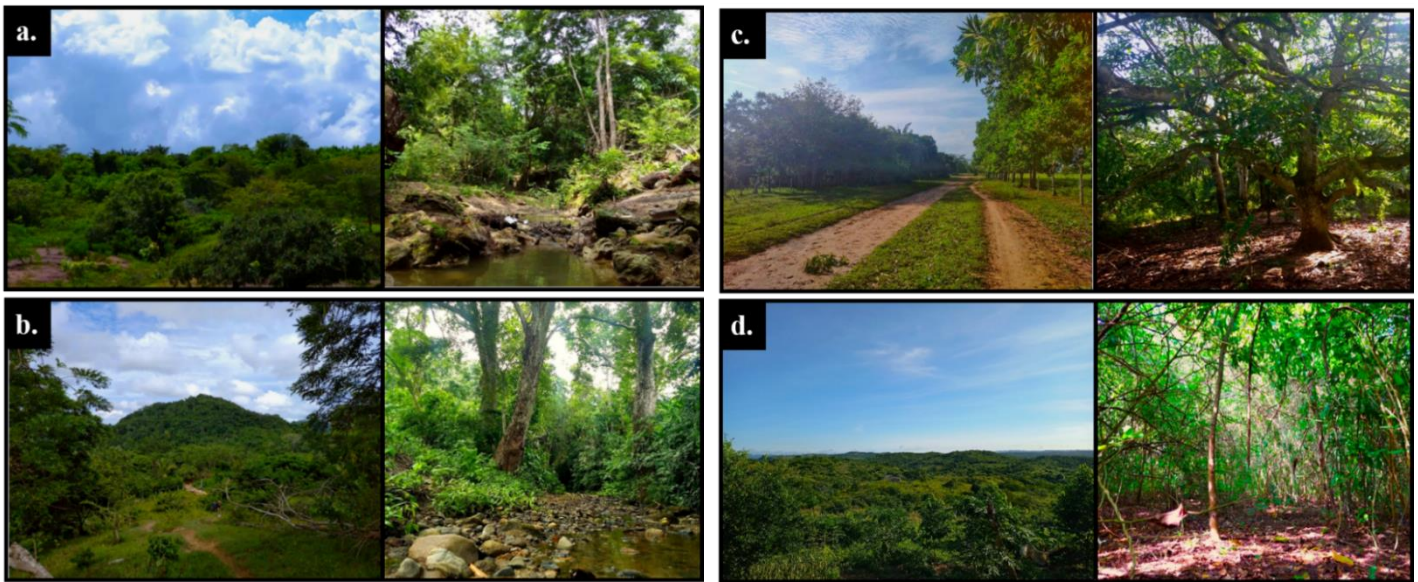


Figura 2. Localidades donde se efectuó la captura de miriápodos en el departamento de Bolívar, Colombia. **a.** Turbaco. **b.** San Jacinto. **c.** Magangué. **d.** El Carmen.

En cada localidad se delimitó una parcela 50 x 50 m, dentro de la cual se aplicaron siguientes métodos de captura de individuos:

Búsqueda libre: Se realizaron búsquedas directas de individuos durante una hora; con el esfuerzo de cuatro personas en troncos en descomposición, árboles, hojarasca y otros microhábitats, en jornadas diurnas y nocturnas (Fig. 3).



Figura 3. Método Búsqueda libre. **a.** Búsqueda en jornada diurna. **b.** Búsqueda en jornada nocturna.

Monolito de suelo: Se utilizó un cajón metálico cuadrado de 25 cm de lado y 10 cm de altura, el cual se enterró para extraer diez núcleos de suelo por jornada de muestreo. Los lugares elegidos para tal fin, fueron seleccionados dentro de la parcela de manera aleatoria y posteriormente se revisó el núcleo sobre una tela blanca con la ayuda de linternas para observar los individuos con mayor facilidad y realizar su recolección (Fig. 4).



Figura 4. Método Monolito de suelo. **a.** Cajón metálico. **b.** Revisión de monolito en jornada diurna. **c.** Revisión de monolito en jornada nocturna.

Trampas Winkler: Dentro de la parcela se tomaron doce muestras de hojarasca en 1 m². Los lugares elegidos para tal fin, fueron seleccionados de manera aleatoria. Cada muestra se procesó con el tamiz Winkler y se depositó en sacos Winkler (Fig. 5) durante tres días a temperatura ambiente para luego ser procesados.



Figura 5. Método Trampa Winkler. **a.** Tamiz Winkler. **b.** Saco Winkler.

Trampas de caída: Para este método se utilizaron vasos desechables de aproximadamente 10 cm de diámetro. Estos vasos fueron protegidos con platos desechables a aproximadamente 5 cm del suelo, para evitar la entrada de agua en caso de lluvias. En total se instalaron 48 trampas de caída (Fig. 6) en grupos de cuatro a lo largo del borde de cada cuadrante (Fig. 7). A cada trampa se le agregó propilenglicol y se dejaron instaladas durante 15 días en la parcela para luego ser procesadas.



Figura 6. **a.** Instalación de trampas al interior del cuadrante de 50 x 50 m. **b.** Trampa de caída.

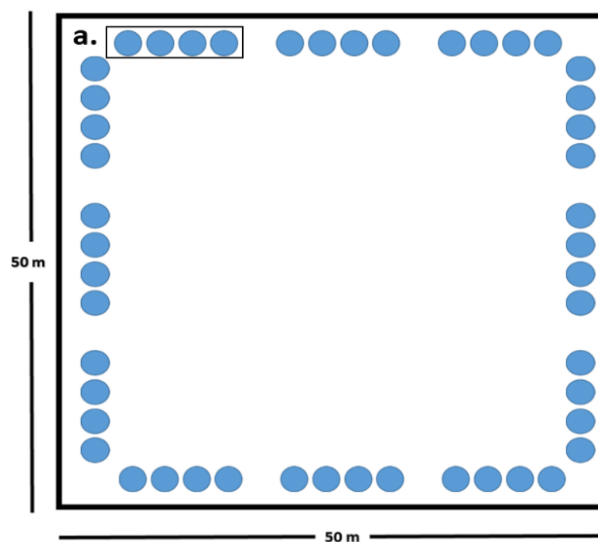


Figura 7. Disposición de las trampas de caída al interior del cuadrante. **a.** Grupo de cuatro trampas.

Variables ambientales: En cada muestreo fueron medidas *in situ*, humedad del ambiente (%) y temperatura ambiente (°C) con un medidor UNI-T UT333. Datos de temperatura de suelo (°C) y pH de suelo fueron tomados con un termómetro digital de suelo y un pHmetro, ambos instalados durante tres horas por jornada de recolecta de individuos.

Fase de laboratorio: Los ejemplares recolectados se fijaron y preservaron en etanol al 70%, luego fueron etiquetados y trasladados a los laboratorios de la Universidad de Cartagena. La determinación taxonómica se realizó hasta el nivel más bajo posible con base en los caracteres morfológicos considerados para cada grupo, usando las claves de Hoffman *et al.* (2002), Cupul-Magaña (2012), Chagas *et al.* (2014) y Prado-Sepúlveda *et al.* (2016) además de la ayuda de especialistas como Sebastián Galvis y Fabio Cupul. Para su confirmación, se compararon con ejemplares depositados en las colecciones del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN). Los ejemplares

estudiados fueron almacenados en los laboratorios de investigación de la Universidad de Cartagena y en las colecciones del ICN de la Universidad Nacional de Colombia.

Para los análisis ecológicos se garantizó que todos los individuos pudieran ser separados dentro de las morfoespecies que incluyera al menos un individuo adulto; Para la abundancia por cada morfoespecie no se discriminó entre sexos.

Análisis de datos

Evaluación de la diversidad alfa (α):

Para validar la efectividad de los muestreos, se realizaron curvas de acumulación de especies con base en los datos de abundancia, empleando los estimadores no paramétricos (Chao1 y ACE), también se incluyeron las curvas de *Singletons* (especies representadas por un individuo en todo el muestreo) y *Doubletons* (especies que aparecen representadas por dos individuos). La curva general se construyó en el programa R Studio a partir de los datos arrojados por el software libre EstimateS v. 9.1 (Colwell *et al.*, 2012), donde se tuvo en cuenta los cuatro métodos aplicados en las cuatro localidades.

Para comparar la diversidad alfa de las localidades, se generaron perfiles de diversidad basados en los números equivalentes o números de Hill, los cuales se calcularon mediante tres órdenes de diversidad: diversidad de orden cero ($q=0$), equivalente al número de especies observadas, la diversidad de orden uno ($q=1$) determinada por el exponencial del índice de Shannon-Wiener y la diversidad de orden dos ($q=2$) expresada por el inverso del índice de Simpson; estos dos últimos consideran las abundancias relativas de las especies a la hora de calcular el *número efectivo* de especies

(especies dominantes) (Moreno *et al.*, 2011; Lou y González-Oreja, 2012). La diversidad esperada, en cada uno de los órdenes de diversidad, se calculó por medio de los intervalos de confianza. Los análisis anteriores se realizaron en el programa Spade y R Studio (Chao *et al.*, 2015).

Evaluación de la diversidad beta (β):

Con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre las localidades evaluadas se realizó una prueba (ANOSIM) con 9,999 permutaciones y un nivel de significancia de $p < 0.05$, donde la hipótesis nula 'H1' fue que no había diferencia entre las localidades. Para observar los patrones de agrupación entre las localidades se realizó un análisis de ordenación y clasificación, basada en el índice de Chao-Jaccard, con los datos de abundancia por morfoespecies de cada una de las localidades de muestreo. A partir de la matriz, se construyó un dendrograma de disimilitud y un gráfico de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), ambos análisis en conjunto permitieron agrupar las localidades con base en los ensamblajes de miriápodos encontrados. Esto se realizó utilizando el programa PAST versión 3.01 y R Studio (Hammer *et al.*, 2001; Chao *et al.*, 2015).

Para identificar las morfoespecies que contribuyen a la disimilitud de las localidades se realizó otro análisis de escalamiento multidimensional no-paramétrico (NMDS), basado en los datos de abundancia de cada morfoespecie encontrada para cada localidad con el programa R Studio. Por último, para establecer las posibles influencias entre las variables ambientales (humedad del ambiente, temperatura del ambiente, pH de suelo y temperatura del suelo) sobre la abundancia de las morfoespecies

encontradas en las cuatro localidades evaluadas, se realizó un análisis de correspondencia canónica (ACC), para el cual fueron excluidos los morfotipos con poca abundancia (< 10 ind.).

RESULTADOS

En total se recolectaron 1106 individuos. Para Chilopoda se encontraron 326 individuos distribuidos en 12 morfoespecies, seis familias y tres órdenes, mientras que para Diplopoda se encontraron 780 individuos distribuidos en 20 morfoespecies, nueve familias y cinco órdenes, detectando así una mayor riqueza y abundancia para la clase Diplopoda (Tabla 2).

Clase Chilopoda: El orden con mayor abundancia fue Geophilomorpha con 162 individuos, representando el 14.6% de la abundancia total, seguido por Scolopendromorpha con 158 individuos y

14.3% de la abundancia, y finalmente Lithobiomorpha con seis individuos y menos del 1% de la abundancia total. La familia Oryidae fue la más abundante con el 10.5% de los individuos recolectados y Schendylidae la menos abundante con menos de 1% (Fig. 10).

Clase Diplopoda: El orden con mayor abundancia fue Polydesmida con 473 individuos, representando el 42.7% de la abundancia total, seguido de Spirostreptida (184 ind.) equivalentes al 16.5% de la abundancia total, mientras que Siphonophorida (17 ind.) fue el orden con la menor abundancia (2%). En cuanto a las familias, Fuhrmannodesmidae fue la más abundante con el 21.9% de los individuos, seguida de Chelodesmidae (19.4%), y las familias con menor abundancia estuvieron representadas por Pyrgodesmidae y Cyrtodesmidae con menos de 1% (Fig. 10).

Tabla 2. Composición taxonómica y abundancias de ciempiés y milpiés de los fragmentos de BST de las localidades evaluadas. Turbaco (Tur), San Jacinto (SaJ), Magangué (Mag), El Carmen (Car).

Clase	Orden	Familia	Morfoespecies	Abundancias				Total
				Tur	SaJ	Mag	Car	
Chilopoda	Geophilomorpha	Geophilidae	Geo1	8	17	8	8	41
		Oryidae	Ory1	0	5	0	0	5
			Ory2	17	54	10	30	111
		Schendylidae	Sch1	0	5	0	0	5
	Lithobiomorpha	Henicopidae	Hen1	1	0	5	0	6
	Scolopendromorpha	Scolopendridae	Sco1	0	1	1	0	2
			Sco2	0	0	0	9	9
			Sco3	6	1	7	16	30
			Sco4	5	2	0	5	12
		Scolopocryptopidae	Scp1	15	60	4	25	104
			Scp2	1	0	0	0	1
Diplopoda	Polydesmida	Chelodesmidae	Che1	22	116	0	8	146
			Che2	3	0	0	0	3
			Che3	23	4	26	2	55

		Che4	3	2	6	0	11
	Cyrtodesmidae	Cyr1	0	5	0	0	5
		Cyr2	0	2	0	0	2
	Fuhrmannodesmidae	Fhu1	105	18	0	0	123
		Fhu2	39	25	0	0	64
		Fhu3	0	0	3	0	3
		Fhu4	0	53	0	0	53
	Pyrgodesmidae	Pyr1	8	0	0	0	8
Polyxenida	Lophoproctidae	Pol1	5	7	3	5	20
		Pol2	0	9	0	0	9
Siphonophorida	Siphonophoridae	Sip1	6	6	0	0	12
		Sip2	0	1	0	0	1
		Sip3	0	0	4	0	4
Spirobolida	Rhinocricidae	Rhi1	3	0	0	74	77
Spirostreptida	Pseudonannolenidae	Pse1	1	1	95	12	109
		Pse2	0	0	61	0	61
	Spirostreptidae	Spt2	7	0	0	0	7
		Spt3	3	3	1	0	7
Total			281	397	234	194	1106

Curvas de acumulación de especies: De acuerdo con la curva de acumulación de especies (Fig. 8), el esfuerzo de muestreo alcanzó una eficiencia del 97% para los estimadores ACE y Chao. Las especies raras *Singletons* y *Doubletons* (especies con 1 o 2 ind.) representaron aproximadamente el 10% de la abundancia total, demostrando la integridad del muestreo, ya que no superaron el 30% de la abundancia, así mismo, las curvas de *Singletons* presentó tendencia negativa, lo que corrobora la representatividad del muestreo de los miriápodos en fragmentos de BST del departamento de Bolívar.

Evaluación de la diversidad alfa (α): El análisis de los perfiles de diversidad (Fig. 9) señala que San Jacinto y Turbaco fueron las localidades con mayor número de especies efectivas para los tres órdenes de diversidad evaluados (q_0 , q_1 y q_2). En

cuanto a la riqueza de especies (q_0) El Carmen fue el municipio con menor número de especies (11), seguida de Magangué (14), Turbaco (20) y San Jacinto (22). Para la diversidad de orden 1, representada por las especies comunes (q_1), San Jacinto fue la localidad que presentó mayor número de especies efectivas (9.42) siendo 1.01, 1.34 y 1.59 veces más diversa que Turbaco, El Carmen y Magangué respectivamente. En cuanto a la dominancia de especies (q_2), Magangué fue la localidad con menor valor de dominancia con 3.95 especies efectivas, lo que correspondió al 60.9% de la diversidad de San Jacinto, el 72.0% de la diversidad de Turbaco y 79.7% de la diversidad de El Carmen. Para Magangué y El Carmen se observó una marcada variación, debido a que Magangué presentó mayor riqueza de especies, mientras que El Carmen obtuvo

mayor número de especies comunes y mayor dominancia de especies (Fig. 9).

Al comparar con los resultados esperados se puede ver que el comportamiento y la magnitud de la curva presentó pocas

diferencias, reafirmando la eficiencia de los valores obtenidos para cada atributo, con una proyección mayor de los intervalos de confianza en la riqueza de especies esperadas q_0 (Fig. 9).

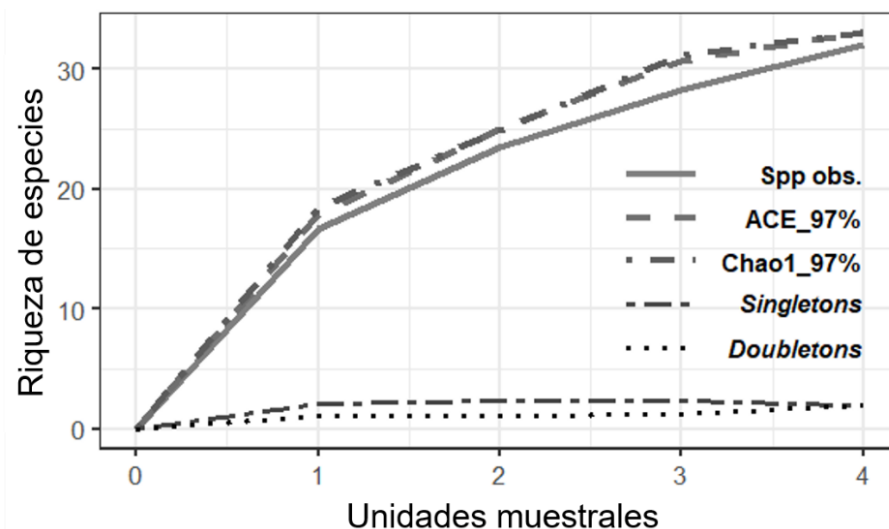


Figura 8. Curva de acumulación de especies de miriápodos de fragmentos de BST del departamento de Bolívar, Colombia.

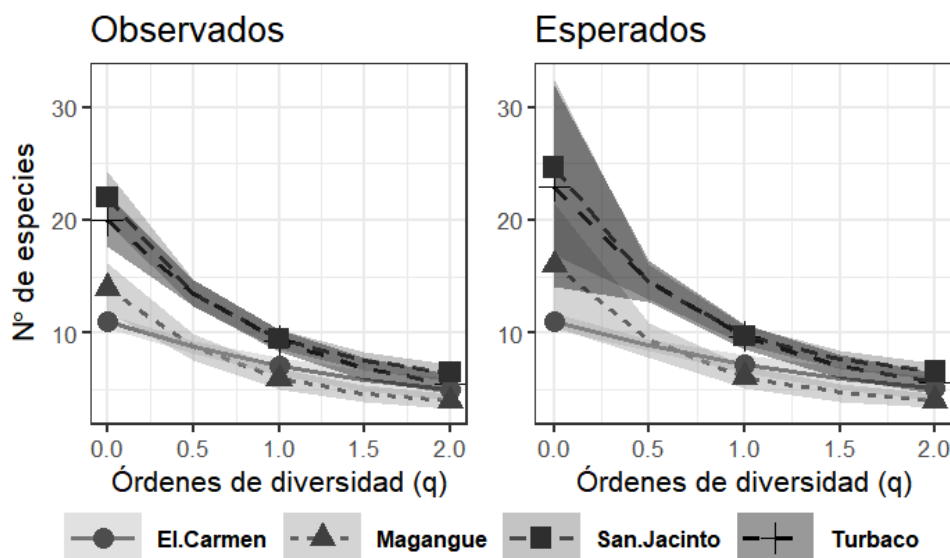


Figura 9. Perfiles de diversidad alfa (Órdenes de diversidad q_0 riqueza de especies, q_1 Especies comunes, q_2 Especies dominantes) observados y esperados para los miriápodos de fragmentos de BST del departamento de Bolívar. Se presentan los intervalos de confianza como las proyecciones de cada curva en la gráfica.

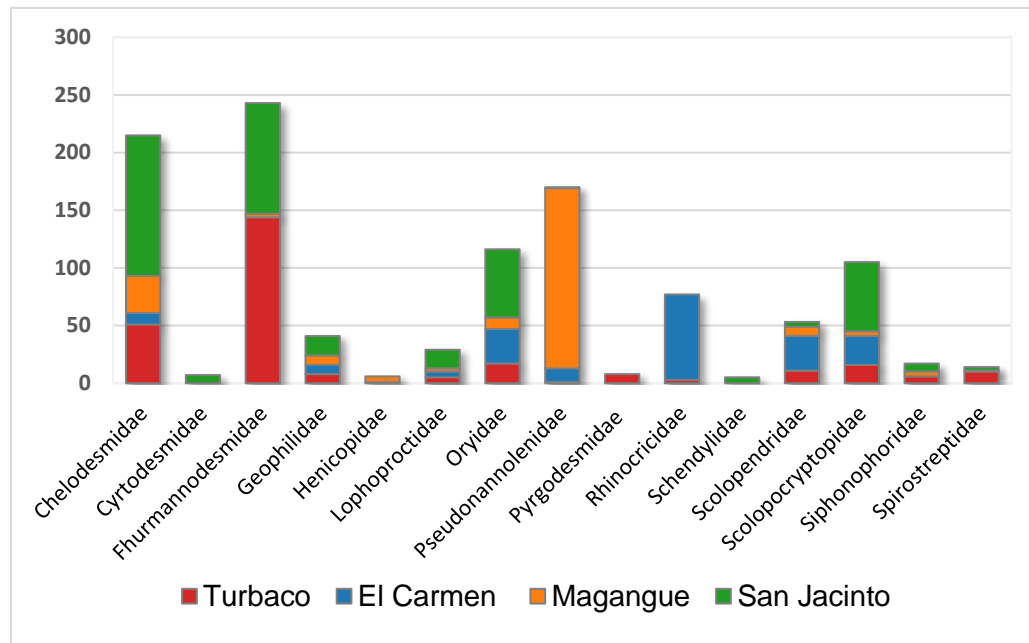


Figura 10. Abundancias de las familias de miriápodos encontrados en las cuatro localidades del departamento de Bolívar, Colombia.

Evaluación de la diversidad beta (β): La prueba de similaridad ANOSIM entre las localidades mostró un nivel de significancia de 0.0001 y un R global de 0.8208, con lo que se puede concluir que hay diferencias significativas entre las localidades evaluadas.

El índice Chao-Jaccard (Fig. 11a) arrojó una disimilitud del 70% entre Magangué y Turbaco, siendo los dos municipios con mayores diferencias entre sí, seguido de Turbaco y El Carmen con un 62%; San Jacinto y Magangué con 61%, El Carmen y Magangué con el 60% y El Carmen y San Jacinto con el 47%; mientras que los municipios con la menor disimilitud entre

sí fueron Turbaco y San Jacinto, que presentaron un porcentaje de disimilitud del 25%. Basados en el análisis conjunto de clasificación (Fig. 11a) y de ordenación (nMDS) (Fig. 11b) a partir de las abundancias (Tabla 2), se identificaron tres grupos, el primero de ellos, agrupa a las localidades de San Jacinto con Turbaco, siendo estas las dos localidades con menos intervención antrópica y las que comparten mayor cantidad de morfoespecies; el segundo grupo corresponde a la localidad de El Carmen y el último grupo la localidad de Magangué la cual presentó la mayor disimilitud con los otros grupos.

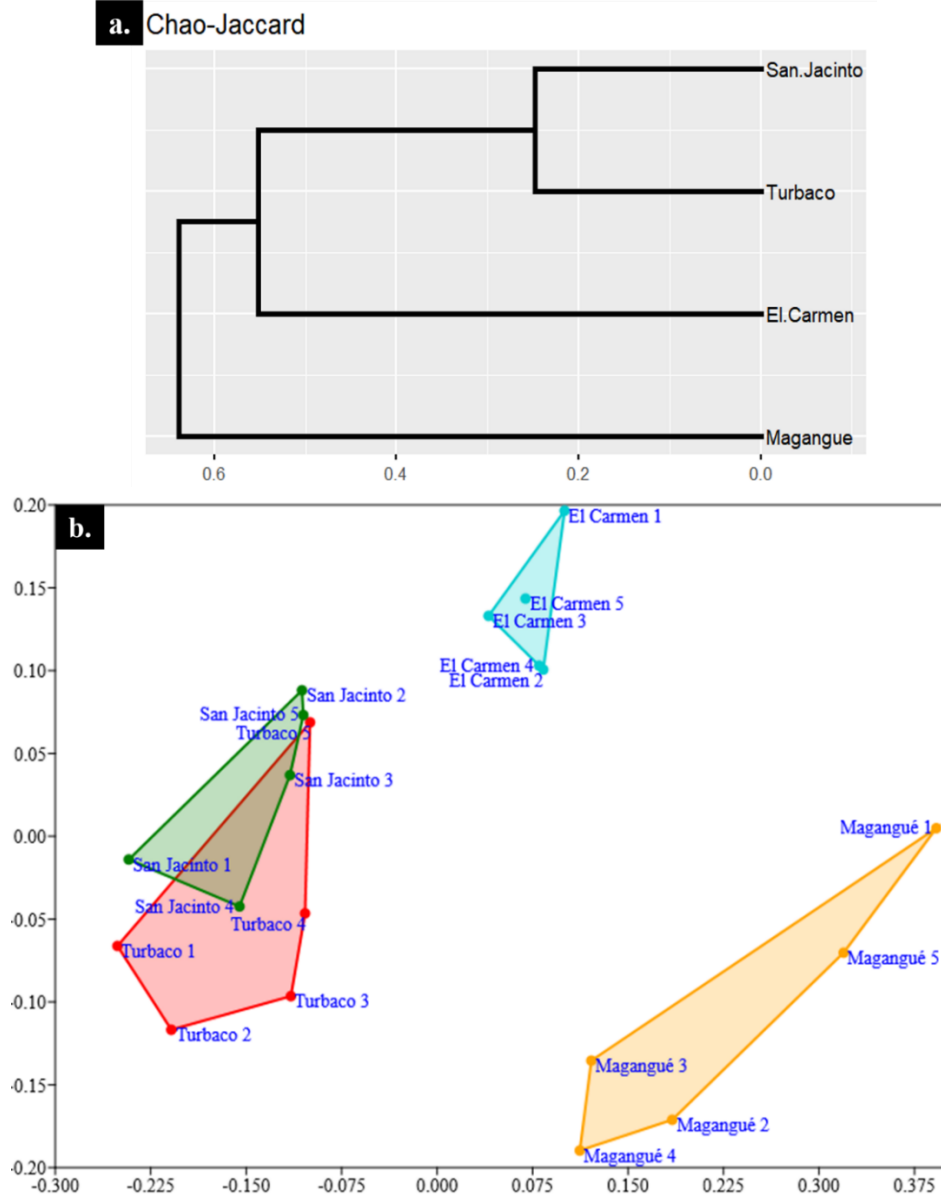


Figura 11. Clasificación y ordenación de los muestreos de las comunidades de miriápodos realizados en fragmentos de BST del departamento de Bolívar. **a.** Dendrograma de disimilitud índice Chao-Jaccard. **b.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS). Obsérvese la conformación de tres grupos: Grupo 1 (Turbaco, San Jacinto), Grupo 2 (El Carmen) y Grupo 3 (Magangué).

El segundo análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) (Fig. 12), que compara las abundancias y las dispersión de las morfoespecies en las cuatro localidades (Tabla 1), corrobora los resultados presentados por la prueba ANOSIM y la relación presentada por los análisis de clasificación y ordenación,

donde las localidades de Turbaco y San Jacinto tienen menor disimilitud, reflejada en el número de morfoespecies que estas localidades comparten, mientras que las localidades de El Carmen y Magangué se observan diferencias significativas en la composición de morfoespecies compartidas.

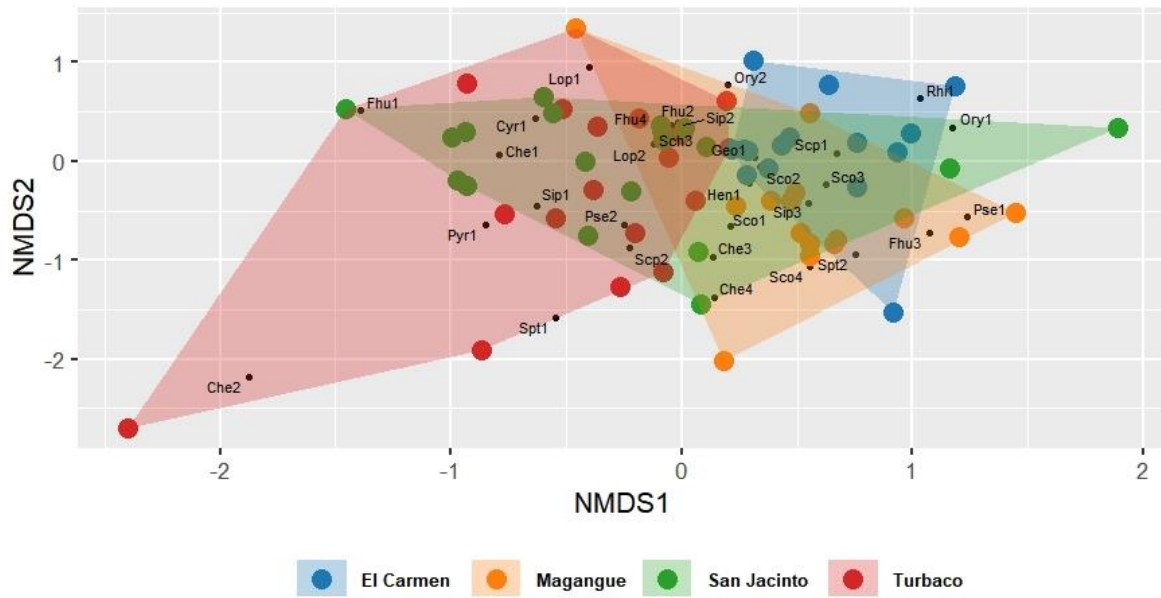


Figura 12. Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS). Obsérvese la dispersión de morfoespecies que influyen en el agrupamiento de cada localidad evaluadas.

Variables ambientales: Turbaco y Magangué registraron las mayores temperaturas ambientales (28.1°C y 27.4°C) y temperaturas de suelo (27.9°C y 27.6 °C), mientras que San Jacinto y el Carmen presentaron valores 25.6°C y 26.0°C para las dos variables. Por otra parte, Turbaco registró el mayor porcentaje de humedad ambiental con

93.6%, seguido de El Carmen con 92.8%, San Jacinto con 90.3% y Magangué con 88.0% (Fig. 13a). En cuanto a la variable pH de suelo (Fig. 13b), Turbaco y Magangué presentaron pH ácido con una media de 6.9 y 6.6 respectivamente, El Carmen un pH neutro y finalmente San Jacinto un pH básico de 7.1.

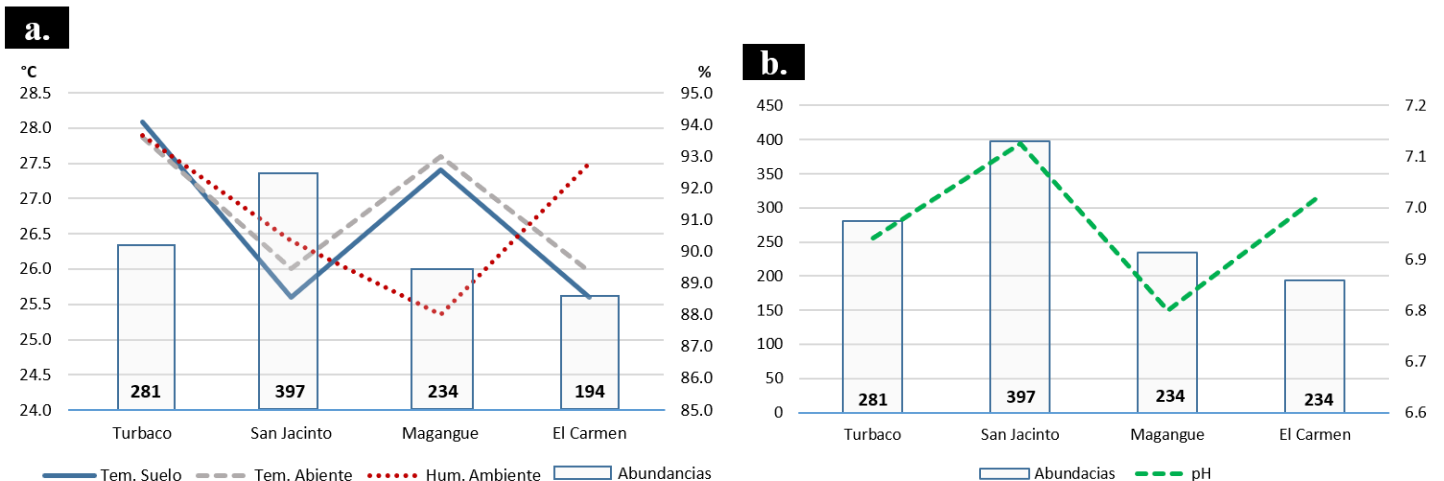


Figura 13. Variación de los parámetros ambientales con relación a las abundancias de cada localidad. **a.** humedad del ambiente, temperatura del ambiente y temperatura del suelo vs abundancias **b.** pH vs abundancias.

Al incluir las variables ambientales (humedad del ambiente, temperatura del ambiente, pH de suelo y temperatura del suelo) en el análisis de correspondencia canónica (ACC), arrojó una asociación con las abundancias de los miriápodos en las localidades evaluadas (Fig. 14). El primer eje del ACC mostró un 64.2% de porcentaje de variación, lo cual explica gran parte de la distribución de los datos. En este modelo se logra evidenciar que las morfoespecies Pse1, Spt2, Che3 y Che4, presentaron una asociación por la temperatura del suelo y la temperatura del ambiente en la localidad de Magangué; esto indica que estas especies tienen afinidad a altas temperaturas, estos datos

pueden ser corroborados con las condiciones ambientales evaluadas en la localidad (Fig. 13), ya que Magangué es una de las zonas con mayor valor de temperatura en el suelo y el ambiente. Así mismo, la humedad del ambiente se encontró correlacionada positivamente con la localidad de El Carmen, para la cual se registró durante el estudio una humedad del 92.768, siendo esta la segunda más alta de las cuatro localidades. Por otro lado, las morfoespecies Ory2, Geo1 y Scp1 presentaron una marcada asociación a las variaciones del pH del suelo; en las cuatro localidades se registró que la abundancia fue directamente proporcional a los cambios de pH.

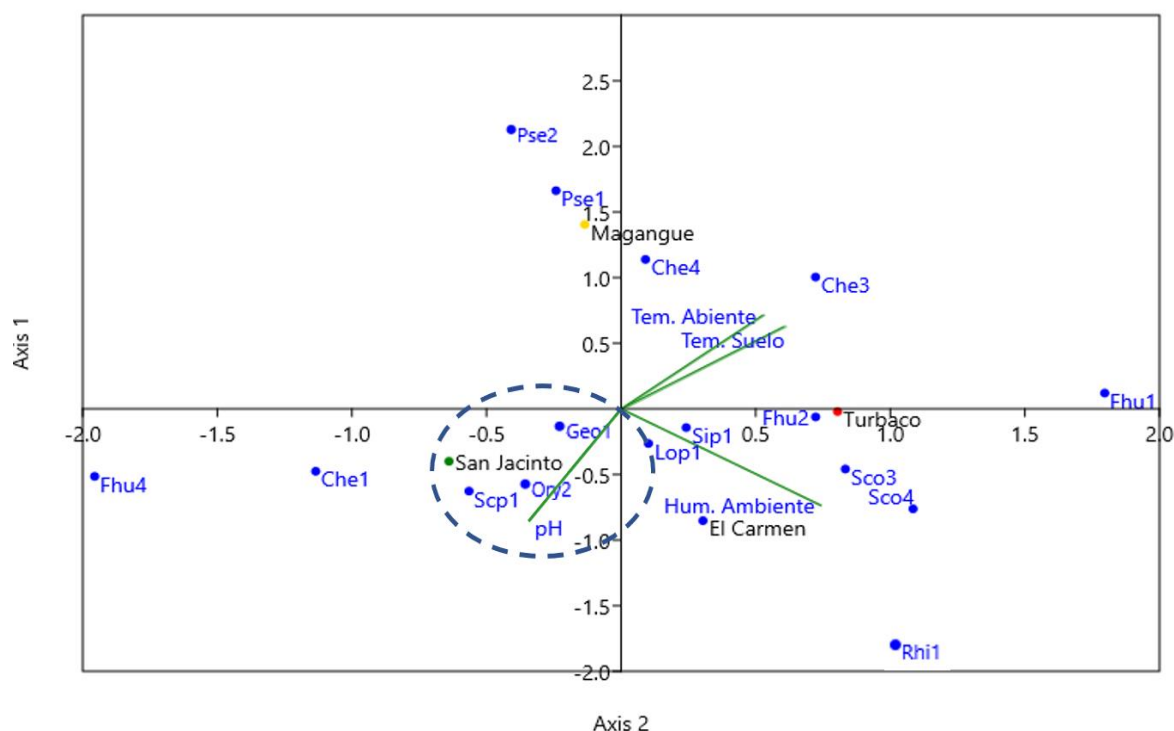


Figura 14. Análisis de correspondencia canónica (ACC) entre las variables ambientales (humedad del ambiente, temperatura del ambiente, pH de suelo y temperatura del suelo) y las abundancias de las morfoespecies de las localidades evaluadas.

DISCUSIÓN

Clase Chilopoda

En este trabajo se encontraron para el departamento de Bolívar, tres de los cuatro órdenes registrados para Colombia, siendo el orden Geophilomorpha el de mayor representatividad, registrando las tres familias reportadas para Colombia (Foddai *et al.*, 2000; Prado-Sepúlveda *et al.*, 2016).

A nivel de familia, se reporta el 60% de las registradas para el país (Chagas, *et al.*, 2014), siendo la familia Scolopendridae (Scolopendromorpha) la de mayor riqueza; datos contrarios a estudios realizados en el país como Prado-Sepúlveda *et al.* (2016) y Castillo-Ávila (2018), donde la familia Scolopocryptopidae tuvo la mayor riqueza. Esto podría deberse a que esta familia reúne especímenes del género *Newportia* Gervais, 1847 que en este estudio no han sido determinados hasta especie, principalmente por la pérdida de apéndices caudales y la dificultad de observar caracteres diagnósticos, por lo cual han sido evaluados como una morfoespecie.

Se registran para el departamento de Bolívar los géneros *Newportia* Gervais, 1847, *Scolopocryptops* Newport, 1844, con la especie *Scolopocryptops ferrugineus*, *Rhisyda* Wood, 1862 con la especie *Rhisyda celeris* Humbert & Saussure, 1869, *Scolopendra* con las especies *Scolopendra arthrorhabdoides* Ribaut, 1912 y *Scolopendra gigantea* Linnaeus, 1758, y para el Caribe colombiano el género *Cormocephalus* Newport, 1844 del orden Scolopendromorpha y *Notiphilides* Latzel, 1880 del orden Geophilomorpha.

Clase Diplopoda

Se reportan para el departamento de Bolívar cinco órdenes de los siete registrados para Colombia, siendo los órdenes Polydesmida y Spirostreptida los de mayor representatividad en este trabajo. Este comportamiento coincide con algunos estudios realizados en el país y del neotrópico y que dan cuenta de la dominancia de estos órdenes en varios ambientes como la cuenca del río Otún (Ruiz-Cobo *et al.*, 2010), el bosque húmedo andino de Icononzo y los Cerros Orientales de Bogotá (Prado y Herrera, 2013; Castillo-Ávila, 2015) en Colombia, y la selva tropical alta de los Tuxtlas (Bueno-Villegas y Rojas, 1999) en México.

A nivel de familia, la clase Diplopoda agrupa un 69.2% de las familias registradas para el país (Ruiz-Cobo *et al.*, 2010; Martínez-Torres y Flórez, 2015, Castillo-Ávila, 2015). Además, aumenta el número de familias con relación a las reconocidas para el departamento en anteriores inventarios presentados en eventos científicos (Carrillo-P *et al.*, 2016 y Carrillo *et al.*, 2018), depositadas en la base de datos de las colecciones del ICN y la Universidad de Cartagena (consultadas en diciembre de 2020) y que no han sido formalmente registradas. Adicionalmente, en este trabajo se resalta la ausencia de individuos de las familias Aphelidesmidae y Paradoxosomatidae las cuales presentan individuos encontrados en zonas aledañas a las áreas de estudio y se encuentran almacenados en las colecciones del ICN y la Universidad de Cartagena.

Para el caso de la familia Paradoxosomatidae, Shelley y Lehtinen (1998), Hoffman (1999), Pérez-Asso y Pérez-Gelabert (2001) y Suriel (2012) plantean que las especies *Oxidus gracilis* (C. L. Koch, 1847) y *Asiomorpha*

coarctata (De Saussure, 1860) son consideradas introducidas a través del comercio de plantas de invernadero desde Asia. Esto puede explicar el hecho de que, en las zonas de estudio al ser áreas poco intervenidas, no se recolectó ningún individuo de esta familia, mientras que en las colecciones del ICN y la Universidad de Cartagena se tienen ejemplares de algunos de estos individuos en zonas circundantes a las localidades evaluadas.

Diversidad de miriápodos en los fragmentos

La curva de acumulación de especies indicó que se tiene una buena representación de los miriápodos en las áreas de estudio, por lo cual se considera que el muestreo fue eficiente y los datos recolectados son confiables para caracterizar el ensamblaje de miriápodos en los fragmentos de BST de las localidades evaluadas en el departamento de Bolívar. Se esperaría que al replicar los muestreos en nuevas localidades con fragmentos de BST en Bolívar, se siga manteniendo la efectividad de los datos, ya que las curvas de *Singletons* y *Doubletons* disminuyeron y se cruzaron, lo cual indica que es poco probable que aumente el número de especies raras.

La prueba ANOSIM determinó que existen diferencias significativas entre la composición de las comunidades de miriápodos por localidad. Esto es corroborado en el análisis de clasificación y ordenación (Fig. 11a, b) donde se observó una representación similar entre las localidades de San Jacinto y Turbaco, esto podría deberse a que estas se encuentran rodeadas por grandes extensiones de BST poco intervenidas, además de factores bióticos y características físicas similares, como la presencia de fuentes hídricas cercanas (Menco, 2013; Aguilera, 2014), lo cual

favorece la coexistencia e interacción entre especies aumentando diversidad de organismos (Wardle, 2006; González-Montaña *et al.*, 2017). Las localidades de El Carmen y Magangué fueron las que presentaron menor disimilitud, esto pudo deberse a que fueron las de mayor transformación antrópica, presentando áreas afectadas por el conflicto armado, ganadería extensiva, monocultivos, y zonas semi-urbanas (Aguilera, 2014; Daniels-Puello, 2016), características que pudieron llevar a la transformación de hábitats aledaños, resultando en una considerable pérdida de la biodiversidad (Rendón-Carmona *et al.*, 2009). De igual forma en el segundo análisis nMDS (Fig. 12) se observó que existe un gran número de morfoespecies compartidas entre comunidades, demostrando que a pesar de que cada localidad presenta características únicas tanto bióticas como abióticas, así como especies únicas, se mantiene una riqueza de miriápodos adaptados al BST.

En el ACC las morfoespecies Ory1, Geo1 del orden Geophilomorpha presentaron una asociación al pH del suelo en la localidad de San Jacinto, mostrando que a mayor valor de pH mayor abundancia; este comportamiento podría deberse a que son organismos cuyo principal microhábitat son las diferentes capas superficiales del suelo en las cuales forman pequeñas galerías y donde los cambios de pH influyen directamente (Martínez-Torres y Flórez, 2015). En estudios de macroinvertebrados como el realizado por Díaz-Porres (2014), se observó un comportamiento similar, en el que la densidad de quilópodos se vio influenciada por propiedades del suelo como pH, Nitrógeno y Carbono. Debido a lo anterior se recomienda seguir evaluando dentro de las variables ambientales, propiedades químicas del suelo como las anteriormente mencionadas, ya que estos organismos

podrían ser utilizados como bioindicadores del estado de calidad de suelo (Ruiz *et al.*, 2010; Rendón *et al.*, 2011).

En este mismo análisis, la presencia y abundancia de las morfoespecies Fhu1 del orden Polydesmida y Rhy 1 del orden Spirobolida no cambiaron entre los rangos de las variables ambientales evaluadas, pero se observó un gran número de individuos de estas morfoespecies con comportamientos de cortejo y cópula en las localidades; situación muy similar se presentó en el bosque húmedo andino en Icononzo Tolima (Castillo-Ávila, 2018), con una morfoespecie de la familia Spirostreptidae que mostró el mismo comportamiento.

El BST posee una considerable riqueza de artrópodos que han sido utilizados como modelos para predecir su estado actual y la influencia de factores bióticos y abióticos sobre este ecosistema (Janzen, 1980; 1988). En Colombia, la gran mayoría de trabajos se han centrado en evaluar la composición de la comunidad y función de grupos restringidos de insectos como hormigas (Formicidae) (Chacon de Ulloa *et al.*, 2012; Simanca-Fontalvo *et al.*, 2013), escarabajos estercoleros (Scarabaeinae) (Rangel-Acosta y Martinez-Hernandez, 2016) y algunas arañas (Escorcia *et al.*, 2012), por lo que este estudio amplía el conocimiento de la diversidad biológica de este ecosistema al presentar el primer aporte de miriápodos en fragmentos de BST para el departamento de Bolívar.

La pérdida de la vegetación natural del BST está avanzando de manera veloz, junto con su fauna asociada, por lo que es importante generar acciones para la conservación de los remanentes que aún quedan, debido a que este ecosistema presenta condiciones particulares que

permiten la supervivencia de especies únicas adaptadas al estrés hídrico y altas temperaturas. En este estudio se observó que cada uno de los fragmentos presentó patrones de diversidad específicos, principalmente influenciados por las condiciones externas a las que se ven expuestos, de esta manera, cada fragmento preserva un ensamblaje con elementos únicos y si alguno de estos parches de bosque desapareciera, se perdería con él una fracción importante de la diversidad de miriápodos regional.

A pesar de su evidente grado de perturbación antrópica, los remanentes de BST del departamento de Bolívar, poseen una alta representatividad de artrópodos. Los análisis realizados en este trabajo muestran que estos bosques albergan una alta riqueza y abundancia de miriápodos. Además, la heterogeneidad de cada uno de los fragmentos en sus diferentes procesos de sucesión, permiten que cada elemento dentro de este, contribuya con las diferentes especies que alberga, muchas de las cuales están restringidas a cierta clase de hábitat y condiciones ambientales, pudiendo ser consideradas únicas dentro del área de estudio, y calificando este ecosistema como prioritario para su conservación biológica. Por lo anterior, se recomienda seguir evaluando las comunidades de miriápodos de este tipo de ecosistema, además de examinar de manera más detallada los individuos recolectados, esto con el fin de contribuir al conocimiento faunístico del ecosistema en esta área del país.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Universidad de Cartagena por la financiación de esta investigación a través del fondo de financiación de semilleros de investigación resolución N° 02062 de

2019, al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, a Adaluz Sandoval Bernal, Gloribeth Ríos Sebastián Galvis y Fabio Cupul, sugerencias y aportes en el desarrollo de esta investigación, así mismo a Diego Bolaño, Andrés Florez, José Martínez, Waldo León y Dairo Rodríguez y David Vergara por su acompañamiento en campo, Los autores también expresan su profundo agradecimiento a las comunidades de Brasil, Tolemaida, Cañaveral y Henequén por sus aportes culturales, acompañamiento y disposición para permitirnos la realización de este proyecto en cada localidad evaluada.

RESUMEN

Diversidad de ciempiés y milpiés (Arthropoda: Myriapoda) en fragmentos de bosque seco tropical del departamento de Bolívar, Colombia: Se presenta la diversidad de ciempiés y milpiés en fragmentos de bosque seco tropical del departamento de Bolívar. La fase de campo se desarrolló en cuatro fragmentos de bosque seco tropical en los municipios de Turbaco, San Jacinto, Magangué y El Carmen, entre octubre y noviembre de 2020. En cada uno se realizó el muestreo por medio de búsqueda libre, monolito de suelo, trampas de caída y trampas Winkler, en una parcela de 50 x

50 m. En total se recolectaron 1106 individuos de la clase Chilopoda y Diplopoda, pertenecientes a ocho órdenes, 15 familias y 32 morfoespecies, los datos obtenidos permitieron evaluar la diversidad alpha y beta, a partir de los perfiles de diversidad y un análisis de clasificación y ordenación los resultados demostraron que existe una marcada variación en la diversidad de miriápodos en fragmentos de bosque seco tropical, observándose un agrupamiento entre los ensamblajes de especies de los fragmentos evaluados en las localidades de Turbaco, San Jacinto, posiblemente esto se deba a la poca intervención antrópica que estas localidades presentan. Se registran por primera vez para el departamento de Bolívar, la presencia de los siguientes géneros de clase Chilopoda, *Newportia* Gervais, 1847, *Scolopocryptops* Newport, 1844, *Rhisyda* Wood, 1862, *Cormocephalus* Newport, 1844 y *Scolopendra* Linnaeus, 1758 del orden Scolopendromorpha; y *Notiphilides* Latzel, 1880 del orden Geophilomorpha, mientras que de la clase Diplopoda se registra por primera vez la presencia de nueve familias de las 19 familias ya registradas para Colombia.

Palabras clave: Caribe, disimilitud, bosque seco tropical, Diplopoda, Chilopoda.

REFERENCIAS

Adis, J. A., Minelli, J. W., Morais, L. A., Pereira, F., Barbieri, J., & Rodrigues, M. (1996). On abundance and phenology of Geophilomorpha (Chilopoda) from central Amazonian upland forests. *Ecotropica*, 2(2), 165-175.

Aguilera, M. (2014). La economía de los Montes de María. *Economía & Región*, 8(1), 81-141.

Bello, J., Báez, M., Gómez, M., Orrego, O., & Nägele, L. (2014). Biodiversidad 2014: Estado y tendencias de la biodiversidad

- continental de Colombia. *Instituto Alexander von Humboldt*. Bogotá D.C., Colombia, 104.
- Bueno, J., & Rojas, P. (1999). Fauna de milpiés (Arthropoda: Diplopoda) edáficos de una selva alta de los Tuxtlas. *Acta zoológica mexicana*, 76, 56-83.
- Bueno-Villegas, J., Sierwald, P., & Bond, J. E. (2004). Diplopoda. *UNAM-CONABIO*, 4, 569–599.
- Bueno-Villegas, J. (2012). Diplópodos: los desconocidos formadores de suelo. *Biodiversita*, 102, 1–5.
- Cantú-Salazar, L., Hidalgo-Mihart, M., López, G., & González-Romero, A. (2005). Diet and food resource use by pygmy skunk (*Spilogale pygmaea*) in the tropical dry forest of Chamela, Mexico. *Journal of Zoology*, 267, 283-289.
- Cardoso. P., Crespo, L., Carvalho, R., Rufino, A., & Henriques, S. (2009). Ad-hoc vs. standardized and optimized arthropod diversity sampling. *Diversity*, 1, 36-51.
- Carl, J. (1914). Die Diplopoden von Columbien nebst Beiträgen zur Morphologie der Stemmatoiuuliden. *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, 5, 821- 993.
- Carrillo-Pallares, M., Martínez-Torres, D., Gonzales, J., & Ortiz, H. (2016). Primer aporte a la diversidad de miriápodos (Arthropoda: Myriapoda) de los Montes de María, Bolívar-Colombia. *Trabajo presentado en Programa y Libro de Resúmenes del 43° Congreso de La Sociedad Colombiana de Entomología, Manizales, Colombia*, 52.
- Carrillo-Pallares, M., Martínez-Torres, D., & Galvis-Jiménez, S. (2018). Primer aporte a la diversidad de miriápodos (Arthropoda: Myriapoda) del departamento de Bolívar, Colombia. *Trabajo presentado en Programa y Libro de Resúmenes del V Congreso Colombiano de Zoología, Bogotá, Colombia*, 46.
- Castillo, Á. C. C., Prado, S. C., & García, G. A., (2015). First record of the intake of lichenized fungi by diplopods (Myriapoda) in Eastern subregion of Sumapaz, Colombia. *Boletín de La Sociedad Entomológica Aragonesa*, 57, 358–360.
- Castillo, A. C., & García, G. A. (2018) Caracterización de la miriapodofauna (Arthropoda: Myriapoda) de bosque húmedo andino en el municipio de Icononzo-Tolima, Colombia. (Trabajo de grado) Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad De Ciencias Y Educación, Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología, 130 pp.
- Chagas, JR. A., Chaparro, E., Galvis, S., Triana, D., Flórez, E., & Sicoli, J. (2014). The centipedes (Arthropoda, Myriapoda, Chilopoda) from Colombia: Part I. Scutigermorpha and Scolopendromorpha. *Zootaxa*, 3779(2), 133-156.
- Chamberlin, R. V. (1921). Results of the Bryant Walker expeditions of the

- University of Michigan to Colombia 1913 and British Guiana 1914. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan*, 97, 1–28.
- Colwell, R. K., Chao, N. J., Gotelli, S. Y., Lin, C. X., Mao, R. L., Chazdon, J. T., & Longino. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology*, 5, 3–21.
- Cupul-Magaña, F. G. (2014). Los ciempiés escolopendromorfos (Chilopoda: Scolopendromorpha) de México: clave para géneros. *Revista Colombiana de Entomología*, 40 (2), 286–291.
- Cupul-Magaña, F. G. (2012). Los ciempiés escutigeromorfos (Scutigeromorpha), escolopendromorfos (Scolopendromorpha) y geofilomorfos (Geophilomorpha) de la selva tropical caducifolia de la reserva de Chamela, Jalisco, México. *Insecta Mundi*, 0208, 1–17.
- Daniels-Puello, A. (2016). La transformación de la estructura productiva de los Montes de María: de despensa agrícola a distrito minero-energético. *Memorias*, 29, 52–83.
- Díaz, J. (2006). Bosque seco tropical Colombia. *Libros de la Colección Ecológica. Cali, Colombia: Banco de Occidente Editores*.
- Díaz-Porres, M., Rionda, M. H., Duhour, A. E. & Momo, F. R. (2014). Artrópodos del suelo: Relaciones entre la composición faunística y la intensificación agropecuaria. *Ecología Austral*. 24 (3):327–334.
- Druce, D. M., Hamer, S. R. (2004). Sampling strategies for millipedes (Diplopoda), centipedes (Chilopoda) and scorpions (Scorpionida) in savanna habitats. *African Zoology*, 39, 293–304.
- Dryflor. (2016). Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science*, 353, 1383–1387.
- Edgecombe, G. (2011). Phylogenetic relationships of the Myriapoda. In: The Myriapoda. Vol I. Alessandro Mienlli (Ed). Brill. Leiden – Boston. 1–20 pp.
- Escobar, F. (1997). Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Sacarabaeidae) en un fragmento de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. *Caldasia* 19, 419–430.
- Etter, A. (1993). Diversidad ecosistémica en Colombia. Bogotá: CEREC/Fundación Alejandro Ángel Escobar
- Foddai, D., Pereira, L. A., & Minelli, A. (2000). A catalogue of the geophilomorph centipedes (Chilopoda) from Central and South America including Mexico. *Amazoniana*, 16, 59–185.
- Galvis, J. S., & Flórez, D. E. (2019). Estimando la diversidad de ciempiés (Chilopoda, Myriapoda) en un bosque de niebla de los andes de Colombia: Aporte al establecimiento de un protocolo de muestreo. (*Trabajo de grado*). Bogotá D. C.: Universidad

- Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología*, 36 pp.
- Galvis, L. (2009). Geografía económica del Caribe Continental. Documentos de trabajo sobre economía regional. Banco de la República. *Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER)*. Cartagena, Colombia, 87 pp.
- González. M. L. A., Wilches, Á. W., & Rocha, C. C. (2017). Diversidad alfa y beta de artrópodos epigeos (Arthropoda) en tres sectores sobre la Cordillera Oriental de Colombia, *Revista Colombiana de Entomología*, 43(2), 292-300.
- Grainger, A. (1996). An evaluation of the FAO tropical forest resource assessment, 1990. *The Geographical Journal*, 162, 73–79.
- Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica*, 4, 1-9.
- Hoffman, R. L. (1999). Checklist of Millipeds of North and Middle America. Virginia Museum of Natural History. *Special Publication*, 8, 1- 584.
- Hoffman, R., Golovatch, S. I., Adis, J., & Morrais, J. W. (2002). Diplopoda. En: Amazonian Arachnida and Myriapoda. Joachim Adis (Eds.). Pensoft Publishers. Sofía – Moscow. 505-533 pp.
- IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, Sinchi, IIAP, (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá: IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, Sinchi, IIAP.
- IAvH. (1997). Caracterización ecológica de cuatro remanentes de bosque seco tropical de la región Caribe colombiana. Villa de Leyva, Colombia: Grupo de Exploraciones Ecológicas Rápidas, IAvH
- IAvH. (1998). El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia. Villa de Leyva, Colombia: Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental, GEMA, IAvH
- Janzen, D. H. (1980). Especificity of seed - attacking beetles in a Costa Rican deciduous forest. *Journal of Ecology*, 68, 929-952.
- Janzen, D. H. (1988). Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Ann. Missouri Botanical Garden*, 75, 105-116.
- Lewis, J. E. (1981). The biology of centipedes. Cambridge University Press, Cambridge, 476 pp.
- Malumbres-Olarte, J., Scharff, N., Pape, T., Coddington, J., & Cardoso, P. (2017). Gauging megadiversity with optimized and standardized sampling protocols: A case for tropical forest spiders. *Ecology and evolution*, 72, 494-506.
- Martínez-Torres, D., & Flórez, D. E. (2015). Clase Diplopoda. En: E. Flórez D., C. Romero-Ortíz, D. S. López (Eds.), Los artrópodos de la reserva natural río Nambí. Serie de Guías de Campo del Instituto de Ciencias Naturales, 15, 264–290 pp.
- Mayaux, P., Holmgren, P., Achard, F., Eva, H., Stibig, H., & Branthomme, A. (2005). Tropical

- forest cover change in the 1990s and options for future monitoring. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360, 373–384.
- Menco, D. (2013). Tenencia y usos de la tierra rural en Montes de María-Colombia. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, 185, 1–74.
- Miles, L., Newton, A. C., Fries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V., & Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Biogeo*, 3(3), 491–505.
- Molinari, J., Gutiérrez, E., Ascensão, D., Nassar, J. M., Arends, A., & Márquez, R. J. (2005). Predation by giant centipedes, *Scolopendra gigantea*, on three species of bats in a Venezuelan cave. *Caribbean Journal of Science*, 41, 340–346.
- Morales, C. A., & Martínez-Torres, D. (2019). Estructura y caracterización de milpiés (Arthropoda: Diplopoda) en tres fragmentos boscosos urbanos del norte de Armenia, (Trabajo de grado). Quindío-Colombia: Universidad del Quindío. Facultad de Ciencias de la educación, Licenciatura en ciencias Naturales y Educación Ambiental Departamento de Biología. p. 38
- Murphy, P., & Lugo, A. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 17, 67–88.
- Pennington, R. T., Lewis, G. P., & Ratter, J. A. (2006). "An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of neotropical savannas and seasonally dry forests." Neotropical savannas and seasonally dry forests. CRC press, 17–45 pp.
- Pérez, A. A. R., & Gelabert, D. E. (2001). Checklist of the millipeds (Diplopoda) of Hispaniola. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 28, 77.
- Pizano, C., Cabrera, M., & García, H. (2014). Bosque seco tropical en Colombia; generalidades y contexto. En: Pizano C, García H, (Eds.). *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, IAVH, 37–47 pp.
- Prado, C., & HERRERA, C. (2013). Contribución al estudio de los miriápodos en la Quebrada La Vieja, Bosques Orientales, Bogotá (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia.
- Prado-Sepúlveda, C., Dario, T. H., & Galvis, J. S. (2016). Los ciempiés (Myriapoda: Chilopoda) de bosque andino en el municipio de Icononzo (Colombia, Tolima) y clave para las familias presentes en Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 58, 188–196.
- Ramírez, F., Aranda, D., & Rico, G. (2018). La resiliencia del bosque seco tropical: un seguro de vida para su conservación. *CONABIO. Biodiversista*, 137, 12–16
- Rangel, C., Lowy, P., & Aguilar, M. (1997). Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias

- Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 436 pp.
- Rangel-Acosta, J. L., Blanco-Rodríguez, O. R. & Martínez-Hernández, N. J. (2016). Escarabajos copronecrófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en diferentes usos del suelo en la Reserva Campesina la Montaña (RCM) en el departamento del Atlántico, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas*, 20, 78–97.
- Rendón-Carmona, H., Martínez-Yrizar, A., Balvanera, P., & Pérez-Salicrup, D. (2009). Selective cutting of woody species in a Mexican tropical dry forest: Incompatibility between use and conservation. *Forest Ecology and Management*, 257(2), 567–579.
- Rendón, S., Artunduaga, F., Ramírez, R., Quiroz, A., & Leiva, I. (2011). Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad del suelo en cultivos de mora, pasto y aguacate. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 5793–5802.
- Rodríguez, M. G., Banda-R, S., Reyes, B., & Estupiñán, G. A. (2012) Lista de las plantas vasculares de bosque seco prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar. *Biota Colombiana*, 13, 7–39.
- Ruiz, D. H., Bueno, J., & Feijoo, A. (2010). Uso de la tierra y diversidades alfa, beta y gamma de diplópodos en la cuenca del río Otún, Colombia. *Universitas Scientiarum*, 15(1), 59–67.
- Shelley, R. M. & Kiser, S.B. (2000) Neotype designation and a diagnostic account for the centipede, *Scolopendra gigantea* L. 1758, with an account of *S. galapagoensis* Bollman 1889 (Chilopoda Scolopendromorpha Scolopendridae). *Tropical Zoology*, 13, 159–170.
- Shelley, R. M. (2002). A revised, annotated, family-level classification of the Diplopoda. *Arthropoda Selecta*, 11(3), 187–207.
- Shelley, R. M., & Lehtinen, P. T. (1998). Introduced millipeds of the family Paradoxosomatidae on Pacific Islands (Diplopoda: Polydesmida). *Arthropoda Selecta*, 7(2), 81–94.
- Suriel, C. (2012). Presencia de *Oxidus gracilis*, *Chondromorpha xanthotricha* y *Asiomorpha coarctata* (Diplopoda: Paradoxosomatidae) en La Hispaniola. *Solenodon*, 10, 23–31 pp
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia, 236 p.
- Wardle, D. A. (2006). The influence of biotic interactions on soil biodiversity. *Ecology Letters*, 9 (7), 870–886.

