

Abundancia y diversidad de escorpiones, según la temporada, en Parque Nacional Altos de Campana, Panamá.

Abundance and diversity of scorpions according the season in Altos de Campana National Park, Panama.

William González Gutiérrez¹, Carlos Antonio Villarreal², Raúl Carranza³, Jorge Gutiérrez⁴

¹Universidad de Panamá, Laboratorio CIIMET, Panamá; William.gonzalez04@up.ac.pa; <https://orcid.org/0000-0002-9000-7139>

²Universidad de Panamá, Panamá; carlosantonio.villarreal@up.ac.pa; <https://orcid.org/0000-0001-5992-6121>

³Universidad de Panamá, Panamá; raul.carranza@up.ac.pa; <https://orcid.org/0000-0003-2868-9105>

⁴Universidad de Panamá, Panamá; jorge.gutierrezv@up.ac.pa; <https://orcid.org/0000-0001-7015-3596>

Resumen: Del orden de escorpiones del Parque Nacional Altos de Campana, provincia de Panamá Oeste, se analizó la presencia de dos escorpiones de la familia Buthidae. En la familia mencionada, se describen cuatro escorpiones de importancia médica *Tityus jaimeii*, *Tityus cerroazul*, *Tityus asthenes* y *Tityus festae*. Estudiamos la abundancia del *Tityus jaimeii* y *Tityus cerroazul* en el Parque Nacional Campana en las estaciones seca y lluviosa. Discutimos algunos aspectos ecológicos y de distribución geográfica. En los últimos años, la ecología de los escorpiones ha sido la variable menos estudiada, por lo que analizamos la relación ecológica del *T. pachyurus* y *T. cerroazul* en Panamá específicamente, en el Parque Nacional Campana. Se arrojan las primeras observaciones acerca del uso de hábitat y su relación con el clima de estas especies en Panamá e información base para futuras investigaciones.

Palabras clave: escorpiones, distribución geográfica, ecología, Panamá.

Abstract: From the order of scorpions in Altos de Campana National Park, province of Panama Oeste, the presence of two scorpions of the family Buthidae was analyzed. Four scorpions of medical importance are described in the family: *Tityus jaimeii*, *Tityus cerroazul*, *Tityus asthenes* and *Tityus festae*. We studied the abundance of *Tityus jaimeii* and *Tityus cerroazul* in Campana National Park in the dry and rainy seasons. We discuss some ecological and geographic distribution aspects. In recent years, the ecology of scorpions has been the least studied variable, so we analyze the ecological relationship of *T. pachyurus* and *T. cerroazul* in Panama, specifically in Campana National Park. The first observations on habitat use and its relationship with the climate of these species in Panama and basic information for future research are presented.

keywords: scorpions, geographical distribution, ecology, Panama.

1. Introducción

A nivel global, los escorpiones están representados en el mundo por 16 familias y 1259 especies Brownell y Polis, (2001). En Panamá, los alacranes han sido escasamente estudiados, sin embargo, se han realizado algunas investigaciones como las de Francke y Quintero (1984) quienes estudiaron la taxonomía, composición y endemismo de los escorpiones de Centroamérica. Por su

parte, Lourenço y Méndez (1984), efectuaron un inventario preliminar sobre la fauna de escorpiones de Panamá, con algunas consideraciones taxonómicas y biogeográficas. Lourenço (1986), *Tityus cerroazul* se describe como una nueva especie de escorpión relacionada con el grupo *Tityus bolivianus* (familia Buthidae) de Cerro Azul, provincia de Panamá, en la República de Panamá. Quintero y Miranda (2007), generaron un inventario en el que aportan información relevante sobre la biología de los arácnidos Arachnida: Escorpiones, Amblypygi y Araneae) de Bahía Honda (Veraguas, Panamá).

Gracias a los estudios previos, sabemos que los escorpiones se encuentran, en determinadas áreas geográficas de nuestro país. Estas áreas incluyen regiones con abundante vegetación y áreas pobladas. Entre las áreas que podemos mencionar está el Parque Nacional Altos de Campana (Panamá Oeste), Parque Nacional Omar Torrijos (Coclé), Parque Nacional Cerro Hoya (Veraguas), el Copé (Coclé).

2. Materiales y Métodos

El Parque Nacional Altos de Campana (PNAC) cuenta con cinco senderos en el sector de Campana-Chicá, de los cuales uno está deshabilitado (Rana Dorada) y otro tiene un nivel de uso bajo (Sendero Zamora-Uso Científico). A todos ellos se accede desde la entrada de la finca “No Estoy”, ubicada en la entrada al Parque, o por la entrada a la Sede Administrativa del Parque denominada “los Pinos”, donde existen facilidades de camping, baños, oficinas y habitaciones para guardaparques.

Sendero Panamá: Este sendero conecta la finca “No Estoy” con la vía de ingreso a la Sede Administrativa, en un recorrido de aproximadamente treinta minutos. Constituye un antiguo camino donde ya no se permite el ingreso de vehículos, por lo que es amplio y con pocas irregularidades. Tampoco presenta pendientes, por lo que es apto para todo tipo de visitantes. Sin embargo, no ofrece muchas alternativas para estudios e interpretación.

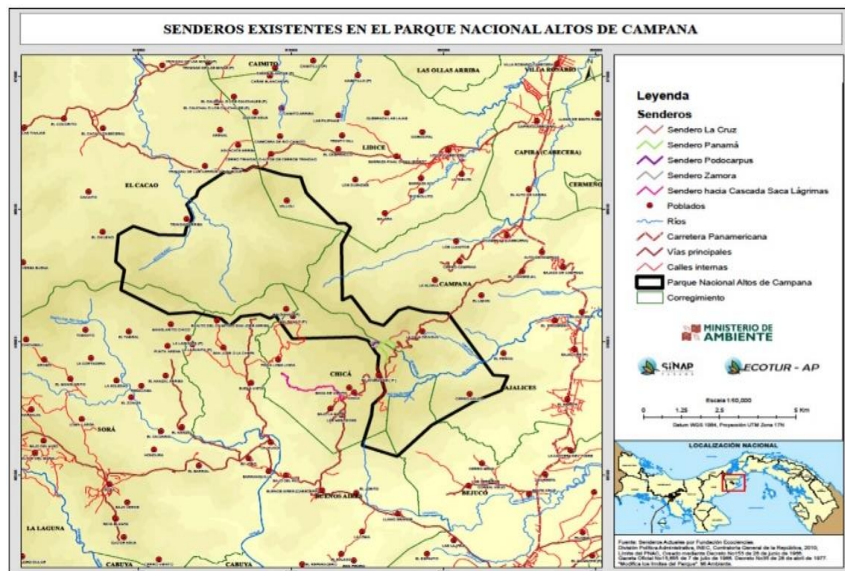
Sendero Podocarpus: Su ingreso se encuentra luego de 500 msnm aproximadamente de recorrer el Sendero Panamá y termina en la Sede Administrativa del Parque Nacional y Reserva Biológica Altos de Campana (PNAC). Se recorre en minutos y, como su nombre lo indica, su principal atractivo son los “pinos de monte” (*Podocarpus guatemalensis*), propios del bosque

nuboso montano bajo. Es un sendero recomendable para caminatas suaves, ya que no tiene pendientes fuertes, y para actividades educativas e interpretativas.

Sendero Zamora: Este sendero, si bien está habilitado, es poco usado porque ofrece una experiencia muy similar al Sendero Podocarpus, pero con un recorrido mayor.

Sendero Rana Dorada: Sendero deshabilitado al público desde hace varios años como un intento de proteger la especie de la rana dorada, que antiguamente se encontraba en arroyos y cascadas de este recorrido.

Figura 1. Senderos existentes dentro del Parque Nacional y Reserva Biológica Altos de Campana.



Fuente: Gaceta Oficial Digital, jueves 07 de julio de 2016.

Muestreos

Los muestreos se efectuaron entre los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2019 y enero, febrero y marzo de 2020, en tres sitios (sendero Panamá, Zamora y Podocarpus) del Parque Nacional Altos Campana a diferentes altitudes. En cada sitio se realizó un barrido abarcando los diferentes microhábitats de los escorpiones: hojarasca, barranco, hendiduras de rocas, troncos podridos, árboles, entre otros. En cada uno de los sitios se ejecutaron muestreos nocturnos, ambos con una intensidad de 4 horas, desde las 19:00 a 22:00 horas. Los escorpiones se recolectaron directamente usando pinzas metálicas de 25 cm de largo.

Para la recolección y observación durante la búsqueda nocturna, se utilizaron lámparas de luz ultravioleta (UV) de onda larga, debido a que los escorpiones presentan en su exocutícula hialina dos compuestos químicos (β -carbolina y 7-hidroxi-4-metilcumarina) que exhiben fluorescencia ante las ondas lumínicas de este tipo (Stahnke, 1972), facilitando la búsqueda. Los especímenes recolectados fueron preservados en recipientes rotulados con su respectiva etiqueta de campo con información geográfica, altura, jornada, fecha, microhábitat y colector.

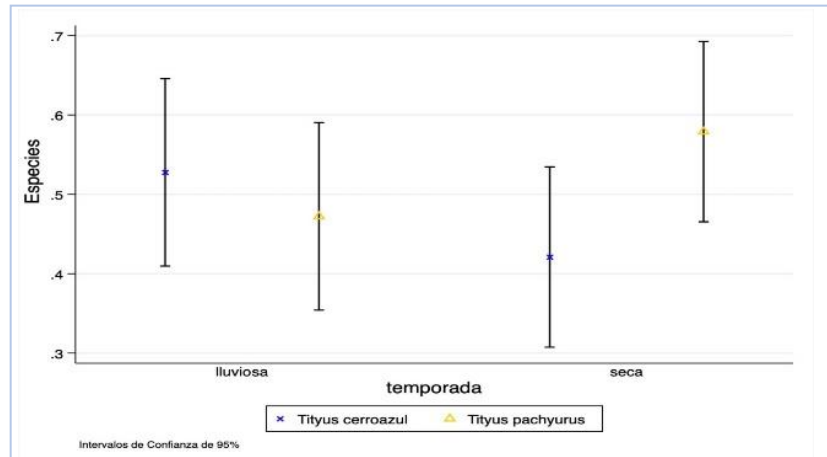
Identificación Taxonómica

La identificación taxonómica se realizó en el laboratorio del Centro de Investigación e Información de Medicamentos y Tóxicos CIIMET de la Universidad de Panamá, teniendo en cuenta las características morfológicas de los escorpiones y utilizando, las claves taxonómicas escritas por Flórez (2001). Todo el material biológico fue depositado en él (CIIMET) de la Universidad de Panamá para futuras Investigaciones.

3. Resultados

Se colectaron 148 escorpiones en dos temporadas (lluviosa y seca), respectivamente, donde la mayor abundancia de escorpiones se observó en la temporada seca correspondiente al 51%. En total se recolectaron dos especies de escorpiones. La especie más abundante en todo el estudio fue *Tityus jaimei* con 53.00% vs 47.00% de *Tityus cerroazul*. Así mismo, la especie más abundante para la temporada lluviosa fue *Tityus cerroazul* con 54.00%, mientras que, la especie más abundante para la temporada seca fue *Tityus jaimei* con 56.00% (figura 2).

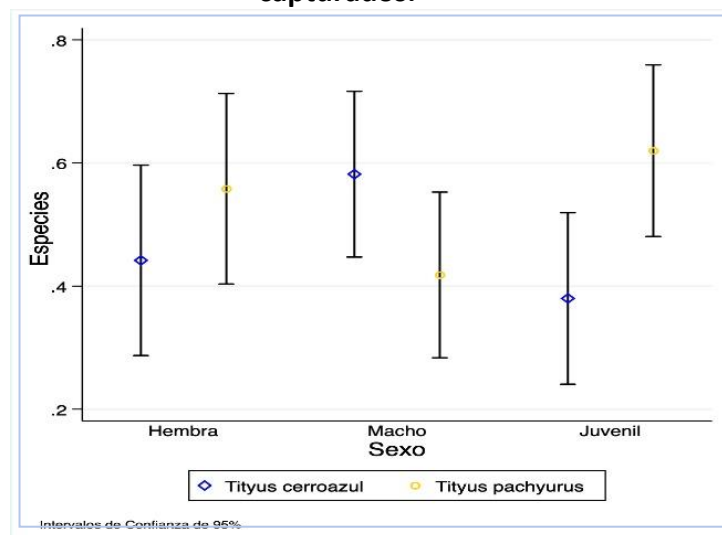
Figura 2. Gráficas de caja en la que se observa la abundancia relativa de especies vs la temporada de muestreo. Puntos amarillos para *Tityus jaime* y Puntos azules para *Tityus cerroazul*.



Fuente: Autores.

De los 148 especímenes se identificó el sexo y se determinó que la mayor abundancia de escorpiones capturados fueron machos reflejando un 37.00%, juveniles fueron 33.00%, por último, las hembras dando un 29.00% (figura 3). De igual forma, se observó que las especies más predominantes en la temporada lluviosa fueron los juveniles con 38.00%, los machos dieron un 34.00% y hembras con 26.00%. A diferencia de la temporada anterior, en la estación seca se observó más abundancia de machos con 39.00%, hembras 31.00% y juveniles con 28.00%.

Figura 3. Gráficas de caja en la que se observa la abundancia en cuanto a sexo de escorpiones capturados.



Fuente: Autores.

También se determinó que la mayor abundancia de escorpiones machos eran de la especie *Tityus cerroazul* reflejo 45.00%. Mientras que, la mayor abundancia de hembras y juveniles eran de la especie *Tityus jaimeii* dando como resultado 30.00% y 39.00% respectivamente (tabla 1).

Tabla 1. Abundancia relativa de especies por sexo

Especies	Especies por sexo			
	Total n (%)	Hembras n (%)	Machos n (%)	Juveniles n (%)
<i>Tityus cerroazul</i>	70 (47.00)	19 (21.00)	32 (45.00)	19 (27.00)
<i>Tityus jaimeii</i>	78 (53.00)	24 (30.00)	23 (29.00)	31 (39.00)
Total, n=148				

Fuente: Autores

Se pudo observar la diferencia en la abundancia de acuerdo a la zona de colecta (Alta, Media y Baja). La mayor abundancia de ambas especies se encuentra en zonas Altas con 61.00% y 50.00% para *Tityus cerroazul* y *Tityus jaimeii* respectivamente. Mientras que la menor abundancia para la especie *Tityus cerroazul* se observó en zonas bajas con sólo 12.00%, para la especie *Tityus jaimeii* se observó en zona media se obtuvo el 24.00% (tabla 2).

Tabla 2. Abundancia de especies por zona de colecta

Especies	Zona de colecta			
	Total n (%)	Alta n (%)	Media n (%)	Baja n (%)
<i>Tityus cerroazul</i>	70 (47.00)	43 (61.00)	18 (25.00)	9 (12.00)
<i>Tityus jaimeii</i>	78 (53.00)	39 (50.00)	19 (24.00)	20 (25.00)
Total, n=148				

Fuente: Autores.

De igual forma, se observó que ambas especies *Tityus cerroazul* y *Tityus jaimeii* son más abundantes y se encuentran a una altitud superior a los 850 msnm dando como resultado 88.00% y 78.00% respectivamente, el resto de las frecuencias está en la tabla 3.

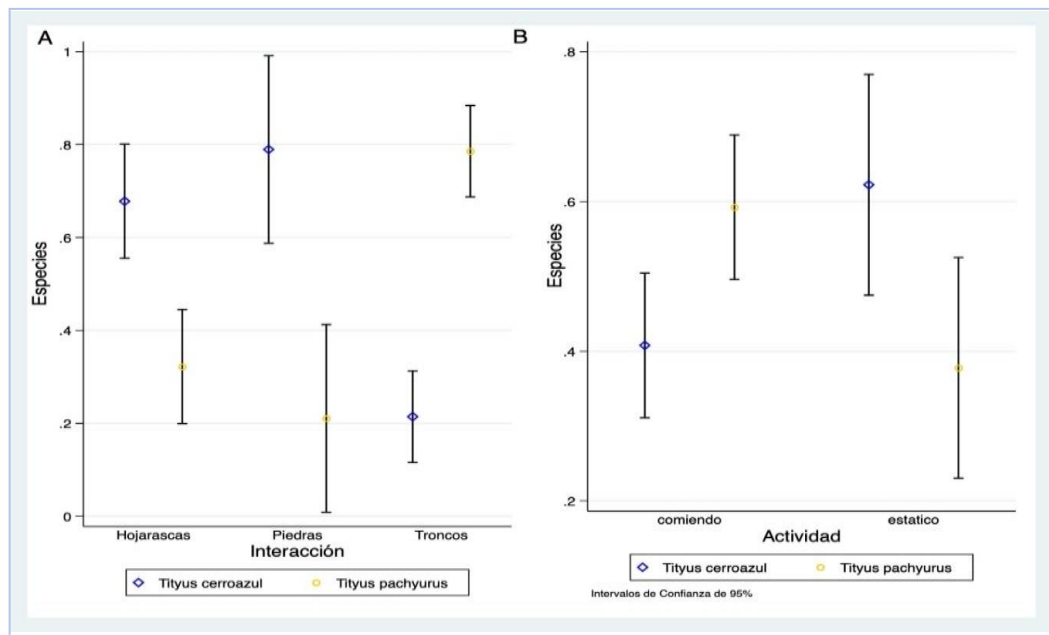
Tabla 3. Abundancia de especies colectadas por altitud

Especies	Altitud		
	Total	<850 metros	>850 metros
	n (%)	n (%)	n (%)
<i>Tityus cerroazul</i>	70 (47.00)	8 (11.00)	62 (88.00)
<i>Tityus jaimeii</i>	78 (53.00)	17 (21.00)	61 (78.00)
Total, n=148			

Fuente: Autores.

La mayor frecuencia de los especímenes fue capturada en troncos y hojarascas dando como resultado el 47.00% y 39.00% respectivamente. Por otra parte, la especie que más interacciona en los troncos es *Tityus jaimeii*, cuyo valor fue de 70.00%, mientras que la especie que más interacciona en las piedras y hojarascas es *Tityus cerroazul* dando como resultado el 57.00% aproximadamente (figura 4). Entre las actividades más común entre las especies colectadas estaba la alimentación en un 69.00%. Ambas especies *Tityus cerroazul* y *Tityus jaimeii*, se alimentaban al momento de ser capturados cuyo dato fue de 60.00% y 78.00%, respectivamente.

Figura 4. Abundancia relativa de especies según su interacción con el entorno. A) Abundancia de las especies colectadas, según el entorno en el que se encontraban. B) Abundancia de las especies, según la actividad que desarrollaban en el momento de captura.

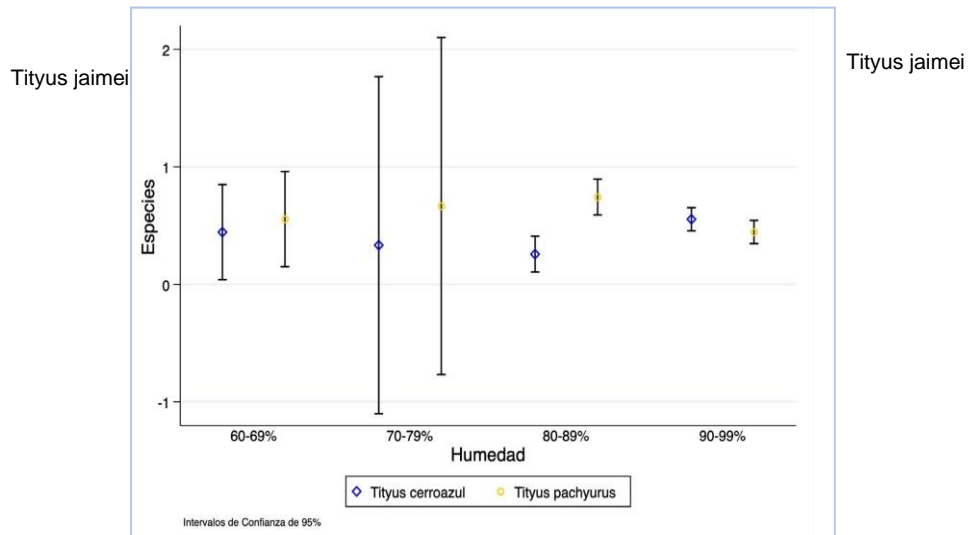


Fuente: Autores.

En cuanto a las condiciones climáticas (temperatura y humedad relativa), se observó que la mayor abundancia de especies se encontró a temperaturas igual o superior a los 20°C para ambas especies *Tityus cerroazul* y *Tityus jaime* lográndose el 74.00% y 64.00%, respectivamente. En cuanto a la humedad relativa se observó que la mayoría de los especímenes eran capturados con un rango entre “90-99%” de humedad equivalente a un 68.24% aproximadamente del total de escorpiones colectados.

Respecto a la frecuencia de individuos colectados de la especie *Tityus cerroazul*, la mayor abundancia se observó en el rango establecido del “90-99%” de humedad lográndose un 55.00% y el de menor abundancia fue presentado con un rango de “80-89%”, mientras que, para la especie de *Tityus jaime* la mayor abundancia se observó en rangos de “80-89%” de humedad el 74.00% y el de menor abundancia fue el rango de “90-99%” en un 44.00% (figura 5).

Figura 5. Abundancia relativa de las especies de escorpiones según la humedad relativa.



Fuente: Autores.

Según el índice de Simpson (D), la temporada más dominante fue la temporada seca $D=0.488$ versus la temporada lluviosa que presentó $D=0.499$, mientras que, se observó que la temporada lluviosa fue más diversa presentando $H=0.692$ en comparación a la temporada seca que fue la de menor diversidad $H=0.681$. En cuanto al índice de Margalef (M), en la temporada lluviosa se percibió $M=0.234$, y la temporada seca presentó $M=0.231$ (tabla 4). Los valores son

muy similares, no se ve una diferencia significativa entre los índices con respecto a las temporadas para las especies.

Tabla 4. Índice de diversidad y riqueza entre las temporadas de estudio

Índices	Temporadas	
	Temporada lluviosa	Temporada seca
Simpson_1-D	0.499	0.488
Shannon_H	0.692	0.681
Margalef_M	0.234	0.231

Fuente: Autores.

Referente al índice de dominancia (D) en el ámbito de sexo, se observó que los especímenes juveniles fueron más dominantes observándose $D=0.471$, seguidos por los machos mostrando $D=0.487$ y los de menor dominancia fueron las hembras reflejando $D=0.493$. Así mismo, se observó que las hembras presentaron mayor diversidad evidenciando $H=0.686$ y los menos diversos eran especímenes juveniles generando $H=0.664$. En cuanto al índice de riqueza, se observó que la mayor riqueza de escorpiones capturados eran hembras indicando $M=0.266$ y los de menor riqueza fueron los especímenes del sexo indiferenciado (juveniles) analizando $M=0.256$ (tabla 5).

Tabla 5. Índice de diversidad y riqueza según el sexo de los especímenes capturados

Índices	Sexo		
	Hembras	Machos	Juveniles
Simpson_1-D	0.493	0.487	0.471
Shannon_H	0.686	0.680	0.664
Margalef_M	0.266	0.250	0.256

Fuente: Autores.

4. Discusión

En abundancia relativa de especies, nuestros resultados son consistentes con diversas investigaciones en donde se han relacionado distintos factores ambientales con la distribución y abundancia de escorpiones (Nime et al., 2013). Una de las variables que posiblemente influyen en la abundancia de los escorpiones en temporadas más secas, es la relación con la abundancia

de alimento. Se ha encontrado que una mayor disponibilidad de alimento influye de manera significativa en la abundancia y presencia de escorpiones (Nime et al., 2013).

Por otra parte, en diversas investigaciones se ha observado una gran capacidad de adaptación por parte de los escorpiones a las condiciones ambientales, encontrándose así una fuerte relación positiva entre la temperatura y abundancia de los escorpiones (Motevalli Haghi et al., 2018). Es probable que *Tityus cerroazul* al ser una especie endémica de Panamá, presente una mayor adaptación a las condiciones climáticas del país, presentando así especificidad por una condición en particular.

En cuanto a la presencia de *Tityus cerroazul*, nuestra exploración revela que este escorpión fue más abundante en la temporada lluviosa. Algunas investigaciones han descrito el hábitat de preferencia de este ejemplar, mostrando una mayor preferencia por lugares húmedos, debajo de piedras y troncos Quintero y Miranda, (2007), lo cual es consistente con los puntos en donde observamos a estos ejemplares. Este escorpión en particular posee una preferencia por ambientes alterados y diversos registros que han mostrado que las colectas de estas especies han sido generalmente en zonas de bosques húmedos Viquez et al., (2005).

La abundancia a nivel de sexo es crucial para comprender los procesos de coexistencia de especies, aunque la coocurrencia de diferentes especies de los escorpiones es ampliamente reconocida (Williams,1970; Warburg et al., 1990; Polis, 1987; Polis, 1990); se ha prestado poca atención a la diferenciación de microhábitats entre especies que cohabitan, particularmente en bosques tropicales.

Nuestros resultados sugieren que ambas especies de escorpiones son activos en ambas temporadas del país, en la cual se puede observar que, tanto en la estación lluviosa como seca, los más predominantes fueron los machos mostrando un 37.16% seguidos de juveniles con 33.78% y, por último, las hembras observándose un 29.05 % (figura 2). A nivel general, se observó una pequeña diferencia entre ambas especies, con relación a su interacción en las temporadas estudiadas.

La abundancia de presas en los senderos y la diversidad de hábitats de ambas especies puede permitir la convivencia de *T. jaimeí* y *T. cerroazul*, evitando la competencia.

Como dieta principal observada están los grillos y cucarachas; la diferencia en la disponibilidad de alimentos puede influir en el uso de microhábitats del *Tityus jaimeí*, con el *Tityus*

cerroazul. Algunos factores biológicos (presencia de predadores, presas y potenciales parejas sexuales), pueden influir en la abundancia y los distintos patrones diarios y estacionales de actividad (Warburg y Polis, 1990).

En las dos estaciones la mayor abundancia a nivel de sexo fueron los machos, presentando un 39.47%, para la estación seca y 37.16%, para la estación lluviosa, seguidos por las hembras mostrando 31.58% y en invierno exhibiendo un 26.39% y, por último, los juveniles manifestando un 28.95%, para la estación seca y un 33.78%, para la estación lluviosa. La densidad poblacional depende de la calidad intrínseca del hábitat y del movimiento de los individuos. Por regla general, los individuos son más numerosos donde los recursos son más abundantes.

Tal como lo describen Brownell y Polis (2001), la proporción de machos capturados fue mayor que la de hembras, lo cual parece estar relacionado con la mayor actividad superficial de los machos, que se acentúa a medida que las hembras se encuentran aptas para reproducirse. Esta conducta se denomina “vagancia sexual”. Por otro lado, las hembras recién paridas cuidan de la prole, razón por la cual se limita su desplazamiento en busca de presas, aunque para especies partenogenéticas o con partenogénesis facultativas la posibilidad de encontrar hembras será mayor (90 a 100%) (San Martín, 1961).

Con relación a los juveniles, permanecen ocultos para evitar ser depredados por escorpiones más grandes, disminuyendo así la necesidad de cuidado parental. Sin embargo, como el lugar de estudio fue muy abundante en alimento (insectos), puede explicar la presencia de una gran cantidad de escorpiones juveniles, en las dos temporadas de estudio, ya que no tenían depredadores, evitando así el canibalismo entre ambas especies. Debido al canibalismo de los juveniles por adulto de *Tityus jaime* y *Tityus cerroazul*, también debe considerarse para favorecer la selección de diferentes microhábitats de jóvenes y adultos. Tal acto no se observó durante el muestreo en el presente estudio, pero de igual manera, puede influir en los patrones de colonización de microhábitats de escorpiones inmaduros.

El uso de diferentes sustratos podría reducir la posibilidad de contacto y conflicto subsiguiente entre juveniles y adultos del género *Tityus*, según lo propuesto por Warburg (1990). Muchos estudios de escorpiones del desierto indican que los principales depredadores de los escorpiones son otros escorpiones de mayor tamaño (Polis, 1980 b; Polis et al., 1981 y 1989; Lighton et al., 2001).

Los individuos más pequeños e inmaduros serían un recurso alimenticio viable, porque están activos al mismo tiempo que los escorpiones más grandes (Ramos, 2007). El factor de tamaño también puede explicar la intraespecífica cohabitación entre *T. cerroazul* y *T. jaimeí*. Un patrón similar de interacción fue observado en las especies del desierto *N. hierichonticus* y *S. maurus fuscus*, que coexistieron entre ellos sin depredarse Warburg (1990).

En la abundancia relativa de su interacción con el entorno nos muestra que, las diferencias individuales en el uso del medio ambiente pueden facilitar la coexistencia entre especies, la competencia por refugios en diferentes escalas espaciales y la presión de la depredación pueden afectar en gran medida, la dinámica y distribución de las especies de escorpión en un bosque.

La creciente devastación de los bosques tropicales hace esencial el entendimiento de la estructura de sus comunidades animales. Las distribuciones espaciales diferentes en el hábitat indicaron distinto reparto de nichos entre las especies de escorpiones coexistentes. Sobre la base de estos resultados, se concluye que las diferencias individuales en el uso del medio ambiente pueden facilitar la coexistencia entre las especies. Se ha registrado coexistencia intra e interespecífica en varias especies de escorpiones, Kaltsas et al. (2009); produciendo diferentes niveles de agregación y sociabilidad, Polis y Lourenço (1986). Las especies pueden coexistir en el mismo hábitat o coexistir en el mismo refugio.

En este estudio, se capturaron un total de 148 escorpiones, 70 *tityus Cerroazul* y 78 *Tityus Jaimeí*.

Se observó *Tityus cerroazul* en dos tipos de microhábitats, piedras y hojarascas con un 57.14% y la actividad más común fue la alimentación en un 69.59% (San Martín, 1961; Armas, 1980), las piedras proporcionan galerías adecuadas para construir sus madrigueras. En la mayoría de las observaciones los escorpiones podrían estar a la espera de especies abundantes en estos sitios, como lo son las cucarachas y grillos. No obstante, éstos siempre se encontraron cerca de herbáceas y arbustos, reafirmando la importancia de la vegetación como medio de escape ante depredadores y como sitio para cazar insectos que suban a las especies vegetales (Ponce-Saavedra et al; Price et al., 2011; Stevenson, 2012; Ponce-Saavedra & Francke, 2006).

En lo que respecta a *Tityus cerroazul* de *Tityus jaimeí*, la mayoría de los individuos fueron observados a alturas menores. Esto puede deberse a que los escorpiones escogen sitios con poca altura para poder cazar insectos que habitan tanto en la vegetación como en el suelo, utilizando

ambos sustratos. De esta manera, pueden obtener una gama más amplia de presas, además de estar más cerca de rocas o troncos para descansar y refugiarse (Polis, 1990).

Además, podría usar materia vegetal en el suelo, rocas y madrigueras hechas por otros animales como sitios de descanso en el día, como ha sido el caso de otras especies dentro del género *Centruroides* (Crawford & Krehoff, 1975; Polis, 1990; Ponce-Saavedra et al., 2006; Stevenson, 2012; Ponce-Saavedra y Francke 2006).

Cuando llegaron las primeras lluvias y aumentó la humedad, los escorpiones se encontraron a nivel superficial en todo el hábitat. *Tityus jaimeí* se encontró en bromelias, troncos y ramas secos de los árboles en un 70.51% y alimentándose en un porcentaje de 78.21 %.

Una de las características más notable fue la diferencia de uso de hábitat de estos escorpiones, en la cual el *Tityus jaimeí* se encontraba en hábitat con coberturas vegetales altas, donde los individuos se ven menos afectados por los vientos y por la exposición solar a nivel del sotobosque, lo que evita la deshidratación y permite la proliferación de la especie. Ponce-Saavedra et al. (2006) afirman que *T.pachyurus* vive en zonas con altas humedades. Así bien, debido a que *T. jaimeí* pertenece a la familia Buthidae, es probable que esté muy asociado a la vegetación, utilizando la corteza de los árboles como medio de refugio y como sitios para acechar presas.

El comportamiento de alimentación se observó la mayoría de las veces, una vez el individuo se encontraba en la parte superficial. En este aspecto, algunas investigaciones, ya han sugerido la importancia de la vegetación para la familia Buthidae y para las especies pertenecientes al género *Centruroides*. Las especies vegetales funcionan como un medio de protección y escape ante algún depredador (Crawford y Krehoff, 1975; Polis, 1990; Ponce-Saavedra et al., 2006; Stevenson, 2012; Ponce - Saavedra 2006).

Por este motivo, los individuos que estaban forrajeando en el suelo siempre se mantuvieron cerca de los bordes del bosque y en sitios cubiertos por herbáceas. Cuando fueron molestados, éstos presentaron un comportamiento de escape, en el cual se escondieron en herbáceas, arbustos u hojarasca, por lo que mantenerse cerca de la vegetación puede servirles como un medio de escape.

Por otro lado, la vegetación brinda sitios donde se puede cazar exitosamente, ya que muchas presas presentan asociaciones con la misma (Crawford y Krehoff, 1975; Polis, 1990;

Ponce-Saavedra et al., 2006; Stevenson, 2012). En este estudio, los individuos fueron observados en acecho, principalmente en la vegetación (troncos de árboles, arbustos y herbáceas). Por tanto, podríamos pensar que la espesura puede servir como sitios ideales que les permita capturar presas como grillos u otros insectos herbívoros, que se alimentan principalmente de materia vegetal (Price et al., 2011).

La característica principal del *Tityus jaimeí* fue la altura, los escorpiones que se observaron a alturas más elevadas podrían encontrarse en sitios que les permite cazar insectos que suben a la vegetación y a su vez, descansar en grietas de árboles sin la necesidad de recurrir a los sustratos que brinda el suelo. El presente estudio describe los microhábitats utilizados por dos escorpiones buthidae (*T.jaimeí* y *T.Cerroazul*) en el Parque Nacional Altos de Campana, con diferencias en la colonización de microhábitats por cada especie.

Es posible que estas tendencias se debieran a la presión de la depredación y posiblemente a la partición espacial de los recursos. La colonización de diferentes microhábitats permite que diferentes especies de depredadores generalistas como los escorpiones coexistan en un mismo hábitat. Algunas especies del género *Tityus* son buenos ejemplos de especies que viven en equilibrio con otras especies, entre ellas *T. insignis* Pocock, (1889), *T. extinctus* en las Antillas o *T. antioquensis* Lourenço y Otero-Patiño, (1998) en Colombia.

La abundancia relativa con relación a la humedad nos muestra que la distribución, actividad y supervivencia de los artrópodos terrestres están estrechamente asociadas con su capacidad para soportar el estrés por temperatura y humedad, mientras resisten la pérdida de agua por evaporación (EWL) Edney, (1977) y Punzo, (1989). La mayor parte de la literatura disponible sobre arácnidos se refiere a arañas y escorpiones del desierto (Warburg et al., 1980; Pulz, 1987).

El aire seco puede conducir a pronunciados déficits transitorios de agua en los artrópodos terrestres, independientemente de los mecanismos fisiológicos y de comportamiento para reducir la pérdida de agua. Esta pérdida de agua puede ir acompañada de cambios marcados en el volumen de la hemolinfa (fluido que circula en el interior de algunos invertebrados).

Los microhábitats pueden cumplir múltiples funciones para *T. jaimeí* y *T. Cerroazul*, pero un microhábitat particular puede ser preferido para una función. Este estudio consideró cómo ciertas condiciones pueden afectar el uso de microhábitats por parte de los escorpiones.

El uso de microhábitats se comparó en relación con la temperatura y la precipitación para posibles cambios en la actividad entre microhábitats. En el estudio la mayor abundancia para ambos escorpiones se encontró a una temperatura igual o superior a 20°C para ambas especies *T. jaimeí* y *T. cerroazul* con 74.29% y 64.10%, respectivamente. Al igual que la temperatura, la humedad está ligada de la misma, en la cual la mayor concentración de escorpiones de ambas especies se encontró relacionada a una humedad de 90% a 99%.

5. Conclusiones

- El conocimiento de la ecología, y la distribución de una especie, es el paso inicial para comenzar el diseño de programas de vigilancia y control. Los factores determinantes de su distribución pueden resultar claves para la comprensión de sus posibles modificaciones y de cómo esas poblaciones de escorpiones pueden causar gran impacto en las comunidades humanas.
- La abundancia de escorpiones es muy semejante en ambas temporadas, esto puede ser explicado debido a que el lugar de estudio presenta un ambiente idóneo para ambas especies, tomando en cuenta la temperatura, altura, humedad y sobre todo la cantidad de alimento que les proporciona el lugar, en la cual se observó desde cucarachas hasta grillos de gran tamaño, que son esenciales en la dieta de estos escorpiones.
- La abundancia por sexo tuvo una cierta diferencia, en la cual, los machos y juveniles en ambas especies, siendo esta mayor el número de juveniles para la temporada lluviosa y en la seca mayor para los machos. Uno de los mayores factores para la presencia de estas especies es la cantidad de alimento que les brinde el lugar donde habitan, permitiendo así una coexistencia sin depredación para las dos especies y tamaños, lo cual es indicativo de que el lugar tiene los factores alimenticios necesarios para el desarrollo de los individuos evitando que se den casos de depredación, ya que es muy común en estas especies, donde los adultos se alimentan de los juveniles, otro factor con respecto al sexo en comparación a las hembras de ambas especies que fueron las menos observadas, se debe a que éstas habitan cuidando de sus hijos, dentro de su microhábitat.
- El uso del microhábitat para cada especie fue muy marcado al menos para nuestra área de estudio, demostrando que los *Tityus cerro azul*, mayormente se encontraran en la parte baja

de los bosques, particularmente la cobertura vegetal (hojarasca) y la presencia de madera cortada (y en algunos casos en descomposición), al igual que cerca de piedras, mostrándose en los resultados obtenidos y a ciertos estudios realizados con esta especie.

- En cuanto al *Tityus jaimeii*, se presentó mayormente dentro de una altura de los árboles entre sus cortezas y en muy pocas ocasiones en el suelo, permitiendo ver la diferencia de microhábitat para estas dos especies en el Cerro Campana.
- Una de las características que tiene el Parque Nacional Altos de Campana es que su temperatura es muy baja y la humedad bastante alta, siendo así una de las ventajas que muestran como preferencia para habitar estos individuos, tomándose en cuenta esto, podemos concluir que la temperatura y la humedad dentro del área de estudio, es la adecuada para observar y estudiar estas dos especies en otras áreas diferentes del país.

Referencias bibliográficas

- Armas, L.F. (1980). Aspectos de la biología de algunos escorpiones cubanos. *Poeyana* 211, 1-23.
https://books.google.com.pa/books?id=uvQgAQAAIAAJ&q=Aspectos+de+la+biolog%C3%ADa+de+algunos+escorpiones+cubanos.+Poeyana+211,+1-23.&dq=Aspectos+de+la+biolog%C3%ADa+de+algunos+escorpiones+cubanos.+Poeyana+211,+1-23.&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj4t-Ysb_3AhXSY98KHQdfBuwQ6wF6BAgCEAE
- British Arachnological Society. (1989). *Bulletin - British Arachnological Society*, Volumen 8.
- Brownell PH, Polis G. (2001). *Scorpion Biology and Research*. Oxford University Press.
- Crawford, C.S., Krehoff, R.C. (1975). Diel activity in sympatric populations of the scorpions *Centruroides sculpturatus* (Buthidae) and *Diplocentrus spitzeri* (Diplocentridae). *Journal of Arachnology*, 2 (3) 195-204. <https://www.jstor.org/stable/3704933>
- Edney, E.B. (1977). *Water balance in land arthropods*. Springer-Verlag, 64(2)1-287.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0300962979906509>
- Francke, O. F. & D. Quintero A. 9(2). (1984). *Origen y Distribución de la Escorpiofauna de Panamá*. Biogeography Mesoamerican Symposium, 27 octubre 1984, Mérida, Yucatán, México.
<https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/823>

- Flórez, D.E. (2001). *Sinopsis de los escorpiones de la familia Buthidae en Colombia*. (Tesis de Maestría en Biología-Sistemática), Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/87>
- Kaltsas, D., Stathi, I., Mylonas, M. (2009). Intraspecific differentiation of social behavior and selection in *Mesobuthus gibbosus* (Brulé, 1832) (Scorpiones: Buthidae). *J. Ethol.* 27(6), 467–473. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10164-008-0144-6>
- Lighton, J.R.B., Brownell, P.W., Joos, B., y Turner, R.J., (2001). Low metabolic rate in scorpions: implications for population biomass and cannibalism. *J. Exp. Biol.* 204(3):607–613. https://www.researchgate.net/publication/12159649_Low_metabolic_rate_in_scorpions_Implications_for_population_biomass_and_cannibalism
- Lourenço, W. R. y Méndez E. (1984). Inventario preliminar sobre la fauna de escorpiones de Panamá, con algunas consideraciones taxonómicas y biogeográficas. *Revista de Biología Tropical* 32 (1), 85-93. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/24845>
- Lourenço W.R. (1986). Les modèles de distribution géographique de quelques groupes de Scorpions néotropicaux. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biogéographie* 62, (2) 61-83.
- Lourenço, W.R. (1986). *Tityus cerroazul*, nouvelle espèce de scorpion de Panama (Scorpiones, Buthidae). *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris, 4a série, section A. Zool., Biol. & Ecol. Anim.*, 8(3), 637-641. <http://bionames.org/bionames-archive/issn/0181-0626/8/637.pdf>
- Lourenço W.R., y Otero-Patiño, R. (1998). *Tityus antioquiensis* sp., a new species of scorpion from the Department Antioquia, Central Cordillera of Colombia (Scorpiones, Buthidae), with a checklist and key for the Colombian species of the genus. *Mitt hamb zool Mus Inst* 12(158), 297-307. <http://bionames.org/references/7f33a2e67bd53162209b9d5b43c95632>
- Motevalli, H.F., Mogaddam, M.Y., Enayati, A.A., Dehghani, R., Fazeli-Dinan, M. (2018). Biodiversity species and ecological distribution of scorpions in the city of Darmian, Southern Khorasan, Iran. *Iran J Health* 6(4), 10–21. <https://jhs.mazums.ac.ir/article-1-590-en.pdf>
- Nime, M.F., Casanoves, F., Vrech, D.E., Mattoni, C.I. (2013). Relationship between environmental variables and surface activity of scorpions in the Arid Chaco ecoregion of Argentina. *Invertebrate Biology* 132(2), 145-155. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/7959>

- Polis, G.A., Mc Cormick, S.J. (1987). Intraguild predation and competition among species of desert scorpions. *Ecology*, 68 (2), 332–343. <https://www.jstor.org/stable/1939264>
- Polis, G.A. (1990). *The Biology of Scorpions*. Stanford University Press, Stanford. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.249.4973.1176>
- Polis, G.A. (1990). *Ecology*. En: Polis G.A. (ed) *The Biology of Scorpions*, 247-293. Stanford University Press. <https://www.worldcat.org/title/biology-of-scorpions/oclc/18991506>
- Ponce Saavedra, J., Francke, O., Suzán, H. (2006). Actividad Superficial y utilización del habitat por *Centruroides balsasensis*. Ponce y Francke (*Scorpiones: Buthidae Biológicas*, 8(1), 130-137. <https://www.biologicas.umich.mx/index.php?journal=biologicas&page=article&op=view&path%5B%5D=8>
- Prendini, L., Bird, T.L. (2008). Scorpions of the Brandberg Massif, Namibia: species richness inversely correlated with altitude. *Afr. Invert.* 49, (2) 77–107. <https://journals.co.za/doi/abs/10.10520/EJC84629>
- Price, P.W., Denno, R.F., Eubanks, M.D., Finke, D.L., Kaplan, I. (2011). *Insect Ecology: Behavior, Populations and Communities*. Nueva York: Cambridge University Press. 144 (3). 816 p. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1570-7458.2012.01294.x>
- Punzo, F. (1989). Comparative temperature and water relations and hemolymph osmoregulation in the desert insects, *Taeniopoda eques* and *Schistocerca vaga* (Orthoptera, Acrididae). *Comp. Biochem. Physiol.* 93A, 751-755. https://www.academia.edu/18955169/Temperature_and_water_relations_in_desert_bees
- Pulz, R. (1987). Thermal and water relations. In W. Nentwig (ed.), *Ecophysiology of spiders*: 26-55. Springer-Verlag.
- Quintero, D.A., y Miranda, R.J. (2007). *Tityus cerroazul* Lourenço (Scorpiones: Buthidae): nueva sinonimia, notas sobre su biología, nuevos registros de distribución en Panamá, descripción del macho previamente desconocido y picadura mortal de un niño. *Tecnociencia*, 9(2), 121-135. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/823>
- San Martín, P., De Gambardella, L. (1961). Contribución a la ecología de los escorpiones (Bothriuridae). Hábitat de tres especies de *Bothriurus* del Uruguay y su aplicación en la

sistemática. *Bulletin (Ala Mus Nat Hist)* 39(2), 188-196.

<https://www.biodiversitylibrary.org/part/267676>

Stahnke, H.L. (1972). UV light, a useful field tool. *Bioscience*, 22(10), 604-607.

<https://doi.org/10.2307/1296207>

Stevenson, D.J., Greer, G. y Elliott, M.J. 2012. The Distribution and Habitat of *Centruroides hentzi* (Banks) (Scorpiones, Buthidae) in Georgia. *Southeastern Naturalist*, 11 (4), 589-598.

<https://www.istor.org/stable/41819783>

Viquez, C., De Armas, L.F., Lourenço, W. (2005). Presencia de *Tityus cerroazul* (Scorpiones: Buthidae) en Costa Rica y descripción del macho. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 36, 93-96.

https://www.researchgate.net/publication/236029569_Presencia_de_Tityus_cerroazul_Lourenc_co_1986_Scorpiones_Buthidae_en_Costa_Rica_y_descripcion_del_macho

Warburg, M. R. y Polis. G.A. (1990). *Behavioral Responses, Rhythms, and Activity Patterns. In The Biology of Scorpions*, G. A. Polis(ed.). Stanford University Press. Stanford, California p. 224-246.

Williams, S.C., (1970). Coexistence of desert scorpions by differential habitat preference. *The Pan-Pacific Entomologist*. 46, (4) 254–267.

<http://www.nativefishlab.net/library/textpdf/12049.pdf>