

REPÚBLICA DE PANAMÁ  
UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGÍA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA AMBIENTAL

ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ESCORPIONES *Tityus jaimeni* Y *Tityus cerroazul*, SEGÚN LA TEMPORADA LLUVIOSA Y SECA EN EL PARQUE NACIONAL Y RESERVA BIOLÓGICA ALTOS DE CAMPANA, PANAMÁ.

Por:  
WILLIAM GONZÁLEZ GUTIERREZ

**Tesis presentada como requisito parcial para optar por el título de Licenciatura en Biología con orientación en Biología Ambiental.**

PANAMÁ, 2021



---

TRIBUNAL EXAMINADOR

---

Título:

**ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE ESCORPIONES *Tityus Jaimei* Y *Tityus Cerroazul* SEGÚN LA TEMPORADA LLUVIOSA Y SECA EN EL PARQUE NACIONAL Y RESERVA BIOLÓGICA ALTOS DE CAMPANA, PANAMÁ.**

Por:

William González Gutierrez: \_\_\_\_\_

Cédula: \_\_\_\_\_

Tesis presentada a consideración de la Escuela de Biología como requisito parcial para optar por el título de Licenciatura en Biología con Orientación en Biología Ambiental.

Dr. Carlos Villarreal.

Asesor principal \_\_\_\_\_

Prof. Mgtr. Raúl Carranza.

Asesor \_\_\_\_\_

Profesor Jorge Gutiérrez.

Asesor \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

Principalmente, a Dios Todopoderoso por estar conmigo en cada momento, a mis padres Reyna Gutiérrez y Guillermo González, mi hermano; Guillermo González, que desde un inicio siempre fueron ese apoyo personal en cada decisión tomada dentro de mis años de estudios. A mis amigos Roxana Alveo y Dionel Rodríguez, Jairo Sánchez y Maribel Barría, por su apoyo como compañeros, amigos y colegas. En especial a Manfred Castro; amigo que siempre me acompañó en cada gira realizada en el transcurso de los meses de colecta, gracias por creer en mí y apoyarme siempre.

A mis profesores, que de una u otra forma, han enriquecido mi vida como estudiante y han participado en mi formación como profesional. A mí mejor amigo y colega, José Francisco Galue, que me brindó su apoyo desde que iniciamos la carrera hasta finalizarla. A mi compañera Luisa Molina, por el apoyo de sus ideas en mi presentación, gracias por brindarme apoyo espiritual y personal en los momentos más difíciles de la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al profesor Carlos Villarreal, asesor principal, por haberme tomado en cuenta a la hora de llevar a cabo esta investigación y asesorarme durante el transcurso de ésta.

Al profesor Mgtr. Raúl Carranza y Jorge Gutierrez, por aceptar ser mis asesores de investigación y brindarme su colaboración.

Por último, pero no menos importante, al CIIMET y sus colaboradores, por permitirme ser parte de este Maravilloso Centro de Investigación, el cual me brindó el conocimiento necesario para llevar a cabo cada unas de las técnicas necesarias al momento de realizar mis giras de investigación, gracias por dejar aprendizajes valiosos para mi futuro profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA _____	ii
AGRADECIMIENTO _____	iii
ÍNDICE DE FIGURAS _____	vi
ÍNDICE DE CUADROS _____	vii
RESUMEN _____	1
CAPÍTULO I _____	2
INTRODUCCIÓN _____	3
IMPORTANCIA DE ESTUDIO _____	4
OBJETIVOS _____	7
Objetivo General _____	7
Objetivos Específicos _____	7
CAPÍTULO II _____	8
MARCO TEÓRICO _____	8
IMPORTANCIA EN LA SALUD PÚBLICA _____	9
Familia Buthidae _____	10
Características del <i>Tityus jaime</i> _____	12
Distribución del <i>Tityus jaime</i> en Panamá _____	12
Características físicas del <i>Tityus jaime</i> _____	12
Característica del <i>Tityus cerroazul</i> _____	13
Distribución del <i>Tityus cerroazul</i> en Panamá _____	13
Características físicas del <i>Tityus cerroazul</i> _____	14
Alimentación para <i>Tityus jaime</i> y <i>Tityus cerroazul</i> _____	15

Reproducción para <i>Tityus jaime</i> y <i>Tityus cerroazul</i> _____	16
CAPÍTULO III _____	17
MÉTODOS Y MATERIALES _____	17
Metodología _____	18
Característica del sitio de estudio _____	18
Muestreos _____	21
Identificación taxonómica _____	22
Análisis estadísticos _____	22
CAPÍTULO IV _____	23
RESULTADOS _____	23
Abundancia relativa _____	24
Índices de diversidad y riqueza _____	31
DISCUSIÓN _____	32
CAPITULO V _____	42
CONCLUSIONES _____	43
RECOMENDACIONES _____	45
ANEXOS _____	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del <i>Tityus jaime</i>	13
Figura 2. Distribución del <i>Tityus cerroazul</i>	15
Figura 3. Senderos existentes dentro del Parque Nacional y Reservas Biológicas Altos de Campana	20
Figura 4. Abundancia relativa de especies vs la temporada de muestreos	24
Figura 5. Abundancia de escorpiones a nivel de sexo	25
Figura 6. Abundancia relativa de especies según su interacción con el entorno	28
Figura 7. Abundancia relativa de especies según la humedad	29
Figura 8. Escorpiones colectados y colocados en cajas dentro de los laboratorios del CIIMET- Universidad de Panamá	49
Figura 9. Etiquetas con la información de colecta del escorpión	49
Figura 10. <i>Tityus cerroazul</i> hembra con escorpiones en el dorso	50
Figura 11. <i>Tityus cerroazul</i> macho	50
Figura 12. <i>Tityus jaime</i> hembra	51
Figura 13. <i>Tityus jaime</i> macho	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Abundancia relativa de escorpiones por sexo _____	26
Tabla 2. Abundancia de especies por zona de colecta _____	26
Tabla 3. Abundancia de especies colectadas por zona de altitud _____	27
Tabla 4. Índice de diversidad y riqueza entre las temporadas de estudio _____	30
Tabla 5. Índice de diversidad y riqueza según el sexo de los especímenes capturados _____	31
Tabla 6. Abundancia y características del <i>Tityus cerroazul</i> _____	49
Tabla 7. Abundancia y características del <i>Tityus jaime</i> _____	50



## RESUMEN

Se revisó el orden de escorpiones en la región del Parque Nacional Altos de Campana, provincia de Panamá Oeste. Se analizó la presencia de dos escorpiones de la familia Buthidae. En la familia se describen cuatro escorpiones de importancia médica *Tityus jaimej*, *Tityus cerroazul*, *Tityus asthenes* y *Tityus festae*. Estudiamos la abundancia del *Tityus jaimej* y *Tityus cerroazul* en el Parque Nacional Campana en la estación 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 claves:** escorpiones, distribución geográfica, ecología, Panamá.

# **CAPÍTULO I**

## **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 & Quintero (1984) quienes estudiaron la taxonomía, composición y endemismo de los escorpiones de Centro America. Lourenço & Méndez(1984), realizarón 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 escorpion relacionada con el grupo *Tityus bolivianus* (familia Buthidae) de Cerro Azul, provincia de Panamá, en la República de Panamá. Quintero (2005), generarón un inventario en el que aportan información relevante sobre la biología de los arácnidos Arachnida: Scorpiones, 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).

## IMPORTANCIA DE ESTUDIO

Panamá es un país tropical rico en biodiversidad, lo que ha llevado a distintos científicos a realizar numerosas investigaciones en diferentes especies de animales y vegetales, no obstante, pese a su riqueza biológica, poco se ha investigado con respecto a los aspectos ecológicos de los escorpiones (Michel y Armas, 2001) hace parte de los pocos autores que han estudiado los escorpiones. Estudiaron el hábitat de los escorpiones en Centroamérica, observaron esta especie en los bosques principalmente durante la noche, sobre hojas y ramas delgadas de plantas del sotobosque y pocas veces en la base de los árboles (a menos de 3 m de altura). El conocimiento de la ecología, la biología 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 puedan causar gran impacto en las comunidades humanas.

Los escorpiones son artrópodos que revisten importantes particularidades desde el punto de vista de su biología, ecología y comportamiento. Es reconocida su resistencia a alteraciones climáticas, radiaciones. Los escorpiones parecen haber adquirido la resistencia a estas variables como resultado de su proceso evolutivo. Estas especies son considerados organismos promisorios como indicadores ecológicos y en estudios biogeográficos debido a su baja capacidad de

dispersión y fidelidad a condiciones medioambientales de rangos limitados (Polis 1990; Lourenço 1990, 1992, 1994a).

Se conocen estudios, como los de Uruguay donde se relacionó la ecología de escorpiones en ambientes serranos con distinto grado de alteración (Costa & Pérez-Miles, 1994; Toscano-Gadea, 2002). Pueden presentar patrones de distribución espacial claramente influidos por las preferencias de microhábitat.

La preferencia del microhábitat se ha estudiado en diferentes especies de alacranes. Los resultados proponen que las características microambientales pueden estar actuando como una fuerza selectiva importante para la distribución y evolución de los alacranes, por ejemplo, en aquellos con requerimientos específicos de sustrato (Prendini, 2001). No se sabe qué tan estrecha puede ser la relación existente entre las especies de alacranes y las especies vegetales que componen las comunidades que habitan, aunque los estudios recomiendan que hay poca selectividad y que pueden explotar diferentes tipos de vegetación (Koch, 1977; Bradley, 1986; Ponce-Saavedra, 2003).

El estudio sobre el uso de hábitat en Buthidae se ha trabajado principalmente en *C. vittatus* en el sur de Texas (McReynolds, 2008; 2009; 2012) y sugieren que la vegetación es un microhábitat importante debido a que algunas especies vegetales representan mayor disponibilidad de presas; así mismo las grietas y cortezas son utilizadas como un posible refugio. Poca selectividad y capacidad para explotar diferentes tipos de vegetación parece ser el caso de varias de las especies de

alacranes de la familia Buthidae en México, las cuales tienen rangos de distribución muy amplios, ocupando tipos de vegetación distintos y algunas con disyunciones importantes como *C. limpidus* (Karsch, 1879), *C. infamatus* (C. L. Koch, 1844) en el centro del país; *C. gracilis* (Latreille, 1804) hacia el sureste y *C. exilicauda* (Wood, 1863) y *C. vittatus* (Say, 1821) en el norte (Beutelspacher-Baigts, 2000; González-Santillán, 2001; Ponce-Saavedra, 2003).

Considerando lo expuesto hasta ahora, se sabe sobre la ecología de los alacranes, resalta la necesidad de hacer trabajos más integrales sobre la dinámica de las poblaciones de una especie en particular, ya que lo que se conoce sobre especies individuales es fragmentario y sólo permite hacer generalizaciones sobre aspectos específicos de esas poblaciones.

## OBJETIVOS

### ❖ **Objetivo General**

- Determinar la abundancia y diversidad de escorpiones *Tityus jaimeii* y *Tityus cerroazul* en la temporada lluviosa y temporada seca en el Parque Nacional Altos de Campana.

### ❖ **Objetivos Específicos**

- Comparar la abundancia de *Tityus jaimeii* y *Tityus cerroazul*.
- Determinar la diversidad de *Tityus jaimeii* y *Tityus cerroazul* en las temporadas lluviosa y seca.
- Estimar la diferencia de abundancia de escorpiones *Tityus jaimeii* y *Tityus cerroazul* de acuerdo a diferentes aspectos ecológicos tales como microhábitad e interacciones entre las especies.
- Determinar la abundancia y diversidad del sexo en *Tityus jaimeii* y *Tityus cerroazul*.
- Analizar la abundancia de ambos escorpiones de acuerdo a la zona de colecta y altitud del Parque Nacional y Reservas Biológicas Altos de Campana.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**



## IMPORTANCIA DE LA SALUD PÚBLICA

El escorpionismo se ha convertido en un problema de salud pública en algunos países tropicales y subtropicales de América latina, como México en donde anualmente se registran entre 200 000 a 250 000 y Brasil (8.000-21.000 casos/año). En estudios recientes realizados en Antioquia y Tolima, se demostró que *T.jaimeii*, *T. asthenes*, *T. fuehrmanni* y *C. gracilis*, son las especies que podrían poner en grave riesgo la vida humana en el país. Debido al crecimiento poblacional y los continuos cambios antrópicos de los hábitats y microhábitats, algunas especies de escorpiones que viven sin limitaciones con especies en equilibrio aprovechan las condiciones de perturbaciones que, al combinarse con un alto grado de toxicidad de sus venenos, alta plasticidad ecológica, gran capacidad reproductora y distribución amplia y errática, las convierte en especies oportunistas, potencialmente peligrosas para el hombre. El contacto físico entre los seres humanos y los escorpiones suele resultar en las picaduras, incidente definido como **escorpionismo**.

El accidente escorpiónico se presenta en todos los continentes, pero en ciertas regiones tropicales y subtropicales del mundo constituye un verdadero problema de salud pública. Los escorpiones constituyen uno de los grupos de arácnidos con mayor relevancia en salud pública (Chippaux & Goyffon, 2008, Borges *et al.*, 2012). En Panamá, durante los años 2005 a 2009 se registró el mayor número de casos (n = 1 955, 21,2%) correspondiente a las provincias de Coclé (n = 539), Chiriquí (n = 312), Panamá Oeste (n = 302) y Colón (n = 279) (Lic. Graciliana Chiari, Sección de Estadística y Vigilancia, Departamento de Epidemiología, Ministerio de Salud de

Panamá, comunicación personal, 2011). (Coronado y col (2006) reportaron 28 muertes, en su mayoría en niños (edades entre 1 y 14 años), por picaduras de escorpión en el período 1998-2006, convirtiendo a Panamá en el único país de la región con muertes por envenenamiento por escorpión. Los escorpiones involucrados en casos graves y muertes se han identificado positivamente como pertenecientes al género *Tityus*. La presentación clínica, las complicaciones y la muerte dependen del grado de toxicidad del veneno del escorpión, del tratamiento recibido, de las condiciones de salud y de la edad de la víctima, por ejemplo, *Leiurus quinquestriatus* (Hemprich & Ehreberg, 1829) causa la mitad de las fatalidades en niños picados por escorpiones en países como Sudán, a pesar de la pequeña cantidad de veneno que produce (aproximadamente. 0,255 mg). Los venenos de mayor toxicidad se encuentran en las especies de la Familia Buthidae que habitan en ambientes desérticos o semidesérticos. Estos venenos son sustancias citotóxicas y neurotóxicas, conformados por complejos de proteínas, serotonina, sales y diversos compuestos orgánicos (Simard y Watt, 1990).

## **1.2 Familia Buthidae**

La Familia Buthidae fue creada por C. L. Koch en 1837, asignando a *Buthus* Leach, 1815, como género tipo. Conjuntamente con la pequeña familia Microcharmidae conforman la Superfamilia Buthoidea (Lourenço 2000a); sin embargo (Fet *et al.* 2000) consideran a todas las familias existentes en la actualidad, bajo una única agrupación que corresponde a la Superfamilia Scorpionoidea. Dentro del orden Scorpiones, Buthidae es la familia más diversificada, con mayor distribución geográfica sobre el planeta, y la única que contiene especies consideradas como

potencialmente peligrosas. Incluye 73 géneros (incluyendo el género fósil *Palaeolychas*), seis subgéneros, 529 especies y 165 subespecies (Fet *et al.* 2000). La composición a nivel de subfamilias ha sido objeto de gran controversia y no existe aún un consenso (Sthanke 1972, Sissom 1990; Fet *et al.* 2000).

Aunque el mayor número de géneros de bítidos se encuentra en el Viejo Mundo (64 géneros), en América se encuentra el género más diverso, *Tityus* con alrededor de 130 especies. La Familia Buthidae presenta una distribución mundial, con especies en todos los continentes, excepto las áreas septentrionales de la región Holártica, la Antártida y Nueva Zelanda.

Los Bítidos conforman un reconocido grupo monofilético (Lamoral, 1980), considerado como el más primitivo entre los taxones existentes al nivel de familia. Presentan características únicas de tipo morfológico y ecológico.

Sus características permiten diferenciarla como un género independiente dentro de los escorpiones y como el grupo hermano de las demás familias actuales (Lamoral, 1980; Sissom, 1990). La mayoría de las especies poseen un esternón triangular o subtriangular así como una espina subaculear (por debajo del aguijón) que puede ser aguda, romboide o piramidal; además carecen de tricobotrias en la superficie ventral de la tibia de los pedipalpos (Lourenço, 1997).

En Panamá se reconoce la presencia de 16 especies de escorpiones pertenecientes a 3 familias. El género más peligroso es el *Tityus* de la Familia Buthidae, en este género se describen cuatro especies importantes con relación a salud pública

( *Tityus jaime*, *Tityus cerroazul*, *Tityus festae*, *Tityus asthenes*, *Tityus championi* ).

## **Características del *Tityus jaime***

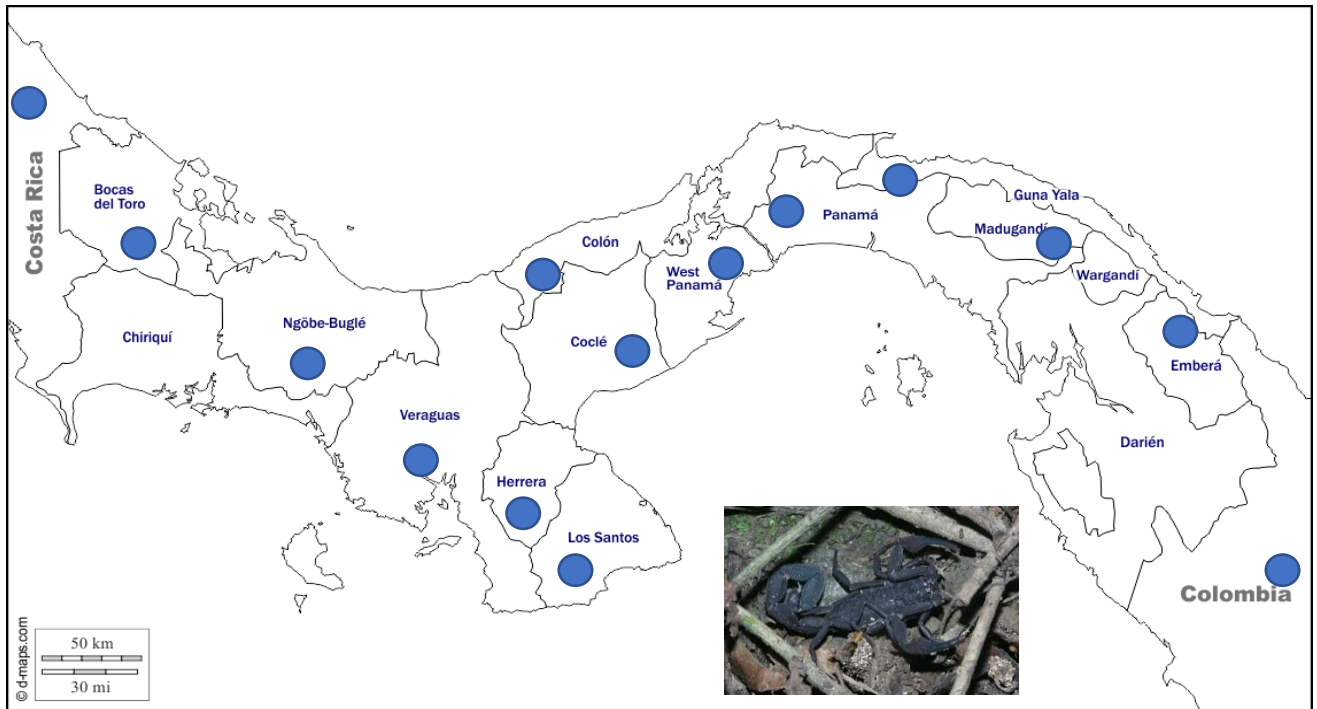
### **DISTRIBUCIÓN**

La distribución del *Tityus jaime* abarca Colombia, Costa Rica y Panamá lo podemos encontrar en casi todo el país, a excepción de las provincias de Darién y Chiriquí, pueden verse individuos en suelos de bosques tropicales lluviosos y nubosos.

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

El *tityus jaime* se caracteriza por presentar una coloración desde marrón hasta negro, con tonos verdes en los dos últimos segmentos de la cola. En la adultez estas especies pueden alcanzar desde 50 mm hasta 70 mm de longitud. (En promedio la hembra 64 mm y el macho 70 mm).

Según Lourenço y Méndez (1984) en la población panameña de esta especie los dientes pectinales en hembras, varía entre 19 y 24 y en los machos varía entre 16 y 22. Los machos pequeños pueden ser confundidos con hembras o preadultos, pues el dedo movable del pedipalpo posee el lóbulo basal apenas desarrollado. Una característica marcada en los juveniles suele ser su color más claro que los adultos. La tricobotriotaxia del *tityus jaime* concuerda con el patrón general definido para la Familia buthidae (Vachon, 1963), presenta 39 tricobotrias en cada pedipalpo. Esta especie fue frecuentemente detectada en los bosques, durante la noche, sobre hojas y ramas delgadas de plantas del sotobosque y a veces en la parte baja de los troncos (a menos de 3 m de altura).



**Figura 1.** Ditrribución del *tityus jaimeii* en Panamá. ●

### **Características del *Tityus cerroazul***

#### **DISTRIBUCIÓN**

La distribución del *Tityus cerroazul* se relaciona a sitios asociados con la cordillera Central de Panamá en las Provincias de Darién, Colón, Coclé, Veraguas, Panamá Oeste y Panamá, parte de Costa Rica (provincia del Limón). Es más frecuente en los suelos de bosques que se encuentran a 800m, sobre el nivel del mar, con una temperatura anual que oscila entre los 18°C y 24°C.

En las mismas áreas donde se han colectado individuos de *Tityus cerroazul* se ha colectado *Tityus jaimeii*, especie que presenta una distribución geográfica mucho más amplia y posee una mayor adaptabilidad a hábitats modificados que *Tityus cerroazul*. Esta especie fue comúnmente colectada en troncos caídos sobre él

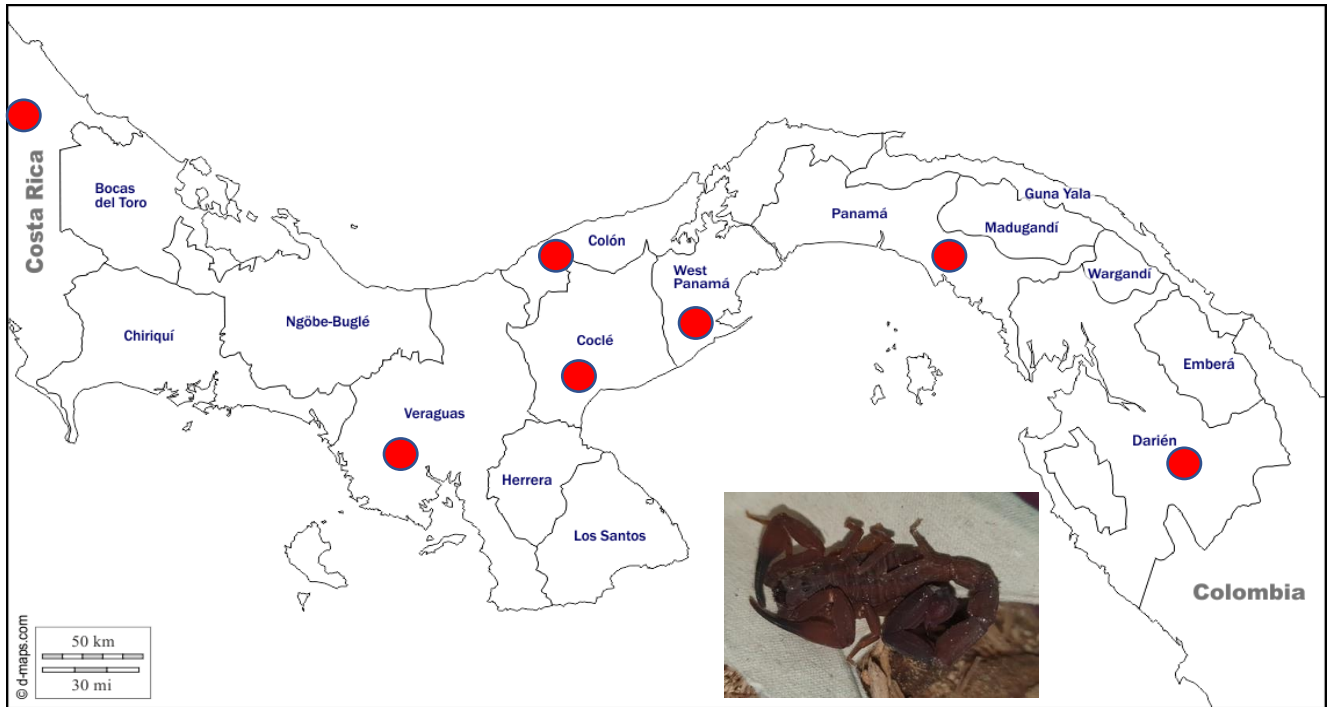
suelo, entre *Selaginella* y hojarascas, en pequeños parches de bosque húmedo premontano, a unos 700 m.s.n.m.

### **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Predominantemente amarillo-rojiza. Márgen anterior del carapacho marrón oscuro, mancha negra rodeando ojos medios. Palpos amarillo-rojizo, con pinzas más oscuros, casi negros, puntas amarillas. Solamente se observan maculaciones difusas en la parte del pedipalpo. (Lourenço, 1986).

Las hembras llegan a medir 66mm y los machos 75 mm de longitud. Se presentan de 16 a 19 dientes pectinales en ambos sexos. (Lourenço, 1986).

En los juveniles se presentan las bandas longitudinales oscuras del mesosoma bien definidas. Además, presentan una banda oscura marginal longitudinal delgada a cada lado del carapacho, bandas que no se observan en los adultos. Las manchas oscuras en las patas y en los pedipalpos están bien marcadas.



**Figura 2.** Distribución del *Tityus cerroazul* en Panamá. ●

### **Alimentación del *Tityus jamei* y *Tityus cerroazul***

Para el caso de ambas especies, no se tienen estudios exactos con respecto a una dieta en especial. Solo se conoce información relacionada con que generalmente inician su actividad hacia las horas del crepúsculo, cuando abandonan sus refugios en busca de alimento y/o pareja y que son de hábitos exclusivamente depredadores y su dieta está constituida principalmente por insectos, arácnidos y otros artrópodos, aunque ocasionalmente, pueden alimentarse de pequeños vertebrados (Williams, 1987); un porcentaje de su dieta también la pueden constituir individuos de otras especies de escorpiones, y el canibalismo ocurre, aunque con menos frecuencia de lo que generalmente se les ha atribuido (Peretti y Acosta, 1999).

### **Reproducción del *Tityus jaimeí* y *Tityus cerroazul***

El encuentro entre macho y hembra es seguido de un comportamiento estereotipado que involucra una “danza prenupcial”, en la cual el macho sujeta con las pinzas de sus pedipalpos a los palpos de la hembra y la empuja hacia adelante y hacia atrás; posteriormente, el macho libera de su opérculo genital un espermátforo que se adhiere firmemente al sustrato, y seguidamente empuja a la hembra hasta provocar el contacto entre el espermátforo y el opérculo genital de la hembra, momento en el cual es expulsado un paquete espermático que fecundará los óvulos. Los escorpiones son vivíparos, debido a que los huevos son retenidos en el útero de la hembra hasta el parto, momento en el cual las crías emergen a través del opérculo genital y son ayudadas por los dos primeros pares de patas de las hembras, que adoptan una posición a manera de una “cesta natal”, que permite a los recién nacidos ascender al dorso de la madre, en donde permanecen por espacio de 10-15 días hasta el momento de alcanzar su primera muda. En este período, las crías no pueden alimentarse por sí solas y utilizan residuos de las reservas nutritivas vitelinas. Luego de la primera muda, los juveniles comienzan a descender de la madre y a llevar una vida independiente. El número de crías por parto es altamente variable, en un rango que va de 1 a 105 juveniles por camada (Polis y Sissom, 1990).



# **CAPÍTULO III**

## **MÉTODOS Y MATERIALES**

## **METODOLOGÍA**

### **Características del sitio de estudio:**

El Parque Nacional y Reserva Biológicas Altos de Campana localizado en la provincia de Panamá Oeste, fue el primer parque nacional creado en la República de Panamá en 1966, cuenta con una extensión de 4,816 hectáreas. En los puntos más altos presenta una característica muy peculiar, se observa lo que podemos llamar una isla biogeográfica. Esta isla es un centro de endemismo. Musgos, epifitas, orquídeas y brómeliás se multiplican por doquier.

De acuerdo con el sistema de Holdridge, el Parque Nacional Altos de Campana comprende parte de las zonas de vida del Bosque Húmedo Tropical, Bosque muy Húmedo Tropical y Bosque muy Húmedo Premontano (Tossi, 1971).

El Parque Nacional Altos de Campana se encuentra situado en la vertiente oeste del Canal de Panamá, formando parte de su cuenca. Se encuentran las cabeceras de los principales ríos de la región. Muy cerca de las costas de Chame y de sus planicies aluviales, el área protegida se alza desde los 400 msnm en su punto más bajo hasta los 1030 msnm (N 8° 41.324' W 79° 55.314'). Las temperaturas oscilan en torno a los 24°C y 18°C, en tanto que las precipitaciones superan los 2,500 mm cada año.

El Parque Nacional y Reserva Biológica Altos de Campana (PNRBAC) cuenta con cinco senderos en el sector de Campana-Chicá, de los cuales uno está

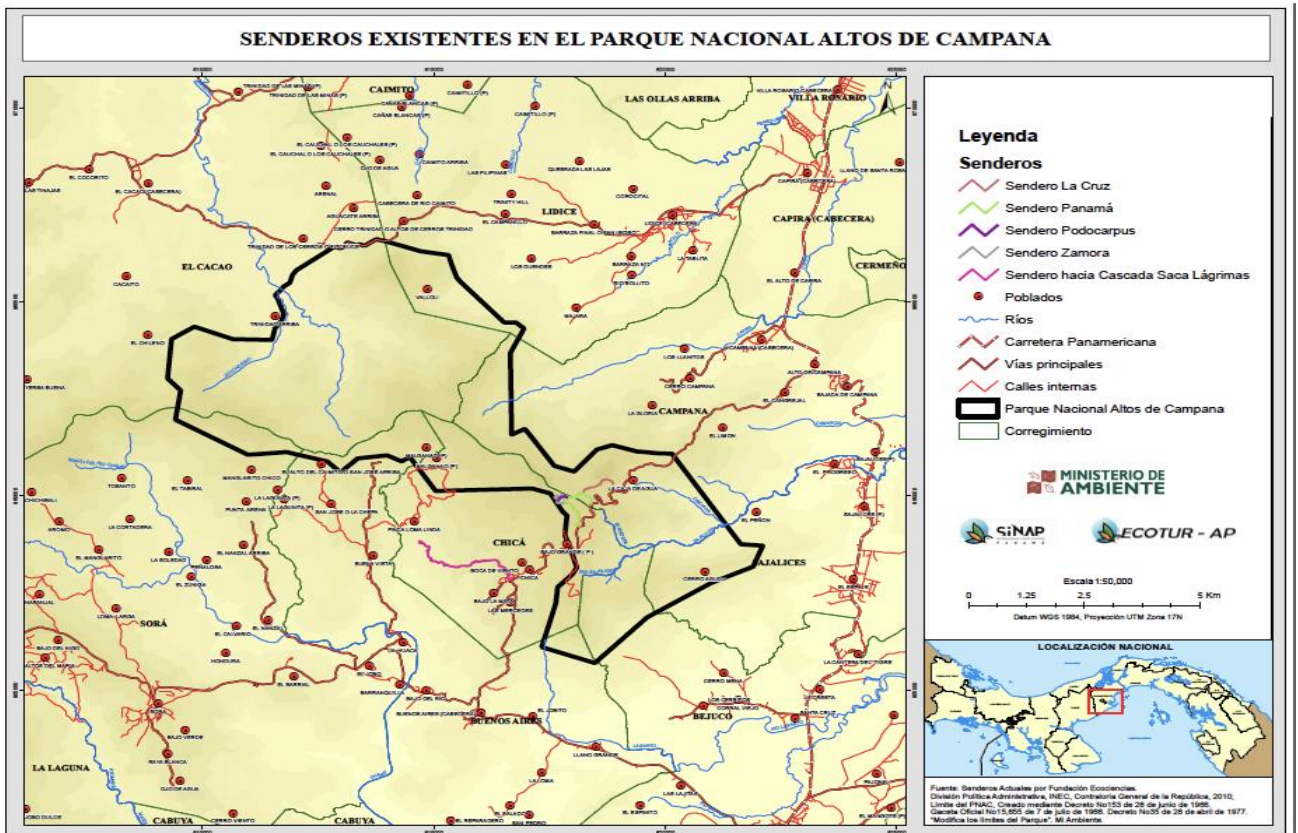
deshabilitado (Rana Dorada) y otro tiene un nivel de uso bajo (Sendero Zamora-Uso Científico). A todos ellos se accede desde la entrada la finca “No Estoy”, ubicada en la entrada al Parque, o por la entrada a la Sede Administrativa del Parque denominada “los Pinos”, donde existen facilidades de camping, 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 30 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 la 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 (PNRBAC). 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 rana dorada, que antiguamente se encontraba en arroyos y cascadas de este recorrido.



**Figura 3.** Senderos existentes dentro del Parque Nacional y Reserva Biológica Altos de Campana. (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 (Álvarez *et al.*, 2013). 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 ( $\beta$ -carbolina y 7-hidroxi-4-metilcumarina) que exhiben fluorescencia ante las ondas lumínicas de este tipo (Stahnke, 1972; Volschenk, 2005), 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 los laboratorio de Centro de Investigacion 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 descritas por (Flórez, 2001), (Botero-Trujillo 2011), (Armas *et al.*, 2012), (Moreno, 2013) y (Bohórquez, 2016), (Franckei, 1977), (Lourenco,1896) Todo el material biológico fue depositado en él (CIIMET) de la Universidad de Panamá para futuras Investigaciones.

### **Análisis Estadístico:**

Se estimó la abundancia relativa de las especies *Tityus cerroazul* y *Tityus jaimeii* durante la dos temporadas del estudio, la abundancia con respecto al sexo, interacción, zona de colecta, actividad entre otras variables utilizando el software estadístico de STATA versión 14.1 (College Station, TX). Finalmente, se determinó el índice de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson entre las temporadas y el sexo de los especímenes capturados. También se realizó el análisis de riqueza de especies, utilizando el índice de Margalef. Todos los análisis de diversidad se realizaron con el paquete estadístico PAST versión 4.03.

# **CAPÍTULO IV**

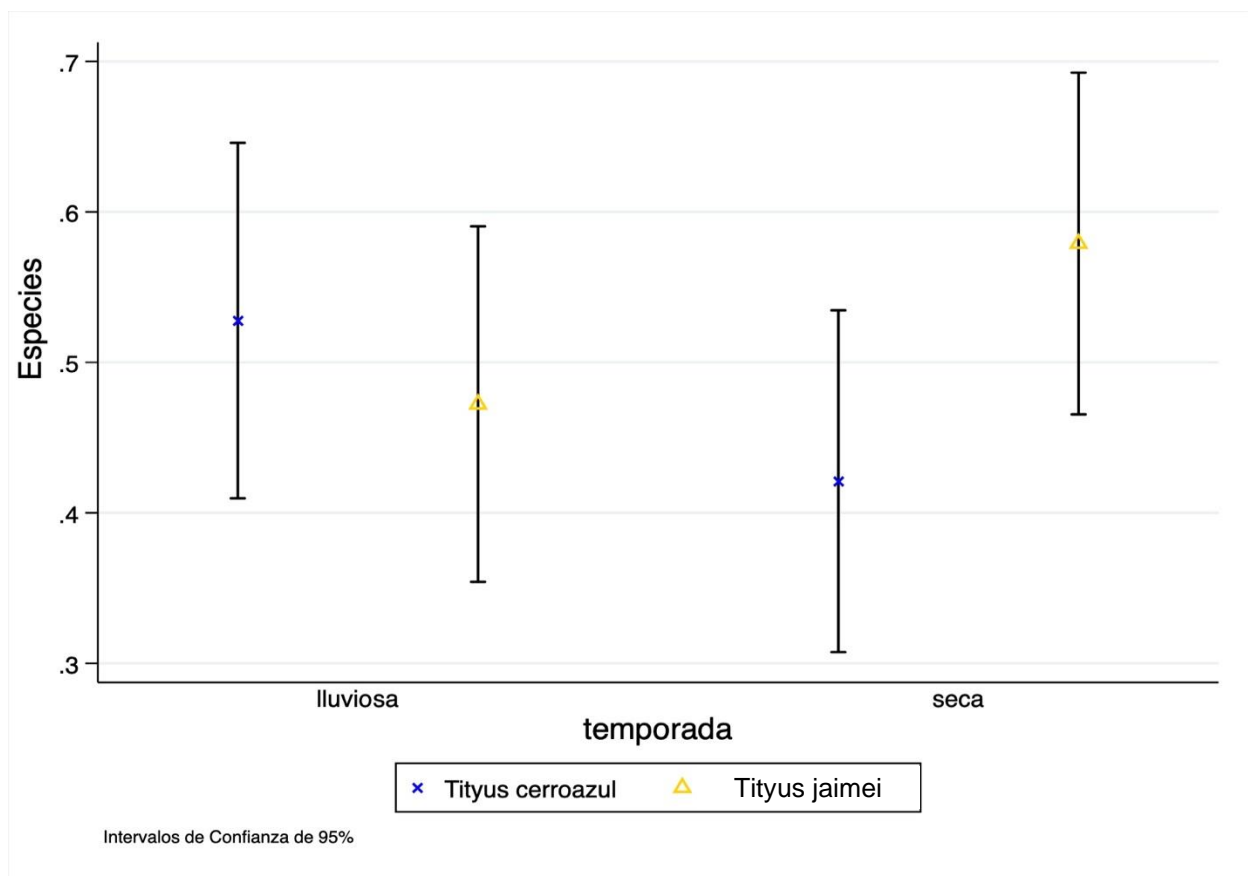
# **RESULTADOS**

# **Y DISCUSIÓN**

## RESULTADOS

### Abundancia Relativa

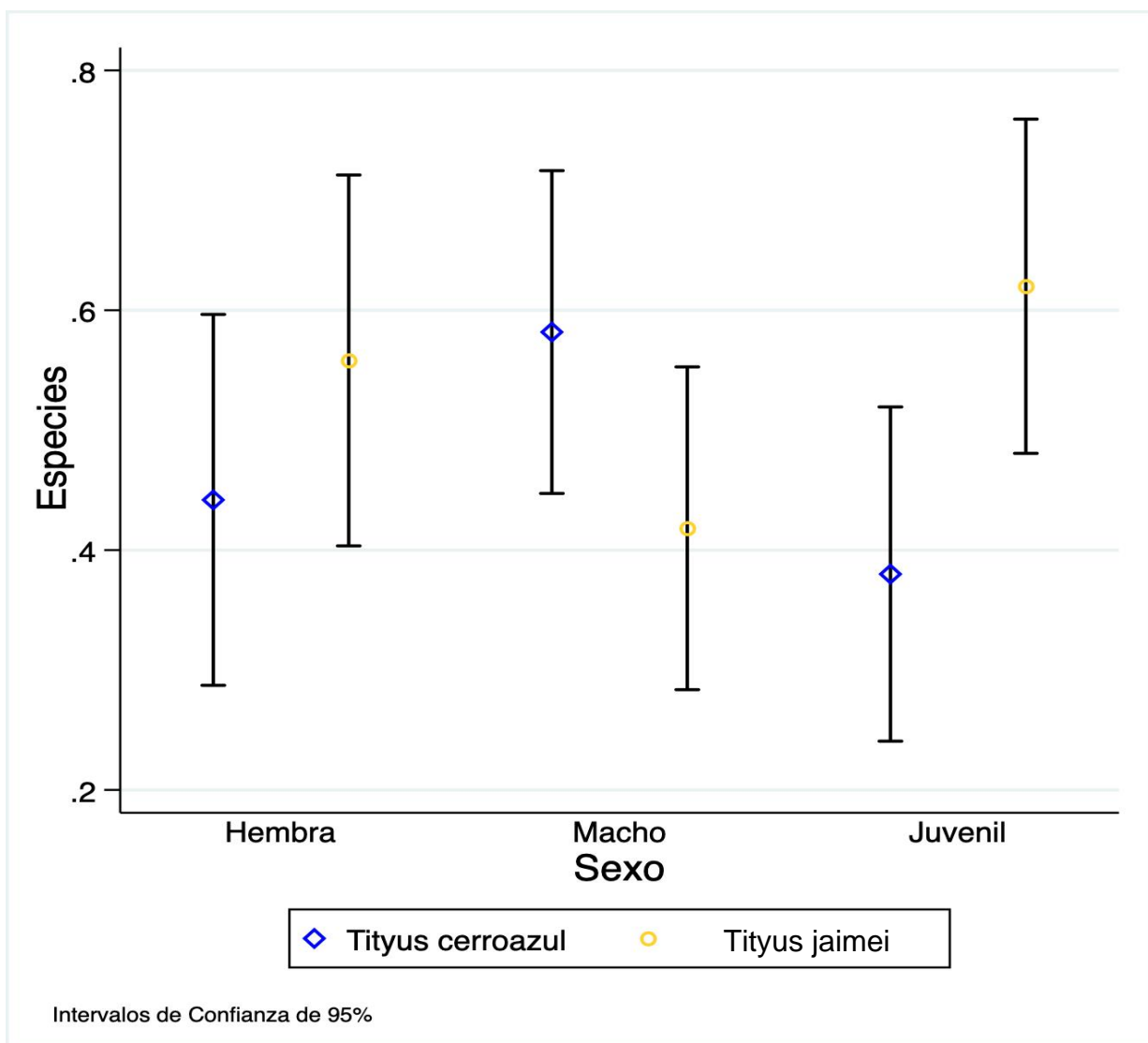
Se colectaron 148 escorpiones en dos temporadas (lluviosa y seca), respectivamente, donde la mayor abundancia de escorpiones se observó en la temporada seca correspondiente al 51%. En total se recolectaron dos especies de escorpiones. La especie más abundante en todo el estudio fue *Tityus jaimeí* con 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 jaimeí* con 56.00% (Figura 4).



**Figura 4.** Gráficas de caja en la que se observa la abundancia relativa de especies vs la temporada de muestreo. Puntos amarillos para *Tityus jaimeí* y Puntos azules para *Tityus cerroazul*.



De los 148 especímenes se identificó el sexo y se determinó que la mayor abundancia de escorpiones capturados eran machos reflejando un 37.00%, juveniles fueron 33.00% por último, las hembras dando un 29.00% (Figura 5). 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 5.** Gráficas de caja en la que se observa la abundancia en cuanto a sexo de escorpiones capturados.

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 jaime* dando como resultado 30.00% y 39.00% respectivamente (Tabla 1).

**Tabla 1. Abundancia relativa de especies por sexo:**

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

Total, n=148

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 jaime* respectivamente. Mientras que la menor abundancia para la especie *Tityus cerroazul* se observó en zonas bajas con sólo 12.00%, para la especie *Tityus jaime* 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	Alta	Media	Baja
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
<i>Tityus cerroazul</i>	70 (47.00)	43 (61.00)	18 (25.00)	9 (12.00)
<i>Tityus jaime</i>	78 (53.00)	39 (50.00)	19 (24.00)	20 (25.00)

Total, n=148

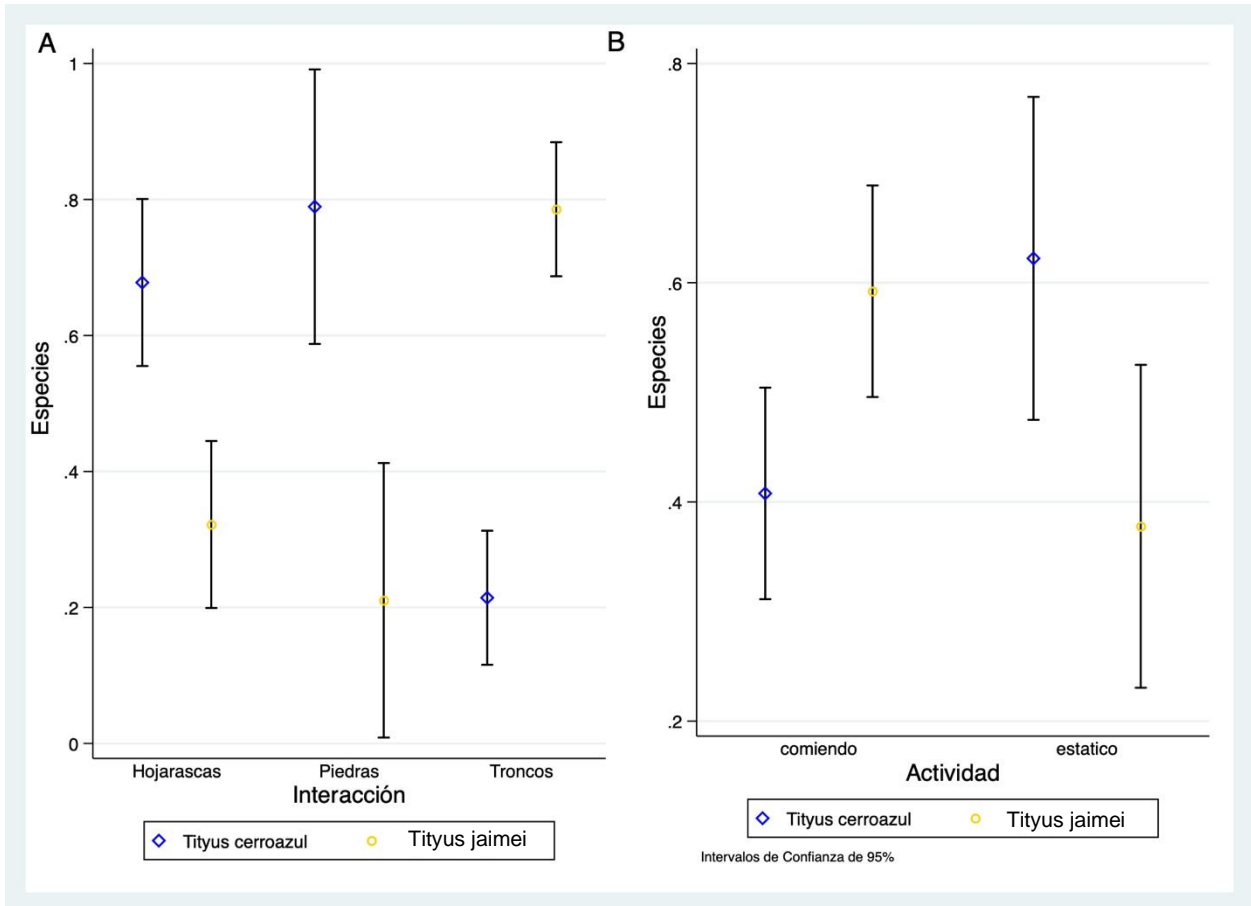
De igual forma, se observó que ambas especies *Tityus cerroazul* y *Tityus jaime* son más abundantes y se encuentran a una altitud superior a los 850 msnm dando como resultado 88.00% y 78.00% respectivamente, el resto de las frecuencias está en la (Tabla 3).

**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 jaime</i>	78 (53.00)	17 (21.00)	61 (78.00)

Total, n=148

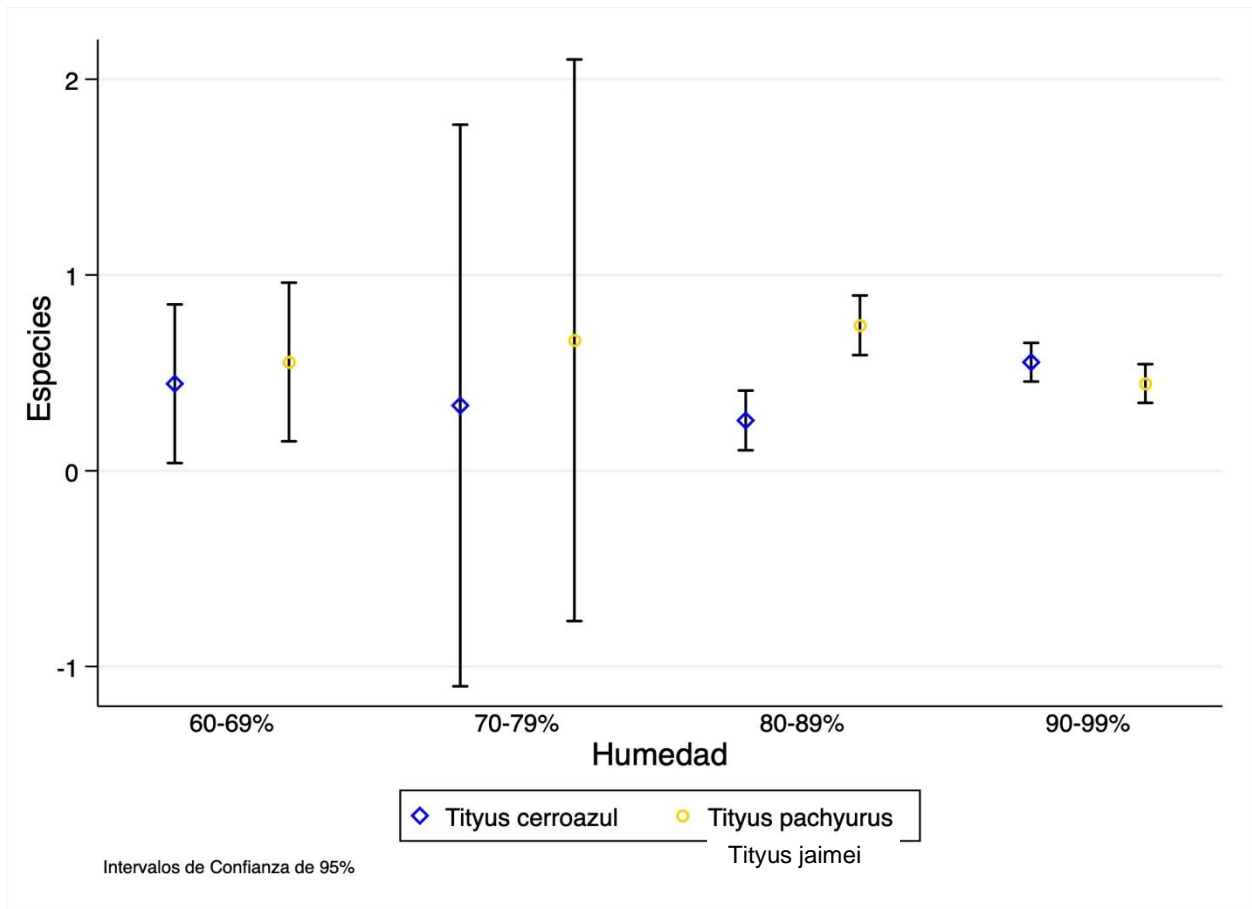
La mayor frecuencia de los especímenes eran capturados en troncos y hojarasca dando como resultado el 47.00% y 39.00% respectivamente. Por otra parte, la especie que más interacciona en los troncos es *Tityus jaime*, cuyo valor fue de 70.00%, mientras que la especie que más interacciona en las piedras y hojarasca es *Tityus cerroazul* dando como resultado el 57.00% aproximadamente (Figura 4A). Entre las actividades más común entre las especies colectadas estaba la alimentación en un 69.00%. Ambas especies *Tityus cerroazul* y *Tityus jaime*, se alimentaban al momento de ser capturados cuyo dato fue de 60.00% y 78.00%, respectivamente. (Figura. 6).



**Figura 6.** 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.

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 jaimeí* 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 7).



**Figura 7.** Abundancia relativa de las especies de escorpiones según la humedad relativa.

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
<b>Simpson_1-D</b>	0.499	0.488
<b>Shannon_H</b>	0.692	0.681
<b>Margalef_M</b>	0.234	0.231

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
<b>Simpson_1-D</b>	0.493	0.487	0.471
<b>Shannon_H</b>	0.686	0.680	0.664
<b>Margalef_M</b>	0.266	0.250	0.256

## 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 (Motevalli Haghi *et al.*, 2018) a las condiciones ambientales, encontrándose así una fuerte relación positiva entre la temperatura y abundancia de los escorpiones. 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 investigación 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 (Brown, 1984; Lankau, 2011). Aunque la co-ocurrencia de diferentes especies de los escorpiones son ampliamente reconocidos (Williams, 1970; Warburg *et al.*, 1980; Polis y McCormick, 1987; Polis, 1990; Dias *et al.*, 2006; Prendini y Bird, 2008; Jiménez-Jiménez y Palacios-Cardiel, 2010; Shehab *et al.*, 2011), 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 % (Fig.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. jaimej* y *T. cerroazul*, evitando la competencia, (Wagner *et al.*, 2003). Entre la dieta principal observadas están los grillos y cucaracas, la diferencia en la disponibilidad de alimentos puede influir en el uso de microhábitats del *Tityus jaimej*, 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 & Polis, 1990).

En las dos estaciones la mayor abundancia a nivel de sexo fueron los machos, presentando un 39.00%, para la estación seca y 37.00%, para la estación lluviosa, seguidos por las hembras mostrando 31.00% y en invierno exhibiendo un 26.00% y por último, los juveniles manifestando un 28.00%, para la estación seca y un 33.00%, 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 (Krebs, 1985).

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 jaimeii* 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 podrían reducir la posibilidad de contacto y conflicto subsiguiente entre juveniles y adultos del género *Tityus*, según lo propuesto por Warburg (2000). Muchos estudios de escorpiones del desierto indican que los principales depredadores de los escorpiones son otros escorpiones de mayor tamaño (Polis, 1980b; Polis *et al.*,1981, 1989; Polis y McCormick, 1986, 1987; 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. jaimeii*. 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, 2000).

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; Lira *et al.*, 2013; Shehab *et al.*, 2011), produciendo diferentes niveles de agregación y sociabilidad (Polis & Lourenço, 1986; Polis, 1990). Las especies pueden coexistir en el mismo hábitat o coexistir en el mismo refugio (Warburg, 2000).

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

Se observó *Tityus cerroazul* en dos tipos de microhábitats, piedras y Hojarascas con un 57.00% y la actividad más común fue la alimentación en un 69.00%. (San Martín, 1961; Armas, 1980), las piedras proporcionan galerías adecuadas para construir sus madrigueras. En la mayoría de las observaciones los escorpiones podría estar a la espera de especies abundantes en estos sitios, como

lo son las cucarachas y grillos (Price *et al.*, 2011; Schowalter, 2006). 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.*, 2006; Schowalter, 2006; McReynolds, 2008; Price *et al.*, 2011; Stevenson, 2012; Ponce-Saavedra & Francke, 2013).

En lo que respecta a *Tityus cerroazul* de *Tityus jaimej*, 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; McReynolds, 2008).

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; McReynolds, 2008; Stevenson, 2012; Ponce-Saavedra & Francke, 2013).

Cuando llegaron las primeras lluvias y aumentó la humedad, los escorpiones se encontraron a nivel superficial en todos el hábitat. *Tityus jaimej* se encontró en brómeliás, troncos secos y ramas secas de los árboles en un 70.00% y alimentándose en un porcentaje de 78.00 %(gráfica III).

Una de las características más notable fue la diferencia de uso de hábitat de estos escorpiones, en la cual el *Tityus jaime* 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. Rouaud *et al.* (2000) afirman que *T.pachyurus* vive en zonas con altas humedades. Así bien, debido a que *T. jaime* 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 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 & Krehoff, 1975; Polis, 1990; Ponce-Saavedra *et al.*, 2006; McReynolds, 2008; Stevenson, 2012; Ponce- Saavedra & Francke, 2013).

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 & Krehoff, 1975; Polis, 1990; Ponce-Saavedra *et al.*, 2006; McReynolds, 2008; Stevenson, 2012; Ponce-Saavedra & Francke, 2013). 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 vegetación 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; Schowalter, 2006).

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, 1884), *T. extinctus* (Lourenço, 1995) 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; Punzo, 1989). La mayor parte de la literatura disponible sobre arácnidos se refiere a arañas y escorpiones del desierto (Hadley, 1970, 1974; Warburg *et al.*, 1980; Robertson *et al.*, 1982; 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). (Riddle, 1985).

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

El uso de microhábitats se comparará 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. jaiméi* y *T. cerroazul* con 74.00% y 64.00%, 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%.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES**  
**RECOMENDACIONES**

## 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 jaime*, 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.

## RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio durante todo el año para tener mayor información de todas las especies en el Parque Nacional Altos de Campana, debido a la falta de registro de especies, se recomienda un mayor esfuerzo de trabajo en cuanto a cantidad de días/meses y horas de muestreo, en especial las áreas boscosas más alejadas de los senderos.
- Hacer estudios de poblaciones ecológicas de escorpiones a nivel nacional en otras áreas protegidas, para así lograr una mayor información de todas las especies de escorpiones existentes en nuestro país.
- Comparar la ecología de estas especies de la misma familia y ver las diferencias de preferencias en sus hábitats.
- Ejecutar giras a lugares antropizados (áreas cercanas a viviendas) quebradas, riachuelos, bosques de galería para estudiar la presencia o existencias de estas especies.

# ANEXOS

**Tabla 6. Abundancia y características de *Tityus cerroazul*:**

<b>Características</b>		<b>n (%)</b>
<b>Temporada</b>	Temporada lluviosa	38 (54.29)
	Temporada seca	32 (45.71)
<b>Sexo</b>	Hembras	19 (27.14)
	Machos	32 (45.71)
	Juveniles	19 (27.14)
<b>Interacción</b>	Hojarascas	40 (57.14)
	Piedras	15 (21.43)
	Troncos/raíces	15 (21.43)
<b>Actividad</b>	Comiendo	42 (60.00)
	Estático	28 (40.00)
<b>Distribución</b>	Zona alta	43 (61.43)
	Zona Media	9 (12.86)
	Zona baja	18 (25.71)
<b>Altitud</b>	Inferior a 850 metros	8 (11.43)
	Superior a 850 metros	62 (88.57)
<b>Humedad relativa</b>	60-69%	4 (5.71)
	70-79%	1 (1.43)
	80-89%	9 (12.86)
	90-99%	56 (80.00)

**Tabla 7. Abundancia y características de *Tityus jaime*:**

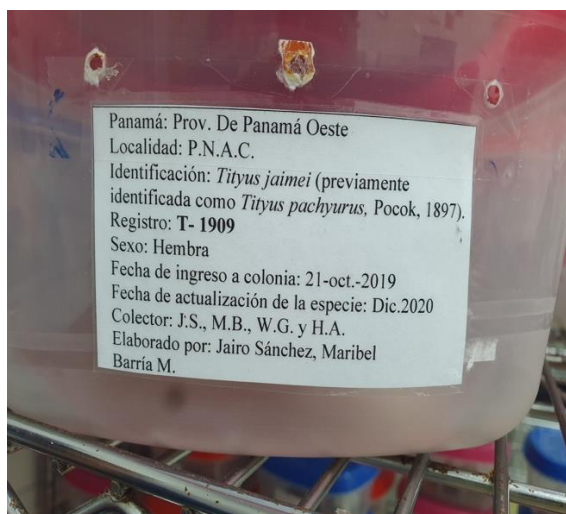
<b>Características</b>		<b>n (%)</b>
<b>Temporada</b>	Temporada lluviosa	34 (43.59)
	Temporada seca	44 (56.41)
<b>Sexo</b>	Hembras	24 (30.77)
	Machos	23 (29.49)
	Juveniles	31 (39.74)
<b>Interacción</b>	Hojarascas	19 (24.36)
	Piedras	4 (5.13)
	Troncos/raíces	55 (70.51)
<b>Actividad</b>	Comiendo	61 (78.21)
	Estático	17 (21.79)
<b>Distribución</b>	Zona alta	39 (50.00)
	Zona Media	20 (25.64)
	Zona baja	19 (24.36)
<b>Altitud</b>	Inferior a 850 metros	17 (21.79)
	Superior a 850 metros	61 (78.21)
<b>Humedad relativa</b>	60-69%	5 (6.41)
	70-79%	2 (2.56)
	80-89%	26 (33.33)
	90-99%	45 (57.69)



**Figura 8.** Escorpiones colectados y colocados en cajas dentro de los laboratorios del (CIIMET) Universidad de Panamá.



**Figura 9.** Etiquetas con la información de colecta del escorpión.



**Figura 10.** *Tityus cerroazul* hembra con crías en el dorso.



**Figura 11.** *Tityus cerroazul* macho.



**Figura 12.** *Tityus jaime* hembra.



**Figura 13.** *Tityus jaime* macho.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, A.F. y Souza, A.M. 2014. Microhabitat use by scorpion species (Arachnida: Scorpiones) in the montane Atlantic Rain Forest, Brazil. *Revista Ibérica de Aracnología*: 107-108.
- Armas LF. 1980. Aspectos de la biología de algunos escorpiones cubanos. *Poeyana* 211:1-23.
- Brownell Ph, Polis G. Scorpion Biology and Research. New York: Oxford University Press; 2001.
- 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: 195-204.
- Edney, E. B. 1977: *Water balance in land arthropods*. 1-287. Springer-Verlag, New York.
- Fet, V., W.D. Sissom, G. Lowe, M. Braunwalder (2000) Catalog of the scorpions of the world (1758-1998) The New York Entomological Society 690 pp.
- Flórez, D.E. (1990) Escorpiones de Colombia. Catálogo de especies *Cespedesia* 16/17(57-58):117-127.
- Flórez, D.E., H. Sánchez (1995) Diversidad de los arácnidos de Colombia. Aproximación inicial En: *Colombia Diversidad Biótica I.*, O. Rangel (ed.) Instituto de Ciencias Naturales, Inderena, Fes. pp. 327-372.
- Flórez, D.E. (1996) *Tityus lourençoi*, a new species of scorpion from the Cordillera Oriental, Colombia (Scorpiones: Buthidae) *Rev. Biol. Trop.* 44(2):683- 685.
- Flórez, D.E. (en prensa-2001) Sinópsis de los escorpiones de la familia Buthidae en Colombia. Tesis de Magíster en Biología-Sistemática, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Hadley, N. F. 1974: Adaptational biology of desert scorpions. *J. Arachnol.* 2: 11-23.
- Kaltsas, D., Stathi, I., Mylonas, M., 2009. Intraspecific differentiation of social behavior and selection in *Mesobuthus gibbosus* (Brulé, 1832) (Scorpiones: Buthidae). *J. Ethol.* 27, 467-473.

- Koch, L. E. 1977: The taxonomy, geographic distribution, and evolutionary radiation of Australo-Papuan scorpions. – Rec. West. Austr. Mus., **5** (2): 83-367. Perth.
- Kraepelin, K. 1914: Die Skorpione und Pedipalpen von Neu-Caledonien und den benachbarten Inselgruppen. – In: Sarasin, F. & J. Roux. Nova Caledonia. C. W. Kreidels Verlag, 1913-1914. A. Zoologie, 1, **4** (8): 327-337. Wiesbaden.
- Krebs, C. 1985. Ecología: Estudios de la distribución y abundancia. Harla. México. 753 p
- Lamoral, B.H. (1980) A reappraisal of suprageneric classification of recent scorpions and of their zoogeography Proceedings of the 8th International Congress of Arachnology Viena, pp.439-444.
- Lighton, J.R.B., Brownell, P.W., Joos, B., Turner, R.J., 2001. Low metabolic rate in scorpions: implications for population biomass and cannibalism. J. Exp. Biol. 204, 607–613.
- 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: 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.
- Lourenço, W.R. (1990) Modèles de stratégie reproductrice chez les scorpions; corrélation avec des centres d'endémisme dans la région néotropicale. En: C.R. XIème. Coll. Europ. Arachnol., Paris, pp: 229-234.
- Lourenço, W.R. (1991) Les scorpions de Colombie, II. Les faunes des régions de Santa Marta et de la Cordillere Orientale. Approche biogéographique Senckenbergiana Biol. 71(4/6):275-288.
- Lourenço, W.R. (1992) Biogéographie évolutive, écologie et les stratégies biodémographiques chez les scorpions néotropicaux. C.R. Soc. Biogeogr. 67(4):171-190.
- Lourenço, W.R. (1994a) Biogeographic patterns of tropical South American scorpions Studies on Neotropical Fauna and Environment 29(4):219-231.
- 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(1):61-94.

- Lourenço WR, Otero-Patiño R. *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* 1998; 12(158):297-307.
- Lourenço, W.R. (2000a) Panbiogeographie, les familles des scorpions et leur répartition géographique *Biogeographica* 76(1):21-39.
- Maury, E.A. 1986. Guía para la identificación de los escorpiones de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires.
- McReynolds, C. N. (2008). Microhabitat preferences for the errant scorpion, *Centruroides vittatus* (Scorpiones, Buthidae). *Journal of Arachnology*, 36 (3): 557-564.
- Miranda, R., Bermúdez, S., Cambra, R., 2015. Presas de escorpiones (Arachnida: Scorpiones) de Panamá, con observaciones sobre el comportamiento de depredación. *Revista Ibérica de Aracnología* 27:115-123.
- 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
- Moreno, H.F., Urrego, L.E., Lopera, G.J., Castaño, G.J. 1997. Plan de manejo de la biota en el Ecoparque Cerro El Volador. Convenio Universidad Nacional-Municipio de Medellín, Posgrado en Bosques y Conservación Ambiental de la Universidad Nacional, sede Medellín
- Maury, E.A. 1986. Guía para la identificación de los escorpiones de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires.
- 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.
- Nime, M.F., Casanoves, F., Mattoni, C. 2014. Scorpion diversity in two different habitats in the Arid Chaco, Argentina. *Journal of insect conservation* 18: 373-384.
- Pocock, R.I., 1894.-Scorpions and their geographical distribution. *Natural Science*, 4(24): 353-364.
- Polis, G.A., 1980a. The effect of cannibalism on the demography and activity of a natural population of desert scorpions. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 7, 25–35.
- Polis, G.A., 1980b. Seasonal patterns and age-specific variation in the surface activity of a population of desert scorpions in relation to environmental factors. *J. Anim. Ecol.* 49, 1–18.

- Polis, G.A., 1981. The evolution and dynamics of intraspecific predation. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 12, 225–251.
- Polis, G.A., Sissom, W.D., McCormick, S.J., 1981. Predators of scorpions: field data and review. *J. Arid Environ.* 4, 309–326.
- Polis, G.A., McCormick, S.J., 1986. Pattern of resource use and age structure among a guild of desert scorpions. *J. Anim. Ecol.* 55, 59–73.
- Polis, G.A. McCormick, S.J. 1986. Patterns of resource use and age structure among species of desert scorpion. *J. Anim. Ecol.* 55: 59–74.
- Polis, G.A., McCormick, S.J., 1987. Intraguild predation and competition among species of desert scorpions. *Ecology* 68, 332–343. Polis, G.A., 1990. *The Biology of Scorpions*. Stanford University Press, Stanford.
- Polis G.A. (1990) Ecology. En: Polis G.A. (ed) *The Biology of Scorpions*: 247-293. Stanford University Press, California, USA. 587 pp.
- Polis, G. A. (1990). *The Biology of Scorpions*. California: Stanford University Press.
- Ponce - Saavedra, J., Francke, O. & Suzán, H. (2006). Actividad superficial y utilización del hábitat por *Centruroides balsasensis* Ponce y Francke (Scorpiones: Buthidae). *Biológicas*, 8: 130-137.
- Prendini, L., Bird, T.L., 2008. Scorpions of the Brandberg Massif, Namibia: species richness inversely correlated with altitude. *Afr. Invert.* 49, 77–107.
- 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.
- Pulz, R. 1987: Thermal and water relations. *In* W. Nentwig (ed.), *Ecophysiology of spiders*: 26-55. Springer-Verlag, New York.
- 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.
- 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: 121-13.
- Rouaud C, Cloudsley-Thompson JL, Lourenço WR. 2000. The life history of *Tityus fuhrmanni* Kraepelin (Scorpiones, Buthidae). *Biogeographica* 76 (3):119-124

- San Martín P, De Gambardella L. 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) 1967; 39(1):188-96.
- Schowalter, T. D. (2006). Insect ecology: An Ecosystem Approach. California: Academic Press.
- Sissom, D.W. (1990) Systematics, biogeography and paleontology En: Biology of scorpions (ed. Polis), pp: 64-160.
- Sissom, W.D. and B. E. Hendrixson. 2005. A new species of *Vaejovis* (Scorpiones: Vaejovidae) from Coahuila and Nuevo Leon and a key to the vaejovid species from northeastern and north-central Mexico. Zootaxa 1088:33-43.
- Stahnke, H. L. 1972. UV light, a useful field tool. Bioscience 22:604-607.
- Stevenson, D. J., Greer, G. & Elliott, M. J. (2012). The Distribution and Habitat of *Centruroides hentzi* (Banks) (Scorpiones, Buthidae) in Georgia. Southeastern Naturalist, 11 (4): 589-598.
- Teruel, R., Cozijn, M.A.C. 2011. A checklist of the scorpions (Arachnida: Scorpiones) of Panamá, with two new records.
- Tosi, J.A. 1971. Inventariación y Demostraciones Forestales, Panamá: Zonas de Vida Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Roma. 123 pp.
- Vachon, M. 1963. De l'utilité, en systématique, d'une nomenclature des dents des chélicères chez les scorpions. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris 2e. ser. 35 (2): 161-166.
- Vachon, M. 1974. Étude des caractères utilisés pour classer les familles et les genres des scorpions (Arachnides). I, Les tri- chobothriaux et types de trichobothriotaxie chez les scorpions. Bull. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris, série 3, 104: 857- 958.
- Viquez, C., De Armas, L.F., Lourenço, W. 2005. Presencia de *Tityus cerroazul* Lourenço, 1986 (Scorpiones: Buthidae) en Costa Rica y descripción del macho. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 36:93-96.
- Warburg, M. R. y G.A. Polis. 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. Pan-Pacific Entomol. 46, 254–267.