

# Uso del hábitat y actividad superficial del escorpión *Centruroides margaritatus* en el Parque Nacional Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica

Daniel Ramírez-Arce

Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma, Heredia, Costa Rica.  
daniel.ramiz10@gmail.com

Recibido 13-III-2015 • Corregido 19-VI-2015 • Aceptado 03-VII-2015

## **ABSTRACT. Habitat use and surface activity scorpion *Centruroides margaritatus* in Palo Verde, Guanacaste National Park, Costa Rica.**

*Centruroides margaritatus* is one of the most common scorpions in Costa Rica, however almost null ecological or population-based studies have been conducted. Therefore, the objective of the present study was to characterize the habitat use and surface activity of this species in Palo Verde National Park, Costa Rica. Scorpions were searched intensively along transects at three sites: road, camp and forest. The microhabitat in each capture was characterized and the surface activity of the scorpions was recorded at the time of capture. *C. margaritatus* was found in different microhabitats: soil, leaf litter, herbaceous plants, shrubs, trees, and under rocks and fallen logs, with a preference to use vegetation to heights less than 50 cm. The scorpions were in an ambush behavior most of the times and were observed mostly in the vegetation, while they were in a resting behavior mainly under fallen trunks and rocks. The use of vegetation can represent a strategy to obtain food and also be in a safe place against predators. Nevertheless, the species adaptability provides the ease of using many microhabitats in sites where vegetation is scarce. While the study period was short, this research provides the first observations about the habitat use of this species in Costa Rica, which serves as a basis for future investigation.

**Key words:** *Centruroides margaritatus*, habitat use, surface activity, vegetation, ambush behavior, resting behavior.

**RESUMEN.** *Centruroides margaritatus* es uno de los escorpiones más comunes en Costa Rica, pese a esto en este país no se han realizado estudios ecológicos ni poblacionales. Por lo tanto, se pretendió caracterizar el uso del hábitat y actividad superficial de esta especie en el Parque Nacional Palo Verde. El muestreo de los escorpiones se realizó mediante búsqueda intensiva a lo largo de transectos en tres sitios: carretera, campamento y bosque. Se caracterizó el microhábitat en el cual se encontraba cada individuo y se observó la actividad superficial que estaban realizando los escorpiones en el momento de la captura. *C. margaritatus* se encontró en diferentes microhábitats: suelo, hojarasca, herbáceas, arbustos, árboles, y debajo de rocas y troncos caídos, con una preferencia a utilizar la vegetación a alturas menores a 50 cm. El acecho fue el comportamiento más frecuente y fue observado mayormente en la vegetación, mientras que el descanso se encontró principalmente en troncos y rocas caídas. El uso de la vegetación puede representar una estrategia para obtener alimento y asimismo estar en un sitio seguro contra depredadores. A pesar de esto, la adaptabilidad que presenta la especie le provee la facilidad de usar muchos microhábitats en sitios donde la vegetación es escasa. Aunque el periodo de estudio fue corto, este estudio arroja las primeras observaciones acerca del uso del hábitat de esta especie en Costa Rica, información base para futuras investigaciones.

**Palabras clave:** *Centruroides margaritatus*, uso del hábitat, actividad superficial, vegetación, acecho, descanso.

Los escorpiones poseen una gran importancia a nivel médico y ecológico. En el primer caso, su importancia radica en el veneno de algunas especies, el cual puede tener efectos negativos o positivos en la salud humana. Por ejemplo, algunos miembros pertenecientes al género *Centruroides* en México son responsables de picaduras que pueden causar la muerte, especialmente en ancianos, niños o personas que posean un sistema inmunológico débil (Polis, 1990; Ponce-Saavedra et al., 2006; Ponce-Saavedra & Francke, 2013). Por otro lado, el

veneno de algunas especies posee propiedades antibacteriales que podrían utilizarse para combatir enfermedades como la malaria (Catterall, 1976; Conde et al., 2000).

En cuanto a su importancia ecológica, los escorpiones poseen un papel fundamental como controladores de las poblaciones de insectos de los cuales se alimentan. Debido a que son uno de los artrópodos con mayor biomasa por hectárea, solamente por debajo de las hormigas y termitas, han llegado a ser uno de los mayores y más eficientes controladores biológicos de estos

organismos, obteniendo una gran importancia en los ecosistemas donde se desarrollen, especialmente en aquellos donde los insectos podrían convertirse en una plaga (Polis, 1990; Ponce-Saavedra et al., 2006; Ponce-Saavedra & Francke, 2013).

Pese a esto, las investigaciones realizadas sobre escorpiones son escasas. En este caso, los pocos estudios se han enfocado principalmente en temas relacionados en el veneno y la taxonomía. Por ejemplo, se ha analizado el efecto del veneno de *Centruroides sculpturatus* en los nervios de ranas, y se ha purificado proteínas tóxicas del veneno de *Leiurus quinquestriatus*. Asimismo, se han logrado inocular escorpiones de *Pandinus imperator* que han servido como elementos antibacteriales y contra la malaria (Cahalan, 1975; Catterall, 1976; Conde et al., 2000).

Por otra parte, los estudios taxonómicos de este grupo son frecuentes y han adquirido importancia debido a la identificación errónea de algunas especies (Sissom & Lourenco, 1987; Teruel, 2000; Montoya & Armas, 2002; Ponce-Saavedra & Francke, 2013). Tal es el caso de *Tityus championi* el cual fue clasificado anteriormente como *Tityus cambridgei* y *Tityus asthenes* por diferentes autores (Teruel, 2011), así como el complejo *Centruroides ancho-rellus* y sus respectivos sinónimos (Teruel, 2000).

Aunque bien el estudio del veneno y la taxonomía es de suma importancia, es substancial obtener información sobre algunos aspectos ecológicos que ayudaría a entender mejor a estos organismos, como lo son las preferencias de hábitat, comportamientos biológicos y densidades poblacionales de especies importantes. Este tipo de investigaciones nos ayudarían a tener un conocimiento más amplio de este grupo que ha sido escasamente estudiado, y por tanto nos permite tomar mejores medidas de conservación y manejo (Polis, 1990; Morrison et al., 2006).

No obstante, han sido pocos los estudios que han evaluado los aspectos ecológicos de las especies de escorpiones. Entre estos se encuentran los realizados con *Centruroides balsaensis* en México, *Centruroides vittatus* en Texas, *Centruroides hentzi* en Georgia, y el género *Tytius* en Brasil y Argentina, los cuales analizaron preferencias de hábitat, parámetros demográficos, y la relación de la abundancia y actividad superficial de los escorpiones con variables climáticas (Ponce-Saavedra et al., 2006; McReynolds, 2008; Stevenson, 2012; Szilagyi-Zecchin, 2012; Nime et al., 2013).

Sin embargo, en algunas especies como *Centruroides margaritatus*, las escasas investigaciones acerca de este se han enfocado en analizar solamente aspectos alométricos y el dimorfismo sexual de la especie (Sánchez-Quirós, 2012), la función de los pectenes en la detección

de presas (Rivera-Hidalgo, 2012) y la producción de vibraciones por el macho para la atracción de las hembras (Briceño & Bonilla, 2009). Por tanto, la mayoría del conocimiento sobre los aspectos ecológicos de la especie proviene de la información que se conoce acerca de la familia a la que pertenece (Crawford & Krehoff, 1975; Polis, 1990; Ponce-Saavedra et al., 2006; McReynolds, 2008; Stevenson, 2012; Ponce-Saavedra & Francke, 2013).

Así bien, debido a que *C. margaritatus* 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. Además, podría utilizar 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).

Sin embargo, los aspectos ecológicos que presente *C. margaritatus* pueden variar con respecto a otros miembros de la familia Buthidae. Por este motivo, un conocimiento adecuado de la especie requiere de estudios ecológicos especializados que evalúen aspectos como el uso de hábitat, densidad poblacional y actividad superficial (Crawford & Krehoff, 1975; Polis, 1990; Viquez, 1999; Ponce-Saavedra et al., 2006; McReynolds, 2008; Stevenson, 2012; Ponce-Saavedra & Francke, 2013). Esto ayudaría a entender mejor a *C. margaritatus*, así como a los escorpiones en general.

Destacando la falta de estudios ecológicos con escorpiones, el presente trabajo adquiere una gran importancia ya que permite aumentar el grado de conocimiento de *C. margaritatus* y funciona como base para futuras investigaciones con este grupo faunístico. Por esto, el objetivo de esta investigación fue analizar el uso del hábitat y la actividad superficial de *C. margaritatus* en el Parque Nacional Palo Verde, con el fin de ampliar el conocimiento de estos organismos en Costa Rica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Sitio de estudio.** El Parque Nacional Palo Verde se encuentra ubicado en la cuenca del Tempisque, provincia de Guanacaste, Costa Rica, en las coordenadas 10° 22' 49.05" N y 85° 19' 50.44" O. La precipitación anual varía entre 1267 y 1717 mm y la temperatura promedio es de 25°C, con un periodo seco de 5 meses. La cobertura vegetal presente en este parque es variada ya que incluye ecosistemas como bosques secos deciduos, bosques

ribereños, sabanas, humedales, entre otros (Stern et al., 2002; Powers et al., 2009).

Antiguamente, entre el periodo de 1923 y 1979, la región de Palo Verde fue un rancho donde se cuidaba ganado, perteneciente a la familia Stewart. Aproximadamente, 18000 cabezas de ganado se rotaban en un área de 100000 ha en el periodo entre 1923-1949, incluyendo sitios que hoy en día son parte del área protegida. En 1975, 18000 ha fueron expropiadas de la familia como parte de un programa del gobierno de Costa Rica, y en 1977 parte de estas tierras fueron designadas como un Refugio Nacional de Vida Silvestre. Por último, en 1979 todo el ganado fue removido de esta área protegida, y en 1990 el refugio y las áreas adyacentes fueron unidas para la creación del Parque Nacional Palo verde (Stern et al., 2002).

**Recolección de datos.** El estudio se efectuó del 6 al 9 de setiembre del 2014. El muestreo se realizó en tres sitios con el fin de analizar una posible heterogeneidad en cuanto al uso del hábitat y actividad superficial de *C. margaritatus*:

**Carretera.** La carretera posee un ancho promedio de 6.5 m y carece de vegetación sobre ella. A ambos lados se encuentran bordes de bosque secundario que presentan un estrato arbóreo que alcanza hasta 25 m de altura y 50 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.3 m), con especies como *Guaiacum sanctum* y *Enterolobium cyclocarpum*, y con un estrato arbustivo denso dominado por la presencia de Acacias. Asimismo, a la orilla de la carretera hay presencia de un estrato en el suelo con herbáceas y plántulas de regeneración.

**Campamento.** Se caracteriza por presentar únicamente un estrato arbóreo con alturas entre 15-24 m, y de 21-50 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.3 m). Los árboles son principalmente de mango (*Mangifera indica*), y están muy distanciados entre sí, con una densidad aproximada de 0.05 ind/m<sup>2</sup>. El estrato arbustivo y herbáceo es prácticamente nulo, y el suelo está cubierto principalmente por hojarasca y troncos caídos.

**Bosque.** Se caracteriza por la presencia de un estrato arbóreo con alturas que alcanzan los 30 m, y los 45 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.3 m), con especies como *Astronium graveolens*, *Samanea saman*, *Bursera simaruba*, *Guaiacum sanctum* y *Enterolobium cyclocarpum*. Asimismo, se encuentran árboles más pequeños con alturas entre 5-20 m y con DAP entre 4-20 cm. El estrato

arbustivo es denso y dominado por Acacias, y hay presencia de un estrato en el suelo cubierto por herbáceas y plántulas de regeneración.

En cada uno de estos sitios se establecieron transectos de 50 m x 6 m. En la Carretera, estos se realizaron paralelos a su orilla; en el Campamento, perpendiculares al camino principal que atraviesa el área del mismo; y en el Bosque, a lo largo de los senderos. En estos se realizaron muestreos nocturnos, de 8 pm a 12 am, mediante búsqueda intensiva y con ayuda de un foco de luz ultravioleta de 395 nm (Power Tek Premium 51 LED). Se trabajaron un total de 16 horas durante el periodo de estudio.

En el caso de la Carretera, la búsqueda se efectuó en el suelo de la misma, en la vegetación del borde del bosque, y en hojarasca, troncos o rocas caídas. En el caso del Campamento, se buscó en los árboles de mango, y en la hojarasca y materia vegetal en el suelo. En el caso del Bosque, los escorpiones se buscaron en la vegetación, el suelo, debajo de hojarasca, troncos y rocas caídas. Cada vez que se encontró un individuo, se caracterizó el uso del microhábitat y se anotó la actividad superficial.

**Uso del microhábitat.** El microhábitat utilizado por la especie se caracterizó mediante la identificación del sustrato en donde se encontraba cada individuo, el cual se categorizó como suelo, hojarasca o materia vegetal en el suelo, roca, tronco caído y vegetación. Estos se tomaron en cuenta ya que son los sustratos más utilizados por escorpiones de este género y familia (Polis, 1990; McReynolds, 2008), y debido a que son los más comunes en el área de estudio (Obs. Pers.).

Dentro de la vegetación, se tomaron en cuenta las herbáceas, arbustos y árboles, sin importar las dimensiones de los mismos. En cuanto a las rocas y troncos caídos, se incluyeron aquellos que poseían un tamaño mínimo, determinado por el máximo alcanzado por un escorpión adulto. Tomando en cuenta que este puede alcanzar hasta 11 cm de largo y 4 cm de ancho (Viquez, 1999; Briceño & Bonilla, 2009), se consideraron aquellas rocas y troncos que tenían un largo y ancho mínimo de estos valores. Como la mayoría de las rocas y troncos poseen forma irregular, se midió la parte menos larga y ancha de la misma, y se verificó si se ajustaba a los valores mencionados anteriormente.

Por otro lado, se estableció la estratificación vertical en el cual se encontraban los escorpiones midiendo la altura desde el nivel del suelo hasta la posición en donde se encontraba el individuo. Además, se midió la distancia desde donde se encontraba el individuo hasta el árbol más cercano (sin importar las dimensiones del mismo) y en una parcela de 2 m x 2 m se contabilizaron el número

de troncos y rocas presentes en el suelo (siguiendo las medidas mencionadas en el párrafo anterior).

**Actividad superficial.** Se registró la actividad que se encontraba realizando cada individuo. Para esto, se establecieron cinco categorías: 1) Acecho, si este se encontraba con el telson levantado y con las tenazas abiertas; 2) Reposo, si se encontraba con el telson de lado y con las tenazas cerradas; 3) Alimentándose, si este se encontraba consumiendo alguna presa; 4) Movilizándose, si se encontraba moviéndose en algún sustrato; y 5) Reproduciéndose, si un macho y una hembra se encontraban agarrados de las tenazas (Polis, 1990; Ponce-Saavedra et al., 2006). La actividad superficial en cada captura se relacionó con el uso del microhábitat de cada individuo (Ponce-Saavedra et al., 2006).

**Análisis de datos.** Se obtuvieron las frecuencias de la utilización de cada sustrato para determinar cuál de estos es preferido por los escorpiones, y se realizó un gráfico de frecuencias. Esto se efectuó en todo el sitio de estudio, y de manera independiente en el campamento, el bosque y la carretera. Asimismo, se obtuvo las frecuencias de las actividades superficiales realizadas por la especie para saber cuál comportamiento es el más común. Se utilizó un análisis de Chi cuadrado  $X^2$  para observar posibles diferencias entre dichas frecuencias.

Para cada sustrato en que se encontraban los individuos, se obtuvo la frecuencia de cada comportamiento con el fin de determinar las actividades superficiales que son realizadas en cada uno de estos, y con esto se realizó un gráfico de frecuencias. Asimismo, se obtuvo el promedio de la altura a la cual se encontraron los individuos, así como la máxima y mínima, y se realizó un histograma de frecuencias para observar la proporción de individuos en cada clase de altura. Por último, se obtuvo el promedio, máximo y mínimo de la distancia al árbol más cercano, y del número de rocas y troncos en las parcelas.

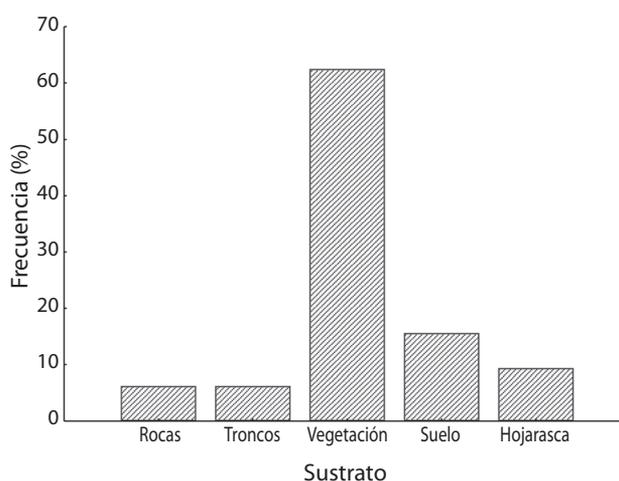
Los gráficos y el histograma de frecuencias se obtuvieron mediante el software STATISTICA 8.0 (2008). Mientras que los análisis de Chi cuadrado se realizaron mediante el programa estadístico de acceso libre R 2.15.2 (2012).

## RESULTADOS

Se observaron un total de 38 escorpiones durante el periodo de estudio. De estos, 12 individuos fueron observados en el sitio de la Carretera, seis en el área del Campamento, 14 en el Bosque y seis fueron encontrados en infraestructura presente en la estación de la OET.

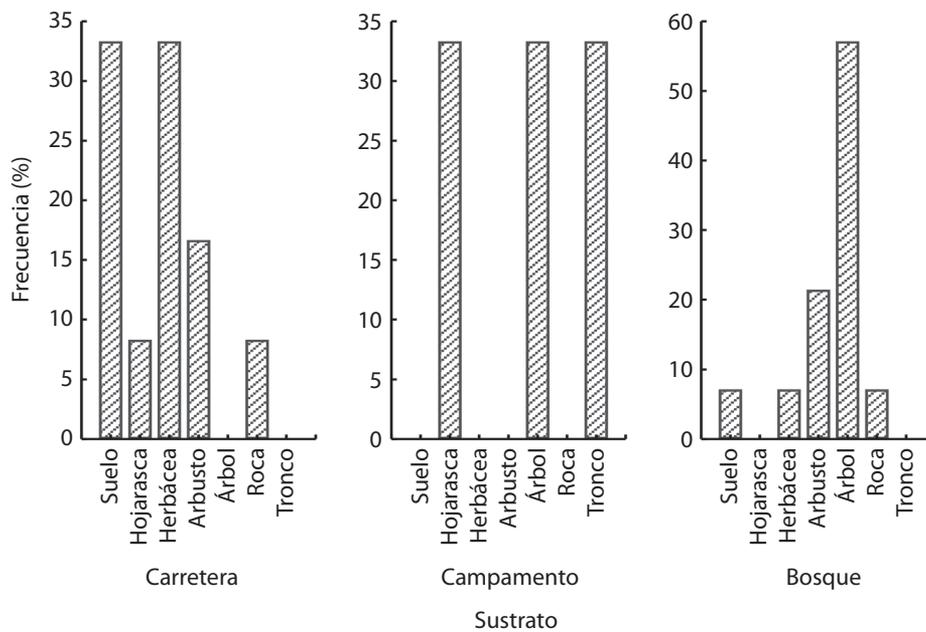
Estos últimos se excluyeron de los análisis ya que no fueron encontrados dentro de los sitios establecidos al inicio del estudio (Carretera, Campamento y Bosque), dejando un total de 32 individuos para el análisis del uso del hábitat de la especie.

Los escorpiones se encontraron en todos los sustratos establecidos (suelo, hojarasca, roca, tronco, herbácea, arbusto y árbol). La vegetación fue el más utilizado representando el 62.5% de las observaciones, seguido por el suelo (15.62%), hojarasca (9.38%), rocas (6.25%) y troncos (6.25%) (Fig. 1). Dentro de la vegetación, los árboles fueron los más utilizados (50%), seguidos por los arbustos (25%) y herbáceas (25%). Hubo diferencias significativas en cuanto al uso de los diferentes sustratos utilizados ( $X^2 = 37.06$ ; g.l. = 4; P-value < 0.05).



**Fig. 1.** Sustratos utilizados por el escorpión *C. margaritatus* en el Parque Nacional Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica.

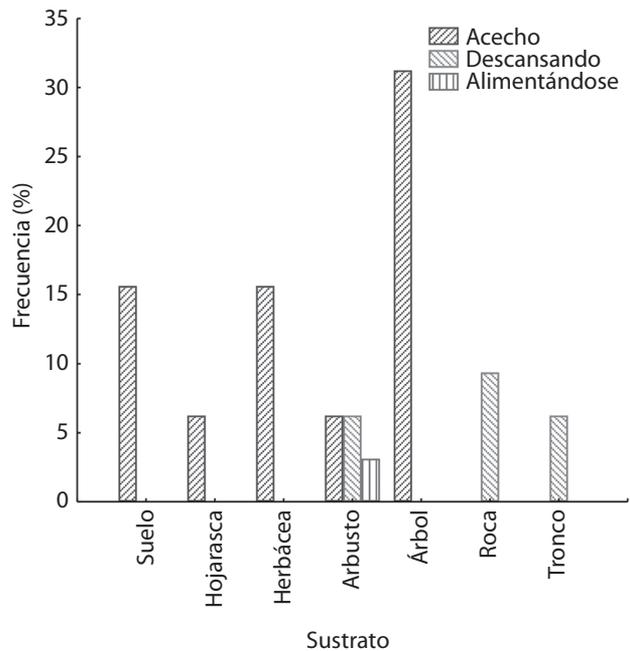
En el sitio de la carretera se encontraron escorpiones en el suelo (33.33%), herbáceas (33.33%), arbustos (16.66%), hojarasca (8.33%), y debajo de rocas (8.33%). La mayoría se encontraron en la vegetación al lado de la carretera y los individuos en el suelo estuvieron cerca de herbáceas y debajo del zacate en los bordes del bosque. Por otro lado, en el área del campamento, los escorpiones se encontraron debajo de hojarasca (33.33%), troncos (33.33%) y en grietas presentes en árboles de mango (33.33%). Por último, en el bosque, *C. margaritatus* se encontró principalmente en la vegetación (85.7%), tanto en troncos de árboles (57.14%), arbustos (21.42%) y hierbas (7.14%). Sólo un individuo se observó en el suelo el cual se encontró en el borde del bosque (Fig. 2). De estos sitios, solo el bosque y la carretera tuvieron diferencias significativas ( $X^2 = 93.88$ ; g.l. = 4; P-value < 0.05;  $X^2 = 31.94$ ; g.l. = 4; P-value < 0.05).



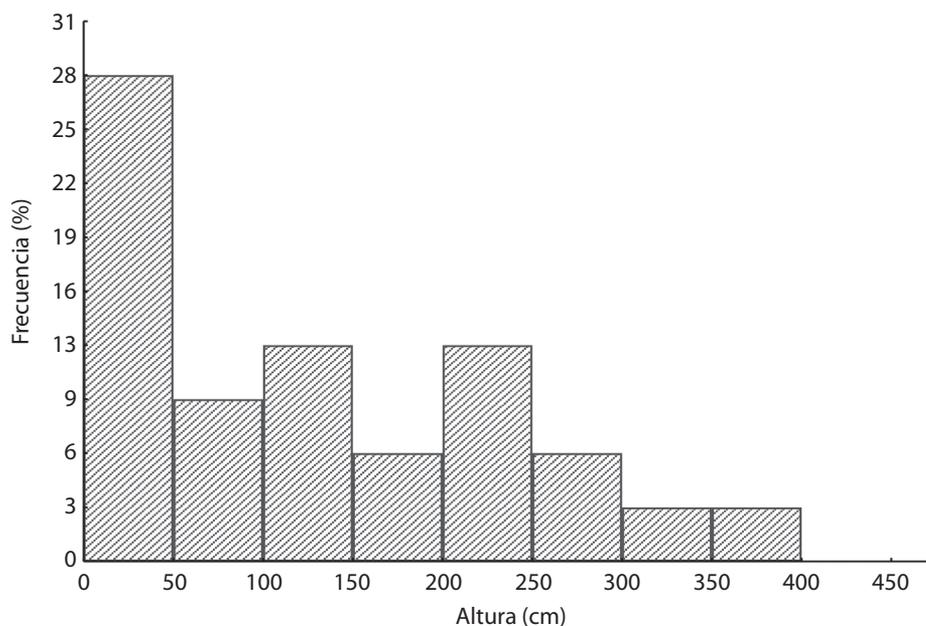
**Fig. 2.** Sustratos utilizados por el escorpión *C. margaritatus* en los tres sitios de muestreo.

El comportamiento más frecuente fue el del acecho (75%), seguido por el descanso (21.88%) y la alimentación (3.13%), obteniéndose diferencias significativas ( $X^2 = 26.60$ ; g.l. = 2; P-value < 0.05). En este caso, no se observaron escorpiones reproduciéndose ni movilizándose. El comportamiento de acecho se observó en árboles (41.66%), herbáceas (20.83%), suelo (20.83%), arbustos (8.33%) y la hojarasca (8.33%). El de descanso fue observado debajo de rocas (42.86%), troncos (28.57%) y en arbustos (28.57%). Por último, el comportamiento de alimentación se observó solamente una vez y el individuo se encontraba en un arbusto (Fig. 3).

La altura a la que se encontraron los individuos varió desde los 0 cm (nivel del suelo), hasta los 3 m. La altura promedio fue de  $55.20 \pm 64.76$  cm, con un mayor número de escorpiones en alturas por debajo de los 50 cm (Fig. 4). Solo 11 individuos fueron encontrados en el nivel del suelo, esto debido a que la mayoría fue encontrada en la vegetación. Asimismo, la distancia promedio a la que se encontraron los individuos del árbol más cercano fue de  $113.44 \pm 116.17$  cm, con una distancia mínima de 2 cm y una máxima de 390 cm. Por último, se encontraron en promedio  $2.93 \pm 4.59$  rocas y  $4.59 \pm 3.73$  troncos



**Fig. 3.** Actividad superficial realizada por el escorpión *C. margaritatus* en los diferentes sustratos utilizados.



**Fig. 4.** Estratificación vertical presentado por el escorpión *C. margaritatus* en el Parque Nacional Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica.

en el suelo en las parcelas de 2 m x 2 m, con sitios con hasta 21 rocas y 15 troncos, hasta otros donde no estaban presentes ambos objetos en el suelo.

## DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos podemos sugerir que *C. margaritatus* es una especie generalista y se encuentra muy adaptada a cambios en el ambiente, debido a que los individuos capturados se encontraron en todos los tipos de microhábitat establecidos. En lo que respecta a Costa Rica, este es el escorpión más común y se ha encontrado incluso en la infraestructura humana del Valle Central (Viquez, 1999), denotando sus hábitos generalistas. Pese a esto, se observaron algunas tendencias, en las que la mayoría de los individuos se encontraron asociados a la vegetación.

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,

estos presentaron un comportamiento de escape, en el cual se escondieron en herbáceas, arbustos u hojarasca (Obs. Pers.), 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).

Sin embargo, algunos individuos utilizaron otros sustratos, como el suelo y la hojarasca, como medios para cazar y alimentarse. Los escorpiones podría estar a la espera de especies abundantes en estos sitios, como lo son las cucarachas (Price et al., 2011; Schowalter, 2006). No obstante, estos 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).

Por otra parte, los individuos se encontraron en comportamiento de descanso principalmente debajo de rocas, troncos caídos y arbustos. Los dos primeros podrían proveerles de una gran cobertura a la hora de descansar, protegiéndolos y escondiéndolos de los depredadores. Los escorpiones observados durante este estudio podrían estar utilizando la vegetación como un medio para cazar y alimentarse, y los troncos caídos y rocas como medios de protección, como se ha notado en otros escorpiones como *C. balsaensis* en México (Ponce-Saavedra et al., 2006; Ponce-Saavedra & Francke, 2013).

Además, es probable que la especie utilice la vegetación para descansar y refugiarse, ya que esta también se observó descansando en arbustos. Además, un individuo fue observado cerca de hendiduras de un árbol en pie muerto, y dos a la par de grietas que se formaban en el tronco de un árbol de mango. Estos individuos se encontraban en acecho, sin embargo se escondieron inmediatamente en estas formaciones cuando fueron molestados (Obs. Pers.), por lo que los escorpiones podrían estar utilizando estos elementos para su protección, como ha sido observado en *Centruroides vittatus* y *Centruroides hentzi* (McReynolds, 2008; Stevenson, 2012; Szilagyi-Zecchin, 2012; Nime et al., 2013).

En lo que respecta a la estratificación vertical de los escorpiones, la mayoría de los individuos fueron observados a alturas menores a los 50 cm. 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). Por otro lado, 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.

En cuanto a los sitios de muestreo, los escorpiones encontrados en el Bosque se observaron principalmente en la vegetación. En este sitio, solo se encontró un individuo en el suelo, a pesar de la gran cantidad de troncos caídos y rocas presentes (en promedio se encontraron  $4.64 \pm 2.81$  y  $2.71 \pm 4.35$ , respectivamente, en las parcelas de 2 m x 2 m). Esto podría deberse a que la especie utiliza preferencialmente la vegetación en sitios con mucha cobertura vegetal, como lo fue el bosque, y utilizan otros elementos cuando esta es escasa (Polis, 1990). Esto fue el caso de la Carretera y el Campamento, ya que los individuos se encontraron con mayor proporción en el suelo, hojarasca y troncos caídos, con respecto al Bosque.

Por tanto, podemos notar que aunque puede existir alguna preferencia de microhábitat hacia la vegetación, esta no es indispensable para el escorpión, debido a que en sitios con poca cobertura, como el Campamento o la Carretera, estos pueden utilizar cualquier otro sustrato para realizar sus actividades, ya sean rocas, troncos, hojarasca e incluso infraestructura humana (Viquez, 1999). Así bien, la especie puede utilizar cualquier elemento en el ambiente como medio de refugio y protección, y debido a que los insectos son muy abundantes en los bosques tropicales (Polis, 1990; Price et al., 2011; Schowalter, 2006), esta puede alimentarse en muchos sitios.

Aunque el periodo de muestreo fue corto, este trabajo arroja las primeras observaciones acerca del uso del hábitat de esta especie en Costa Rica. Es recomendable realizar un periodo de muestreo más largo ya que factores climáticos y cambios temporales pueden tener un efecto en la utilización del hábitat de las especies (Morrison et al., 2006). Sin embargo, considerando la poca información existente sobre la ecología de estos animales (Crawford & Krehoff, 1975; Polis, 1990; Ponce-Saavedra et al., 2006; McReynolds, 2008; Stevenson, 2012; Ponce-Saavedra & Francke, 2013), los resultados de este estudio son importantes como base para futuras investigaciones con un grupo que, aunque es poco comprendido por el ser humano, es uno de los más interesantes del país.

## AGRADECIMIENTOS

Se le agradece a Alejandro Durán Apuy la ayuda y los consejos brindados a la hora de la planificación de esta investigación. A la OET de Palo Verde por permitirme realizar la investigación en dicha estación biológica. Y a Daniela Barquero Salgado por las recomendaciones propuestas durante la realización de este documento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Briceño, R. D. & Bonilla, F. (2009). Substrate vibrations in the scorpion *Centruroides margaritatus* (Scorpiones: Buthidae) during courtship. *Rev. Biol. Trop.*, 57 (1): 267-274.
- Cahalan, M. D. (1975). Modification of sodium channel gating in frog myelinated nerve fibres by *Centruroides sculpturatus* scorpion venom. *The Journal of Physiology*, 244: 511-534.
- Catterall, W. A. (1976). Purification of a Toxic Protein from Scorpion Venom Which Activates the Action Potential Na<sup>+</sup> Ionophore. *The Journal of Biological Chemistry*, 251 (18): 5528-5536.
- Conde, R. Zamudio, F. Z., Rodríguez, M. H. & Possani, L. D. (2000). Scorpine, an anti-malaria and anti-bacterial agent

- purified from scorpion venom. *FEBS letters*, 471, (2-3): 165-168.
- 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.
- McReynolds, C. N. (2008). Microhabitat preferences for the errant scorpion, *Centruroides vittatus* (Scorpiones: Buthidae). *Journal of Arachnology*, 36 (3): 557-564.
- Montoya, M. & Armas, L. F. (2002). Escorpiones (Arachnida) del Archipiélago de Bocas del Toro, Panama. *Rev. Biol. Trop.*, 50 (1): 155-160.
- Morrison, M. L, Marcot, B. G. & Mannan, R. W. (2006). *Wildlife-Habitat Relationships: Concepts and Applications*. Washington: Island Press.
- 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): 1-11.
- 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.
- Ponce-Saavedra, J. & Francke, O. F. (2013). Clave para la identificación de especies de alacranes del género *Centruroides* Marx 1890 (Scorpiones: Buthidae) en el Centro Occidente de México. *Biológicas*, 15 (1): 52-62.
- Polis, G. A. (1990). *The Biology of Scorpions*. California: Stanford University Press.
- Powers, J. S., Becknell, J. M., Irving, J. & Pérez-Aviles, D. (2009). Diversity and structure of regenerating tropical dry forests in Costa Rica: Geographic patterns and environmental drivers. *Forest Ecology and Management*, 258: 959-970.
- 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.
- Rivera-Hidalgo, J. (2012). Función de los pectenes en detección de presa en hembras del escorpión *Centruroides margaritatus* (Scorpiones: Buthidae): prueba experimental con grupo control. *Cuadernos de Investigación*, 4 (2): 157-164.
- Sánchez-Quirós, C., Arévalo, E. & Barrantes, G. (2012). Static allometry and sexual size dimorphism in *Centruroides margaritatus* (Scorpiones: Buthidae). *Journal of Arachnology*, 40 (3): 338-344.
- Schowalter, T. D. (2006). *Insect ecology: An Ecosystem Approach*. California: Academic Press.
- Sissom, W. D. & Lourenco, W. R. (1987). The genus *Centruroides* in South America (Scorpiones: Buthidae). *Journal of Arachnology*, 15: 11-28.
- Stern, M., Quesada, M. & Stoner, K. E. (2002). Changes in Composition and Structure of a Tropical Dry Forest Following Intermittent Cattle Grazing. *Rev. Biol. Trop.*, 50 (3/4): 1021-1034.
- 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.
- Szilagyi-Zecchin, V. J., Fernandes, A. L., Castagna, C. L. & Voltolini, C. J. (2012). Abundance of scorpions *Tityus serrulatus* and *Tityus bahiensis* associated with climate in urban area (Scorpiones: Buthidae). *Indian Journal of Arachnology*, 1 (2): 15-23.
- Teruel, R. (2000). Taxonomía del complejo *Centruroides anchorellus* Armas, 1976 (Scorpiones: Buthidae). *Rev. Iber. Aracnol.*, 1 (7): 3-12.
- Teruel, R. (2011). La verdadera identidad de *Tityus championi* Pocock 1898 (Scorpiones: Buthidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 48: 367-373.
- Viquez, C. (1999). *Escorpiones de Costa Rica*. Heredia: INBio.