Revista Ibérica de Aracnología, nº **28** (30/06/2016): 65–74.
Grupo Ibérico de Aracnología (S.E.A.). ISSN: 1576 - 9518.

SOBRE LA ECOLOGÍA DE PSEUDOESCORPIONES (ARACHNIDA: PSEUDOSCORPIONES) EN BOSQUES DE MANGLAR DEL SUR DEL GOLFO DE MORROSQUILLO, CARIBE COLOMBIANO

Edwin Bedoya-Roqueme[1*], Gustavo Salleg-Pérez[1]
& Alexander Quirós-Rodríguez[1]

[1] Grupo de investigación Biodiversidad, Programa de Biología, Facultad de ciencias Básicas, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. — * roquemeedj@gmail.com

Resumen: Durante ocho meses se evaluó la variación espaciotemporal de seis especies de pseudoescorpiones, en cinco fragmentos de bosque de manglar del noroccidente del departamento de Córdoba (Colombia). Se colectaron 1037 ejemplares distribuidos en cinco familias, siendo el cascajo de coral y la hojarasca los microhábitats que permiten a estos arácnidos desarrollarse en estos ambientes; al parecer, influyen en su distribución los periodos climáticos y las zonas inundables. Se reportan por primera vez para Colombia los géneros *Epactiochernes*, *Serianus* y *Planctolpium* y la especie *Pachyolpium isolatum.*
Palabras clave: Pseudoscorpiones, fenología, diversidad, microhábitat, distribución, San Antero, Córdoba, Colombia.

On the ecology of pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpiones) in the mangrove forest of the south of Morrosquillo Gulf, Colombian Caribbean

Abstract: The temporal-spatial variation of six species of pseudoscorpions was analysed for eight months in five fragments of swamp forest in the north-west of Córdoba department (Colombia). 1,037 individuals were collected, belonging to five families; apparently the climatic periods and the flood areas have an influence on their distribution, and both coral remains and litter are the microhabitats that allow them to live in these environments. The genera *Epactiochernes*, *Serianus* and *Planctolpium*, as well as the species *Pachyolpium isolatum*, are here reported from Colombia for the first time.
Key words: Pseudoscorpiones, phenology, diversity, microhabitat, distribution, San Antero, Córdoba, Colombia.

Introducción

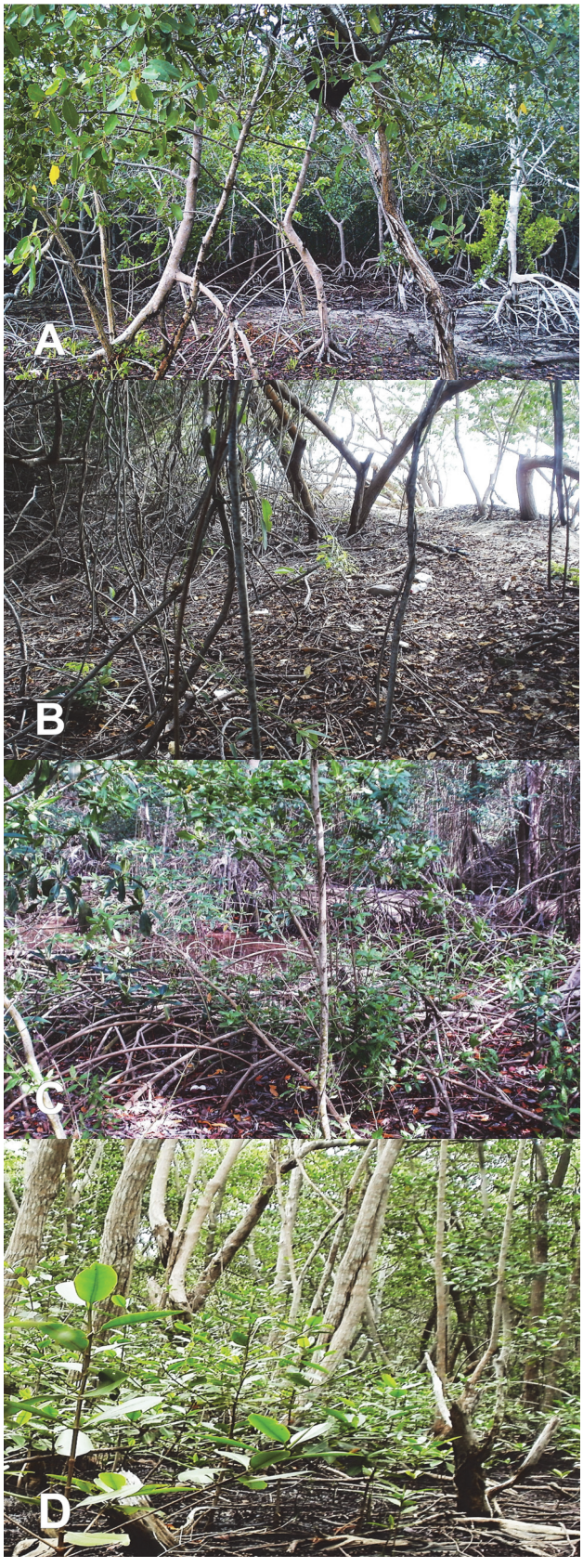
Los pseudoescorpiones son arácnidos que habitan todos los ecosistemas terrestres (Weygoldt, 1969; Judson, 1994; Claro & Pedroso, 2009). Relativamente, son más abundantes en los trópicos y subtrópicos; algunos, con distribución circumpolar (Weygoldt, 1969; Harvey, 2013). La mayoría vive en la hojarasca, debajo de piedras, en la corteza de árboles y troncos caídos, en los bosques y selvas de las regiones tropicales y templadas (Weygoldt, 1969; Adis & Mahnert, 1985; Mahnert & Adis, 2002; Aguiar *et al*., 2006). Aparecen asociados a muchos microhábitats como guano de murciélago, nidos de hormigas y de abejas, y partes de plantas; asimismo, se les conocen comportamientos foréticos en aves, insectos y mamíferos (Weygoldt, 1969; Zeh & Zeh, 1992a, 1992b; Cole *et al*., 1995; Poinar *et al*., 1998; Andrade & Gnaspini 2002; Aguiar & Bührnheim, 2003; Francke & Villegas, 2006, González, *et al*., 2007). Varios géneros, se han reportado exclusivos de microhábitats halófilos y de la vegetación de costa, sin embargo, los mecanismos por los que son capaces de sobrevivir en estos ambientes, no se conocen completamente y los datos ecológicos son muy escasos, a pesar de importantes investigaciones realizadas sobre estos arácnidos en microhábitats intermareales (Hoff, 1959; Gabbutt, 1962; Weygoldt, 1969; Lee 1979; Mahnert & Schuster, 1981; Harvey *et al*., 2007; Harvey, 2009; Mahnert, 2014).

Los manglares, se caracterizan por ser uno de los ecosistemas más productivos, a pesar de la pobreza de su suelo, albergando una gran riqueza faunística, proporcionando galerías, hábitats para la alimentación, anidación y refugio (Llorente & Monrrone, 1996; INVEMAR, 2012; Quirós & Arias, 2013). Estos ecosistemas, contribuyen, al establecimiento de numerosas poblaciones de animales de importancia económica, debido a esto, están sufriendo procesos de fragmentación por intervenciones antrópicas y modificación de factores ambientales, ocasionando alteraciones en los ecosistemas conocidos (Avalos *et al*., 2007; INVEMAR, 2012). Los bosques de manglar del sur del golfo de Morrosquillo, son los terceros en extensión y uno de los mejores conservados en toda la región Caribe (Prahl, 1990; CVS-INVEMAR, 2010). Por tanto, se consideró de gran importancia, iniciar estudios que contribuyan a generar conocimientos sobre la fauna de pseudoescorpiones en estos ambientes marinos.

Actualmente, este orden mesodiverso de arácnidos, posee 3533 especies, distribuidas en 454 géneros, pertenecientes a 25 familias actuales y también se conocen taxones fósiles, distribuidos en 45 especies, 11 géneros y una familia (Harvey, 2002; 2013). En Colombia, se han hecho esfuerzos para conocer la fauna de pseudoescorpiones en los ecosistemas neotropicales, teniendo en cuenta los altos valores de biodiversidad; en su mayoría, los reportes corresponden a zonas de bosque seco tropical, bosque húmedo, áreas de sabana y boques de ribera (Ceballos & Flórez, 2007; Murienne *et al*., 2008; Bedoya *et al*., 2014; Quirós *et al*., 2015; Bedoya *et al*., 2015; Bedoya, 2015). A pesar de lo anterior, no se tenían casi datos acerca de este grupo de arácnidos en ecosistemas de manglar, excepto el artículo de Bedoya (2015); en este sentido, se evaluó la estructura la fauna de pseudoescorpiones, en términos de su abundancia, composición y distribución en fragmentos de bosque de manglar del sur del Golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano. Pretendiendo ser el presente estudio un marco de referencia para el diseño de futuras investigaciones en ecología, fisiología, denso-actividad, selección y preferencia de microhábitat de estos arácnidos en ambientes marinos.

Tabla I. Ubicación de los fragmentos de bosque de manglar en la línea de costa del municipio de San Antero.

Estaciones	Ubicación		Localidad
	Latitud Norte	Longitud Oeste	
1	9° 41´ 90”	75° 73´09”	Punta Bolívar
2	9° 41´85”	75° 74´ 51”	Punta Bello
3	9° 41´17”	75° 75´ 37”	Playa Blanca
4	9° 40´19”	75° 77´ 62”	Punta Bonita
5	9° 39´ 48”	75° 78´ 15”	Punta Nisperal





◄▲ **Figura 1.** Fragmentos de bosque de manglar: **A**, Punta Bolívar; **B**, Punta Bello; **C**, Playa Blanca. **D**, Punta Bonita; **E**, Punta Nisperal. San Antero-Córdoba, Colombia.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El sur del Golfo de Morrosquillo, se localiza entre los 9º 24' 34.29" N y 45' 20.95" W. El promedio de precipitación anual es de 1.337,4 mm y la temperatura promedio anual varía entre 28°-32.9°C (Cortés & Rangel, 2011); el régimen de precipitación, está ajustado a un patrón unimodal-biestacional, presentando una época seca (diciembre a marzo) y una época de lluvia (abril a noviembre); sin embargo, en el mes de julio se presenta un descenso de las lluvias (CVS-INVEMAR, 2010). Los cinco fragmentos de bosque de manglar evaluados, se encuentran ubicados en la línea de costa del municipio de San Antero, posicionados geográficamente con la ayuda de un GPS marca Garmin (± 15 m) (Tabla I); la selección de los sitios, obedece a características relacionadas con su estado de conservación, la estructura vegetal y fácil acceso.

Descripción de los fragmentos de bosque de manglar

1) Punta Bolívar, constituido por un joven y monoespecífico bosque de *Rhizophora mangle* Linneo. Localizado frente al mar, ocupa la cuenca posterior de la barra de arena de la costa, altura máxima del dosel de 12 m y DAP máximo de 35 cm (Figura 1A). 2) Punta Bello, está compuesto por un bosque, entre joven y maduro, de *R. mangle*, *Laguncularia racemosa* Gaetner y en menor proporción de *Conocarpus erectus* Linneo; altura máxima del dosel de 7 m y con algunos arbustos y enredaderas (Figura 1B). 3) Playa Blanca, conformado por un bosque maduro, de borde, frente al mar y ocupando la cuenca detrás de la barra de arena, con estructura vegetal más compleja y heterogénea. Apertura vegetal grande, entre la línea de borde y las zonas inundables con dominio de *Avicennia germinans* Linneo y presencia de *R. mangle*, *L. racemosa* y *C. erectus*; máxima altura del dosel de 8 m (Figura 1C). 4) Punta Bonita, presenta un bosque maduro, compuesto por *R. mangle* ubicado en la barra de arena frente al mar y *L. racemosa* en la parte posterior (Figura 1D). 5) Punta Nisperal, está constituido por un bosque maduro, limita con el sistema estuarino de la bahía de Cispatá, presenta algunos remanentes de *R. mangle* en la línea de costa y un área de regeneración de *L. racemosa*; ésta zona ha sufrido procesos de fragmentación (CVS-INVEMAR, 2010) (Figura 1E).

Tabla II. Pseudoescorpiones colectados en cada sector de estudio indicando familia y especie.

Familia *Especie*	Playa Blanca	Punta Bello	Punta Bolívar	Punta Bonita	Punta Nisperal	Total
Chernetidae	-	-	1	-	4	**5**
Epactiochernes sp.	-	-	1	-	4	**5**
Chthoniidae	-	-	-	-	6	**6**
Paraliochthonius quirosi	-	-	-	-	6	**6**
Garypinidae	4	1	34	-	27	**66**
Serianus aff. *carolinensis*	4	1	34	-	27	**66**
Lechytiidae	81	44	26	33	1	**185**
Lechytia chthoniiformis	81	44	26	33	1	**185**
Olpiidae	391	115	163	106	-	**775**
Planctolpium arboreum	14	12	30	1	-	**57**
Pachyolpium isolatum	377	103	133	105	-	**718**
Total	**476**	**160**	**224**	**139**	**38**	**1.037**

Tabla III. Comparación de la composición de la fauna de pseudoescorpiones presentes en el departamento de Córdoba y Colombia. % Cont: Contribución del presente estudio.

	N° Familias	N° Géneros	N° Especies	% Cont.
Departamento de Córdoba	7	11	13	85,7
Colombia	8	24	31	14,8

Fase de campo

El muestreo, fue realizado entre los meses de marzo y octubre de 2014, abarcando los dos periodos climáticos. En cada fragmento, se adaptaron y aplicaron las metodologías descritas por Gabbutt (1970) y Mahnert & Adís (2002). Se definieron dos tipos de microhábitat (Gabbutt, 1970; Adis *et al*., 1988). Se colectó 1 m^2 de hojarasca, utilizando un cuadrante de la misma dimensión, la hojarasca colectada, fue procesada en un embudo de berlese, método que se replicó tres veces por sector de estudio, para un total de 15 unidades muestreables. De igual forma, para el muestreo directo de los ejemplares, se utilizó la colecta manual. Los especímenes fueron depositados en frascos y fijados en alcohol a 70%. Como método complementario, fue examinada la corteza de 20 troncos por sector de estudio. Finalmente, en cada uno de los fragmentos de bosque de manglar fueron analizadas, cuatro variables: la humedad de la hojarasca, la humedad del suelo, la salinidad de las zonas inundables y la salinidad del suelo, consideradas las más importantes y que más podrían influir sobre la distribución de los pseudoescorpiones.

Fase de laboratorio

Inicialmente, los ejemplares fueron sometidos a procesos de aclaramientos con ácido láctico 70% por difusión lenta de las partes diseccionadas (una pata I y otra IV, un quelícero y un pedipalpo, del cual, ha sido separada la pinza) (Judson, 1992). Posteriormente, se realizaron montajes no permanentes en glicerina para su estudio con la ayuda de un microscopio Carl Zeiss, plus Axiostar, Alemania, proceso que se realizó en el laboratorio de Entomología de la Universidad de Córdoba. Finalmente, las partes diseccionadas se depositaron en un microvial y conservados en alcohol 70% en el mismo vial que el resto del animal. Para la identificación de los especímenes se utilizaron las claves taxonómicas para familia y género de Harvey (1992), Mahnert & Adis (2002) y Buddle (2010). El material identificado, hace parte de la sala de colecciones del Instituto de Ciencias Naturales-ICN de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, con códigos ICN-APs-391 y ICN-APs-392 y de la colección del laboratorio de Entomología de la Universidad de Córdoba con códigos Ps-001, Ps-002, Ps-003, Ps-004, Ps-005, Ps-006, Ps-007, Ps-008 y Ps-009.

Análisis de datos

Para caracterizar la fauna de los pseudoescorpiones en los fragmentos de manglar, se estimó la riqueza total de especies (S) y el número total de ejemplares por estación. Para determinar la similitud entre las estaciones se utilizó el método de pares no ponderados (UPGMA) y el análisis no métrico multidimensional (nMDS) con la abundancia de las especies de pseudoescorpiones, usando la matriz de similitud de Bray & Curtis (1957). Adicionalmente, para evaluar el grado de contribución de cada especie en los sectores muestreados, se utilizó el análisis de similitud porcentual (SIMPER). Con el fin de relacionar la presencia de los pseudoescorpiones en cada uno de los microhábitat evaluados con las variables fisicoquímicas, se realizó un análisis (BIOENV). Todos los análisis fueron realizados con el programa PRIMER-Ev6 (Clarke & Gorley, 2006).

Resultados

Composición y abundancia de pseudoescorpiones

Se colectó un total de 1.037 ejemplares representados en cinco familias, seis géneros y seis especies del orden Pseudoscorpiones (Tabla II), correspondiente al 14,8% del total de especies descritas para el país (Tabla III). Olpiidae fue la familia más abundante con 775 ejemplares (74,4%), seguida de la familia Lechytiidae con 185 ejemplares (17,8%) y Garypinidae con 66 ejemplares (6,4%), mientras que las familias menos abundantes fueron Chthoniidae con seis ejemplares (0,6%) y Chernetidae con cinco ejemplares (0,5%) (Figura 2 A). Se colectaron 583 adultos que representa el 53,3% con un promedio de 73 ± 28 $^{eje.}/_{mes}$ (Figura 3A). De igual forma, se colectaron 454 ninfas, de los cuales, 181 fueron protoninfas, que representa el 39,8 %, con un promedio de 18 ± 11 $^{eje.}/_{mes}$, 109 deutoninfas que representa el 24 % con un promedio 13,1 ± 10,5 $^{eje.}/_{mes}$ y 164 tritoninfas que representa el 36,1 % de las muestras con un promedio de 19,6 ± 11,3 $^{eje.}/_{mes}$ (Figura 3B).

● ***Epactiochernes* sp.:** frecuentemente de hábito críptico, fue una de las especies menos abundantes, con cinco ejemplares (0,5%), con un promedio de 1 ± 05 $^{eje.}/_{mes}$ (Figura 2B). Asimismo, presentó el menor número de adultos con cuatro ejemplares, que representa el (0,5%) y de ninfas, una tritoninfa (Figura 3B). *Epactiochernes* sp., fue registrada desde el mes de julio, siendo el mes con los mayores de abundancia para esta especie (2%). En contraste, desde agosto hasta octubre, disminuyó su actividad y, para estos meses, presentó valores similares de abundancia (0,6%). Se encontró asociada, al cascajo de coral y el suelo, siendo más frecuente en el primero, con un promedio de 1 ± 0,7 $^{eje.}/_{mes}$ (Figuras 4A y 5A).

● ***Serianus* aff. *carolinensis* Muchmore, 1968:** ésta especie, fue la tercera más abundante con un total de 66 ejemplares (6,4%) y un promedio de 8,25 ± 1,1 $^{eje.}/_{mes}$ (Figura 2B). Registró 64 ejemplares adultos, con un promedio de 8 ± 1 $^{eje.}/_{mes}$, y solo dos ninfas, una deutoninfa y una tritoninfa (Figura 3B). *Serianus* aff. *carolinensis*, presentó actividad durante los ocho meses de muestreo; los meses de menos actividad fueron marzo y abril, incrementando su abundancia relativa en mayo (6,9%), meses de aguas en transición. Sin embargo, su mayor actividad se registró entre agosto y octubre, meses que corresponden a la época de lluvia en la región (Figuras 4C y 5C). Asimismo, fue la única especie que se encontró en la corteza de árboles de *R. mangle* en zonas de inundación, siendo exclusiva de ese microhábitat.

● ***Lechytia chthoniiformis* (Balzan, 1890):** fue la segunda especie más abundante, 185 ejemplares que representa el (17,8%), con un promedio de 23,1 ± 17,8 $^{eje.}/_{mes}$ (Figura 2B). Registró 177 ejemplares adultos con un promedio de 22,8 $^{eje.}/_{mes}$ y solo ocho protoninfas, colectadas entre los meses de julio y agosto (Figura 3B). *L. chthoniiformis*, registró actividad desde abril, mes que presentó los valores más bajos de abundancia para la especie (7.3%), incrementándose ésta desde agosto hasta octubre, siendo el mes de septiembre donde se presentó la mayor abundancia (28.9 %); incremento que coincide con el periodo de mayor abundancia de las otras especies y con el periodo de lluvias. Se encontró frecuentemente establecida en la hojarasca y en el suelo, con un promedio de 15,2 ± 9,1 $^{eje.}/_{mes}$ y 21,2 ± 11 $^{eje.}/_{mes}$ respectivamente, presentó mayor actividad en el suelo (Figuras 4D y 5D).

● ***Pachyolpium isolatum* (Beier, 1931):** fue la especie más abundante con 718 ejemplares que representa el 69%, con un promedio de 89,7 ± 53,1 $^{eje.}/_{mes}$ (Fig. 2B). *P. isolatum*, registró el mayor número de adultos 346 ejemplares, que representa el 59,6%, con un promedio de 43,2 ± 11,1 $^{eje.}/_{mes}$ (Figura 3B). Registró 175 protoninfas con un promedio de 21,7 ± 15,1 $^{eje.}/_{mes}$, 95 deutoninfas con un promedio de 11,8 ± 6 $^{eje.}/_{mes}$ y el mayor número de tritoninfas 151, con un promedio de 18,8 ± 9,9 $^{eje.}/_{mes}$ (Figura 3B). Presentó actividad durante los ocho meses de muestreo, con la mayor abundancia en el mes de marzo (97,3%), la cual disminuyó entre abril y mayo (77%), incrementándose nuevamente en junio (83,5%), meses que corresponden al periodo de aguas en transición (Fig. 4E). Sin embargo, su actividad disminuyó en julio, presentando valores similares de abundancia desde agosto hasta octubre, meses que corresponden a la época de lluvia en la región (Fig. B). Frecuentemente establecida en la hojarasca con un promedio de 63 ± 26, 1 $^{eje.}/_{mes}$, sin embargo, se encontró asociada a otros microhábitats como el suelo y la corteza, con un promedio de 15,2 ± 9,9 $^{eje.}/_{mes}$ y 11 ± 5,1 $^{eje.}/_{mes}$ respectivamente (Fig. 5E).

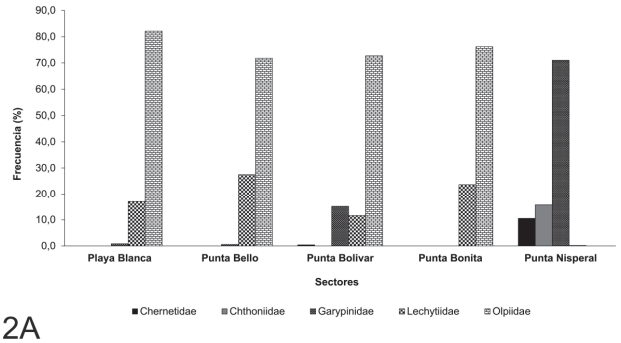
● ***Planctolpium arboreum* (Hoff, 1964)**: registró sólo 57 ejemplares que representan el (5,5%), con un promedio de 7,1 ± 2,1 $^{eje.}/_{mes}$ (Figura 2B). De igual forma, 47 ejemplares adultos, que representan el (7,1%), con un promedio de 5,8 ± 1,1 $^{eje.}/_{mes}$. Registró dos protoninfas (3,5%), cuatro deutoninfas (7,0%), y dos tritoninfas (3,5%, con un promedio de ninfas 1,2 ± 0,5 $^{eje.}/_{mes}$ (Figura 3B). Se registró desde junio, mes que presentó los valores más bajos de abundancia (0,7 %), a diferencia de las otras especies, y en julio presentó la mayor abundancia (17,7 %), que coincide con el periodo de transición; sin embargo, para los últimos meses de muestreo disminuyó su abundancia y su actividad (Figuras 4F y 5F). Se encontró asociado al cascajo de coral (19%), con un promedio de 1,3 $^{eje.}/_{mes}$, troncos en descomposición (45,6%), con un promedio de 3,2 ± 1,2 $^{eje.}/_{mes}$ y en la hojarasca (19,2%), con un promedio de 1,3 ± 0,5 $^{eje.}/_{mes}$, presentando mayor actividad en la hojarasca y troncos en descomposición.

Distribución y composición de la fauna

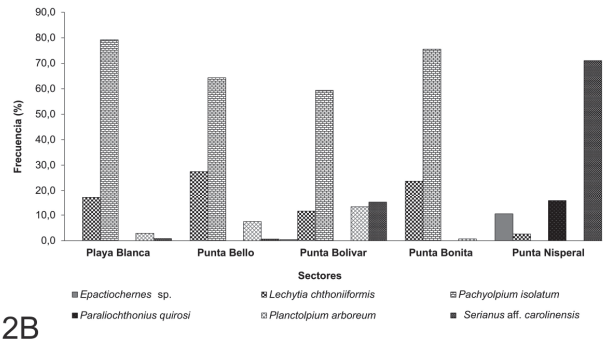
El análisis cuantitativo de ordenación (nMDS) y clasificación (UPGMA), permitieron definir la formación de cinco conglomerados de estaciones con un corte en la escala de similaridad del 30% (Figura 6A) y un stress de 0,12 (Figura 6B). El conglomerado A, conformado por Punta Nisperal, registró las especies *L. chthoniiformis*, *P. quirosi* y *Epactiochernes* sp., (Figura 6B). El conglomerado B, formado por Punta Bello, no registró especies características y exclusivas, al no presentar un patrón de abundancia que explique la formación de las asociaciones del dendrograma. El conglomerado C que reunió a Punta Nisperal, constituido sólo por la especie *P. quirosi* como especie exclusiva (Figura 6B). El conglomerado D, formado por Punta Bolívar, Punta Bello, Playa Blanca y Punta Bonita, reunió a las especies *P. isolatum*, *Serianus* aff. *carolinensis*, *P. arboreum*, *L. chthoniiformis* y *Epactiochernes* sp., (Figura 6B). El conglomerado E, formado por Punta Bello, fue muy similar al conglomerado D, porque registró las especies *P. isolatum*, *Serianus* aff. *carolinensis*, *P. arboreum*, *L. chthoniiformis* y *Epactiochernes* sp. en diferentes meses de muestreo (Figura 6B).

El análisis de similitud porcentual (SIMPER) indicó que para la época seca *P. isolatum* y *Serianus* aff. *carolinensis* fueron las especies que más contribuyen a la similitud (24,8 %) (Tabla IV), mostrando el acumulado más alto (98%); es decir, fueron las especies más importantes en términos de abundancia en casi todas las estaciones de muestreo. En aguas en transición, fueron las especies *P. isolatum*, *Serianus* aff. *carolinensis* y *L. chthoniiformis* (34,4 %) (Tabla IV), mientras que para la temporada de lluvias fue del (47,3 %) para esas tres mismas especies (Tabla IV); estos resultados sugieren que estas tres especies fueron las más dominantes en casi todas las estaciones de muestreo durante todos los meses de estudio (Tabla IV).

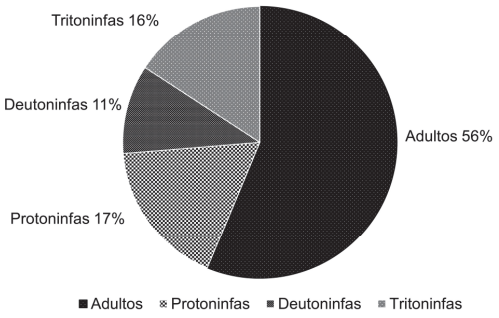
El análisis BIOENV, indicó que la presencia de pseudoescorpiones, no se encuentra muy relacionado con los cambios en las variables fisicoquímicas evaluadas (Tabla V). La máxima correlación (r=0,418) con los datos de abundancia de la fauna de pseudoescorpiones fue la combinación de la humedad del suelo y la salinidad de las zonas inundables, otra correlación importante, fue la combinación del porcentaje de la salinidad del suelo con la humedad del suelo y la salinidad de las zonas inundables (r=0,408), de igual forma, la combinación del porcentaje de humedad de la hojarasca con la humedad del suelo (r=0,403) (Tabla V).



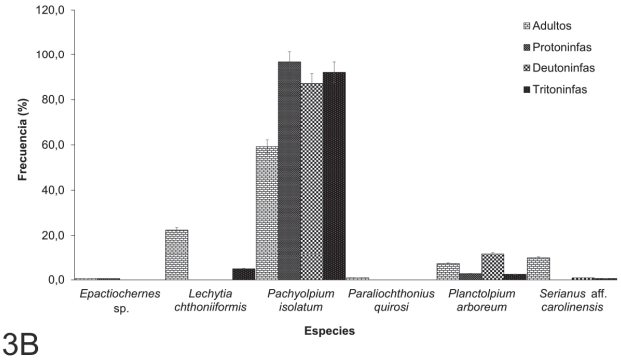
2A



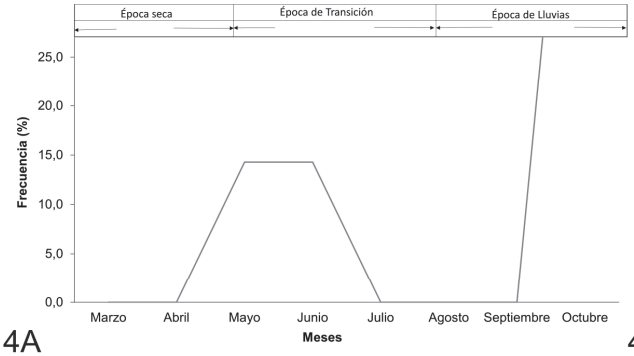
2B



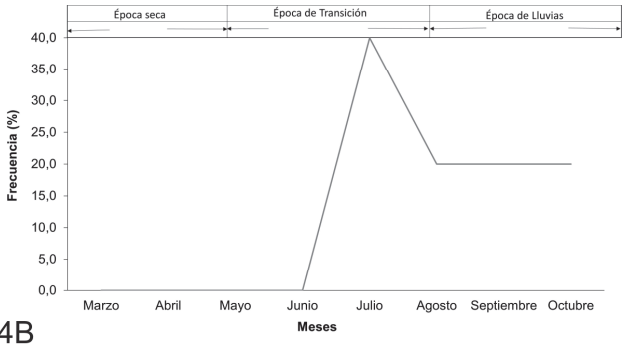
3A



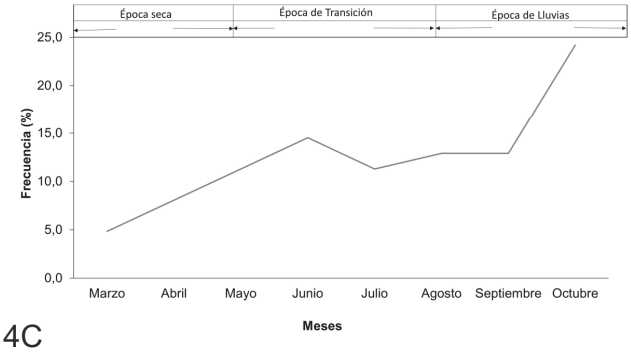
3B



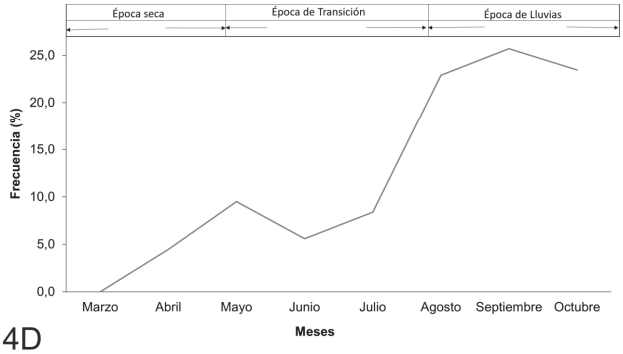
4A



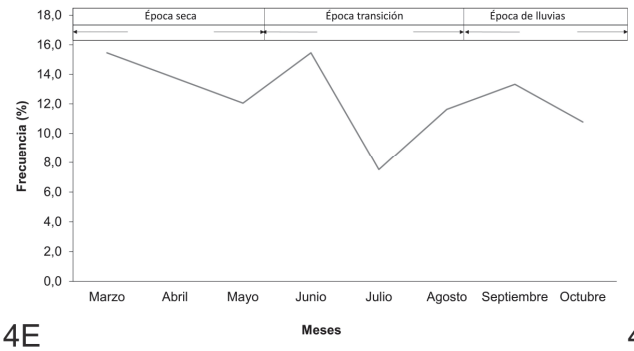
4B



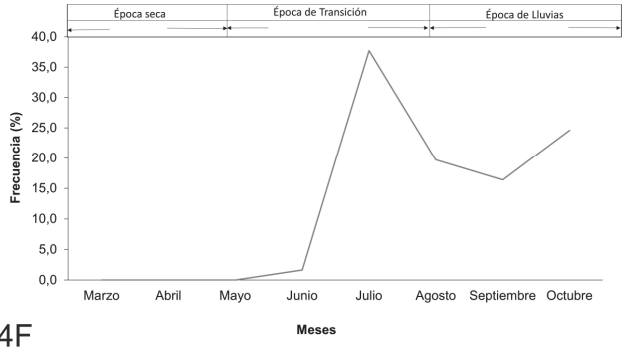
4C



4D



4E



4F

Fig. 2. Número de ejemplares colectados, Abundancia total relativa: **A,** familias de pseudoescorpiones. **B,** especies de pseudoescorpiones. San Antero-Córdoba, Colombia. **Fig. 3.** Estructura-edad de la fauna de pseudoescorpiones. Abundancia total relativa: **A**, de la estructura-edad. **B**, por especie de la estructura-edad de pseudoescorpiones. San Antero-Córdoba, Colombia. **Fig. 4.** Denso-actividad de pseudoescorpiones, fluctuación temporal. **A,** *Paraliochthonius quirosi*. **B**, *Epactiochernes* sp. **C,** *Serianus* aff. *carolinensis*. **D**, *Lechytia chthoniiformis*. **E**, *Pachyolpium isolatum*. **F**, *Planctolpium* arboreum.

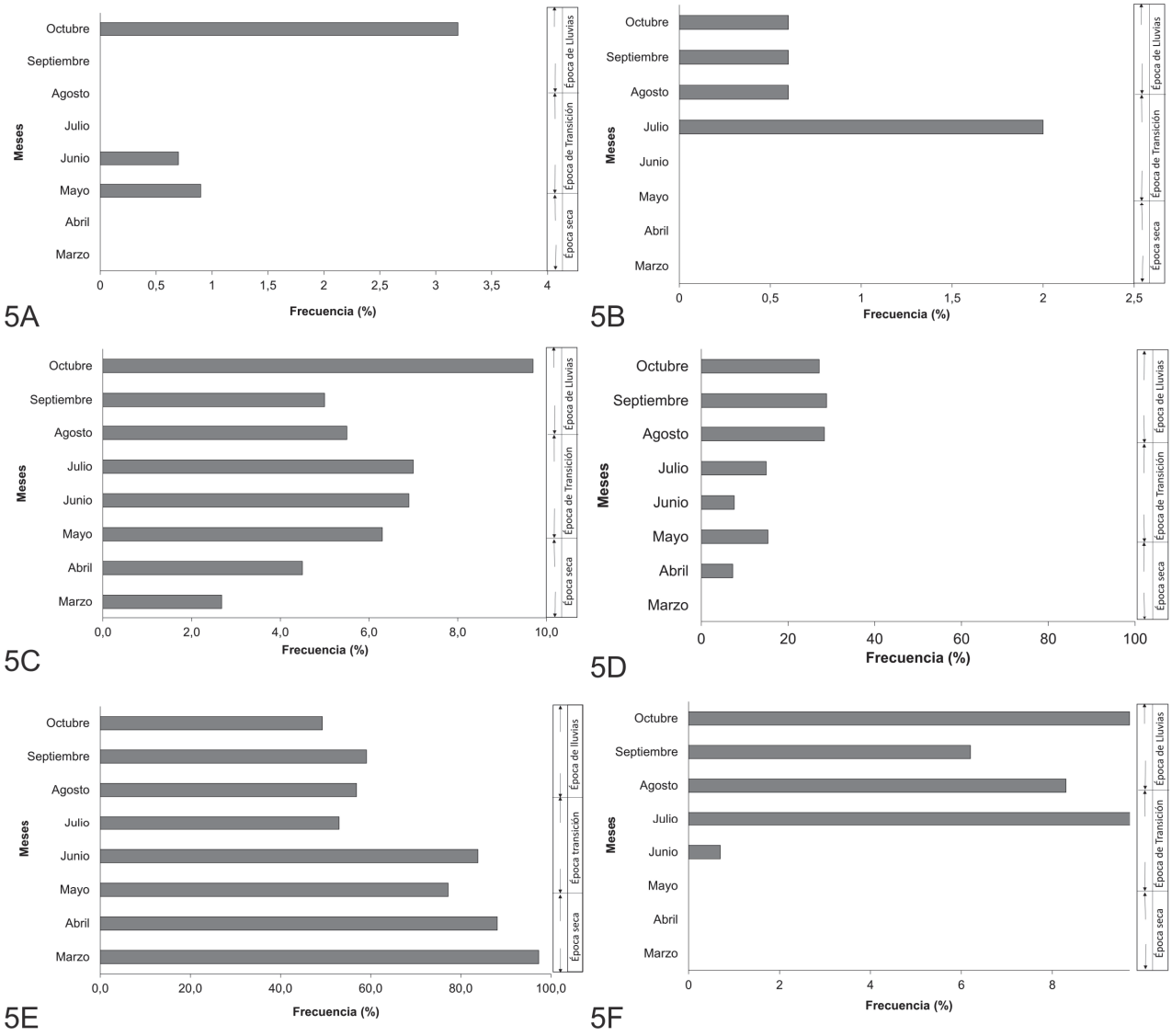


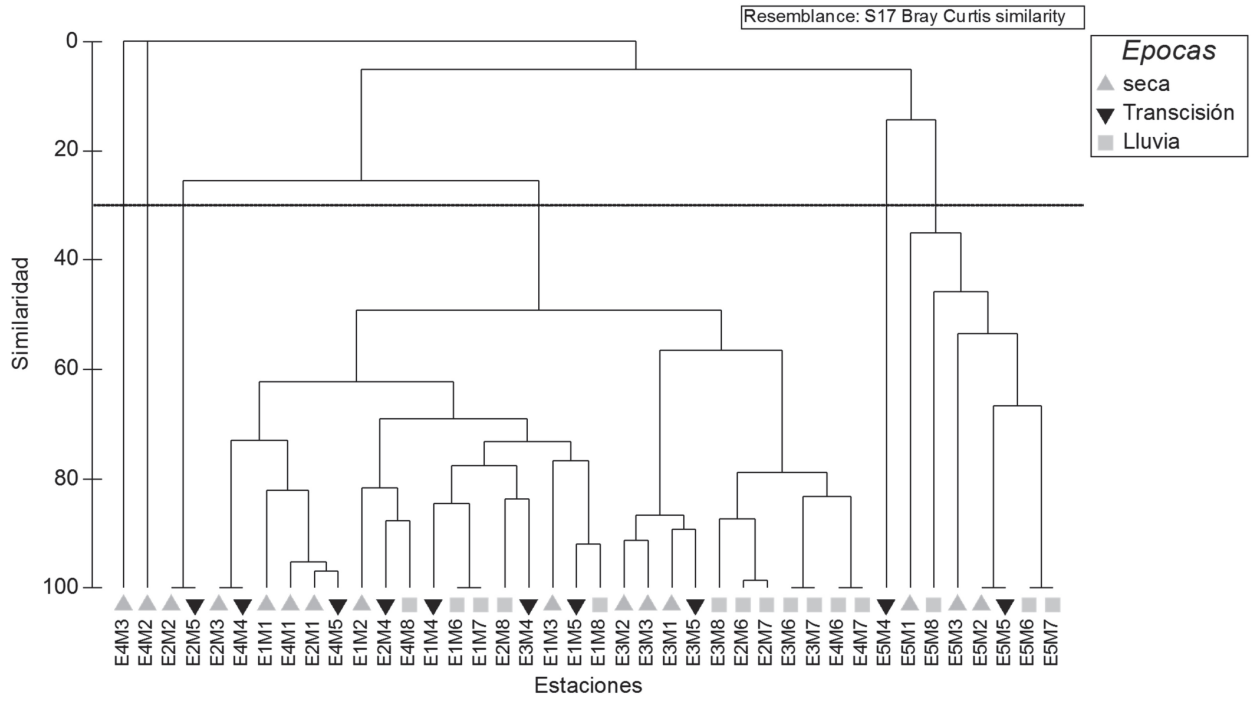
Fig. 5. Denso-actividad de pseudoescorpiones, fluctuación de la abundancia relativa. **A,** *Paraliochthonius quirosi*. **B**, *Epactiochernes* sp. **C,** *Serianus* aff. *carolinensis*. **D**, *Lechytia chthoniiformis*. **E**, *Pachyolpium isolatum*. **F**, *Planctolpium* arboreum.

Tabla IV. Resultados del análisis de porcentaje de similitud (SIMPER), que presentaron las especies de pseudoescorpiones por época en cada fragmento de bosque de manglar, San Antero-Córdoba.

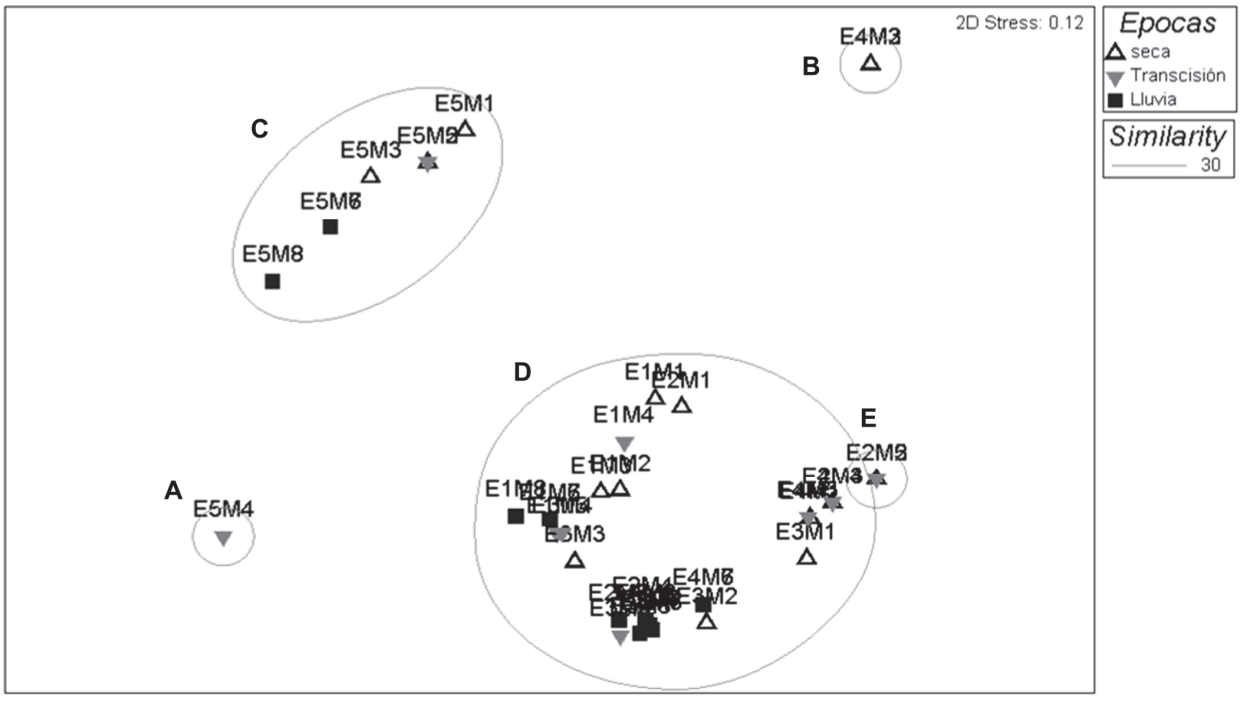
	Abundancia promedio	Similaridad promedio	Contribución (%)	Acumulado (%)
Época seca	-	24,82	-	-
Pachyolpium isolatum	20,4	21,07	84,9	84,9
Serianus aff. *carolinensis*	1,33	3,25	13,1	98
Época de Transición	-	34.36	-	-
Pachyolpium isolatum	14,7	28,54	83,06	83,06
Lechytia chthoniiformis	2,4	2,33	6,78	89,94
Serianus aff. *carolinensis*	1,6	1,76	5,12	94,96
Época de lluvia	-	47,35	-	-
Pachyolpium isolatum	17,47	28,78	60,78	60,78
Lechytia chthoniiformis	9	12,42	26,22	87
Serianus aff. *carolinensis*	2,07	3,49	7,37	94,37

Tabla V. Análisis BIOENV utilizado para relacionar la presencia de los pseudoescorpiones frente a los cambios de las variables fisicoquímicas.

N°	Variables	Correlación	Selecciones
1	Humedad de la hojarasca	0,418	2;4
2	Humedad del suelo	0,409	2-4
3	Salinidad del suelo	0,406	2
4	Salinidad de las zonas inundables	0,398	2;4



6A



6B

Fig. 6. Conglomerados obtenidos de la composición de pseudoescorpiones. **A**, Dendrograma. **B**, Escalamiento no métrico multidimensional (nMDS) basados en una matriz de similaridad, por épocas de muestreo durante el periodo de estudio.

Discusión

Las especies registradas en este estudio, se convierten en la única fauna de pseudoescorpiones conocida en ambientes marinos de Colombia, la cual, incluye cinco especies, pertenecientes a cinco géneros y cuatro familias (excluyendo a *L. chthoniiformis,* con amplia distribución en Suramérica). En la región Caribe y Pacifico de Colombia, no existe, otra área conocida para comparar la diversidad y distribución de la fauna de pseudoescorpiones en la línea de costa. Sin embargo, se han reportado varios géneros representativos, exclusivos de microhábitat halófilos de la Baja California, la verdadera zonación reportada de Carolina del Norte y los reportes de Islas Galápagos (Hoff, 1959; Weygoldt, 1969; Lee, 1979; Harvey, 2009; Mahnert, 2014). Por tanto, los géneros registrados concuerdan con la fauna de pseudoescorpiones pre-

viamente reportados por otros autores como exclusivos de microhábitats halófilos e intermareales (Lee, 1979; Mahnert & Schuster, 1981; Harvey, 2009). De igual forma, los resultados exhibidos por las técnicas y los microhábitats, coincide con trabajos realizados en bosques inundables, los cuales, reportaron altos valores de abundancia en la hojarasca (Adis & Mahnert 1985, 1990, 1993; Adis *et al*., 1988, 2002; Moráis & Adis 1997; Adis & Junk 2002; Aguiar & Bührnheim, 2003; Aguiar *et al*., 2006). Sin embargo, Lee (1979) registró menor preferencia en este microhábitat, al ser menos permanente en las zonas litorales.

La exclusividad de *P. quirosi* se atribuye a que el fragmento de Punta Nisperal se encuentra separado de los otros fragmentos por una gran zona de pantano y la barra de arena presente, está sometida a pulsos de inundación a lo largo del día; siendo al parecer, el factor limitante para esta especie en la estación. Patrones similares de distribución, se han observado en *P. johnstoni* Chamberlin, 1923 y algunos representantes de la familia Chthoniidae en zonas inundables, influenciados por periodos suaves de inundación (Lee, 1979; Mahnert, 1979; Aguiar & Bührnheim, 2003; Aguiar *et al*., 2006). La presencia de *L. chthoniiformis* y *P. quirosi* en época seca, parece indicar que salen de sus refugios para buscar alimento, así como su presencia en época de lluvia o de alta humedad, se asocia con fenómenos de migración; comportamiento que ha sido registrado para otras especies en bosques de ribera y zonas de inundación (Adis *et al*., 1988 Adis & Mahnert, 1990; Moráis & Adis, 1997; Adis & Junk, 2002; Aguiar & Bührnheim, 2003, 2011; Aguiar *et al*., 2006). La especie *L. chthoniiformis* se encuentra ampliamente distribuida en Suramérica y su dispersión se atribuye al fenómeno de foresis, sin embargo, la mejor forma de dispersión utilizada por los pseudoescorpiones de ambientes marinos es el rafting (Lee, 1979). Por tanto, se puede considerar que las especies registradas, puedan estar utilizando este mecanismo de dispersión, más aún, en época de lluvia cuando se incrementan los niveles de agua o de alta humedad.

La especie *Epactiochernes* sp., mostró un comportamiento similar en el área de estudio atribuido al alto contenido de material calcáreo formado por corales y conchas de ostras, según CVS-INVEMAR (2010), las estaciones de muestreo se encontraban antes conectadas por arboles de *L. racemosa*, principal evidencia de que antiguamente esta zona tenia cobertura de manglar. Es importante resaltar, que entre Punta Nisperal y Punta Bolívar, los sectores presentan estructuras coralinas afines, lo que al parecer indica que esta especie utiliza como refugio las ornamentaciones de los restos de coral y las grietas formadas; además, exhibe un comportamiento críptico, en este sentido, cualquier microhábitat que ofrezca algún tipo de grieta u oquedad está ocupado por alguna especie de pseudoescorpion (Weygoldt, 1969; Aguiar *et al*., 2006). Asimismo, el material calcáreo permite que esta especie, al igual que las otras, lo utilicen como refugio, ya sea en época seca o en época de lluvia, indicando que este microhábitat sea un ecotono entre la zona inundable, la vegetación y la línea de costa; por tanto, las zonas cercanas a las áreas inundables sirven de ecotono para las especies de pseudoescorpiones (Moráis & Adis 1997; Aguiar *et al*., 2006).

La especie *Serianus* aff. *carolinensis*, resultó ser la única especie exclusiva de la corteza de árboles de *R. mangle* en las zonas inundables del manglar; al parecer el cuerpo y coloración de esta especie se encuentra adaptado para vivir en este microhábitat; en contraste, miembros del género *Serianus* en zonas litorales, se encuentran adaptados para ocupar la duna de arena o debajo de rocas y piedras y, de igual forma, los representantes de ambientes terrestres, se encuentran establecidos en ambientes xéricos (Muchmore, 1968; Weygoldt, 1969; Lee, 1979). El comportamiento de las otras especies, obedece a que solo se encuentran en la corteza cuando se inicia el fenómeno de migración vertical, en épocas de alta humedad, en periodos de lluvia o en periodos de migración (Weygoldt, 1969; Adis *et al*., 1988, 2002, 2006; Adis & Mahnert, 1990, 1993; Moráis & Adis, 1997; Adis & Junk, 2002; Aguiar & Bührnheim, 2003; Aguiar *et al*., 2006; Claro & Pedroso, 2009).

Las especies de la familia Olpiidae frecuentemente se localizan en ambientes xéricos, de igual forma, el género *Pachyolpium* presenta una alta diversidad en las zonas continentales e insulares del Caribe (Tooren, 2002, 2011; Romero, 2012; Harvey, 2013). En este sentido, *P. isolatum* se puede catalogar de gran movilidad al ser la especie más dominante, siendo frecuente en la hojarasca; su selección de microhábitat no parece estar influenciada por los cambios en las épocas climáticas y, por lo tanto, cierta preferencia por la zona intersticial y las grietas de rocas hacia la parte intermareal media y superior de las zonas litorales, se asocia con la oferta de alimento (Mahnert & Schuster, 1981). La especie *P. arboreum*, fue registrada con mayor frecuencia tanto en la corteza como en la hojarasca, lo que sugiere que su selección de hábitat, está influenciada por los cambios en la época de lluvia, y su presencia en corteza se asocia con lugar de retiro y refugio, tanto en época seca como de lluvia; autores como Hoff (1964) y Muchmore (1979), han reportado esta especie típicamente habitando la hojarasca y viviendo en la corteza de árboles, tanto vivos como en descomposición, prefiriendo éstos últimos y donde la corteza se encuentra agrietada.

El patrón de distribución de los pseudoescorpiones en los fragmentos de bosque de manglar, fue similar al reportado por este grupo en otros ambientes marinos, esta zonación, está determinada por la tolerancia fisiológica a la desecación y al ubicarse en estas zonas, permite mayor tolerancia a los periodos de inmersión (Hoff, 1959; Kensler, 1967; Weygoldt, 1969; Lee, 1979; Harvey, 2009). Según Weygoldt (1969) algunas especies se pueden encontrar restringidas en ambientes costeros, estableciéndose en microhábitats intermareales; sin embargo, otros autores como Kensler (1967) y Schuster (1962) consideran que los pseudoescorpiones son muy estrictos en los requisitos para establecerse. La riqueza y similitud mostrada por el cuarto y quinto conglomerado, se atribuye a la cercanía de los fragmentos, a pesar de presentar diferencias en la estructura vegetal, es de esperar que muestren la misma composición. La acumulación de hojarasca en los manglares, brinda las condiciones de refugio, zonas de reproducción y de alimentación, tanto para adultos como para ninfas; de lo que se deduce que la hojarasca es el microhábitat que ofrece las condiciones y suple los requerimientos para establecerse (Weygoldt, 1969; Gabbutt, 1970; Moráis & Adis, 1997; Aguiar *et al*., 2006; Claro & Pedroso, 2009).

La presencia de pseudoescorpiones, al parecer, se encontró influenciado, por las variables evaluadas; en este sentido, autores como Kensler (1967) y Weygoldt (1969), consideran que la desecación, puede ser el factor primario, que controla la distribución y la actividad de los organismos intermareales. El factor esencial de ese hábitat es la humedad, la mayoría de las especies son susceptibles a la pérdida de humedad; al parecer, la humedad del suelo en combinación de la

salinidad, son factores que influyen, sobre la presencia de pseudoescorpiones en los fragmentos de bosque de manglar. Por tanto, la zonación, las variaciones espacio-temporales (densidad-actividad) y la distribución de los pseudoescorpiones, puede estar determinada por la tolerancia fisiológica, a la exposición, desecación e inmersión por el agua del mar (Schuster, 1962; Kensler, 1967; Weygoldt, 1969; Lee, 1979).

Con el protocolo de muestreo implementado, se obtuvo una buena representatividad de la fauna de pseudoescorpiones y las especies registradas se convierten en el primer estudio realizado en bosques de manglar en Colombia, permitiendo reportar por primera vez para el país los géneros *Epactiochernes*, *Serianus*, *Planctolpium* y la especie *P. isolatum*. Se constató una verdadera zonación para las especies de pseudoescorpiones en los fragmentos de bosque de manglar de San Antero, siendo exclusivos de cada microhábitat. *P. isolatum* y *L. chthoniiformis*, se pueden catalogar de gran movilidad en los fragmentos de bosque de manglar; asimismo, *Epactiochernes* sp., y *P. quirosi* pueden ser consideradas especies cripticas, mientras que *Serianus* aff. *carolinensis* es, aparentemente, exclusiva de corteza y *P. arboreum* de troncos en descomposición. En este sentido, la presencia de los pseudoescorpiones, se encuentra fuertemente influenciado por las zonas inundables en cada fragmento de manglar, la estructura vegetal presente y la combinación de la salinidad y la humedad del suelo, en los diferentes fragmentos de bosque de manglar de San Antero.

Agradecimiento

A Ingrid Catalina Romero Ortiz Ms. C(c) ICN-Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, por su capacitación, al Dr. Eduardo Flórez Daza, por su asesoría y colaboración en el instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. A Juan A. Zaragoza, Universidad de Alicante, España, por sus comentarios, aportes al manuscrito y toda la colaboración prestada; al Dr. Mark Harvey, Western Australian Museum, Welshpool DC, Australia; Dr. Volker Mahnert, Museo de Historia Natural de la Ville de Genève, Suiza, Dr. Giulio Gardini, Universidad degli studi di Genova, Genova Italia, por su asesoría y colaboración en el trabajo de identificación taxonómica. Al personal del Laboratorio de Microscopia de la Universidad de Córdoba. A Juan Vergara y Jheysson Jiménez por su colaboración en la colecta del material, finalmente, agradecemos Maira Alejandra Acosta Berrocal Bióloga en formación de la Universidad de Córdoba, por su colaboración en la fase de campo y de laboratorio.

Bibliografía

ADIS, J. & W. JUNK 2002. Terrestrial invertebrates inhabiting lowland river floodplains of Central Amazonia and Central Europe: a review. *Freshwater Biology*, **47**: 711-731.

ADIS, J. & V. MAHNERT 1985. On the natural history and ecology of pseudoscorpiones (Arachnida) from an Amazonian backwater inundation forest. *Amazoniana*, **9**(3): 297-314.

ADIS, J. & V. MAHNERT 1990. Vertical distribution and abundance of pseudoscorpions species (Arachnida) in the soil of a neotropical secondary forest during the dry and the rainy season. *Acta Zoological*, **190**: 11-16.

ADIS, J. & V. MAHNERT 1993. Vertical distribution and Abundance of pseudoscorpions (Arachnida) in the soil of two different neotropical primary forests during the dry and rainy seasons. *Memoirs of the Queensland Museum*, **33**(2): 431-440.

ADIS, J., V. MAHNERT, J. W. MORÁIS & J.M. RODRÍGUEZ 1988. Adaptation of an Amazoniaian pseudoscorpion (Arachnida) from dryland forests to inundation forests. *Ecology*, **69**(1): 287-291.

ADIS, J., A.B. BONALDO, A.D. BRESCOVIT, R. BERTANI, J.C. COKENDOLPHER, B. CONDÉ, A.B. KURY, W.R. LOURENÇO, V. MAHNERT, R. PINTO-DA-ROCHA, N.I. PLATNICK, J.R. REDDELL, C.A. RHEIMS, L.S. ROCHA, J.M. ROWLAND, P. WEYGOLDT & S. WOAS 2002. Arachnida at 'Reserva Ducke', central Amazonia/Brazil. *Amazoniana*, **17**: 1-14.

AGUIAR, N.O. & P.F. BÜHRNHEIM 2003. Pseudoscorpiones (Arachnida) Da Vegetaca De Sub-Bosque Da Floresta Primaria Tropical De Terra Firme, (Coari, Amazonas, Brasil). *Acta Amazonica*, **33**: 515-526.

AGUIAR, N. & P. F. BÜHRNHEIM 2011. Pseudoscorpionida (Arachnida) em galerias de colônias de Passalidae (Coleoptera, Insecta) em troncos caídos em floresta de terra firme da Amazônia, Brasil. *Acta amazonica*, **41**(2): 311-320.

AGUIAR, N.O., T. GUALBERTO & E. FRANKLIN 2006. A medium-spatial scale distribution pattern of Pseudoscorpionida (Arachnida) in a gradient of topography (altitude and inclination), soil factors, and litter in a central Amazonia forest reserve, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, **66**: 791-802.

ANDRADE, R. & P. GNASPINI 2002. Feeding in *Maxchernes iporangae* (Pseudoscorpiones, Chernetidae) in captivity. *Journal of Arachnology*, **30**: 613-617.

AVALOS, G., D. RUBIO, E. BAR & A. GONZÁLEZ 2007. Arañas (Arachnida, Araneae) asociadas a dos bosques degradados del Chaco húmedo en Corrientes, Argentina. *Revista Biología Tropical*, **55**: 899-909.

BEDOYA-ROQUEME, E. 2015. Una nueva especie de *Paraliochthonius* (Pseudoscorpiones: Chthoniidae: Tyrannochthoniini) de Colombia. *Revista Ibérica de Aracnología*, **26**: 49-54.

BEDOYA-ROQUEME, E.; P.G. SALLEG & J. A. QUIRÓS 2014. Primer reporte de pseudoescorpiones (Arachnida: Pseudoscorpionida) en el departamento de córdoba, caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, **6**(1): 177-183.

BEDOYA-ROQUEME, E., R. BEDOYA & J.A. QUIRÓS-RODRÍGUEZ 2015. Primer reporte del género *Cryptocheiridium* (Pseudoscorpiones: Cheiridiidae: Cheiridiinae) en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, **7**(1): 11-18.

BRAY, R.J. & J.T. CURTIS 1975. An ordination of the upland forest communities of southern of Wisconsin. *Ecological monographs*, **27**(4): 325-349.

BUDDLE, C. 2010. Photographic key to the Pseudoscorpions of Canada and the adjacent USA. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, **10**: 1-77.

CEBALLOS, A. & A.E. FLÓREZ 2007. Pseudoescorpiones de Colombia (Arachnida: Pseudoscorpiones): lista actualizada de especies. *Biota Colombiana*, **8** (1): 47-51.

CLARKE, K. & R. GORLEY 2005. *PRIMER v.6: User Manual / Tutorial*. PRIMER-E Ltda. UK, Plymouth, 192 pp.

CLARO, K. & E.T. PEDROSO 2009. Ecological and evolutionary pathways of social behavior in Pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpiones). *Acta Ethologica*, **12**: 13-22.

COLE, D.C., M.A. ELGAR & M.S. HARVEY 1995. Associations between Australian pseudoscorpions and ants. *Psyche, Cambridge*, **101**: 221-227.

CORTÉS, D.V. & J.O. RANGEL 2011. Los bosques de mangle en un gradiente de salinidad en la Bahía de Cispatá - Boca Tinajones, departamento de Córdoba-Colombia. *Caldasia*, **33**(1): 155-176.

CVS-INVEMAR 2010. *Plan integral de manejo del distrito de Manejo Integrado (DMI) bahía de Cispatá - La Balsa - Tinajones y sectores aledaños del delta estuarino del río Sinú, departamento de Córdoba*. Rojas, G. X y P. Sierra-Correa (eds), Serie de Publicaciones Especiales de INVEMAR, No. 18, Santa Marta. 141 pp.

FRANCKE, O.F. & G.A. VILLEGAS-GUZMAN 2006. Symbiotic relationships between Pseudoscorpions (Arachnida) and packrats (Rodentia). *Journal of Arachnology*, **34**: 289-298.

GABBUTT, P. 1962. Nets of the marie falsescorpion. *Nature London*, **196**: 97-98.

GABBUTT, P. 1970. Sampling problems and the validity of the life history analyses of pseudoscorpions. *Journal Natural History*, **4**: 1-15.

GONZÁLEZ, V.H. B. MANTILLA & V. MAHNERT 2007. A new record for *Dasychernes inquilinus* (Arachnida, Pseudoscorpiones, Chernetidae), with an overview of pseudoscorpion-bee relationships. *Journal of Arachnology*, **35**: 470-474.

HARVEY, M.S. 1992. The phylogeny and classification of the Pseudoscorpionida (Chelicerata: Arachnida). *Invertebrate Taxonomy*, **6**: 1373-1435.

HARVEY, M.S. 2002. The neglected cousins: what do we know about the smaller arachnid orders? *Journal of Arachnology*, **30**: 357-372.

HARVEY, M.S. 2009. The first Australasian species of the genus pseudoscorpion halophilic *Paraliochthonius* (Pseudoscorpiones: Chthoniidae). *Records of the Western Australian Museum*, **25**: 329-344.

HARVEY, M.S. 2013. Pseudoscorpions of the World, version 2.0. Western Museum Australian, Perth. Online at: Http:www.museum.wa.gov.au/catalogs/pseudoscorpion (Consultado el 15-11-2015).

HARVEY, M.S., J. WALDOCK, R. TEALE & J. WEBBER 2007. New distribution records of the intertidal pseudoscorpion *Parahya submersa* (Pseudoscorpiones: Parahyidae). *Records of the Western Australian Museum*, **23**: 393-395.

HOFF, C.C. 1959. The ecology and distribution of the pseudoscorpions of north-central New Mexico. *University New Mexico Publishing Biological*, **8**: 1-68.

HOFF, C.C. 1964. The pseudoscorpions of Jamaica. Part 3. The suborder Diplosphyronida. *Bulletin of the Institute of Jamaica, Science Series*, **10**(3): 1-47.

INVEMAR, 2012. *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2011*. Serie de Publicaciones Periódicas, No. 8. Santa Marta. 203 pp.

JUDSON, M. 1992. A simple, Slow-diffusion Method for clearing small arthropods. *Newsl. Br. Arachnologica Society*, **64**: 6-7.

JUDSON, M. 1994. Les Pseudoscorpions. *Pénélope*, **12**: 6-37.

KENSLER, C. 1967. Dessication resistance of intertidal species as a factor of their zonation. *Journal Animal Ecology*, **3**: 391-406.

LEE, VF. 1979. The maritime pseudoscorpions of Baja California, México (Arachnida: Pseudoscorpionida*). Occasional Papers of the California Academy of Sciences*, **131**: i-iv, 1-38.

LLORENTE, J. & J. MONRRONE 1996. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol 3. UNAM, México. 690 pp.

MAHNERT, V. 1979. Pseudoskorpione (Arachnida) aus dem Amazonas-Gebiet (Brasilien). *Revue Suisse de Zoologie*, **86**: 719-810.

MAHNERT, V. 2014. Pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpiones) from the Galapagos Islands (Ecuador). *Revue Suisse de Zoologie*, **121**(2): 135-210.

MAHNERT, V. & J. ADIS 2002. Pseudoscorpiones. Pp: 367-380, en: Adis, J. (eds), *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Pensoft Publisher, Sofia – Moscow. 596 pp.

MAHNERT, V. & R. SCHUSTER 1981. *Pachyolpium atlanticum* sp. nov., ein Pseudoskorpion aus der Gezeitenzone der Bermudas-Morphologie und Ökologie (Pseudoscorpiones: Olpiidae). *Revue Suisse de Zoologie*, **88**: 265-273.

MORÁIS, J. & J. ADIS 1997. Abundance and phenology of Pseudoscorpiones (Arachnida) from a mixedwater inundation forest in Central Amazonia, Brazil. *Revue Suisse de Zoologie*, **104**: 475-483.

MUCHMORE, W.B. 1968. A new species of the pseudoscorpion genus *Serianus* (Arachnida, Chelonethida, Olpiidae) from North Carolina. *Entomological News*, **79**: 145-150.

MUCHMORE, W. B. 1979. Pseudoscorpions from Florida and the Caribbean area. 7. Floridian diplosphyronids. *Florida Entomologist*, **62**: 193-213.

MURIENNE, J., M.S. HARVEY & G. GIRIBET 2008. First molecular phylogeny of the major clades of Pseudoscorpiones (Arthropoda: Chelicerata). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **49**: 170-184.

POINAR, G.O., B.P.M. ĆURČIĆ JR. & J.C. COKENDOLPHER 1998. Arthropod phoresy involving pseudoscorpions in the past and present. *Acta Arachnologica*, **47**: 79-96.

PRAHL, C. 1990. *Manglares*. Villegas Editorial, Bogotá, 200 pp.

QUIRÓS, J.A. & J.E. ARIAS 2013. Taxocenosis de moluscos y crustáceos en raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoracea) en la bahía de Cispatá, Córdoba, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, **18**(2): 329-340.

QUIRÓS, J.A., E. BEDOYA-ROQUEME & R. BEDOYA 2015. Primer reporte de la familia Cheiridiidae (Arachnida: Pseudoscorpionida) en Colombia. *Acta biológica Colombiana*, **20**(3): 217-220.

ROMERO, I.C. 2012. *Reconocimiento taxonómico de la familia Olpiidae en Colombia (Arachnida: Pseudoscorpiones) con aproximación a su distribución geográfica*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 43 pp. [no publicada].

SCHUSTER, R. 1962. Das marine litoral als lebensraum terrestrischer kleinarthropoden. *Internatione Revue der Gesamten Hydrobiologie*, **47**: 359-412.

TOOREN, D. 2002. Pseudoscorpions of the genera *Pachyolpium*, *Novohorus* and *Amblyolpium* (Pseudoscorpiones: Olpiidae) from St. Eustatius (Statia), St. Martin (Sint Maarten) and Anguilla (Lesser Antilles, Leeward group). *Zoologische Mededelingen*, **76**: 451-472.

TOOREN, D. 2011. New records of olpiid pseudoscorpions (Pseudoscorpiones: Olpiidae) from the Caribbean area and Surinam, with descriptions of four new species of the genera *Pachyolpium* Beier, *Tricholpium* gen. nov. and *Heterohorus* gen. nov. *Zoologische Mededelingen Leiden*, **85**(8) 29. iv: 169-194.

WEYGOLDT, P. 1969. *The biology of pseudoscorpions*. Harvard Univ. Press, Cambridge. xvi + 145 pp

ZEH, D.W. & J.A. ZEH 1992a. Dispersal-generated sexual selection in a beetle-riding pseudoscorpion. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **30**: 135-142.

ZEH, D.W. & J.A ZEH 1992b. On the function of harlequin beetle-riding in the pseudoscorpion, *Cordylochernes scorpioides* (Pseudoscorpionida: Chernetidae). *Journal of Arachnology*, **20**: 47-51.