

DIVERSIDAD DE ESCORPIONES (CHELICERATA) EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO, COLOMBIA*

Eider Sará-C.¹, Eduardo Flórez-D.², Neis Martínez-H.³

Resumen

Se determinó la variación de la diversidad de escorpiones en siete fragmentos de Bosque Seco Tropical (BST) en el departamento del Atlántico. Los métodos de captura utilizados fueron cernido de hojarasca, agitación de follaje y captura manual nocturna con luz UV. En cada transecto se realizó un esfuerzo de dos noches y tres días. Se recolectaron 516 ejemplares representados en siete especies, seis géneros y tres familias (Buthidae, Chactidae y Hormuridae). Buthidae fue la más diversa y abundante con cuatro géneros, cinco especies y 486 individuos, destacándose la especie *Tityus (Archaeotityus) tayrona* cuya presencia fue constante en todos los fragmentos. El fragmento de bosque de la Reserva Campesina La Sierra (R.C.S) presentó la mayor diversidad con seis especies, seis géneros y tres familias, lo cual se debe posiblemente a la oferta de recursos y microhábitats. Con los resultados se logra ampliar el área de distribución de las especies *T. (Atreus) aff. asthenes* y *Chactas brevicaudatus*, además se encontró que en el departamento está representado el 60% de las familias y el 42,8% de los géneros registrados para Colombia, lo que indica que los relictos de BST en este departamento mantienen una fauna importante de los escorpiones registrados para Colombia.

Palabras clave: Buthidae, diversidad, Hormuridae, *Tityus (Archaeotityus) tayrona*.

DIVERSITY OF SCORPIONS (CHELICERATA) IN THE DEPARTMENT OF ATLÁNTICO, COLOMBIA

Abstract

The variation of the diversity of scorpions in seven fragments of Tropical Dry Forest (TDF) in the Department of Atlántico was determined. The sampling was conducted by fallen leaves hoeing, foliage agitation and manual capture at night with UV light. An effort of two nights and three days was made in each transect. A total of 516 specimens representing seven species,

* FR: 1-V-2017. FA: .10-VIII-2017

¹ Biólogo. Semillero de Investigación de Artrópodos "NEOPTERA" del Caribe colombiano, Grupo de Investigación Biodiversidad del Caribe colombiano, Universidad del Atlántico. Barranquilla, Colombia. E-mail: sarcastil@gmail.com ORCID: 0000-0001-5555-4690

² Doctor en Ciencias- Biología. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. E-mail: aeflorezd@unal.edu.co ORCID: 0000-0001-1724-2304

³ Estudiante de Doctorado en Ciencias-Biología. Grupo de Investigación Biodiversidad del Caribe colombiano, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Barranquilla, Colombia. E-mail: nejosemartinez@gmail.com

CÓMO CITAR:

SARÁ-C., E., FLÓREZ-D., E. & MARTÍNEZ-H., N., 2017.- Diversidad de escorpiones (Chelicerata) en el departamento del Atlántico, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 21 (2): 231-244. DOI: 10.17151/bccm.2017.21.2.16



six genera and three families (Buthidae, Chactidae and Hormuridae) were collected. The most diverse and abundant family was Buthidae with four genera and 486 individuals, standing out the species *Tityus (Archaeotityus) tayrona* whose presence was constant in the seven fragments. The fragment of forest Reserva Campesina La Sierra (R.C.S) presented the greatest diversity with six species, six genera and three families, which is possibly due to the abundance of resources and microhabitats. With the results, the area of distribution of the species *Tityus (Atreus) aff. asthenes* and *Chactas brevicaudatus* expanded. In addition, it was found that 60% of the families and 42.8% of the genera reported for Colombia are represented in the Department of Atlántico which indicates that the relics of TDF in this Department maintain a significant fauna of the scorpions registered for the country.

Key words: Buthidae, diversity, Hormuridae, *Tityus (Archaeotityus) tayrona*.

INTRODUCCIÓN

La fragmentación del Bosque Seco Tropical (BST) pone en grave riesgo a la biodiversidad asociada y por lo tanto, a los procesos ecológicos que aseguran la funcionalidad de este ecosistema (SÁNCHEZ-AZOFEIFA *et al.*, 2005; PIZANO & GARCÍA, 2014). Aunque el BST se encuentra en un estado crítico de fragmentación y degradación, con un porcentaje muy pequeño de representatividad dentro de las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas en Colombia; es uno de los ecosistemas más amenazados y menos estudiados (PIZANO & GARCÍA, 2014). En la actualidad, este ecosistema en la región Caribe colombiana está representado por fragmentos inmersos en una matriz compuesta por cultivos, potreros y cercas vivas (RANGEL-ACOSTA & MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, 2017), lo cual muy probablemente genera variaciones en la estructura de la vegetación, composición faunística y disponibilidad de recursos. Estas alteraciones en el BST traen como consecuencia pérdida de especies residentes y/o colonización de nuevos hábitats, dentro de los cuales están los asentamientos humanos; que en el caso de los escorpiones se podrían convertir en un problema de salud pública (GÓMEZ & OTERO, 2007).

En Colombia se han realizado diversos estudios a los escorpiones (FLÓREZ, 1990, 2001; LOURENÇO & FLÓREZ, 1989, 1990; LOURENÇO, 1991, 1992, 1994a, 1994b, 1997, 2002; FLÓREZ & SÁNCHEZ, 1995; BOTERO-TRUJILLO & FAGUA, 2007; BOTERO-TRUJILLO, 2008; TERUEL & GARCÍA, 2008a, 2008b; TERUEL & RONCALLO, 2008, 2010; BOTERO-TRUJILLO & FLÓREZ, 2011; ARMAS *et al.*, 2012), en donde la mayoría de los trabajos centran su esfuerzo en conocer la distribución y riqueza de estos arácnidos. Hace poco se empezó a abordar este tema en la costa Caribe colombiana, destacándose el estudio realizado por GÓMEZ *et al.* (2013), donde se describe la composición de la escorpiofauna del departamento de Sucre; mientras que BRAVO & RODIÑO (2013) analizaron la variación de la

escorpiofauna para algunos parches de BST en el departamento de Córdoba y SARÁ-CASTILLO & MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ (2017) realizaron la distribución y taxonomía de los escorpiones del departamento del Atlántico. Adicionalmente, BOTERO-TRUJILLO (2008) registró por primera vez algunos bítidos para el departamento del Atlántico y LOURENÇO (1991) hizo referencia a la composición de la escorpiofauna de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) y algunos departamentos aledaños a ella (LOURENÇO & FLÓREZ, 1990; LOURENÇO, 1997).

Sin embargo, esos trabajos son insuficientes para generar una información completa sobre el estado actual de la biodiversidad de este orden en el BST, más específicamente en el departamento del Atlántico; donde las expansiones de las fronteras ganaderas y agrícolas han provocado la reducción de este ecosistema a pequeños fragmentos inmersos en matrices de uso ganadero y agrícola.

Teniendo en cuenta lo anterior y con el fin de contribuir al conocimiento de la biodiversidad del orden Scorpiones en el país y en este tipo de ecosistema, así como el papel que juegan los fragmentos de BST en el mantenimiento y conservación de este grupo de arácnidos, se analizó la variación espacial de la diversidad en este departamento. La información generada en este trabajo será útil para implementar planes de manejo y conservación de los fragmentos de BST y futuras investigaciones sobre este grupo de arácnidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en siete fragmentos de BST (R.C.M, C.S.L, R.C.S, D.M.I.L, R.B, C.U.A y Piojó) en el departamento del Atlántico (Figura 1, Tabla 1). Escogidos porque presentaron relictos pequeños con vegetación típica de bosque seco, donde predominan las familias Fabaceae, Malvaceae, Cactaceae, entre otras. Con especies arbóreas como *Bursera simarouba* (indio encuero), *Spondia mombin* (hobo), *Ficus elastica* (caucho), *Anacardium excelsum* (carcolí), *Sterculia apetala* (camajón), *Cedrela odorata* (cedro), *Coccoloba uvifera* (uvito), *Gliricidia sepium* (matarratón). Además, se tuvieron otros criterios como accesibilidad y localización en el departamento.

En general, esta región presenta dos periodos climáticos. La mayor concentración de lluvias se presenta en mayo y octubre, y la menor en enero, febrero y marzo, con un valor promedio anual de 990 m. La mayor concentración de lluvias se presenta en mayo y octubre, y la menor en enero, febrero y marzo (RANGEL-CH. & CARVAJAL-COGOLLO, 2012).

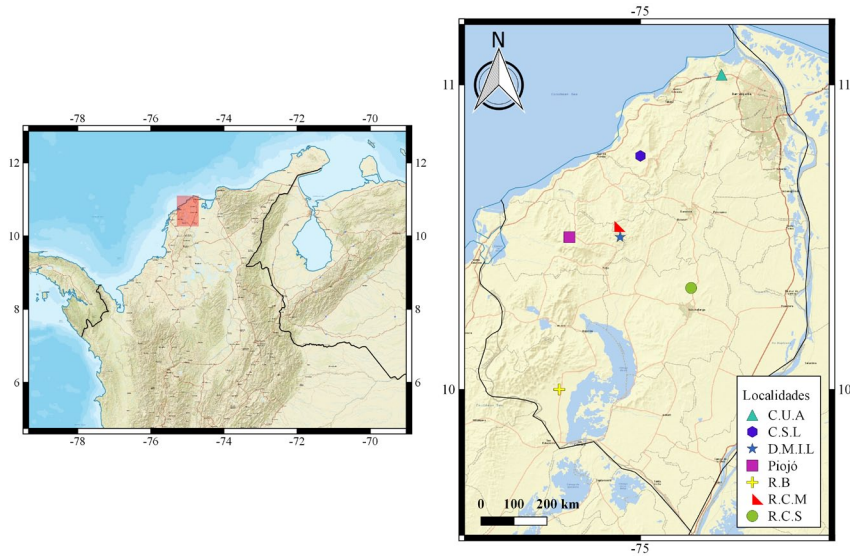


Figura 1. Localización de los fragmentos de BST en el departamento del Atlántico. Los puntos rojos en el mapa señalan la ubicación de los lugares de muestreo. Abreviaturas: Campus Universidad del Atlántico (C.U.A), Corrales de San Luis (C.S.L), Reserva Campesina La Montaña (R.C.M), Distrito de Manejo Integrado Luriza (D.M.I.L), Reserva Campesina La Sierra (R.C.S), Reserva de Bijibana (R.B).

Tabla 1. Estaciones de muestreo en el departamento del Atlántico

Zonas de muestreos	Municipio	Coordenadas	Extensión (ha)	Área de bosque (ha)	Altitud (msnm)
Reserva Campesina La Montaña (R.C.M)	Juan de Acosta	10°46' N 75°02' O	47	22	260
Corrales de San Luis (C.S.L)	Tubará	10°53' N 75°00' O	38	12	270
Reserva Campesina La Sierra (R.C.S)	Sabanalarga	10°40' N 74°55' O	34	8	172
Distrito de Manejo Integrado Luriza (D.M.I.L)	Usiacurí	10°45' N 75°02' O	479	13	140
Reserva de Bijibana (R.B)	Repelón	10°30' N 75°08' O	113	25	170
Campus Universidad del Atlántico (C.U.A)	Puerto Colombia	11°01' N 74°52' O	8	4	34
Piojó	Piojó	10°45' N 75°07' O	74	18	320

Métodos y diseño de muestreo

El trabajo de campo se realizó desde enero de 2012 hasta julio de 2013. Por cada fragmento se realizaron dos muestreos, uno en época seca y otro durante las lluvias. La inversión de tiempo por muestreo fue de dos noches y tres días en cada fragmento. La unidad muestral consistió en un transecto de 500 m de largo por 50 m de ancho, donde se marcaron 10 puntos distanciados 50 m aproximadamente. En cada punto se delimitó un diámetro de 40 m para realizar los siguientes métodos de colecta directa:

Captura Manual con Luz UV (C.M.UV): consiste en recolectar con ayuda de pinzas específicas para escorpiones, buscando debajo de las piedras, ranuras, madrigueras, hojarasca, troncos, con una inversión de 15 minutos por punto para un total de 150 minutos/noche. Esta actividad se realizó entre las 7 p.m. y las 10 p.m.

Agitación de Follaje (A.F): se utilizó una red entomológica con un diámetro de 50 cm en tela y un mango de 50 cm. La red se colocó debajo de ramas secas, arbustos, nidos y troncos y posteriormente se realizaron golpes con un madero con el fin de que cayeran los diferentes especímenes con hábitos arborícolas. Para esto se realizaron tres sesiones, cada una de 20 golpes para un total de 60 golpes por punto.

Cernido de Hojarasca (C.H): consistió en recolectar en un recipiente plástico 10 L de hojarasca que fueron cernidos en un tamizador Winkler con diámetro de 16 mm, devolviendo la hojarasca sobrante al bosque. En el campo, el material cernido fue revisado en bandejas plásticas de color blanco con el fin de capturar especímenes con ayuda de pinzas.

Preservación e identificación de los especímenes

Las muestras se preservaron en alcohol al 70% y se trasladaron hasta las instalaciones del Laboratorio de Zoología de Invertebrados, ubicado en la Universidad del Atlántico. Los individuos recolectados en las expediciones se identificaron hasta especie con la ayuda de las claves propuestas por LOURENÇO (1998) y FLÓREZ (2001). Las identificaciones se confirmaron haciendo revisiones del material depositado en la colección de escorpiones del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, y depositados en el Museo de Zoología de la Universidad del Atlántico y la Colección de Aracnología del ICN.

Análisis de los datos

Se determinó el número de especies por técnica y fragmentos. Para la estimación de la cobertura del muestreo por fragmento se utilizó el estimador de cobertura recomendado por CHAO & JOST (2012):

$$\hat{C}_n = 1 - \frac{f_1}{n} \left[\frac{(n-1)f_1}{(n-1)f_1 + 2f_2} \right]$$

Donde f_1 y f_2 son el número de especies con uno y dos individuos en la muestra respectivamente, y n es el número de individuos. La cobertura del muestro varía entre 1-100% cuando este toma valores de $\hat{C}_n \approx 100\%$, con respecto a la técnica de captura.

La composición fue obtenida mediante la determinación taxonómica de las especies de escorpiones, y para la riqueza y diversidad de escorpiones entre los fragmentos de BST se utilizó un análisis de Interpolación y Extrapolación propuesto por CHAO *et al.* (2014), utilizando los números de Hill (HILL, 1973) en unidades del número efectivo de especies siguiendo lo propuesto por JOST (2006). Se calcularon los valores de diversidad verdadera: 0D (riqueza especies), 1D (el exponencial del índice de Shannon) y 2D (el inverso del índice de Simpson) (JOST, 2006). El análisis fue realizado con el script *iNEXT* para R Studios (CHAO *et al.*, 2014) y ejecutado en el programa R versión 3.1.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014).

Teniendo en cuenta la composición de especies y su respectiva abundancia por fragmentos, se realizó un análisis de agrupamiento por pares mediante el método de promedios no ponderados (UPGMA), realizándose el agrupamiento por fragmento por medio del índice de similitud de Jaccard (CHAO *et al.*, 2014). Esto con el fin de observar porcentajes de similitud que existen entre las estaciones de muestreo en términos de composición de especies. Los análisis se realizaron con el programa PRIMER 6.0 (CLARKE & WARWICK, 2001).

RESULTADOS

Composición de especies

Se capturaron 516 individuos entre adultos y juveniles, distribuidos en siete especies, seis géneros y tres familias. La familia con mayor riqueza y abundancia fue Buthidae con cinco especies (71,43%) y 486 individuos. La familia que siguió en abundancia fue Hormuridae con 28 individuos, seguido de Chactidae con dos individuos (0,39%) (Tabla 2).

Tityus (Archaeotityus) tayrona Lourenço presentó una alta dominancia con 437 individuos (84,69%), mientras que *Rhopalurus laticauda* Thorell, *Centruroides edwardsii* (Gervais) y *Chactas brevicaudatus* (Karsch) fueron las menos frecuentes con 5, 4 y 2 individuos respectivamente y solo fueron registradas en el fragmento R.C.S (Tabla 2, Figura 2). En el caso de *Ananteris columbiana* Lourenço, presentó un bajo número de capturas (26 individuos), pero se encontró en seis de las siete localidades de muestreo (Tabla 2).

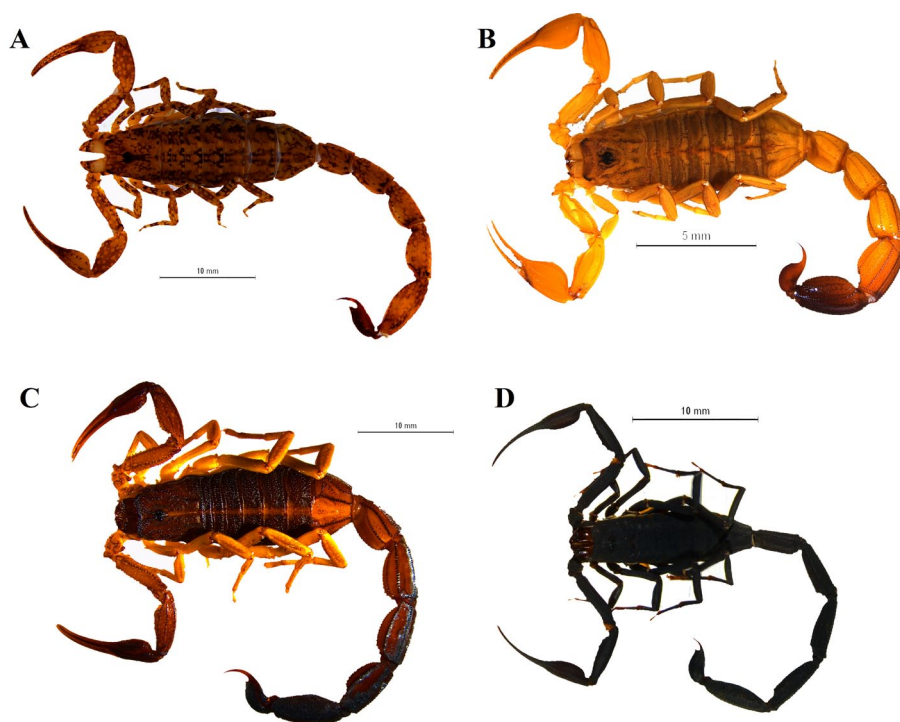


Figura 2. Especies comunes y poco frecuentes en los fragmentos de BST en el departamento del Atlántico. **A:** *T. (Archaeotityus) tayrona*. **B:** *R. laticauda*. **C:** *C. edwardsii*, **D:** *T. (Atreus) aff. Asthenes*.

Tabla 2. Variación de la abundancia y diversidad de escorpiones por fragmentos de BST en el departamento del Atlántico

Familia	Especies	R.C.M	C.S.L	R.C.S	D.M.I.L	R.B	C.U.A	Piojó	Total
Buthidae	<i>Ananteris colombiana</i>	8	1	3	2	9	3	0	26
	<i>Centruroides edwardsii</i>	0	0	4	0	0	0	0	4
	<i>Rhopalurus laticauda</i>	0	0	5	0	0	0	0	5
	<i>Tityus (Atreus) aff. asthenes</i>	0	5	0	0	7	0	2	14
	<i>Tityus (Archaeotityus) tayrona</i>	112	40	44	39	137	22	43	437
Chactidae	<i>Chactas brevicaudatus</i>	0	0	2	0	0	0	0	2
Hormuridae	<i>Opisthacanthus elatus</i>	5	0	6	14	0	0	3	28
Número de individuos		125	46	64	55	153	25	48	516
Diversidad de orden 0 (⁰ D)		3	3	6	3	3	2	3	7
Diversidad de orden 1 (¹ D)		1,50	1,56	3,02	2,04	1,50	1,44	1,50	
Diversidad de orden 2 (² D)		1,24	1,30	2,02	1,76	1,24	1,27	1,24	

Las abreviaturas se describen en la Tabla 1.

Riqueza y abundancia por técnica de captura

La cobertura del muestreo fue alta para cada uno de los fragmentos estudiados (100%) para los tres órdenes (0D , 1D , 2D) de la diversidad analizados, lo que demuestra que el esfuerzo y los métodos de captura utilizados permitieron obtener una buena estimación de la diversidad de cada uno de los sitios. Se observó que la técnica más eficiente fue captura manual con luz UV, método que permitió capturar todas las especies registradas y 407 individuos (Tabla 3). Por otro lado, con las técnicas agitación de follaje y cernido de hojarasca (A.F y C.H), se lograron recolectar 109 individuos (65 y 44, respectivamente) distribuidos en dos especies (*T. tayrona* y *A. colombiana*) (Tabla 3).

Tabla 3. Riqueza y abundancia de escorpiones por técnica de captura en el área de estudio

Especies/Técnicas	C.M.UV	A.F	C.H
<i>Ananteris colombiana</i>	16	5	5
<i>Centruroides edwardsii</i>	4		
<i>Chactas brevicaudatus</i>	2		
<i>Opisthacanthus elatus</i>	28		
<i>Rhopalurus laticauda</i>	5		
<i>Tityus (Atreus) aff. asthenes</i>	14		
<i>Tityus (Archaeotityus) tayrona</i>	338	60	39
Número de especies	7	2	2
Número de individuos	414	65	44

Abreviaturas: Captura Manual con Luz UV (C.M.UV), Agitación de Follaje (A.F) y Cernido de Hojarasca (C.H).

Variación de la riqueza y diversidad por fragmento

Con el análisis de Interpolación y Extrapolación se determinaron cambios a nivel de fragmentos en cuanto a la riqueza y diversidad de escorpiones (Tabla 2). Con relación a la riqueza (0D), el mayor valor (6 especies) se observó en R.C.S y el menor (2 especies) en C.U.A. Estos mismos fragmentos también presentaron los mismos resultados para la diversidad 1D . En el caso de la diversidad 2D , el menor valor (1,24 especies efectivas) se registró en la R.C.M y el mayor (2,02 especies efectivas) en la R.C.S (Tabla 2).

Agrupación entre las estaciones de muestreos

Teniendo en cuenta el análisis de similitud con el índice Jaccard (CHAO *et al.*, 2014), se formaron tres grupos (Figura 3). El primero conformado por el fragmento de la R.C.M y R.B con una similitud del 87%; el segundo conformado por los fragmentos R.C.S, D.M.I.L, C.S.L y Piojó, con una similitud del 78%. El tercer grupo conformado

por el fragmento C.U.A, el cual presentó una similitud del 60% con el resto de las estaciones de muestreo.

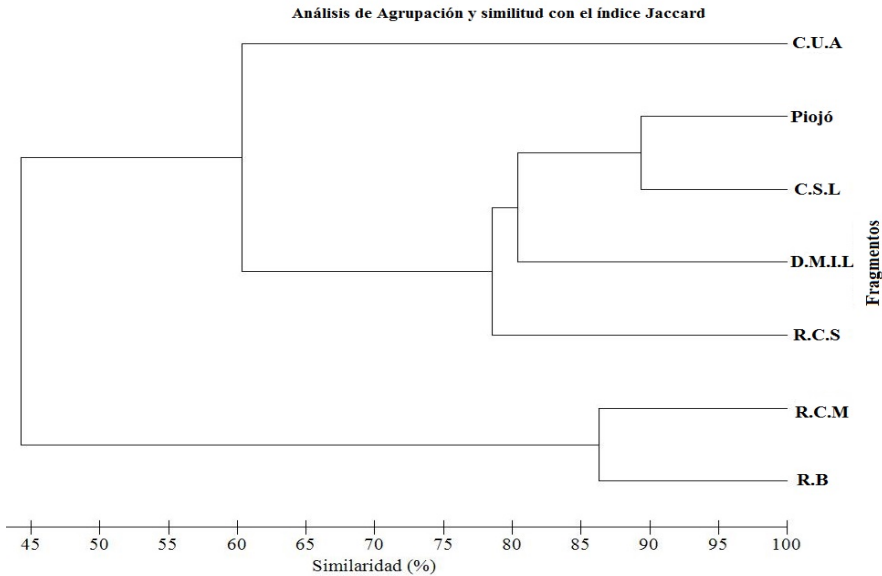


Figura 3. Agrupamiento de las localidades de muestreo utilizando el índice de similitud de Jaccard. Abreviaturas: Campus Universidad del Atlántico (C.U.A), Corrales de San Luis (C.S.L), Distrito de Manejo Integrado Luriza (D.M.I.L), Reserva Campesina La Sierra (R.C.S), Reserva Campesina La Montaña (R.C.M), Reserva de Bijibana (R.B).

DISCUSIÓN

Los datos obtenidos muestran resultados similares a otros estudios realizados en la región Caribe y otras regiones del país (AGUDELO, 2004; FLÓREZ, 2004; BRAVO & RODIÑO, 2013; GÓMEZ *et al.*, 2013). Se reportan las especies con importancia médica *T. (Atreus) aff. asthenes* y *C. edwardsii* (GÓMEZ & OTERO, 2007; CUPITRA-VERGARA *et al.*, 2015). Aunque ya se han realizado registros de especies, principalmente de la familia Buthidae (BOTERO-TRUJILLO, 2008), el presente estudio estableció los primeros datos de riqueza y distribución de escorpiones en fragmentos de BST en el departamento del Atlántico y se confirma la presencia de las especies *A. columbiana*, *C. edwardsii*, *R. laticauda*, *T. (Archaeotityus) tayrona*, y se amplió el rango de distribución de *Ch. brevicaudatus*, *T. (Atreus) aff. asthenes* y *O. elatus*.

Por otro lado, se observó un mayor número en la diversidad de géneros y especies de escorpiones en los fragmentos de BST en el departamento del Atlántico, en comparación con otros inventarios del orden realizados en la región Caribe (BRAVO & RODIÑO, 2013; GÓMEZ *et al.*, 2013), debido a un mayor esfuerzo y cobertura del área de muestreo; así como la focalización de las faenas de campo en las dos épocas

(seca y lluvias) en un ecosistema que presenta estacionalidad marcada de acuerdo a los niveles de precipitación.

La alta diversidad de Buthidae se puede atribuir a que esta familia es la de mayor distribución en Colombia y la más diversa en este grupo de arácnidos (FLÓREZ, 2001). La alta dominancia de *T. (Archaeotityus) tayrona* se debe posiblemente a la preferencia de la especie por los hábitats secos y se ha adaptado a un modo de vida con cierto grado de tolerancia a ecosistemas que se encuentran muy perturbados y deteriorados (FLÓREZ, 2004). Por otro lado, autores como GÓMEZ & OTERO (2007) sugieren que *T. (Archaeotityus) tayrona* podría estar dentro de las especies de la familia Buthidae que necesitan hábitats, microhábitats y ambientes específicos, pero los resultados obtenidos en este estudio sugieren que esta especie tolera ambientes modificados con alto grado de intervención antrópica, tal como los fragmentos C.U.A y C.S.L.

Para realizar un juicio sobre el bajo número de capturas del resto de las especies se hace necesario realizar un estudio mucho más detallado sobre la disponibilidad de recursos y la adaptabilidad de estas especies en los fragmentos de BST; o si su baja abundancia es un efecto de las técnicas de captura y el muestreo. Para esto último, se requiere concentrar la intensidad y cantidad de muestreos para aumentar la probabilidad de capturas de estas especies. Por otro lado, la baja abundancia *R. laticauda* y *C. edwardsii* en este tipo de fragmentos, se puede atribuir a que son especies que no se adaptan con facilidad a ambientes intervenidos como lo registran MANZILLA & DE SOUSA (2003) y CUPITRA-VERGARA *et al.* (2015).

En el caso de *Ch. brevicaudatus* había sido registrada como endémica de la SNSM (LOURENÇO, 1991, 1997), sin embargo FLÓREZ (2013) determinó su rango de distribución para los departamentos de Bolívar y Magdalena, y con este estudio se amplía su distribución para el departamento del Atlántico. Este mismo autor menciona que el hábitat natural es el bosque seco xerofítico o sub-xerofítico, extendiéndose desde las zonas litorales en los departamentos anteriormente mencionados, hasta zonas más interiores como el norte de Antioquia (Caucasia) (FLÓREZ, 2013).

Recientemente, BOHÓRQUEZ-GÓMEZ (2016) realizó la revisión de los *Tityus* del subgénero *Atreus* para Colombia y no fue posible dilucidar la identidad de *Tityus* aff. *asthenes*, debido a que no se pudo revisar el material tipo. Los caracteres morfológicos de los especímenes capturados en este trabajo concuerdan en su gran mayoría con la diagnosis que propone BOHÓRQUEZ-GÓMEZ (2016) para *T.* aff. *asthenes*. Se registró para los departamentos de Antioquia, Cauca, Chocó, Nariño y Valle del Cauca en un rango altitudinal entre 1-440 m (BOHÓRQUEZ-GÓMEZ, 2016); ampliándose su distribución para el departamento del Atlántico.

El fragmento de bosque localizado en la Reserva Campesina La Sierra (R.C.S) presentó la mayor riqueza de escorpiones, de las cuales tres solo fueron exclusivas para este lugar (*R. laticauda*, *C. edwardsii* y *Ch. brevicaudatus*). Esto se atribuye posiblemente a que en este parche de bosque se observó una quebrada que pasa la mayor parte del tiempo con un pequeño cauce de agua, lo que podría brindar una mayor disponibilidad de microhábitats y condiciones microclimáticas de temperatura y humedad optimas que pueden incidir en la composición de escorpiones y la disponibilidad de presas. Adicional a lo anterior, es probable que en este lugar se presente un efecto refugio por la pérdida de conectividad con otros fragmentos de bosque y por la reducción del área por el incremento de las actividades antrópicas en la zona; pero con los resultados obtenidos es difícil demostrar esta hipótesis. La baja riqueza específica y genérica de la estación C.U.A, se debe a que solo se registraron las especies *A. columbiana* y *T. (Archaeotityus) tayrona*, predominando notablemente esta última. Esto se debe a que esta estación, aunque tienes zonas con vegetación nativa de BST, presenta una alta intervención antrópica; donde es muy frecuente la construcción de caminos carreteables, zonas de viveros, centros educativos y urbanizaciones, así como la expansión de cementerios adyacentes al fragmento.

El estimador de cobertura ($C\hat{n}$) para los fragmentos de BST en el departamento del Atlántico presentó una elevada estimación de la riqueza, demostrándose que el esfuerzo y la variabilidad de técnicas fueron efectivas para determinar la diversidad de escorpiones en la zona de estudio. El éxito de las lámparas UV en el estudio de escorpiones es ampliamente conocido, siendo el método más usado en la captura de estos arácnidos, razón por la cual se esperaba que C.M.UV fuera la técnica más eficiente en el presente estudio. La técnica de Agitación de Follaje (A.F) se implementó por primera vez para el estudio de escorpiones y demostró ser una técnica complementaria para la captura de estos artrópodos en BST. Esta se empleó debido a que permite revisar arbustos, enredaderas y palizadas de difícil acceso en el BST; donde en muestreos previos se observó con gran frecuencia la presencia de escorpiones en estos microhábitats. Aunque C.H fue la técnica de la que se obtuvo menor número de capturas, demostró ser una técnica eficiente debido a que permite la captura de individuos que se refugian en el suelo, mantillo y la hojarasca. Por último, es importante resaltar que para un aumento en el porcentaje de capturas de escorpiones se debe implementar este tipo de técnicas en próximos estudios en el bosque seco, debido a la complementariedad entre cada una de ellas.

A pesar de que la captura de escorpiones con trampas de caída es ampliamente conocida y utilizada, en el presente estudio no se incluyó debido a que en muestreos previos se registraron resultados pobres en número de individuos capturados. Posiblemente lo accidentado del terreno en la mayoría de la estaciones sea una de las causas de estos resultados, pero es una técnica que ha arrojado resultados positivos en otros lugares y podría ser utilizada en futuros estudios en el área.

La alta similitud (60 y 87%) en la composición de especies entre las estaciones de muestreo, se debe a que presentan fauna de escorpiones muy parecida; lo cual se puede atribuir a que presentan un mismo origen geológico y en algún momento estuvieron conectados o hicieron parte de un solo bosque. En el caso de *T. (Archaeotityus) tayrona*, *O. elatus* y *A. columbiana* que son las especies mayormente compartidas entre las estaciones, son especies comunes en ambientes intervenidos (FLÓREZ, 2004) como los fragmentos de BST en el departamento del Atlántico.

La importancia de conocer la distribución de los escorpiones radica en la capacidad de adaptación de estos y el riesgo clínico que pueden representar (GÓMEZ & OTERO, 2007; CUPITRA-VERGARA *et al.*, 2015). Cuando convergen alto grado de toxicidad del veneno y alto grado de adaptabilidad a medios cambiantes es cuando se presentan graves problemas de escorpionismo en una zona geográfica (LOURENÇO & CLOUDSLEY-THOMPSON, 1996; GÓMEZ & OTERO, 2007). Por esta razón, se hace necesario conocer la diversidad y la ecología de estos artrópodos y su posible uso en la biotecnología, debido a que hay especies reportadas en este estudio con importancia médica. De esta manera, un adecuado conocimiento de la distribución, diversidad y variabilidad de estos arácnidos, permitirá formular políticas de educación y prevención de accidentes con escorpiones que atiendan adecuadamente a la población más vulnerable (CUPITRA-VERGARA *et al.*, 2015) y de paso contribuir a la conservación de la biodiversidad en el Caribe colombiano.

El registro del 60% de las familias y el 40% de los géneros conocidos para Colombia en siete zonas con diferente grado de perturbación en el departamento del Atlántico, puede interpretarse como un registro de alta diversidad biológica para este grupo en esta región. Por otro lado, más allá del registro de especies, se evidencia la necesidad de realizar estudios que muestren el estado actual del BST en el departamento del Atlántico y cómo las actividades antrópicas afectan la dinámica de este ecosistema; utilizando como modelo la diversidad de este grupo de arácnidos. Adicional a lo anterior, el presente trabajo constituye una línea base importante sobre la diversidad de escorpiones en el Caribe colombiano, ya que aporta una información ecológica valiosa sobre la estructura de la comunidad de estos arácnidos en un ecosistema que se encuentra en un estado crítico de fragmentación y degradación, y con un porcentaje muy pequeño de representatividad dentro de las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas en Colombia.

CONCLUSIONES

Esta investigación representa el primer estudio de escorpiones en Bosque Seco Tropical del departamento de Atlántico. La escorpiofauna del BST en este departamento está compuesta por tres familias (Buthidae, Hormuridae y Chactidae), seis géneros (*Ananteris*, *Chactas*, *Centruroides*, *Opisthacanthus*, *Rhopalurus* y *Tityus*) y siete especies,

de las cuales *T. (Archaeotityus) tayrona* es la especie con más amplia distribución y abundancia, encontrándose en todas las estaciones de muestreo. La estación con mayor diversidad (seis de las siete especies capturadas) fue la Reserva Campesina La Sierra (R.C.S), fragmento donde se observó mayor oferta de recursos, disponibilidad de hábitats y condiciones microclimáticas que influyen en un mayor número de especies.

AGRADECIMIENTOS

A los integrantes del semillero de Investigación de Artrópodos “NEOPTERA” del Caribe colombiano, en especial a Leonel Martínez y a Eduardo Villareal por su colaboración en la fotografía de las especies y el diseño del mapa. A la Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social y a la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad del Atlántico, por facilitar los permisos de recolecta y el uso del Laboratorio de Zoología para la determinación taxonómica de los escorpiones. Al biólogo Renzy Medrano por la ayuda en la recolecta de los especímenes. Al Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, por su apoyo y colaboración en la identificación de los especímenes.

REFERENCIAS

- AGUDELO, C., 2004.- *Estudio preliminar de los escorpiones (Arachnida: Scorpionida) del Caquetá*. Tesis, Universidad de la Amazonia, Facultad de Ciencias Básicas, Florencia.
- ARMAS, L.F., SARMIENTO, D.L. & FLÓREZ, E., 2012.- Composición del género *Centruroides* Marx, 1890 (Scorpiones: Buthidae) en Colombia, con la descripción de una nueva especie. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 50: 105-114.
- BOHÓRQUEZ-GÓMEZ, R.M., 2016.- *Revisión taxonómica y distribución geográfica de las especies de Tityus, Subgénero Atrous, (Scorpiones, Buthidae) presentes en Colombia*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Bogotá.
- BOTERO-TRUJILLO, R., 2008.- The scorpion genus *Ananteris* in Colombia: comments on the taxonomy and description of two new species (Scorpiones, Buthidae). *The Journal of Arachnology*, 36: 287-299.
- BOTERO-TRUJILLO, R. & FAGUA, G., 2007.- Additions to the knowledge of the geographical distribution of some Colombian Scorpions (Buthidae: *Ananteris*, *Rhopalurus*, *Tityus*). *Revista Ibérica de Aracnología*, 14: 129-134.
- BOTERO-TRUJILLO, R. & FLÓREZ, E., 2011.- A revisionary approach of Colombian *Ananteris* (Scorpiones, Buthidae): two new species, a new synonymy, and notes on the value of trichobothria and hemispermatophore for the taxonomy of the group. *Zootaxa*, 2904: 1-44.
- BRAVO, E. & RODIÑO, I., 2013.- *Escorpiofauna (Arachnida: Scorpionida) en algunos relictos de Bosque Seco en el Departamento de Córdoba-Colombia*. Tesis, Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías, Montería.
- CHAO, A., GOTELLI, N.J., HSIEH, T.C., SANDER, E.L., MA, K.H., COLWELL, R.K. & ELLISON, A.M., 2014.- Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84: 45-67.
- CHAO, A. & JOST, L., 2012.- Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93: 2533-2547.
- CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M., 2001.- *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd ed. PRIMER-E Ltd, Plymouth, Inglés, United Kingdom.
- CUPITRA-VERGARA, N.I., CUBIDES-CUBILLOS, S., SALDARRIAGA-CÓRDOBA, M.M. & ESTRADA-GÓMEZ, E., 2015.- Distribución de *Centruroides edwardsii* (GERVAIS, 1843) en el departamento en Antioquia, Colombia. *Acta biológica Colombiana*, 20: 207-215.
- FLÓREZ, E., 1990.- Escorpiones de Colombia. Catálogo de especies *Cespedesia*, 16/17 (57-58): 117-127.
- FLÓREZ, E., 2001.- Escorpiones de la familia Buthidae (Chelicerata: Scorpiones) de Colombia. *Biota colombiana*, 2: 25-30.
- FLÓREZ, E., 2004.- Escorpiones del chocó Biogeográfico/Costa Pacífica: 127-132 (en) RANGEL, J.O. (ed.) *Colombia Diversidad Biótica IV*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- FLÓREZ, E., 2013.- Estudio taxonómico, análisis filogenético y distribucional del género *Chactas* (Scorpiones, Chactidae): Tesis, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias, Argentina.
- FLÓREZ, E. & SÁNCHEZ, H., 1995.- Diversidad de los arácnidos de Colombia. Aproximación inicial: 327-372 (en) RANGEL, J.O. (ed.) *Colombia Diversidad Biótica I*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia - INDERENA, Bogotá.
- GÓMEZ, A.D., MARTÍNEZ, A.J., MENDOZA, P.H., ÁLVAREZ, G.D. & RUIZ, P.S., 2013.- Registro de Escorpiones (Chelicerata:

- Scorpiones) para el Departamento de Sucre, Colombia. *Revista Colombiana Ciencia Animal*, 5: 150-153.
- GÓMEZ, J. & ÓTERO, R., 2007.- Ecoepidemiología de los escorpiones de importancia médica en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 25: 50-60.
- HILL, M.O., 1973.- Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54: 427-432.
- JOST, L., 2006.- Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363-375.
- LOURENÇO, W.R., 1991.- Les scorpions de Colombie, II. Les faunes des régions de Santa Marta et de la Cordillère Orientale. Approche biogéographique. *Senckenbergiana Biologica*, 71: 275-288.
- LOURENÇO, W.R., 1992.- Biogéographie évolutive, écologie et les stratégies biodémographiques chez les scorpions neotropicaux. *Scorpions Biographica*, 67: 171-190.
- LOURENÇO, W.R., 1994a.- Biogeographic patterns of tropical South American scorpions. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 29: 219-231.
- LOURENÇO, W.R., 1994b.- Scorpions Chelicerata de Colombie, VI: Quatre nouvelles espèces de Buthidae des régions Amazonienne, Sud-pacifique et de la Cordillère Orientale. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 19: 387-392.
- LOURENÇO, W.R., 1997.- Synopsis de la faune de scorpions de Colombie, avec des considérations sur la systématique et la biogéographie des espèces. *Revue Suisse de Zoologie*, 104: 61-94.
- LOURENÇO, W.R., 1998.- Panbiogeographie, les distributions disjointes et le concept de famille relictuelle. *Scorpions Biographica*, 74: 133-144
- LOURENÇO, W.R., 2002.- Scorpion in Amazonian Arachnida and Myriapoda: 399-438 (en) ADIS, J. (ed.) *Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Pensoft, Sofia-Moscow.
- LOURENÇO, W.R. & CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L., 1996.- Effects of human activities on the environment and on the distribution of dangerous species of scorpions: 49-60 (en) BON, C. & GOYFON, M. (eds.) *Envenomings and their treatments*. Paris, Francia.
- LOURENÇO, W.R. & FLÓREZ D.E., 1989.- Los escorpiones (Chelicerata) de Colombia. I. La fauna de la Isla Gorgona. Aproximación biogeográfica. *Caldasia*, 16 (76): 66-70
- LOURENÇO, W.R. & FLÓREZ, E., 1990.- Scorpions (Chelicerata) de Colombie IV. Biogéographie et diversité biologique des scorpions de Colombie avec des commentaires sur les refuges Quaternaires. *Scorpions Biographica*, 66 (2): 65-74.
- MANZANILLA, J. & DE SOUSA, L., 2003.- Ecología y distribución de *Rhopalurus laticauda* Thorell, 1876 (Scorpiones: Buthidae) en Venezuela. *Saber*, 15: 3-14.
- PIZANO, C. & GARCÍA, H., 2014.- *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológico Alexander von Humboldt, Bogotá.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014.- *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Viena (Austria). Disponible en: <http://www.R-project.org>
- RANGEL-ACOSTA, J.L. & MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, N.J., 2017.- Comparación de los ensamblajes de escarabajos coprocórfagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) entre fragmentos de bosque seco tropical y la matriz adyacente en el departamento del Atlántico-Colombia. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88 (2): 389-401.
- RANGEL-CH., J.O. & CARVAJAL-COGOLLO, J.E., 2012.- Clima de la Región Caribe Colombiana: 67-129 (en) RANGEL-CH., J.O. (ed.) *Colombia Diversidad Biótica XII: La región Caribe de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G.A., QUESADA, M., RODRÍGUEZ, J.P., NASSAR, J.M., STONER, K.E., CASTILLO, A. *et al.*, 2005.- Research priorities for Neotropical dry forests. *Biotropica*, 37: 477-485.
- SARÁ-CASTILLO, E. & MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, N.J., 2017.- *Fauna de Escorpiones (Arachnida: Scorpiones) en Fragmentos de Bosque Seco Tropical (BST), del Departamento del Atlántico, Colombia*. Editorial Académica Española.
- TERUEL, R. & GARCÍA, L.F., 2008a.- Rare or poorly known scorpions from Colombia. I. Redescription of *Tityus macrochirus* Pocock 1897 (Scorpiones: Buthidae). *Euscorpius*, 63: 1-11.
- TERUEL, R. & GARCÍA, L.F., 2008b.- Rare or poorly known scorpions from Colombia. II. Redescription of *Tityus columbianus* (Thorell 1876). *Euscorpius*, 64: 1-14.
- TERUEL, R. & RONCALLO, C., 2008.- Rare or poorly known scorpions from Colombia. III. On the taxonomy and distribution of *Rhopalurus laticauda* Thorell, 1876 (Scorpiones: Buthidae), with description of a new species of the genus. *Euscorpius*, 68: 1-12.
- TERUEL, R. & RONCALLO, C., 2010.- Rare or poorly known scorpions from Colombia. IV. Additions, synonymies and new records (Scorpiones: Buthidae, Scorpionidae). *Euscorpius*, 105: 1-15.